KÂZIM TAŞKENT KLASİK YAPITLAR DİZİSİ

Karl R. Popper

BİLİMSEL ARAŞTIRMANIN MANTIĞI

Çevirenler: İlknur Aka - İbrahim Turan

YKY

Karl R. Popper • BİLİMSEL ARAŞTIRMANIN MANTIĞI

Karl R. Popper

BİLİMSEL ARAŞTIRMANIN MANTIĞI

Karl R. Popper

BİLİMSEL ARAŞTIRMANIN MANTIĞI

Çevirenler: İlknur Aka - İbrahim Turan

KÂZIM TAŞKENT KLASİK YAPITLAR DİZİSİ

Yapıtın ilk Almanca Baskısı, *Logik der Forschung* <*Bilimsel Araştırmanın Mantığı*> adıyla 1934 yılının sonbaharında (basım yılı, 1935 olarak) Viyana'daki Julius Springer Yayınevi tarafından yayımlanmıştır. Kitabın ilk basımındaki altbaşlığı *"Zur Erkenntnistheorie der modernen Naturwissenschaft"* <*"Modern Doğa Bilimlerinin Bilgi Kuramı"*> idi. Kitabın ikinci baskısı, yeni dipnotlar ve eklerle önemli ölçüde geliştirilerek, 1966 yılında çıkmıştır.

Geliştirilmiş bu baskı, birkaç düzeltme dışında, *The Logic of Scientific Discovery* (Hutchinson, Londra 1959; yeniden gözden geçirilmiş 10. baskı 1980; ve *Basic Books*, New York, 1959) adlı İngilizce baskının karşılığıdır. Yazar, yeni düzeltmelerin İngilizceden Almancaya çevrilmesi yetkisini, felsefe doktoru Leonhard Walentik'e (Viyana) vermiştir. Üçüncü Almanca baskısı (1969) ve diğer baskılar, yeni eklemeler ya da eklerle yazar tarafından geliştirilmiş ve düzeltilmiştir.

1. Baskı 1935 (Julius Springer Yayın Evi, Viyana)
2. Baskı 1966 ("Yeni Ekler", *1.-*XII. kesimlerle) geliştirilmiştir
3. Baskı 1969 (yeni eklemelerle) geliştirilmiştir
4. Düzeltilmiş Baskı 1971
5. Baskı 1973 (4. Baskının aynısıdır)
6. Düzeltilmiş Baskı
7. Düzeltilmiş Baskı, (6 yeni ekle, *XIII.-*XVIII. kesimlerle) geliştirilmiştir
8. Baskı 1984, düzeltilmiş ve (ek *XIX'la) geliştirilmiştir
9. Düzeltilmiş Baskı 1986

Kâzım Taşkent
Klasik Yapıtlar Dizisi - 24
ISBN 975-363-439-0

Bilimsel Araştırmanın Mantığı / Karl R. Popper
Özgün adı: Logik der Forschung
Çevirenler: İlknur Aka - İbrahim Turan
Redaksiyon: Ahmet Cemal

1. baskı: 1800 adet, İstanbul, Mart 1998

Baskı: Altan Matbaacılık Ltd. Şti.

© Yapı Kredi Kültür Sanat Yayıncılık Ticaret ve Sanayi A.Ş., 1998
© Karl R. Popper 1934/1989,
für diese Ausgabe J.C.B. Mohr (Paul Siebeck) Tübingen 1966/1989
Türkçe çevirinin tüm yayın hakları saklıdır.
Tanıtım için yapılacak kısa alıntılar dışında
yayıncının yazılı izni olmaksızın
hiçbir yolla çoğaltılamaz.

Yapı Kredi Kültür Sanat Yayıncılık Ticaret ve Sanayi A.Ş.
İstiklal Caddesi No: 285 Beyoğlu 80050 İstanbul
Telefon: (0 212) 293 08 24 Faks: (0 212) 293 07 23

Yıllar sonra, kitabın
yeniden yayımlanmasını sağlayan
EŞİME

REDAKSİYONLA İLGİLİ AÇIKLAMALAR

Bilimsel Araştırmanın Mantığı, tüm baskılarında, 1. baskıdaki (1934) metin, dipnotlar ve eklerle, diğer baskılarda yapılan düzeltmeler birbirinden ayırt edilecek biçimde düzenlenmiştir; böylece okuyucu, hiçbir güçlük çekmeden ilk çalışma ile sonraki eklemeler arasında ayrım yapabilecektir. Sonraki baskılarda yapılan yeni düzenlemeler, IX'da ve 3.-203. sayfalarında yer alan birinci baskının *metninden*, köşeli parantezlerle ya da yeni dipnotlar ve eklemelerle veya parantez içinde yıl belirterek, "*Ekleme ( )" biçiminde ayırt edilmektedir.

Dipnotlarda yapılan sonraki eklemeler, dipnot numarasıyla birlikte "*" imiyle gösterilmiştir; bu imlemeye, hem eski dipnotlarda hem de eklenmiş yeni dipnotlarda başvurulmuştur.

Yeni Eklerde yer alan oniki kesim (*I-*XII), *İlk Ekten* (I-VI) farklı olarak yine "*" ile tanımlanmıştır.

Bölümlerin numaralandırılmasında da değişiklikler yapılmıştır: İlk baskıda bölümler, birinci kısımda I. ve II., ikinci kısımda I.-VIII. olarak numaralanmıştı. Sonraki baskılarda ise, bölümler I'den X'a kadar numaralanmıştır. Kesimlerin numaralandırılması, birinci baskıdakinin aynısıdır.

3. baskıdan sonraki tüm düzeltmeler, 1934'te yazılmış (ve İngilizceden çevrilmiş) kesimlerle sınırlandırılmıştır. Bunun dışında kitapta, yazarın yeni çalışmalarına yapılan göndermelere, yeni önsözlere ve onbir yeni eklemeye yer verilmiştir. 7. baskıda (1982) ek olarak, yeni bir önsöz, altı Yeni Ek (*XIII-*XVIII) ve birkaç kısa ekleme yer almaktadır. 8. baskıda ise, yeni bir önsöz, yeni bir ekleme ve yeni bir Ek (*XIX) eklenmiştir.

İÇİNDEKİLER

Sunuş • 15

Önsözler

Birinci Almanca Baskıya Önsöz (1934) • 25
İlk İngilizce Baskıya Önsöz • 27
İkinci Almanca Baskıya Önsöz • 37
Üçüncü Almanca Baskıya Önsöz • 40
Yedinci Almanca Baskıya Önsöz • 43
Sekizinci Almanca Baskıya Önsöz • 46

Birinci Kısım: Giriş • 47

Bölüm I: Bilgi Mantığının Temel Sorunları • 51
1.Tümevarım Sorunu 51 • 2.Ruhbilimciliğin Dışlanması 55 • 3.Kuramların Tümdengelimsel Sınanması 56 • 4.Sınırlandırma Sorunu 57 • 5.Yöntem Olarak Deneyim 62 • 6.Sınırlandırma Ayracı Olarak Yanlışlanabilirlik 63 • 7.Deneyimin Temeli Sorunu 67 • 8.Bilimsel Nesnellik ve Öznel Kanı 68

Bölüm II: Yöntem Öğretisi ile İlgili Sorunlar • 73
9.Yöntembilimsel Saptamaların Vazgeçilmezliği 73 • 10.Yöntem Öğretisinde "Doğalcı" Yaklaşımı 74 • 11.Kararlar Olarak Yöntembilimsel Kurallar 77

İkinci Kısım: Bir Deneyim Kuramının Temel Taşları • 81

Bölüm III: Kuramlar • 83
12.Nedensellik, Açıklama, Tümdengelimli Kestirim 83 • 13.Önermelerin Türsel ve Sayısal Evrenselliği 86 • 14.Evrensel ve Bireysel Kavramlar 88 • 15.Tümel Önermeler ve Evrensel "Vardır -Önermeleri"- 92 • 16.Kuramsal Dizgeler 94 • 17.Belitsel Bir Dizgenin Yorumlama Olanakları 95 • 18.Evrensellik Düzeyleri. "Yadsıma Yöntemi" (Modus tollens) 98

Bölüm IV: Yanlışlanabilirlik • 101
19.Uzlaşımcı Eleştiriler 101 • 20.Yöntembilimsel Kurallar 104 • 21.Yanlışlanabilirliğin Mantıksal Olarak İrdelenmesi 107 • 22.Yanlışlanabilirlik ve Yanlışlama 109 • 23.Olay ve Olgu 111 • 24.Yanlışlanabilirlik ve Çelişmezlik 115

Bölüm V: Görgül Temelin Sorunları • 117
25.Görgül Temel Olarak Yaşantılar (Ruhbilimcilik) 117 • 26.Tutanaklar 119 • 27.Görgül Temelin Nesnelliği 122 • 28.Temel Önermeler 124 • 29.Temel Önermelerin Göreliliği. Üçlemin Çözünürlüğü 128 • 30.Kuram ve Deney 130 • *Ekleme (1968) 136 • *Ekleme (1980) 137

Bölüm VI: Sınanabilirlik Dereceleri • 138
31.Tasarım ve Program 138 • 32.Yanlışlama Olanağını Sağlayan Kümeler Birbirleriyle Nasıl Karşılaştırılabilir? 140 • 33. Altküme İlişkisi Yardımıyla Yanlışlanabilirliğin Karşılaştırılması 141 • 34.Altküme İlişkisinin Yapısı. "Mantıksal Olasılık" 142 • 35.Görgül İçerik, Koşul İlişkisi, Yanlışlanabilirlik 146 • 36.Evrensellik Düzeyleri ve Tamlık Dereceleri 148 • 37.Mantıksal Oynama Payı. - Kesin Ölçmeye İlişkin Yaklaşımlar 150 • 38.Boyut Karşılaştırılması 152 • 39.Eğrilerden Oluşmuş Bir Kümenin Boyutu 156 • 40.Eğriler Kümesinin Boyutunun "Biçimsel" ve "İçeriksel" Açıdan İndirgenmesi 158 • *Ekleme (1968) 161 • *Ekleme (1971) 162

Bölüm VII: Yalınlık • 163
41.Yalınlık Kavramının Estetik-Pragmatik Boyutunun Dışlanması 164 • 42.Yalınlık Kavramının Bilgikuramsal Boyutu 164 • 43.Yalınlık ve Yanlışlanabilirlik Derecesi 167 • 44."Geometrik Biçim" ve "Fonksiyonel Biçim" 170 • 45.Euklid Geometrisinin Yalınlığı 171 • 46.Uzlaşımcıların "Yalınlık" Anlayışı 172 • *Ekleme (1968) 173

Bölüm VIII: Olasılık • 174
47.Olasılık Önermelerinin Yorumlanmasındaki Sorunlar 175 • 48.Olasılık Önermelerinin Öznel ve Nesnel Yorumları 176 • 49.Şans Oyunları Kuramının Temel Sorunları 178 • 50.Richard von Mises'in Sıklık Kuramı 179 • 51.Olasılık Kuramının Yeniden Yapılandırılması 182 • 52.Sonlu Referans Kümelerindeki Göreli Sıklık 183 • 53.Seçme, Bağımsızlık, Duyarsızlık, Önemsizlik 185 • 54.Sonlu Diziler. Sıra Seçimi ve Komşu Seçimi 187 • 55.Sonlu Dizilerde n-Serbestlik 188 • 56.Parça Dizileri. Birinci Newton Formülü 192 • 57.Sonsuz Referans Kümeleri. Varsayımsal Sıklık Tahminleri 194 • 58.Gelişigüzellik Belitinin Tartışılması 198 • 59.Rastlantısal Diziler. Nesnel Olasılık 202 • 60.Bernoulli Problemi 203 • 61.Büyük Sayılar Yasası (Bernoulli Teoremi) 207 • 62.Bernoulli Teoremi ve Yorumlama Sorunu 210 • 63.Bernoulli Teoremi ve Sınır-Değer Sorunu 212 • 64.Sınır-Değer Belitinin Dışlanması. Şans Oyunları Kuramındaki Temel Sorununun Çözülmesi 215 • 65.Karar Verebilme Sorunu 220 • 66.Olasılık Önermelerinin Mantıksal Biçimi 223 • 67.Fizikötesinde Olasılık 228 • 68.Fizikteki Olasılık Önermeleri 230 • 69.Yasa ve Rastlantı 237 • 70.Makro Yasaların Mikro Yasalardan Tümdengelimle Türetilmesi 239 • 71."Biçimci" Olasılık Önermeleri 242 • 72.Oynama Payı Kuramı 245

Bölüm IX: Kuantum Mekaniğine İlişkin Açıklamalar • 248
73.Heisenberg'in Programı ve Belirsizlik Bağıntıları 250 • 74.Kuantum Mekaniğinin İstatistiksel Yorumuna Kısa Bir Bakış 254 • 75.Belirsizlik Bağıntılarının İstatistiksel Açıdan Yeniden Yorumlanması 256 • 76.Heisenberg Programını Ters Çevirerek Fizikötesinin Dışlanması Uygulamalar 261 • 77.Kayda Değer Deneyler 269 • 78.Belirlenimci Olmayan Fizikötesi 279

Bölüm X: Sağlama • 285
79.Varsayımların Doğrulanması 286 • 80. "Varsayımın Olasılığı" ve "Olayın Olasılığı": Olasılık Mantığının Eleştirisi 289 • 81.Tümevarım Mantığı ve Olasılık Mantığı 297 • 82.Bir Kuramın Olumlu Sağlanmışlık Değeri 300 • 83.Sağlanabilirlik, Sınanabilirlik, Mantıksal Olasılık 304 • 84."Doğru" ve "Sağlanmışlık" Kavramlarının Kullanımı 309 • 85.Bilimin İzlediği Yol 312 • *Ekleme (1968) 318 • *Ekleme (1982) 319

İlk Ek • 321

I. Bir Kuramın Boyutunun Tanımı • 323
II. Sonlu Kümelerde Genel Sıklık Hesabı • 325
III. Sonlu Örtüşen Parça Dizileri İçin Birinci Newton Formülünün Türetilmesi • 330
IV. Rastlantısal Dizi Modellerinin Yapılandırma Örneği • 333
V. Fiziksel Bir Açmazın Tartışılması • 337
VI. Kestirilemeyen Bir Ölçüm Hakkında • 341
VII. Düşünsel Bir Deneye İlişkin Ek Açıklamalar • 345

Yeni Ek • 349
Geriye ve İleriye Bakış • 351

*I. Tümevarım ve Sınırlandırma Ayracına İlişkin İki Makale, 1933-1934 • 354
*II. Olasılığa İlişkin 1938 Yılında Yazılmış Bir Makale • 361
*III. Olasılığın Klasik Tanımının Bulgusal, Özellikle de Genel Çarpım Teoreminin Türetilmesi Amacıyla Kullanımına İlişkin Açıklamalar • 367
*IV. Olasılığın Biçimsel Kuramı • 371
*V. Biçimsel Olasılık Kuramının Türetimleri • 408
*VI. Nesnel Gelişigüzellik veya Rastlantısallık • 423
*VII. Sıfır Olasılık ve Olasılıkla İçeriğin İnce Yapısı • 428
*VIII. İçerik, Yalınlık ve Boyut • 448
*IX. Sağlama, Olguların Taşıdığı Ağırlık ve İstatistiksel Sınamalar • 460
*X. Evrenseller, Nesne Kavramları (Disposition[0]) ve Doğal Zorunluluk • 501
*XI. Özellikle Kuantum Kuramında Getirilen Düşünsel Deneylerin Doğru ve Yanlış Kullanımı • 527
*XII. Einstein, Podolsky ve Rosen'ın Deneyi • 545

0 Burada "*Disposition*", *nesne kavramı* olarak çevrilmiştir. Bu kavrama yüklenilen anlam ise, nesnenin özündeki *yaradılışsal* özellik; ortak *tür* ya da *cinsteki* nesne veya yüklemlerin özündeki yaradılışsal özelliğin derecelendirebilirliğidir. Kavramın yüklendiği bu anlam nedeniyle, ilgili sözcükler, orijinal metinden farklı olarak italik yazılmıştır. (Çev. N.)

*XIII. Mutlak Olasılık ve Bool Cebirinin İki Beliti • 553
*XIV. Mantıksal Sınırlandırma Ayracı Olarak Yanlışlanabilirlik Ve Görgül Yanlışlamanın Tanıtlanamazlığı • 561
*XV. Gerçeğe Yaklaşma • 565
*XVI. Sıfır-Olasılık • 572
*XVII. Bayes Tümevarım Olasılığına Karşı Yürütülen Kanıtlar • 573
*XVIII. Son Olarak: Olasılıklı Tümevarımın Olmadığını Gösteren Basit Bir Tanıtlama • 577
*XIX. Dayanak ve Karşıt Dayanak: Tümevarımın Karşıt Tümevarıma Dönüşü; Kendini Doğrulamadan (Epagogé) Kendini Yanlışlamaya (Elenchus) Dönüş • 587

SUNUŞ

Eleştirel Akılcılığın kurucusu Karl Raimund Popper 28 Temmuz 1902'de Viyana'da doğdu. Hukuk doktoru olan babası Simon Siegmund Karl Popper'in tarih ve felsefeye ilgisi, bir bakıma genç Popper'in yaşam çizgisini de belirlemişti. 1918'de Viyana Üniversitesi'nde özel öğrenci olarak felsefe, psikoloji ve tarih derslerine giren Popper, 1920'de matematik, fizik ve psikoloji derslerini izlemiş; 1922'de Viyana Üniversitesi'nde, müzik tarihi, psikoloji ve felsefe alanlarında başladığı öğrenim hayatını 1928'de ("*Zur Methodenfrage der Denkpsychologie*" adlı doktora teziyle) tamamlamıştır. Öğrencilik döneminden sonra, lise matematik ve fizik öğretmeni olarak yaşamını kazanmaya başlayan Popper, henüz orta okul öğrencisiyken ilgi duyduğu felsefe, müzik ve siyasetle, öğrenim hayatından sonra da ilgilenmeye devam etmiştir.

Henüz on yaşındayken Marksizmle tanışan Popper, 1919'da Komunizmi benimsemiş, ancak aynı yıl Viyana'yı ziyareti sırasında, kuramının hangi koşullar altında yanlışlanabileceğini kesin sınırlarla belirleyen Einstein'ın da etkisiyle Marksizmin bilimselliğini sorgulamaya başlamış; kısa süre sonra da bilimsel bulmadığı Marksizmi terk etmiştir.

O dönemde Viyana Çevresi'nce (*Wiener Kreis*) temsil edilen ve Mantıksal Görgücülük olarak da tanımlanan Yeni-Olguculuk, felsefede etkili bir akım durumuna gelmişti. Çevre, Ernst Mach'ın katkısıyla geleneksel olarak bilim felsefesine yönelen Viyana Üniversitesi Felsefe Bölümü'nün 1922'de başkanı seçilen Moritz Schlick (1882-1936) tarafından oluşturulmuş ve Hans Hahn, Otto Neurath, Rudolf Carnap gibi matematik ve fizikçi-

lerin de katılımıyla kısa zamanda adını duyurmuştu. Çevre'nin üyeleriyle önceki olgucular arasında büyük bir ayrım yoktu. Onlar da tıpkı Comte, Mill, Spencer ve Mach gibi, "fizikötesi kurgular"a karşı savaştıklarını düşünüyorlardı ve bilimi tüm "fizikötesi saçmalıklardan" arındırmak amacındaydılar. Wittgenstein'ın 1922'de yazdığı *Tractatus Logico Philosophicus*'un, yeni olguculuğun biçimlenmesinde büyük etkisi olmuştu.

Çevre'yi bir araya getiren ortak sav şuydu: Bir önerme, yalnızca mantıksal ya da görgül olarak doğrulanabilen önermedir. Bunun yolu da tekil gözlem ve deneylerden genele varmaktır. Bilimsel bir önerme ise, temel önermelere dayandırılamaz ve bu nedenle de her zaman doğrudur. Bir önermenin anlamı, doğrulanabilirliğinin koşulları tarafından belirlenmektedir; bunu sağlamayan önerme fizikötesidir, anlamsızdır ve bu nedenle bilimden dışlanmalıdır. Yeni olgucular mantıksal doğrulamadan, bir önermenin mantık kurallarına uyup uymadığının saptanmasını; görgül doğrulamadan ise, önermelerin mantıksal araçlarla gerçekleştirilmiş, tanımlayıcı biçimde açıklanmasını; bunun yolunun da dilsel çözümlemelerden geçtiğini anlamakta; klasik bilinmezcilik anlamında yanıtlanamayan hiçbir sorun kalmadığı için de, "Hume'un sorunu"nu aştıklarını öne sürmekteydiler.

Popper'in Viyana Çevresi ile ilişkisi 1920'lerde, çevrenin o zamanki etkin üyelerinden Otto Neurath'ın, Ernst Mach'ın ve Hans Hahn'ın makalelerini okumakla başlamış, bu ilgi sonraları Wittgenstein ve Carnap'ı da kapsayacak şekilde genişlemiştir. 1924'ten başlayarak Çevre'nin üyeleriyle kişisel ilişkiler kuran ve Çevre'nin düzenlediği söyleşilere katılan Popper, yıllardır geliştirdiği görüşlerini Çevre üyelerine sunma fırsatı bulmuştur. Kuramıyla, Mach'çı ve Wittgenstein'cı düşünceleri benimseyen, anlamlılık ölçütü getirerek bir önermenin ancak ve ancak gözlem ve deneye dayandırılarak doğrulanabileceği, bu nedenle de bilimsel bir kuramın asla yanlışlanamaz olduğu görüşünü savunan ve buna bağlı olarak fizikötesi ve benzeri soyut önermeleri "anlamsız zırvalar" şeklinde niteleyerek bilimden dışlayan Viyana Çevresi'nden büyük tepkiler alan Popper, görüşlerini 1931'de Feigl'ın önerisi üzerine *Bilgi Kuramının İki Temel So-*

rünü (Die beiden Grundprobleme der Erkenntnistheorie) adıyla yayımlamaya karar vermiştir.

Bilimsel yöntem, sınırlandırma ayracı ve tümevarım sorunu hakkındaki görüşlerini *Bilimsel Araştırmanın Mantığı* adıyla kaleme alan Popper, yapıtını Viyana Çevresi dizisinde yayımladı. *Bilimsel Araştırmanın Mantığı*, Popper'in ifadesiyle, kuramını 1932-1934 yılları arasında kaleme aldığı; ancak o tarihte henüz yayımlamadığı *Bilgi Kuramının İki Temel Sorunu* başlıklı çalışmanın ikinci cildinin oldukça kısaltılmış biçimi olarak 1934 güzünde, Viyana'daki Julius Springer Yayınevi tarafından "Modern Doğa Bilimlerinin Bilgi Kuramı" *(Zur Erkenntnistheorie der modernen Naturwissenschaft*) alt başlığıyla basılmıştır. Popper, Magee ile söyleşisinde, *Bilimsel Araştırmanın Mantığı*'ndaki ana düşüncenin, Einstein'ın Yeni Çekim Kuramı'na, bilimin işleyişine, bilimsel bilginin yapısına ilişkin olarak daha önce söylenenlerin tümünün yanlışlığını ortaya koymak olduğunu dile getirmiştir. Savlarıyla bilim dünyasında yankı uyandıran Popper, 1935-1936 yılları arasında bir dizi seminer vermek üzere İngiltere'ye davet edilmiş, burada ileride vatandaşı olacağı İngiltere'ye kabul edilmesinde büyük yardımını gördüğü Avusturya asıllı İngiliz ekonomist Friedrich Hayek ve ünlü fizikçi Erwin Schrödinger'le tanışmıştır.

Yapıtında, öncelikle bilim insanını tanımlayarak işe koyulan Popper, Bergson'un dile getirdiği: "Her buluş usdışı bir an içerir, her buluş yaratıcı bir sezgidir" ve Einstein'ın, Max Planck'ın 60. doğum yılı nedeniyle yaptığı konuşmada söylediği: "... yasalara ulaşmanın yolu mantık değil, salt sezgiye dayanan deneyim özdeşleyimidir" söylemlerine dikkati çekerek, olguculuğun bu tür dürtülerin fizikötesi olduğu savıyla, bilimsel düşünce ve araştırmalarda dışlanması gerektiği görüşüne karşı çıkar. Popper'e göre, ancak deneyim, gözlem, içgüdü ve sezgileriyle güdülenen bir araştırmacı, önyargılardan ve dogmalardan arınmış olarak evreni sorgulayabilecektir. Yapıtında tartıştığı asıl konu ise, bu özelliklere sahip bilim insanının izleyeceği yoldur. Geliştirdiği yöntembilimsel yaklaşım, akılcılık, eleştiricilik, daha da önemlisi yanlışlamacılık temeline dayanmaktadır. Önemli olan araştırmacının şu ya da bu biçimde geliştirdiği öznel ve nesnel

yargılarının bilincinde olup, şüpheci ve yanlışlamacı bir ruhla, geliştirdiği kuramın doğruluğunu değil, yanlışlığını tanıtlamaya çalışmasıdır; başka bir deyişle, kuramını sorgulaması, bulduğunu sandığı yeni şeyin büyük bir alçakgönüllülükle hatalı ya da yanlış olabileceği kaygısını taşıması ve gerektiğinde bunu yüksek sesle dile getirmesidir. Çünkü hatalar yeni ufuklar açabilecek, doğruyu yakalayabilme olasılığını arttırabilecektir. İşte Popper'e göre bilim insanında bulunması gereken asıl özellik bu "entelektüel alçakgönüllülüktür". Ancak kendini "uzman" ya da "yetkin" görmeyen bir araştırmacı, bilinmezi merak edebilecek, bulduğunu sorgulayabilecek, yanlış olabilirliği düşünebilecektir. Çağdaş bilim ve siyaset felsefesine imzasını atmış olan Avusturya asıllı İngiliz felsefeci, mantıkçı ve sosyolog Popper, bu "entelektüel alçakgönüllülüğü" kendi yapıtında da sergilemiş, 1934 yılından bu yana, düştüğü yanılgıların yeri geldikçe özgün metinde hiçbir değişiklik yapmadan dipnotlarda belirterek altını çizmiştir.

Popper bilimi, bataklıkta kazıklar üzerine dikilmiş bir yapıya benzetir. Bu kazıklar hiçbir zaman "var olan" doğal ve sağlam bir tabana dayanmaz. Zaman zaman kazıkların sağlam bir temele dayandığı düşünülebilir; ama bu bir yanılgı olacaktır. Çünkü kazıklar yalnızca geçici bir süre için kendilerine sağlam bir dayanak bulmuştur. Bir süre sonra sağlam sanılan temel yine zayıflayabilir. Bu nedenle de kazıkların hep daha derine çakılması vazgeçilmez olmalıdır. İşte Popper'in bilim insanı, bıkmadan usanmadan, uçsuz bucaksız derinliklere uzanmaya çalışan; ulaştığı bilgiyi yalnızca geçici bir süre için güvenilir bilgi olarak kabul eden, bununla da yetinmeyip hep daha fazlasını arayan insandır. Bu da ancak bilginin "mutlak" olmadığı görüşüyle bağdaşmaktadır. Mutlak olmayan bilgi, doğru olmayan bilgidir, yanlışlanabilir bilgidir; evrenin herhangi bir yerinde "siyah tek bir kuğunun" var olabileceği kuşkusunun taşınmasıdır. Yapıtının farklı bölümlerinde sık sık aynı konuya değinen Popper, görüşünün izlerine asırlar öncesinde rastlamış olmanın kıvancıyla 2500 yıl önce Ksenophanes tarafından yazılmış şu dörtlüğü çevirerek 1968 güzündeki üçüncü basımın önsözünde yer vermiştir.

Açmadılar başından tanrılar her şeyi ölümlülere;
Ama onlar zamanla bulacaklar arayarak daha iyiyi.

Ulaşamadı hiç kimse, tanrılar ve sözünü ettiğim
Tüm şeyler hakkındaki kesin gerçeğe, ulaşamaz da.
Açıklasa da biri kusursuz gerçeği,
Kendisi bilemeyecektir bunu;
Her şeyin sanılardan dokunmuş olduğunu.

Bu nedenle araştırmalarda izlenmesi gereken yol da tümdengelimseldir; yani genelden özelin çıkarsanmasıdır. Ancak bu yolla genelgeçerliliği olduğu sanılan kuramlar ya da varsayımlar, yasalar ya da önermeler çürütülebilir; başka bir deyişle yanlışlanabilir. Yanlışlanmadığı sürece evrensel geçerliliği yalnızca geçici bir süre için tanıtlanmış olur. Popper'e göre bunun anlamı, kuramın ya da önermenin evrensel geçerliliğinin "doğru", tümevarımcıların deyimiyle "desteklenmiş" ya da "belli bir olasılığa sahip" olması değil, evrensel geçerliliğinin yalnızca bir süre için "sağlanmış" olmasıdır. Bu nedenle Popper, yöntembilimsel yaklaşımı tartışırken "sağlanmış" kuramlar ve "farklı sağlanmışlık derecelerine sahip" kuramlardan söz eder. Bu ve benzeri tanımlamalarıyla Popper, mantık ve felsefe terimlerine yeni kavramlar kazandırmış, kavramlar arası nüanslara inmiş, ortaya çıkan yanlış anlamaları düzeltmeye çalışmıştır.

1930'ların Viyanası, yükselen faşizme karşı solun tarihsel yanılgılarının yaşandığı yerdi ve Popper, ülkesinin Nazi işbirlikçilerinin da çabaları sonucunda, Alman faşizmi tarafından işgal edileceğini anlayınca 1937'de ülkesini terk ederek Yeni Zelanda'ya göç etti. 1937-1945 yılarında Canterbury University College'de felsefe dersleri verdi. Bu dönemde, olağanüstü özgünlük ve güçte bir yapıt olarak nitelenen *Açık Toplum ve Düşmanları*'nı (*The Open Society and Its Enemies*) yazdı. 1945'te iki cilt olarak yayımlanan yapıt, Popper'e siyaset felsefesi alanında ilk gerçek ününü sağlamıştır. Savaşın bitiminde (1946'da) Friedrich Hayek'in girişimleri sonucunda İngiliz yurttaşlığına geçen Popper, ölümüne değin yaşadığı yeni ülkesindeki yaygın felsefi akımın, terk ettigi Viyana'da ters düştüğü için dışlandığı, Viyana

Çevresi tarafından temsil edilen mantıkçı olguculuk (pozitivizm) olduğunu gördü. Mantıksal olguculuk akımı, 1930'lu yılların başında kısa bir süre için de olsa Viyana Çevresi'nin çalışmalarına katılan ve çevrenin görüşlerini destekleyen A. J. Ayer tarafından 1936'da kaleme alınan *Dil, Doğruluk ve Mantık (Language, Truth and Logic)* adlı yapıtla İngiltere'ye taşınmıştı. Popper'in 1934'te Almanca olarak yazdığı *Bilimsel Araştırmanın Mantığı* ise o tarihte hâlâ İngilizceye çevrilmemişti. Yapıtının İngilizcesi, ancak 1959'da, *Bilimsel Buluşun Mantığı (Logic of Scientific Discovery)* adıyla yayımlandı. O dönemde, *Mind* dergisinde yayımlanan tanıtım yazısı ve eleştirisi ise, yapıtı tanıtmaktan uzaktı. Böylece Popper, İngiltere'deki yaşamına da, terkettiği Viyana'daki gibi, yanlış anlaşılan, bu nedenle de dışlanan yapayalnız bir düşünür olarak başlamak zorunda kaldı. Sonraki yapıtlarını İngilizce olarak kaleme alan Popper, yılların akışı içinde İngiltere'de olduğu kadar Avrupa'nın diğer ülkelerinde ve Yeni Dünya'da da tanınmaya başlandı. Akademik çalışmalarının son 23 yılını London School of Economics and Political Science'da mantık ve bilimsel yöntem dersleri vererek geçiren Popper, bu dönemde profesörlüğe atandı, 1965'te Sir ünvanı verilen Popper 1969'da emekliye ayrıldı. Popper'in siyaset felsefesini ortaya koyduğu, kuramsal toplumbilimciliğin yöntemlerini irdeleyen sonraki yapıtları *The Poverty of Historicism (1957, Tarihselciliğin Sefaleti, 1985);* 1963'te yayımladığı *Conjectures and Refutations: The Growth of Scientific Knowledge (oranlamalar ve Yadsımalar: Bilimsel Bilginin Büyümesi)*; emekliye ayrıldıktan sonra kaleme aldığı makalelerinin derlemesi niteliğindeki *Objective Knowledge: An Evolutionary Approach (Nesnel Bilgi: Evrimci Bir Yaklaşım)*'ı 1972'de; *Bilimsel Araştırmanın Mantığı*'na *Ek* olarak kaleme aldığı *Postscript to the Logic of Scientific Discovery (1981-1982, 3 cilt)* yayımlandı. Felsefe tarihi, bilgi kuramı, tarih felsefesi, toplum felsefesi, bilimsel yöntem ve gelişme, zamanın yönü, olasılık gibi, bilim felsefesinin hemen her konusuna ilgi duyan ve birçok kitap, sayısız makale, bildiri kaleme alan Popper, görüşleriyle yalnızca felsefe dünyasında değil, bilim ve siyaset çevrelerinde de ilgiyle izlendi.

Royal Society, Institut de France ve Accademia Nazionale

üyesi Karl R. Popper 17 Eylül 1994'te Londra'nın banliyösünde yaşama veda etmiştir.

* * *

1934 yılında yayımlanan yapıtını, yanlış anlaşılmaları düzeltmek amacıyla geliştirmeyi sürdüren Popper, bunu yaparken ana metnin sonuna, *Postscript*'de yayımladığı makalelerinin bazılarını "Yeni Ekler" adıyla eklemiş, özgün metne ise * imiyle dipnotlar ya da eklemeler yapmıştır. Yeni Zelanda'ya göç ettikten sonra yaptığı eklemelerin birçoğunu İngilizce olarak kaleme alan Popper, bunların Almanca'ya çevrilmesi yetkisini felsefe doktoru Leonhard Walentik'e vermiştir. Yeni Zelanda'da ve İngiltere'de yazdığı eklemelerde yer alan "all-and-some-statements", "support", "countersupport", "counterinduction" gibi terimlerin Almanca karşılıklarına metinde yer verilmemiştir.

Metnin Türkçeleştirilmesinde, ilke olarak –kavramlar arası nüanslar olabilir düşüncesiyle– çevirinin birebir olmasına, Popper'in okuyucuyla sohbet eder biçimdeki üslubunun bozulmamasına özen gösterilmiş; bu nedenle –Türkçe'nin yazım biçimine uymasa da– Popper'in paragraf düzenlemesi, yaptığı hatırlatmalar, açıklamalar ya da anlık eklemeler için adeta içinden geldiği gibi kullandığı "-" ve "( )" imleri de çeviride hemen hemen aynen bırakılmış, yalnızca "<>" içinde yer alan sözcükler ya da açıklamalar tarafımızdan eklenmiştir.

Karl R. Popper'e bilim dünyasındaki gerçek ününü sağlayan *Bilimsel Araştırmanın Mantığı*'nın –Yeni Ekler'le birlikte– tümünün Türkçeye çevrilmesi kıvancını bize yaşattığı için Yapı Kredi Yayınları'na teşekkürü borç biliriz.

Eylül 1997

İlknur AKA – İbrahim TURAN

Varsayımlar, yalnızca atanın avlanacağı ağlardır.

NOVALIS

Bilim adamına hiçbir şey, bilimin tarihçesi ve bilimsel araştırmanın mantığı; yani yanılgıların hangi yolla keşfedileceği; varsayımların ve imgelem gücünün oynadığı roller ve sınama yöntemleri hakkında birşeyler bilmekten daha gerekli değildir.

LORD ACTON

BİRİNCİ ALMANCA BASKIYA ÖNSÖZ 1934

İnsanın, sonuçta en inatçı sorunları çözdüğü ...ması, uzmanı avutamaz; onu asıl korkutan, felsefenin bunu asla gerçek bir "soruna" dönüştüremeyeceğidir.

SCHLICK (1930)

Oysa ben tamamen aksi kanıdayım ve her şeyden önce felsefede, uzun zamandır tartışılan şeylerin temelinde sözcük tartışmalarının değil, hep gerçek sorunlar üzerine tartışmaların yattığını savlıyorum.

KANT (1786)

Bir bilim dalını, örneğin fiziği ilgilendiren bir araştırma, sorununu, fazla dolambaçlı yollara sapmadan ele alabilir. Araştırma, deyim yerindeyse, damdan düşer gibi başlar; çünkü düşecek bir "dam" vardır: Bu, içinde, herkesce kabul edilmiş bir sorun durumunun olduğu, bilimsel öğretinin yürütüldüğü çatıdır. Belki de bu yüzden araştırmacı, yaptığı çalışmanın bilimdeki yerini ve önemini belirleme işini okuyucuya bırakır.

Felsefecinin durumu ise farklıdır; bir öğretinin değil, (kuşkusuz içinde keşfedilecek hazinelerin de bulunduğu) bir kalıtın önünde durmaktadır. Felsefeci, herkesce bilinen bir sorun durumuna sarılamaz; çünkü böyle bir sorun durumunun olmadığını kuşkusuz herkes biliyor olmalıdır. Felsefi tartışmalarda, felsefenin gerçek "sorunlarla" uğraşıp uğraşmadığı sorusunun sürekli ortaya çıkmasının nedeni de budur.

Kim bu soruya olumlu yanıt verir, bu yüzden de, felsefi tartışma olarak adlandırılan bu cansıkıcı durumu ortadan kaldır-

çabasını yararsız görmez, çekişen akımlardan hiçbirine taraf olmazsa, yalnızca *tek bir* yolda ilerleyebilir: En baştan başlamak yolunda.

Viyana, Sonbahar 1934

İLK İNGİLİZCE BASKIYA ÖNSÖZ

1934'te yazdığım –korkarım çok kısa– ilk önsözde, o zamanki felsefi eğilimlere, özellikle de dil felsefesine ve o dönemin dil çözümleme okuluna yaklaşımımı açıklamaya çalıştım. Bu yeni önsözde ise, günümüzdeki sorunlara ve bugünkü her iki dil çözümleme okuluna yaklaşımımı ortaya koymak istiyorum. O zamanlar olduğu gibi bugün de, dil çözümleyicilerinin benim için önemi vardır; yalnızca karşıt olarak değil, aynı zamanda, felsefede akılcılık geleneğinden bir şeyleri sürdüren biricik felsefeciler olarak göründüklerinden.

Dil çözümleyicileri, gerçek felsefi sorunların varolmadığına ya da bu tür sorunlar gerçekten varsa bile, bunların dilin kullanımına ve sözcüklerin anlam (Sinn) ve imlemlerine (Bedeutung) ilişkin sorunlar olduğuna inanırlar. Oysa ben, düşünen tüm insanları ilgilendiren en azından *bir* felsefi sorunun varolduğuna inanıyorum. Bu da evrenbilim (Kosmologie) sorunudur: Dünyayı –ve biz de bu dünyaya ait olduğumuzdan, bu bağlamda kendimizi ve bilgimizi– anlayabilme sorunu. Tüm bilimlerin bu anlamda evrenbilim olduğuna inanıyorum; ve felsefe de, aynı doğa bilimleri gibi, evrenbilime getirdiği katkı nedeniyle benim için önem taşımaktadır. Felsefe ve doğa bilimleri, araştırmalarını bu amaçla sürdürmediğinde, benim için hiçbir çekicilikleri kalmayacaktır. İçtenlikle eklemeliyim ki, bu görevin önemli bir bölümü de, sorunların yalnızca dilden kaynaklanan yanlış anlamalar olduğunu öne sürmek değil, dilimizi ve işlevlerini anlamaktır.

Dil çözümleyicileri, kendilerini, yalnızca felsefeye özgü bir yöntemin uygulayıcıları olarak görürler. Sanıyorum burada yanılıyorlar. Benim savım şudur:

Felsefeciler de –tıpkı diğer insanlar gibi– gerçeği ararken, kendilerini başarıya götüreceğini düşündükleri tüm yöntemleri seçebilir. *Yalnızca felsefeye özgü ve felsefe için önemli bir yöntem yoktur.*

Burada dile getirmek istediğim bir diğer sav şudur:

Bilgi öğretisinin asıl sorunu, hep bilgimizin nasıl arttığı ya da geliştiği sorusu idi –hâlâ da öyledir; *ve bilgimizin nasıl arttığını araştırmak için yapılacak en iyi iş de, bilimin gelişimini araştırmaktır.*

Dil kullanımını veya dil dizgelerini incelemenin, bilimin gelişimini incelemenin yerini tutacağına inanmıyorum.

Yine de, felsefi yöntem olarak adlandırılabilecek bir şeyin olduğunu eklemeye hazırım; ama bu, hiçbir biçimde tek başına felsefeye özgü bir yöntem değil; daha çok tüm *ussal tartışmaların* ve bundan dolayı da, aynı zamanda felsefenin olduğu kadar, doğa bilimlerinin de yöntemidir. Sorunun açık bir biçiminde formüle edildiği ve önerilmiş farklı çözüm yollarının *eleştirel* biçimde araştırıldığı yöntemleri kastediyorum.

Yukarıda, "ussal tartışma" ve "eleştirel" sözcüklerini italik yazmamın nedeni, her iki yaklaşımı eşanlamlı gördüğümü vurgulamaktır. Ne zaman bir sorunun çözümünü bulduğumuza inansak, amacımız çözümü savunmak değil, tersine tüm olanaklarımızla onu çürütmek olmalıdır. Ne yazık ki, aramızda bu kurala uyan yalnızca birkaç kişi var. Gerçi biz getirmesek de, başkaları eleştiriye her zaman hazırdır; ama getirilen eleştiri, ancak sorunumuzu olabildiğince açık formüle etmiş ve çözümümüzü belirgin –yani eleştirel olarak tartışılabilecek– biçimde ortaya koymuşsak, yararlı olacaktır.

Sorunumuzun ortaya konuşunda, eleştirel biçimde sınanışında ve çözüm arayışlarında, mantıksal çözümleme olarak ifade edilebilecek bir yöntemin rol oynadığını yadsımıyor; "mantıksal çözümleme" yöntemlerinin veya "dil çözümlemesinin" işe yaramaz olduğunu da savlamıyorum. Benim savım daha çok, bu yöntemlerin, felsefecilerin yararlanabileceği, diğerlerinden üstün biricik ve felsefe için vazgeçilmez yöntemler olmadığıdır: Bu yöntemler, bilimsel veya akılcı bir araştırmada ne denli önemliyse, felsefe için de aynı önemi taşımaktadır.

Burada, belki de bir felsefecinin başka hangi yöntemleri

kullanabileceği sorusu akla gelebilir. Bu soruyu, pek çok yöntemin var olduğunu; ama burada hepsini saymayı amaçlamadığımı söyleyerek yanıtlayabilirim. Felsefecinin ya da başka birinin ne tür yöntemler kullandığı, ilginç bir sorun getirdiği ve onu ciddi biçimde çözme girişiminde bulunduğu sürece, benim için önemli değildir.

Felsefecinin seçebileceği birçok yöntem arasından –seçimi kuşkusuz her zaman soruna bağlı olan– özellikle birine burada değinmek istiyorum. Bu da, günümüzde çağdaş olmayan tarihsel yöntemin bir çeşitlemesidir; amaç, diğer araştırmacıların sorun hakkında neler düşünmüş ve söylemiş olduklarını ortaya çıkarmaya çalışmak: yani, bunun kendileri için neden bir sorun olduğunu, onu nasıl formüle edip, çözmeye çalıştıklarını bulmaktır. Bu incelemeler, ussal tartışmanın genel yönteminde çok önemlidir; çünkü diğer insanların neler düşündüklerini ya da düşünmüş olduklarını dikkate almazsak, ussal tartışma son bulacak ve herkes tartışmayı büyük bir coşkuyla tek başına sürdürecektir. Bazı felsefeciler kendi kendine konuşmaktan kıvanç duyar; kimsenin kendileriyle tartışacak değerde olmadığını sanırlar. Fakat, böylesine üst düzeyde felsefe yapmak, ussal tartışmanın çöküş belirtisi de olabilir. Kuşkusuz tanrı da, kimse kendisiyle konuşacak değerde olmadığından, genellikle kendi kendine konuşur. Ama bir felsefecinin de, aslında herhangi bir insandan daha tanrısal olmadığını bilmesi gerekir.

"Dil çözümlemesi" olarak adlandırılan yöntemin, felsefenin gerçek yöntemi olduğu şeklindeki yaygın görüşün, farklı ve ilginç tarihsel nedenleri vardır.

Bu nedenlerden, –örneğin bir yalancıda ("az önce iddia ettiğim şey doğru değildir") ya da Russell'da, Richard'da ve diğerlerinde görülen– mantıksal paradoksların çözümünün ya da onlardan kaçınmanın, dil çözümleme yöntemiyle, özellikle de ifadeler arasında anlamlı (veya iyi formüle edilmiş) ve anlamsız diye ayrım yapıldığında mümkün olduğu görüşü doğrudur. Ne var ki, bu görüşü hatalı bir yaklaşım izlemektedir; bu da, felsefenin geleneksel sorunlarındaki amacın, yapıları *mantıksal paradokslara* benzeşen *felsefi paradoksları* çözmeye çalışmak olduğudur. Buradan da anlamlı ve anlamsız ifadelerin, felsefe için de

önemli bir anlamı olması gerektiği sonucu çıkarılır. Bu görüşün hatalı olduğunu, mantıksal çözümlemeyle kolaylıkla gösterebiliriz; çünkü bu çözümleme, sözü edilen tüm felsefi paradokslarda, hatta Kant'ın mantıksal çatışkılarında (Antinomie) bile, belirli bir dönüşümün –tüm mantıksal paradokslara özgü olan, bir ifadenin kendine dayanması– yer almadığını ortaya koyacaktır.

Dil çözümleme yönteminin bazı akımlar tarafından benimsenmesinin asıl nedeni şu olsa gerek: İdealarımızın ve bunların duyularımızdaki kaynağının ruhbilimsel çözümlemesi yerine –bu, Lock'un "*new way of ideas*" olarak adlandırdığı, Berkeley ve Hume'un da benimsediği "idealar yöntemidir"– daha nesnel ve daha az kalıtsal bir yöntemin getirilmesinin gerekli olduğu sanılmıştı; çünkü sözü edilen ruhbilimsel çözümlemenin, sahte-<pseudo-> ruhbilimsel çözümleme olduğu ortaya çıkmıştı; bundan başka, "ideaların" ya da "kavramların" yerine sözcüklerin ve anlamlarının ya da kullanım biçimlerinin; "düşüncelerin" veya "kanıların" ya da "yargıların" yerine önermelerin veya ifadelerin çözümlenmesi gerektiği düşünülmüştü. İtiraf etmeliyim ki, Locke'un "idealar yöntemi" yerine "sözcük yönteminin" (dil çözümlemesinin) kullanılması, oldukça büyük bir ilerlemeydi, evet hatta gerekliydi de.

"İdealar yöntemini" bir kez felsefenin biricik doğru yöntemi olarak görenin, aynı nedenlerle, "sözcük yöntemi" inancına yöneleceği ve artık bunu, felsefenin doğru yöntemi olarak benimseyeceği açıktır; ama bu inanç benim için kabul edilebilir değildir. Bununla ilgili olarak yalnızca şu iki eleştiriyi getirmek istiyorum: Birincisi, "idealar yöntemi" (İngiltere'de olduğu gibi) hiçbir zaman, felsefenin ana ve tek gerçek yöntemi olarak benimsenmemeliydi. Bilindiği gibi, Locke bile, idealar yöntemiyle yalnızca bazı (törebilimin bilimsel irdelemesi için gerekli) *ön soruları* çözmek istemişti; ve hem Berkeley hem de Hume, bu yöntemi karşıtlarıyla mücadelelerinde bir silah olarak kullanmışlardı. Dünya ile ilgili açıklamalarında –betimlemeye ve aktarmaya çalıştıkları, nesnelerin ve insanların dünyasına ilişkin yorumlarda– ise bu yönteme hiçbir zaman başvurmamışlardı; ne Berkeley dini görüşlerini temellendirmek için bu yöntemden yararlanmış, ne de Hume politik kuramlarının kanıtlanmasında

bu yöntemi kullanmıştı –yalnızca belirlenimciliğini (Determinismus) buna dayandırmıştı.

"İdealar yönteminin" veya "sözcük yönteminin", bilgi kuramına –ya da *belki de* felsefeye– özgü bir yöntem olduğu görüşüne karşıt diğer eleştirim daha kayda değer olup, aşağıdaki gibidir:

Bilgi kuramı sorunu iki farklı yönden ele alınabilir: 1. sağlıklı insan aklının *günlük yaşama ilişkin bilgisinin* sorunu olarak ("common sense") ya da 2. *bilimsel bilginin* sorunu olarak. Birinci yaklaşıma eğilimli felsefeciler, haklı olarak, bilimsel bilginin yalnızca günlük yaşama ilişkin bilgimizin gelişmesi ve artması olduğuna dikkati çeker; ama bununla birlikte –işte burada haksızdırlar– günlük yaşama ilişkin bilginin, mantıksal çözümleme için daha elverişli olabileceğine inanırlar. Böylece de "idealar yöntemi" yerine, *günlük yaşamda kullandığımız* –gündelik bilgimizi formüle ettiğimiz– *halk dilini;* örneğin görüşlerimizi, algılarımızı, bilgilerimizi ya da sanılarımızı çözümlemek yerine; "görüyorum", "algılıyorum", "biliyorum" ya da "doğru sanıyorum" (veya "olasılı olduğunu düşünüyorum") ifadelerini, ya da "belki" sözcüğünü çözümlemeye girişirler.

Bu tür bir bilgi kuramı anlayışını savunanlara şu yanıtı vermek istiyorum: Her ne kadar ben de bilimsel bilginin, salt günlük yaşamdaki bilginin geliştirilmesi olduğuna inansam da, şunu da kesin olarak biliyorum: Kendilerini gündelik bilgimizin –ya da onların gündelik dildeki anlatımlarının– çözümlenmesiyle sınırlandıranlar, bilgi kuramının en önemli ve en dikkate değer sorunlarını asla göremeyecektir.

Burada, bu önemli ve dikkate değer sorunlardan yalnızca birini –yani, bilgimizin nasıl arttığı sorusunu– irdelemek istiyorum. Bilgimizin gelişmesiyle ilişkili pek çok sorunun ister istemez, günlük bilgiyle sınırlandırılmış incelemelerin (bilimsel bilginin tersine) dışına çıkmak zorunda olduğunu anlamak için uzun süre düşünmeye gerek yoktur.

Gündelik bilgimizin gelişmesiyle ilgili olarak bizim için önemli olan, gündelik yaşamdaki bilgimizin, bilimsel bilgiye dönüştüğü biçimdir. Zaten, bilimsel bilgideki artışın, bilgimizin artmasının en önemli ve en çok dikkate değer durumu olduğu da açıktır.

Bu bağlamda, geleneksel bilgi kuramının neredeyse tüm sorunlarının, bilgimizin artışıyla ilişkili olduğunu göz önünde bulundurmalıyız. Hatta şunu da söyleyebilirim: Platon'dan Descartes'a, Leibniz'e, Kant'a, Duhem'e ve Poincaré'ye; Bacon'dan Hobbes'tan ve Locke'tan Hume'a, Mill'e ve Russell'a kadar hepsi, bilgi kuramının yalnızca bilim hakkında daha fazla şeyin bilinmesi değil, aynı zamanda bilimin gelişimine de katkıda bulunabileceği umudunu taşımıştır. (Söylediklerim, bildiğim kadarıyla, önemli bilgi kuramcılarından yalnızca Berkeley için, geçerli değildir). Felsefenin asıl yönteminin yalnızca dil çözümlemesi olduğuna inanan felsefecilerden birçoğu, bir zamanlar ussal geleneğin esin kaynağı olan bu olağanüstü iyimserliği artık yitirmiştir. Bugünkü yaklaşımları, boyun eğme ya da umutsuzluk görüntüsü sergilemektedir; öyle ki, yalnızca bilimin geliştirilmesi işini doğa bilimcilerine bırakmakla kalmayıp, felsefeyi de –tanımlarla– dünya hakkındaki bilgimize katkıda bulunma bakımından artık yetersiz olarak tanımlamaktadırlar. Şaşırtıcı biçimde benimsenen bu tanımın ortaya koyduğu kötürümleştirme bana hiç de çekici gelmiyor. Felsefenin, tanımına eklenebilecek ya da tanımından çıkartılabilecek özü gibi bir şey yoktur. "Felsefe" sözcüğünün tanımı, yalnızca birleştirici ve uzlaştırıcı bir yapıya sahip olabilir; ve ben, "felsefe" sözcüğünü, felsefeciyi, felsefeci olarak, dünyaya ilişkin bilgimize alçakgönüllü bir katkı getirmekten alıkoyacak biçimde tanımlayan bu keyfi öneride olumlu hiçbir şey bulamıyorum.

Ayrıca, felsefecilerin uzmanlıklarıyla gururlanıp, bir yandan yeterliklerinin gündelik dilin incelenmesiyle sınırlı olduğunu vurgularken, diğer yandan, felsefenin evrenbilimden çok daha farklı bir şey olduğunu ileri sürebilmek ve evrenbilime katkı getirmek için onu yeterince kavramak gerektiğini düşünüyor olmaları da çelişkilidir. Bu savlannda tamamen haksızdırlar; çünkü evrenbilimin tarihsel gelişiminde, salt fizikötesi ideaların (ve bu nedenle de felsefi ideaların) bile büyük bir anlamı olduğu yadsınamaz: Thales'ten Einstein'a, Yunanlı atomculardan Descartes'ın özdeğe ilişkin kurgularına; Gilbert'in, Newton'un, Leibniz'in ve Boscovics'in güç konusundaki kurgularından, Fara-

day'ın ve Einstein'ın güç alanlarına ilişkin kurgularına kadar fizikötesi idealar yol gösterici olmuştur.

Yukarıda getirdiğim açıklamalar kısaca, birinci görüşün –bilgi kuramının, gündelik dilin çözümlenmesiyle uğraşması gerektiği görüşünün– fazlasıyla dar olduğunu ve bu görüşün bizi, en önemli sorunları görmeksizin önünden geçmek durumunda bıraktığını kanıtlamaktadır.

Ayrıca, diğer bakış açısını –yani bilgi kuramının bilimsel bilgi kuramının çözümlenmesiyle uğraşması gerektiği görüşünü– benimseyen felsefecilere de hiçbir biçimde katılmıyorum. Onlarla nerede anlaşıp nerede anlaşmadığımı açıklığa kavuşturmak için, ikinci görüşte olan felsefecileri –kara ve ak koyunlar olarak– iki gruba ayıracağım.

Bu grupların ilkinde yer alan felsefecilerin amacı, "bilim dilini" incelemektir; yeğledikleri felsefi yöntemin görevi ise, yapay model dillerin (biçimselleştirilmiş dillerin) yapılandırılmasıdır. Bu yapay diller, "bilim dili" olarak nitelendirdikleri dilin modelleri olarak düşünülmektedir.

İkinci gruptakiler, kendilerini bilim dilinin ya da başka herhangi bir dilin incelenmesiyle sınırlandırmaz; yeğledikleri felsefi bir yöntem de yoktur. Üyeleri farklı biçimlerde felsefe yapar; çünkü çözmeyi umdukları farklı sorunlarla karşı karşıyadırlar; sorunları daha açık biçimde görmede veya geçici de olsa, bir çözüm bulmada kendilerine yardımcı olacağını düşündükleri her yöntem onlar için uygundur.

İlk olarak, amaçlarını bilimsel dil için yapay modellerin yapılandırılmasında gören grubu ele almak istiyorum. Tarihsel olarak bakıldığında, onlar da çıkış noktası olarak, Locke'un "idealar yöntemini" temel almış; "idealar yönteminin" sahte-felsefi yöntemi yerine, dil çözümlemesine başvurmuş; ama (belki de "sağın" (exakt) veya "kesin" ya da "biçimselleştirilmiş" bir bilim ülküsünden fazlasıyla etkilendiklerinden) dil çözümlemesinde günlük dili değil, bilim dilini yeğlemişlerdir. Ne var ki, "bilim dili" gibi bir şey var olmadığından böyle bir dil oluşturma gereği duymuşlardır. Ancak, –örneğin fizik gibi gerçek bir bilimle uğraşabileceğimiz– büyük ölçekli ve gerçekten işleyen bir bilim dili modelini oluşturmak, uygulamada pek de kolay değildir. So-

nuçta kendilerini, garip karmaşık mini-modeller –saçma modellerden oluşmuş büyük dizgeler– oluşturmaya çalışırken buluruz.

Kanımca, bu gruptaki felsefeciler, diğerleriyle karşılaştırıldığında, hiçbir şey elde edemeyecektir; mini-modeller oluştururken, bilgi kuramının en dikkate değer sorunlarını ıskalarlar – burada kastettiğim, bilgimizin gelişimiyle ilgili sorulardır; çünkü söz konusu model dillerin karmaşıklığı, hiçbir biçimde kullanıma uygun değildir. Bilimsel değeri olan bir kuram, böyle karmaşık ve zırva dizgelerde asla formüle edilemez. Bu model diller bize, –ne bilimsel bilgilerin ne de insanın sağlıklı düşünme yetisinin geliştirilmesinde– neyin önemli olduğunu öğretemez.

Gerçekten de, bilim dili denen bu modellerin çağdaş bilim diliyle hiçbir ilişkisi yoktur. Bu, aşağıda yer alan, en tanınmış üç model dille ilintili açıklamalardan da kolayca anlaşılacaktır. (Bu üç dile, Ek *VII'deki 13. ve 15. dipnotlarda; ayrıca *38.* kesimdeki *2. dipnotta değinmekteyim.) Bu model dillerden ilki, özdeşliği ifade edebilecek nitelikte bile değildir. Bu yüzden de ortaya eşitlik koyamaz; yani en yalın aritmetiksel formülleri bile içeremez. Model dillerden ikincisi ise, ancak aritmetiğin herkesçe bilinen bazı kanıtsavlarını –örneğin, en büyük asal sayının olmadığı biçimindeki Eukleides önermesini ya da her sayıdan daha büyük bir sayı olduğu ilkesini– tanıtlayabilmemizi sağlayan ifadeleri bu modele yerleştirmezsek işler. Hepsinden daha ayrıntılı ve tanınmış olan üçüncü model dil ise, matematiği formüle etmek; daha da önemlisi, ölçülebilir özelliklerden söz edebilmek için gerekli araçlardan yoksundur. Görülüyor ki, bu ve diğer nedenlerden dolayı, bilime herhangi bir katkı getirebilme bakımından her üç model dil de yetersizdir. Ve doğal olarak, en basit günlük dilin getirdiği katkıdan bile daha az katkı getirmektedirler.

Model dillere ilişkin yukarıda değinilen kısıtlamalar, yaratıcıları tarafından getirilmiştir; aksi halde, amaçladıkları bu verimi düşük sonuçlara bile ulaşamayacaklardı. Bunu (kısmen de olsa sözü edilen felsefecilerin yaptığı gibi) tanıtlamak hiç de zor değildir. Hepsi de, a) yöntemlerinin, bilim kuramının şu ya da bu biçimdeki sorunlarını çözebilecek nitelikte olduğunu; diğer bir deyişle, (gerçekte en ilkel tartışmalara uygulanabilir oldukları

halde) bilime uygulanabilir olduğunu; ve b) yöntemlerinin, "sağın" ya da "kesin" olduğunu ileri sürmektedir. Buradan da her iki savın birbiriyle tutarlı olmadığı anlaşılmaktadır.

Yapay model dillerinin yapılandırılmasıyla, bilgimizin artışıyla ilgili sorunlar çözülemez. Hatta bu model diller, gündelik dile göre daha az kapsamlı olduklarından, gündelik dilin çözümlenmesiyle uğraşan yöntemden daha yetersizdir. İşte, daha az kapsamlı olmaları nedeniyle de, bilgimizin nasıl arttığına ilişkin son derece kaba ve oldukça yanıltıcı bir model ortaya koyarlar – yani, gözlem önermelerinin sürekli artan yığınının bir modelini oluştururlar.

Son olarak da, baştan beri kendilerini belirli bir felsefi yönteme bağlı görmeyen; kuramlarını, bilimsel sorunların, kuramların ve yöntemlerin çözümlenmesine sıkıca bağlı olarak geliştiren; ve bilimsel tartışmaları en önemli kaynak olarak kullanan bilgi kuramcılarına değinmek istiyorum. Batı dünyasının hemen hemen tüm filozofları (hatta ussal bilimsel bilginin düşmanı olmasına rağmen Berkeley bile) bu grubun öncüleri arasında sayılabilir. Bu grubun son iki yüzyıldaki en önemli temsilcileri Kant, Whewell, Mill, Peirce, Duhem, Poincaré, Meyerson, Russell ve –geliştirdiği kuramların bazı evrelerinde– Whitehead'dır. Kuşkusuz bu grubun birçok üyesi, bilimsel bilgimizin gündelik bilgimizden geliştiği savını benimsemiştir; ama hepsi de bilimsel bilginin günlük bilgiden daha kolay araştırılabileceği düşüncesini savunmuştur. Çünkü onlara göre, bilimsel bilgiyle, gündelik bilgi adeta büyüteç altında incelenebilecektir; öyle ki, bunun sonucunda gündelik bilgimizin büyütülmüş bir imgesini elde ederiz. Örneğin böyle bir incelemeyle, Hume'un "mantıklı olarak doğru sanma" sorunu, bilimsel kuramların benimsenmesinin ya da yadsınmasının nedenlerine ilişkin sorunla yer değiştirecektir. Bir de, bilimsel kuramların kabul edilmesine ya da reddedilmesine ilişkin tartışmaların –örneğin Newton'un, Maxwell'in ya da Einstein'ın kuramlarına ilişkin yorumların– ayrıntılarını bildiğimizden, tartışmayı adeta bir mikroskop olarak kullanabiliriz. Bu da bizim, 'mantıksal olarak doğru sandığımız' önemli sorunları, tek tek ve nesnel biçimde irdeleyebilmemizi sağlayacaktır.

Bilgi kuramıyla ilgili sorunları bu biçimde ele aldığımızda, bizlerin (ve yukarıda söz ettiğim diğer iki yöntemin) sahte-ruhbilimsel veya öznel olan (Kant'ın da kullandığı) "idealar yöntemine" başvurmasına gerek kalmayacaktır. Bu yaklaşım, yalnızca bilimsel tartışmaların değil, bilimsel sorun durumlarının da eleştirel olarak çözümlenmesini olanaklı kılacaktır; ve bu da, bilimsel düşüncenin geçmişini anlamak istiyorsak, zorunludur.

Burada, geleneksel bilgi kuramının *–bilgimizin gelişimi* konusundaki– en önemli sorunlarındaki amacının, sözünü ettiğim her iki dil çözümleme yöntemiyle ulaşılmak istenen sonuçların daha da ötesine gittiğini; bununla birlikte, bilimsel bilgiyi çözümlemenin, sorunların irdelenmesinde vazgeçilmez olduğunu ortaya koymaya çalıştım. Amacım, bu kanıtlamayla yeni bir dogma yaratmak değildi. Ne var ki, bilimin çözümlenmesi – "bilim felsefesi"– de, yeni bir biçime sokma ve uzmanlık alanı yaratma eğilimini beraberinde getirmektedir. Felsefeciler uzman olmamalıdır. Bilim ve felsefeye bu denli ilgi duymamın tek nedeni, yaşadığımız dünyanın ve insanoğlunun bu dünya hakkındaki bilgilerinin gizini öğrenme istediğimdendir. Bilimde ve felsefede uzmanlıkların yaratılmasını ve uzmanların yetkinliğine olan sakıncalı boş inançların doğmasını ancak bu gize duyulan merakın yeniden uyandırılmasıyla engelleyebilir; akılcı ve eleştirel dönemden sonraki çağa uyan ve akılcı felsefe geleneğiyle birlikte, akıl yürütme geleneğini de büyük bir zevkle yıkmayı amaç edinmiş boş inançları yok edebiliriz.

Penn, Buckinghamshire, İlkbahar 1958

İKİNCİ ALMANCA BASKIYA ÖNSÖZ

Bu kitabın birinci baskısı 1934 güzünde Viyana'daki Julius Springer yayınevi tarafından (basım yılı 1935 gösterilerek) basıldı. Aslında kitabım, o ana kadar yayımlanmamış olup, kuramımı orada geliştirdiğim, *Bilgi Kuramının İki Temel Sorunu (Die beiden Grundprobleme der Erkenntnistheorie)* başlığını taşıyan çalışmamın ikinci cildinin oldukça kısaltılmış biçimiydi. Kitabın akışı, Viyana Çevresi'nin mantıksal olguculuğuyla –o zamanlar Viyana Üniversitesi'nde kürsü başkanı Moritz Schlick (bu kürsü Ernst Mach'ın katkısıyla geleneksel olarak bilim felsefesine adanmıştı) ve onun felsefe oturumlarındaki arkadaşlarıyla– olan anlaşmazlığı kısmen ortaya koyacak biçimdedir. Daha sonraları Schlick'in yerine geçen, Viyana Çevresi'nin o zamanki üyelerinden Victor Kraft, bu çevreyi bir kitabında tanıtmıştır.

Schlick'in dinleyicisi olmama rağmen, hiçbir zaman Çevresi'nin üyesi olmadım; ama 1924'ten başlayarak, bu çevrenin sonraki birkaç üyesiyle –Heinrich Gomperz, Victor Kraft, Edgar Zilsel ve Otto Neurath ile– kişisel olarak da ilişkilerim oldu; ve 1931'de de, üzerinde yıllardır çalıştığım görüşlerimi kitaplaştırmam konusunda beni yüreklendiren diğer bir üyesiyle, Herbert Feigl'la tanıştım. Bunun üzerine *Bilgi Kuramının İki Temel Sorunu* adlı çalışmamı yazdım. Feigl beni Carnap ve Gödel'le tanıştırdı ve böylece görüşlerimi bazı oturumlarda, aralarında Hans Hahn, Karl Menger, Philipp Frank ve Fritz Waismann'ın da bulunduğu Viyana Çevresi'nin üyelerine sunma ve geliştirme fırsatını buldum.

Bu açıklamalar, Viyana Çevresi'nin görüşlerine yönelik farklı yaklaşımların bu kitapta neden büyük bir rol oynadığını ortaya koymaktadır.

1935-1936 yılları arasında İngiltere'de seminerler verdim ve 1936'nın sonunda Yeni Zelanda'dan bir çağrı aldım. O zamandan beri hemen hemen yalnızca İngilizce konuşulan ülkelerde bulunduğumdan, kitabımın 1959 tarihli İngilizce baskısının önsözünde daha çok İngiltere ve Amerika'nın bilgi kuramına getirdiği bakış açısı tartışılmıştı.

İngiliz bilgi kuramı bugün de hâlâ, Locke, Berkeley, Hume, Mill adlarını çağrıştıran büyük bir geleneğin güçlü etkisi altındadır; bu, özellikle felsefede yalınlığın, alaycılığın (Humor) ve berraklığın eşsiz ustası Bertrand Russell'ın yazılarında görülebilir. Bu köklü geleneğin karşısında olmamın nedeni, *önsel <a priori>* olarak geçerli, kabul edilebilir ya da savunulabilir bireşimsel önermelerin var olduğuna inanmasam da, Kant'ın bilgi kuramına getirdiği katkıları temel ve hatta belirleyici görmemdir; yani (gerçek) bireşimsel önermeler arasında, onların, hem görgül olarak sınanabilir türde ve bu nedenle de doğa bilimlerine ait varsayımlar, hem de görgül olarak sınanamaz ve bundan dolayı da "fizikötesi" olarak nitelenebilecek varsayımlar olduğuna inanıyorum. Fakat sanıyorum, "fizikötesi" önermelerin geçerliliklerini "savunabilmek" için, daha güçlü değil, tersine daha zayıf kanıtlara sahibiz: Gerçi bu tür önermeler, görgül varsayımlar değildir; ama bilimsel varsayımlardan, –"belirsizlik" anlamında– genelde daha fazla "varsayımsaldırlar". Tüm bireşimsel "bilgimiz" sanılardan oluşmaktadır; ve –kesin biçimde formüle edilmiş ya da biçimlendirilmiş kuramlarla– bireşimsel ve çözümsel önermeler arasında belki oldukça keskin bir sınır çekilebilir; ama uygulamalı bilimsel çalışmalarda bu sınır keskin değildir. (Bkz. kesim *20*, 'uzlaşımcı yöntemler' üzerine açıklamalar.)

Kant, bireşimsel ve aynı zamanda *önsel geçerli*, bundan dolayı da *güvenilir* olan "salt" bir "bilimin" var olduğuna inanıyordu. Buna inanıyordu; çünkü haklı olarak, (1) Newton fiziğinin, bir araya toplanmış gözlem önermelerine dayandırılamayacağını anlamıştı; ve (2) Newton fiziği ona göre doğruydu –zaten o dönemlerde bunun aksi düşünülemezdi. Bu iki sav, örneğin Kant'ın *Doğa Biliminin Fizikötesi Başlangıç Nedenleri* (*Metaphysischen Anfangsgründen der Naturwissenschaft*, 1785) adlı çalışmasında öne sürdüğü gibi, Newton fiziğinin *önsel* geçerliliğini kanıtlamakta-

dır. Ama Einstein, Newton fiziğinin yanlış olabileceğini bize göstermiştir; işte bu da Kant'ın bulduğu sorun durumunun tamamen değişmesi anlamına gelmektedir. Bu durumda Kant'ın sorunlarını, doğabilimsel kuramların (ve hatta fizikötesinin) ilkesel olarak varsayımsal yapısını kabul ederek çözebiliriz. Bu düşüncelerimi, *Ratio* dergisindeki bir makalede (cilt 1, sayı 2) ayrıntılı biçimde ortaya koydum.

Kant sonrası Alman felsefesine gelince; Fichte, Schelling ve Hegel'e dayanan her şey bana göre hatalıdır. Bu konuyla ilgili olarak görüşlerimi birçok kez örneğin, *Platon'un Büyüsü (Açık Toplum ve Düşmanları*, cilt I*) <Der Zauber Platons (Die offene Gesellschaft und ihre Feinde)>* adlı kitabımda yayımlanan, "Kant: Aydınlanmanın Felsefecisi" konulu bildirimde gerekçelendirdim. Bu sapmalar bizi, Husserl'in özcülüğünden (Essentialismus) modern varoluşçuluğa götürmüş; ve günümüzde de artık, Kant'ın ve "Aydınlanmanın" genel olarak tamamen modası geçmiş olarak algılanmasına yol açmıştır – buna diyebileceğim tek şey: Günümüz için ne hazin bir durum!

Peen, Buckinghamshire, İlkbahar 1963

ÜÇÜNCÜ ALMANCA BASKIYA ÖNSÖZ

Bilgi kuramı, aslında felsefe gibi kendi varoluşunun savunulmasına gereksinim duyar (*apologia pro vita sua*); çünkü felsefenin, Kant'ın ölümünden beri işlediği suç, ahlaki bakımdan olduğu kadar, entelektüel bakımdan da fazlasıyla ağırdır.

Aslında felsefenin gerekliliğine ilişkin getirebileceğimiz bir kanıt vardır: Farkında olsalar da olmasalar da tüm insanların bir felsefesi vardır; ancak tüm bu felsefelerimizin bir değeri olmadığını da vurgulamamız gerekir. Ama düşüncemize ve yaptıklarımıza etkisi genellikle yıkıcıdır. Bu nedenle yürüttüğümüz felsefelerin eleştirel olarak incelenmesi gerekliliği doğar. İşte *felsefenin görevi de budur;* vazgeçilmezliği de burada yatmaktadır.

Amacının bu şekilde belirlenmesi, felsefenin diğer görevleriyle karşılaştırıldığında, küçümsenmeyecek düzeydedir. Ancak, olabildiğince açık ve basit biçimde konuşmayı ve yazmayı öğrendiğimizde sonuca ulaşabiliriz; bu nedenle, açık ve belirgin olmayan yorumlamalara tapmaktan vazgeçmeli, ve felsefi dışavurumculuk (Expressionismus) yerine eleştirel ve ussal bir bakış açısı getirilmelidir. Önemli olan, sözcükler değil, eleştirilebilir kanıtlamalardır.

Herkesin bir felsefesi olduğu gibi, –genelde bilinçsiz olarak– bilgi kuramı da vardır; ve bilgi kuramlarımızın felsefelerimizi etkilemede belirleyici olduğu sıkça söylenir. Bilgi kuramının temel sorusu şudur: Acaba bir şey bilebilir miyiz? (ya da Kant'ın deyişiyle: Neyi bilebilirim?)

35 yıl önce bu kitapta bu soruyu yanıtlamaya çalıştım. Yanıtım karamsar, göreli ya da (genel anlamında) "kaygı verici" değildi: Yanıt bize, hatalarımızdan da bir şeyler öğrenebileceğimizi göstermektedir: *Gerçeğe yaklaşmak olasıdır.* İşte bilgikuramsal

karamsarlığa yanıtım buydu. Buna karşın, bilgikuramsal iyimserliğe verdiğim yanıt da şuydu: Kesin bilgiye ulaşamayız. *Bilgimiz eleştirel bir bulmacadır; varsayımlardan oluşmuş bir ağ; sanılardan dokunmuş bir kumaştır.*

Bu yaklaşım, entelektüel alçakgönüllülüğe bir çağrıdır. Entelektüel alanda –bilimde ve özellikle felsefede– Goethe'ye rağmen, "alçakgönüllü olmayan yalnızca sefillerdir" deyimi geçerlidir.

Bu yaklaşım bende, 1934'te ortaya attığım bilgikuramsal görüşün Ksenophanes tarafından 2500 yıl önce ileri sürülmüş olduğunu öğrendiğimde daha da açıklık kazanmıştı (Diels-Kranz, elde kalan 18. ve 34. Bölümler; kendi çevirim).

Açmadılar başından tanrılar her şeyi ölümlülere;
Ama onlar zamanla bulacaklar arayarak daha iyiyi.

Ulaşamadı hiç kimse, tanrılar ve sözünü ettiğim
Tüm şeyler hakkındaki kesin gerçeğe, ulaşamaz da.
Açıklasa da biri kusursuz gerçeği,
Kendisi bilemeyecektir bunu;
Her şeyin sanılardan dokunmuş olduğunu.

Kitabım İngiltere ve Amerika'da 25 yıl sonra yeniden yayımlandığında, yapıtımı eşime armağan ettim. Kitabın çevrilmesi bütünüyle onun özverisiyle mümkün olmuştu; çünkü ben yalnızca içindeki düşüncelerin geliştirilmesiyle ilgileniyordum.

Kitabın ikinci Almanca baskısı, herkesten çok Erik Boettcherin ve yayımcısı Hans Albert'in katkılarıyla çıkmıştır. Üçüncü baskı, bana göre, Hans Albert'in sayesinde gerçekleşmiştir: Bugün artık Almanya'da eleştirel usçuluğa önem veriliyorsa, bunu büyük oranda onun yazılarına borçluyuz.

Beş eski dostuma burada bir kez daha teşekkür etmek istiyorum: Victor Kraft, 1926'dan beri görüşlerimi devamlı onayarak beni yüreklendirmişti. Herbert Feigl 1931'de düşüncelerimi yayımlamamı öğütlemişti. Friedrich von Hayek düşüncelerimi sosyal bilimlere ve Ernst Gombrich de sanat kuramına uyarladı.

42

Paul Bernays, olasılık hesaplarıyla ilgili yazılarımı (s. 258-304) kitabımın yayımından kısa bir süre sonra bütünüyle gözden geçirmişti; herhalde bunu başka hiç kimse yapmazdı.

Penn, Buckinghamshire, Güz 1968

YEDİNCİ ALMANCA BASKIYA ÖNSÖZ

Bu kitap pek çok dost ve pek çok düşman edindi: iyi ve daha az iyi eleştirmenler. Kitabımı baştan beri en iyi şekilde eleştirenler ve en iyi dostları arasında önemli birkaç doğa bilimci vardı: Fizikçiler, kimyacılar, biyologlar, sistemciler ve hatta sosyalbilimciler; aynı zamanda da az sayıda uzman bilim kuramcıları ve felsefeciler.

Benim iyi bir eleştiriden anladığım, içeriksel ağırlıklı olan; yani önemsiz kişisel saldırılardan uzak, çarpıtılmayan eleştiridir. Yanlış anlamalar bazen yapıcı sonuçlara götürebilir; açıklığa kavuşturulmaları ilginç sonuçlar çıkarabilir. Öte yandan, hiçbir özenli betimleme, yanlış anlamaları ortadan kaldıramaz[1]. (Bu oldukça önemli bir noktadır: Dille ilgili her şey her zaman yanlış anlaşılabilir. Anlaşmamız büyük oranda iyi niyetli oluşumuzdan; yani anlaşma isteğinde olduğumuzdandır; varolan tüm sorunları doğru anlayıp anlamadığımız konusundaki özeleştirel tutumumuzun ve "özdeşleyim" olarak adlandırılan bu tavrımızın sonucundandır[2]). Ama en iyi eleştiri, yanlış anlamalara yol açmayan ve gerçek sorunları ortaya çıkaran ya da yazarın gözünden kaçan hataları bulan eleştiridir.

[1] Yanlış anlamalar çoğunlukla beni şaşkına çevirmiştir; örneğin fazlasıyla ciddi bir oturumda, bilimselliğin ölçütü olarak *değiştirilebilirliği* <*Fälschbarkeit*> getirdiğim ileri sürülmüştür!. (Bu konuda bkz. *Duden*'in Doğru Yazım Kılavuzu 17. baskı 1973, s.267. Belki de sözü edilen konuşmacı oraya bakmıştır.)

Çevirmenin notu: Almancada *falsch*, "yanlış", "hatalı" anlamındadır; oysa *fälschen*, "aslını bozmak" ya da "değiştirmek" demektir; sözcükler arasındaki fark *a* ve *ä* ünlülerindedir. Türkçede böyle bir ayırtı (nüans) yoktur.

[2] Aynı zamanda bkz. *The Myth of the Framework* adlı makalem. Bu makale, EUGENE FREEMAN (yayımcı), *The Abdication of Philosophie* (Paul Arthur Schilpp için jübile kitapçığı), The Open Court Publishing Company, La Salle, Illinois 1976.'da yayımlanmıştır.

Öyle anlaşılıyor ki, iyi bir eleştiri karşımıza seyrek çıkar; özellikle de tartışmalı görüşler, baştan beri şiddetli saldırıların konusu olmuşsa. Bu durum, 50 yıldan daha uzun bir süre önce, Viyana Çevresi'nin düzenlediği konferanslarda sunduğum bildiriler için söz konusuydu. Orada, "Mantıksal Olgulucuk" denilen akımı eleştirdiğimden, kaçınılmaz biçimde bu akımın yandaşları karşı saldırıya girişmişlerdi. Anlayamadığım, *Erkenntnis 3*, 1933 (s. 254)'te yayımlanan "İlk Bildiri"min, yayımcısı Hans Reichenbach'ın yıkıcı bir yanıtıyla birlikte basılmasıdır. 1934'te *Bilimsel Araştırmanın Mantığı* yayımlandıktan sonra, 1935'te yayımlanan *Erkenntnis 5*'te, Reichenbach tarafından, bana ve (*Erkenntnis*'in diğer yayımcısı) Carnap'ın kitabım hakkındaki son derece içten görüşlerine ve Otto Neurath'ın değerli eleştirisine yönelik çok daha ağır bir saldırı geldi. Yani baştan beri, ne dostlar ne de düşmanlar eksikti.

Buna rağmen kitabım hâlâ yaşıyor: "İlk Bildirim" yayımlanalı 48 yıl oluyor; ama içinde yer alan savların yol açtığı bilimsel tartışmalar, günümüzde daha da hararetle sürüyor (ve hâlâ hemen her gün kitabın öldüğü söylentisi yayılıyor. Fakat yaşlandığı haberi ya da koma hali, öyle görünüyor ki biraz abartılı. Yoksa bunlar, bu düşüncenin babasının arzusu mu?).

Ben, bu bilimsel tartışmalara –efsanelerde ileri sürülenlerin tersine– çok seyrek katıldım. Bunun nedeni çok basit: Bir eleştirmen, eleştirisiyle, eleştirilen kitabı okumak ya da eleştirilen kanıtları dikkate almak için çaba harcamadığını açıkça ortaya koyuyorsa, ona yanıt vermemin pek bir anlamı olmayacaktır; ama yanıt vermemenin doğal olarak başka nedenleri de olabilir.

Bu önsözde, birçok kişi tarafından getirilen iki eleştiriye değinmek istiyorum. Birincisi, bir yanlış anlamadan kaynaklanıyor. İkincisi ise, aslında yıllarca önce ortaya atılmış düşüncelerin yardımıyla düzeltilebilecek bir hatayı ortaya çıkarıyor.

Birinci eleştiride ileri sürülen sav, görgül bilimsel kuramlar kesin olarak yanlışlanamaz olduklarından, yanlışlanabilirlik (sınanabilirlik) ölçütümün yararsız olduğudur.

Bu sav genellikle başka bir savla desteklenmiştir; bu da, bilimin gelişmesinde yanlışlamaların hiçbir rolü olmadığını bilim tarihinin gösterdiğini ileri sürmektedir.

Bu eleştiriye yanıtımı Yeni Ek *XIV'te (1981) veriyorum.

İkinci eleştiri, birincisinden tamamen bağımsız olup, *gerçeğe yaklaşma* ya da *gerçeğe yakınlık* kavramına açıklık kazandırma çabalarıma yönelik olmuştur. Bu eleştiri hakkında şunları söyleyebilirim: Evet, tamamen haklı bir eleştiridir; ama hiçbir biçimde *Bilimsel Araştırmanın Mantığı*'ndaki savları çürütmemektedir. Zaten eleştirilen noktaları da değiştirmeye çalıştım.

Bu eleştiriye getirdiğim yanıt Yeni Ek *XV'te (1981) yer almaktadır.

Yukarıda, ikinci Almanca baskının önsözünde, *Bilgi Kuramının İki Temel Sorunu* adlı kitabımın yayımlanmadığına değinmiştim. Bu nedenle, burada şu konulara da dikkat çekmek istiyorum. 1930'dan 1932'ye kadar geçen zaman diliminde yazılmış bu kitabın ilk cildi ve ikinci ciltte (1932-1933) ortaya konan her şey, aynı başlıkla, Tübingen'deki J.C.B. Mohr (Paul Siebeck) Yayınevi'nde 1979'da Troels Eggers Hansen tarafından yayımlanmıştır.

80 yaşımda hâlâ kitabımda yer alan bu önemli ekleri ve düzeltmeleri yapabilmemi, sevgili dostum Georg Siebeck'in özverili çabalarına borçluyum. Kendisi, özellikle yeni eklerin düzenlenmesinde, büyük bir ilgi ve anlayışla bana çok yardımcı oldu. Siebeck, aynı zamanda benim –az rastladığım ve büyük kıvanç duyduğum– sabırlı yayımcımdır da.

Penn, Buckinghamshire, Şubat 1982

SEKİZİNCİ ALMANCA BASKIYA ÖNSÖZ

Bu kitabın ilk basımının ellinci yılında hala yaşıyor olacağımı ve Yeni Ek'e bir kez daha eklemeler yapabileceğimi hiç düşünmemiştim. Bunun da önemli bir ek olduğunu sanıyorum.

Tümevarımın olasılık kuramına getirdiğim eleştirinin sonuçları konusunda hemen bilgi edinmek isteyen okuyucuya, *"p(a)"* ve *"p(a, b)"* imsel betimlemesini biliyorsa, önce *XIX. son Ek'i; bilmiyorsa önce *III. (s.264-267) kısa eki okumasını öneriyorum.

*XIX. Yeni Ek, olasılık hesabının, tümevarımı desteklemediği gibi, temelden sarstığı konusunda çok basit bir tanıtlamayı içeriyor: Bunu, karşı-tümevarım <counterinduktion> biçiminde ortaya koyuyor. Bu, artık Aristoteles tümevarımının sonu; Sokrates'in Elenchus'unun <kendini yadsımanın> yeniden doğuşu anlamına gelmektedir: Karşıt örnekle çürütme yönteminin başlangıcıdır.

Penn, Buckinghamshire, Ocak 1984

BİRİNCİ KISIM
GİRİŞ

Sonuçlardan temellere giden ussal çıkarımların yadsıma yöntemiyle <modus tollens>, *önermenin geçerliliği, yalnızca katı bir biçimde değil, çok da kolay tanıtlanır; çünkü önermeden çıkarsanan tek bir yanlış vargı, o önermeyi yanlışlar.*

KANT

Bölüm I

BİLGİ MANTIĞININ TEMEL SORUNLARI

Bilim adamının görevi, önermeler ya da önermeler dizgesi ileri sürmek ve bunları sistemli biçimde sınamaktır. Görgül-<empirisch->bilimlerde özellikle varsayımlar ya da kuramlar dizgesi ortaya konur ve deneyime dayanarak gözlem ve deneyle sınanır.

Bu çalışmada, bilimsel araştırma mantığı ya da bilgi mantığının görevinin, görgül-bilimsel araştırma yöntemini mantıksal olarak çözümlemek olduğunu ortaya koymak istiyoruz.

Peki nedir bu görgül-bilimsel yöntemler? Neyi "görgül-bilim" olarak nitelendiriyoruz?

1. Tümevarım Sorunu. Yaygın bir görüşe göre (gerçi biz bu görüşe katılmıyoruz), görgül-bilimler tümevarım yöntemiyle tanımlanır. Böyle olduğunda bilimsel araştırma mantığı, tümevarım mantığı, yani söz konusu tümevarım yönteminin mantıksal çözümlemesi olur.

Tümevarımsal çıkarım ya da tümevarım çıkarımından, örneğin gözlemler, deneyler vb.'ni tanımlayan *özel önermelerden evrensel önermelere*, yani varsayımlara ve kuramlara varma anlaşılmaktadır.

Ancak özel önermelerden –ne kadar çok olursa olsun– varılan evrensel önermelerin mantıksal açıdan doğruluğunu tanıtlamak mümkün değildir. Böyle bir çıkarım her zaman yanlış olabilecektir: Kuğuların beyaz olmalarına ilişkin ne kadar çok göz-

lem yaparsak yapalım, *tüm* kuğuların beyaz olduğu sonucuna varmamız doğru olamaz.

Tümevarımsal çıkarımların yerinde olup olmadığı ve ne zaman yerinde olacağı sorusu tümevarım sorunu olarak tanımlanır.

Tümevarım sorununu aynı zamanda evrensel deneyim-önermelerinin, görgül-bilimsel varsayımlar ve kuramlar dizgesinin geçerli olup olmadığı sorusu olarak da tanımlayabiliriz; çünkü bu önermelerin, "deneyimlere dayandırılmış olarak geçerli" oldukları sanılmaktadır; ama deneyimlerimizi (gözlemler, deney sonuçları) başlangıçta yalnızca özel önermeler biçiminde ifade edebiliriz. Evrensel bir önermenin "görgül geçerliliğinden" söz ettiğimizde, söz konusu önermenin geçerliliğinin özel deneyim-önermelerine dayandırılabileceği; yani tümevarımsal çıkarımlara temellendirilebileceği kastedilmektedir. Bu nedenle, doğa yasalarının geçerli olup olmadığı sorusu, aslında tümevarımsal çıkarımın yerinde olup olmadığı sorusunun başka bir şeklidir.

Herhangi bir biçimde, tümevarımsal çıkarımların geçerliliği savunulacaksa bir *"tümevarım ilkesi"* öne sürülmelidir. Bu ilke, bir önerme olup, onun yardımıyla tümevarımsal çıkarımlar mantıksal olarak alışılagelmiş bir biçime dönüştürülebilecektir. Tümevarımcılara göre böyle bir tümevarım ilkesi bilimsel yöntemler için büyük önem taşımaktadır: "... bu ilke bilimsel kuramların doğru olup olmadığını saptar. Bu ilkeyi bilimde hiçe saymak, kuramların doğru ve yanlış olabileceği kararını bilimden dışlama anlamına gelir; ama bu durumda, bilimin kendi kuramlarını ozanın keyfi düşünce yaratıcılığından farklı görmeye hakkı olmayacaktır" [Reichenbach][1].

Böyle bir tümevarım ilkesi, mantıksal bir eşsözel önerme <Tautologie> ya da çözümsel önerme olamaz: Eşsözel bir tümevarım ilkesi olsaydı, böyle bir tümevarım sorunu da zaten olmazdı; çünkü böylece tümevarımsal çıkarımlar, diğer mantıksal (tümdengelimli) çıkarımlar gibi eşsözel dönüştürümler olacaktı. O halde tümevarım ilkesi, bireşimsel bir önerme; yani değillemesi çelişik olmayan (mantıksal olarak olası) bir önerme biçiminde olmalıdır. Bu nedenle, böyle bir ilkenin benimsenmesin-

[1] REICHENBACH, *Erkenntnis 1* (1930), s. 186 (aynı zamanda bkz. s. 64 vd.). *bkz. *Postscript*'imin 2. bölümünde yer alan, Russell'ın Hume hakkındaki görüşleri.

de geçerli hangi nedenlerin yattığı; başka bir deyişle, bilimsel olarak doğruluğunun nasıl *savunulabileceği* sorusu sorulmalıdır.

Gerçi tümevarımcılar "bu tümevarım ilkesinin tüm bilimlerce tartışmasız kabul gördüğünü ve günlük yaşamda da bu ilkeden ciddi olarak kuşku duyacak hiçbir insanın olmadığını vurgulamaktadır"[2]; ama öyle bile olsa –"bütün bilimler" de eninde sonunda yanılabilir– biz yine de tümevarım ilkesinin öne sürülmesinin gereksiz olduğunu ve böyle bir uygulamanın mantıksal tutarsızlıklara yol açtığı görüşünü savunuruz.

Tutarsızlıkların (Hume'dan beri) oldukça güç ortadan kaldırılabildiği herhalde şüphe götürmez[1]*: Tümevarım ilkesi, doğal olarak yalnızca *evrensel* bir önerme olabilir. İlke, "görgül-geçerli" bir önerme olarak algılanmak istenirse, onun benimsenmesine ilişkin sorular hemen yine karşımıza çıkacaktır. Tümevarım ilkesini savunmak için tümevarımsal çıkarımlara başvurmamız, bunları doğrulamak için de daha üst basamaktaki bir tümevarım ilkesini öngörmemiz gerekirdi vb. Buradan da anlaşılıyor ki, tümevarım ilkesinin deneyime dayandırılması *sonsuz geri gitmelere <Regreß>* yol açtığından, bizi başarısızlığa götürecektir.

Kant, tümevarım ilkesini ("nedensel ilke" biçiminde) "önsel olarak geçerli" <a-priori> kabul ederek, bu güçlükten kaçınmanın yolunu aramıştır. Ancak, bireşimsel yargıları *önsel olarak savunma* şeklindeki yaratıcı çabası başarısızlıkla sonuçlanmıştır.

Tümevarım mantığının sözü edilen güçlükleri, bizce aşılamaz. Hatta tümevarımsal çıkarımlar "kesin olarak geçerli" olmasa bile, yine de *belirli bir ölçüde "kesinlik" ya da "olasılık" taşır* şeklinde, günümüzde sıkça savunulan görüşe göre de güçlüklerin ortadan kaldırılabilmesi olanaksızdır. Buna göre, tümevarımsal çıkarımlar "olasılık çıkarımlarıdır"[3]. "Tümevarım ilkesini bilimin doğru kararının aracı diye nitelendirmiştik. Daha kesin bir ifadeyle, bu ilkenin olasılık kararına hizmet ettiğini söylememiz

[2] REICHENBACH, *Erkenntnis 1* (1930), s. 67.

[1] *Hume'dan önemli alıntılar EK *VII'de, 4., 5. ve 6. dipnotların bulunduğu metinde yer almaktadır; aynı zamanda bkz. kesim *81* dipnot 2.

[3] Bkz. KEYNES, *Über Wahrscheinlichkeit* (Almanca çevirisi: Urban, 1926); KÜLPE, *Vorlesungen über Logik* (yayımlayan Selz, 1923); REICHENBACH ("olasılık koşullularından" söz etmektedir), *Axiomatik der Wahrscheinlichkeitsrechnung, Mathem. Zeitschrift 34*, 1932 (ve diğer başka çalışmalar).

gerekir. Çünkü, doğru ya da yanlış, ... bilimin seçeneği değildir. Bilimsel önermeler için yalnızca kesiksiz olasılık düzeyleri vardır. Sınırları kesin olarak belirlenemeyen bu düzeyler, ancak yükseldikçe doğruya, alçaldıkça yanlışa yaklaştırır" [Reichenbach][4].

Burada, bu görüşü benimseyen tümevarımcıların, bizim bütünüyle anlamsız bulup ileride reddedeceğimiz bir olasılık kavramını kullandıklarını görüyoruz (bkz. kesim *80*). Söz konusu sorunlar, "olasılığa" başvurularak çözülemez. Çünkü, özelden genele varılmış önermelere belirli bir olasılık derecesi yüklendiğinde, yine (belli bir şekilde değiştirilmiş) bir tümevarım ilkesine başvurmak ve bunu kendi açısından savunmak gerekecektir. Tümevarım ilkesini "doğru" olarak değil de yalnızca "olasılı" olarak ortaya koysak bile hiçbir şey değişmeyecektir: Tümevarım mantığının diğer biçimleri gibi, "olasılık mantığı" da bizi ya sonsuz geri gitmelere ya da önselciliğe <Apriorismus> götürecektir[2*].

Burada geliştireceğimiz görüş, tümevarım-mantıksal denemelerin bütününe tamamen karşıttır. Yaklaşımımız, belki de *sınamanın tümdengelimsel yönteminin* öğretisi olarak nitelendirilebilir.

Bu ("tümdengelimsel"[5]) yaklaşımı tartışabilmek için, önce görgül *bilgi ruhbilimiyle*, yalnızca mantıksal ilişkilendirmelerle ilgilenen *bilgi mantığı* arasındaki farka açıklık getirmeliyiz; çünkü tümevarım mantığında, ruhbilimsel ve bilgikuramsal soru karmaşası yer almaktadır – üstelik bu sorular yalnızca bilgi kuramı için değil, ruhbilim için de hoş olmayan sonuçlara neden olmaktadır.

[4] REICHENBACH, *Erkenntnis 1* (1930), s. 186.

[2*] Bu eleştirinin detaylı bir açıklaması bölüm X'da, özellikle kesim *81*, dipnot 2 ve *Postscript*'imin II*. bölümünde yer almaktadır.

[5] Sanırım ilk olarak LIEBIG (*Induktion und Deduktion*, 1865) doğa bilimlerinin araştırılması adına tümevarım yöntemini yadsımıştır ve Bacon'a karşı çıkmıştır. Açık bir şekilde *tümdengelimsel* düşünme biçimini DUHEM (*Ziele und Struktur der physikalischen Theorien*, Almanca çevirisi: Adler, 1908) [Ancak Duhem'in yapıtında yine tümevarımsal yaklaşımlar göze çarpmaktadır; örneğin: Kısım I, bölüm 3. Burada Descartes'ın salt deneyler, tümevarım ve genellemelerle kırılım yasasına ulaştığını öğreniyoruz]; ve V. KRAFT (*Die Grundformen der wissenschaftlichen Methoden*, 1925); aynı zamanda bkz. CARNAP (*Erkenntnis 2*, 1932, s. 440) savunmuşlardır.

2. Ruhbilimciliğin Dışlanması. Başlangıçta bilim adamının çalışmasını, kuramlar ileri sürüp, bunları sınamak şeklinde tanımlamıştık.

Görevin ilk kısmı olan, kuramlar ileri sürme, bizce mantıksal bir çözümleme için ne gerekli ne de yeterlidir: Akla yeni bir şeyin (idea) nasıl geldiği sorusu –ister müzikal bir konu, ister dramatik bir ikilem, isterse bilimsel bir kuram olsun– bilgi mantığının değil, görgül ruhbiliminin ilgi alanına girer. Bilgi mantığı, *olguların sorgulanmasıyla* değil (Kant: "quid facti" <olgunun neliği>), *geçerliliğin sorgulanmasıyla* ("quid juris" <hakkın neliği>) ilgilenmektedir; başka bir deyişle bilgi mantığı, bir önermenin savunulup savunulamayacağı ve nasıl savunulacağı, önermenin sınanabilir olup olmadığı, bilinen diğer önermelere mantıksal olarak bağlı olup olmadığı ya da onların karşıtı olup olmadığı vb. sorularla ilgilenmektedir. Önermenin, bu biçimde bilgimantıksal açıdan incelenebilmesi için önceden öne sürülmüş olması gerekmektedir; yani bir kişi onu formülleştirmiş, mantıksal irdeleme için ortaya atmış olmalıdır.

Bu nedenle, ideanın ortaya nasıl çıktığının araştırılmasıyla, onun mantıksal irdelemelerdeki yöntem ve sonuçlarının araştırılması arasında kesin bir ayrım yapmak istiyoruz. Buna dayanarak da, bilgi kuramının ya da bilgi mantığının görevini (bilgi ruhbiliminden farklı olarak), yalnızca dikkate değer her bir ideaya uygulanan sistematik sınama yöntemlerini incelemek olarak görüyoruz.

Buna karşın, bilgi kuramının görevini, bir bilginin bulunması ya da ortaya çıkarılması sürecini "ussal olarak yeniden yapılandırma" şeklinde belirlenmesi gerektiğini düşünenler olabilir; ama burada önemli olan, *neyi* yeniden yapılandırmak istediğimizdir: İdeanın *çıkışındaki* süreçlerin yeniden yapılandırılması istenirse, bilgi mantığının görevinin, bu kapsamda görülmesi gerektiği düşüncesini kabul etmeyiz. Bu süreçlerin yalnızca görgül-ruhbilimsel olarak incelenebileceği ve bunun mantıkla fazla bir ilgisi olmadığı kanısındayız. Ancak, ideanın sonraki *sınama* süreci (zaten bu sınamayla idea bir buluş olarak ortaya çıkar) bilgi olarak kabul edilir ve ussal olarak yeniden yapılandırılsın istenirse, bu durumda yaklaşımımız farklı olacaktır: Araştırmacı,

ideasına eleştirel bakıp, değiştirdiği ya da yadsıdığı sürece, yöntembilimsel çözümlememiz, söz konusu düşünce süreçlerinin ussal olarak yeniden yapılandırılması şeklinde algılanabilir; ama bu çözümleme, süreçlerin gerçekte nasıl ortaya çıktığını göstermez; yalnızca sınama yöntemlerinin mantıksal bir iskeletini oluşturur. İşte bu, bilgi sürecinin ussal olarak yeniden yapılandırılması olarak düşünülmelidir.

Yeni bir şeyin ortaya çıkarılmasında, mantıksal ya da ussal olarak yeniden yapılandırılabilir bir yöntemin olmadığı şeklinde ileri sürdüğümüz yaklaşımı (gerçi kitapta getirilen kanıtlamalar bu görüşten bağımsızdır) şu biçimde de benimseyenler vardır: Her buluş "usdışı bir an" içermektedir, her buluş (Bergson'un algıladığı biçimde) "yaratıcı bir sezgidir". Benzer şekilde Einstein, "... kendilerinden salt tümdengelimle dünyanın betimlemesinin elde edilebileceği en evrensel yasaların arayışından" söz eder. "... Bu yasalara ulaşmanın yolu mantık değil, salt sezgiye dayanan deneyim özdeşleyimidir <Einfühlung>"[1].

3. Kuramların Tümdengelimsel Sınanması. Eleştirel sınama, iyi kuramların seçilmesi yöntemi bizce şöyledir: Doğruluğu henüz savunulmamış ilk imge <Antizipation>, idea, varsayım ve kuramsal dizgeden mantıksal olarak tümdengelimle vargılar türetilir. Bu vargılar, kendi içlerinde ve diğer önermelerle, aralarında kurulan mantıksal ilişkilere (örneğin: eşdeğerlilik, türetilebilirlik, bağdaştırılabilirlik, tutarsızlık) göre karşılaştırılır.

Söz konusu sınama dört boyutta yapılmaktadır: Dizge içinde çelişmezliğin var olup olmadığını ortaya koymak için vargıların kendi aralarında mantıksal açıdan karşılaştırılması; kuramın görgül-bilimsel nitelikte (örneğin: eşsözel) olup olmadığını görmek için yapılan, kuramın mantıksal biçimine ilişkin bir inceleme; sınanacak kuramın (eğer bu kuramın uygunluğu diğer sınamalarda kanıtlandıysa) bilimsel ilerlemeler için önemli olup olmadığını

[1] Max Planck'ın 60. doğum yılı nedeniyle yapılan konuşma. Yapılan alıntı şu sözcüklerle başlamıştır: "Fizikçinin acilen yapması gerektiği... aramaktır..." (EINSTEIN'ın, *Mein Weltbild*, 1934, s. 168, yapıtından alınmıştır). Benzer görüşlere LIEBIG, bkz. yukarıda anılan yapıt; aynı şekilde MACH, *Prinzipien der Wärmelehre* (1896), s. 443 vd.'da rastlanmaktadır.

belirlemek amacıyla diğer kuramlarla karşılaştırılması; son olarak, türetilmiş vargıların "görgül uygulamalarla" sınanması.

Sınamanın bu son boyutu, kuramın ileri sürdüğü yeni şeyin, bilimsel deneylerde ya da teknik-pratik uygulamalarda, tutarlı olup olmadığını ortaya koyacaktır. Buradaki sınama yöntemi de tümdengelimseldir: Dizgeden (önceden kabul edilmiş önermelerin kullanımıyla) görgül açıdan basit sınanabilir ya da uygulanabilir tekil vargılar ("kestirimler") tümdengelimsel olarak türetilir ve bunlardan, özellikle bilinen dizgelerden türetilemeyen ya da onlarla çelişik olanlar seçilir. Bu (ve benzeri) vargıların geçerliliğine ilişkin karar pratik uygulamalar, deneyler vb. ışığında verilir. Karar olumlu ise, tekil vargılar benimsenir, *doğrulanır* ve böylece dizge, sınavı başlangıçta başarmış olur – dizgeyi yadsımak için hiçbir gerekçemiz olmaz. Karar olumsuz ise vargılar *yanlışlanır*, vargıların tümdengelimsel olarak türetildiği dizge de böylece yanlışlanmış olur.

Olumlu karar, dizgeyi yalnızca geçici bir süre için geçerli kılar. Sonraki aşamalarda olumsuz herhangi bir kararla dizge yine yadsınabilir. Dizge, ayrıntılı ve katı tümdengelimsel sınamalar karşısında tutarlılığını koruduğu ve bilimdeki yeni gelişmelere rağmen değiştirilmediği sürece, *sağlanmış*[1]* demektir.

Söz konusu yöntemsel süreçte, tümevarım-mantıksal öğeler karşımıza çıkmaz; çünkü sınamada hiçbir zaman tekil önermelerin geçerliliğinden kuramların geçerliliğine varmıyoruz. Aynı şekilde, tekil önermelerin doğrulanmış vargılarıyla da, kuramlar, hiçbir zaman "doğru" ya da yalnızca "olasılı" olarak kabul edilmez.

Araştırmamızın amacı, burada kısaca değinilmiş tümdengelimsel yöntemleri daha ayrıntılı çözümlemek ve bu yaklaşımla, "bilgikuramsal" olarak nitelendirilen her türlü soruya açıklık getirilebileceğini göstermek; yani yeni hiçbir güçlük çıkmayacak şekilde, tümevarım-mantıksal sorununun tümüyle dışlanabileceğini tanıtlamaktır.

4. Sınırlandırma Sorunu. Bilimsel araştırmalarda tümevarım yöntemini reddedişimize gelebilecek eleştirilerden en önemlisi, onlara göre, bizim, görgül-bilimin önemli bir özelliğini dikkate al-

[1] *Bu kavram için bkz. kesim 79'dan önceki dipnot 1*; ve *Postscript*'imin 29*. kesimi.

mıyarak, görgül-bilimle fizikötesi arasındaki sınırı ortadan kaldırıyor olmamızdır. Oysa, tümevarım mantığını reddetmemizin nedeni, aslında tümevarımsal yöntemde uygun bir *sınırlandırma ayracına* rastlayamayışımızdır; başka bir deyişle, kuramsal bir dizgenin görgül yani fizikötesi olmayan özelliklerini göremeyişimizdir.

Görgül-bilimi, hem matematik ve mantık, hem de "fizikötesi" dizgelerden ayıran ölçütlerin bulunması sorununu *sınırlandırma sorunu*[1] olarak nitelendiriyoruz.

Bu sorunu önce Hume görmüş ve çözmeye çalışmış[2], ancak Kant tarafından bilgikuramsal sorunun odağına getirilmiştir. Tümevarım sorunu (Kant'ın düşündüğü gibi) "Hume sorunu" olarak algılanırsa, sınırlandırma sorunu da "Kant sorunu" olarak nitelendirilebilir.

Bilgi kuramında neredeyse tüm sorunların kaynağı olan bu iki sorundan en önemlisi kuşkusuz sınırlandırma sorunudur: Görgül bilgi kuramının "tümevarım yöntemini" benimsemesinin nedeni, bu yöntemle belki de uygun bir sınırlandırma ayracını bulabileceğini sanmasıdır. Özellikle bu yaklaşım, "olguculuk" sloganıyla tanımlanan görgülcü akımlarda görülmektedir.

İlk olguculuk, salt "deneyimden çıkan", yani elemanter deneyim kavramlarına (duyumlar, izlenimler, algılar, anısal yaşantılar vb. gibi) mantıksal olarak dayandırılabilen *kavramları* bilimsel [ya da yasal] olarak kabul etmek istemiştir. Buna karşın yeni olguculuk, bilimin, kavramlardan oluşan bir dizge değil de, *önermelerden*[1]* oluşan bir dizge olduğunu genelde daha iyi görmüştür. Bu nedenle salt elemanter deneyim-önermelerine (özellikle "algı yargılarına", "elemanter önermelere", "tutanak-

[1] Bunun (aynı zamanda *1.-6.* ve *13.-24.* kesimler) için bkz. notlarım: *Erkenntnis 3* (1933), s. 426; * bunlar Ek *I'de tekrar yayımlanmıştır.

[2] Bkz. *Enquiry on Human Understanding*'in son tümceleri. *Bir sonraki paragrafla, örneğin kesim *1*, dipnot 1'in metninde yer alan Reichenbach'tan yapılan alıntıyı karşılaştırınız.

[1]*Paragrafı yazarken "yeni olguculuğu" fazlasıyla küçümsemiş olduğumu bugün daha iyi görüyorum. *Konuyla ilgili olarak* Wittgenstein'ın *Tractatus* adlı yapıtının başında verdiği büyük umutların –"Dünya olguların toplamıdır, şeylerin değil"– yapıtının sonunda söndüğünü unutmamalıydım. Burada Wittgenstein, "önermelerindeki bazı imleri dikkate almamış olanları" yargılamaktadır. Bununla birlikte bkz. *Offene Gesellsch aft und ihre Feinde*, cilt II, bölüm 1, kesim II adlı yapıtım ve *Postscript*'imde *I. bölüm, özellikle de *11. kesim, dipnot 5, *24. kesimde (son beş paragraf) ve kesim *25.

lara" vb. gibi) mantıksal olarak temellendirilmiş önermeleri "bilimsel" ya da "yasal" olarak görür[2]*. Öngörülen bu sınırlandırma ayracının tümevarım mantığının yaklaşımıyla aynı olduğu açıkça görülmektedir.

Tümevarım mantığını reddettiğimizden bu tür sınırlandırma yaklaşımlarını da benimseyemeyiz. Böylelikle sınırlandırma sorunu bizim için daha büyük bir önem kazanmaktadır: Uygun bir sınırlandırma ayracının belirlenmesi, tümevarım-mantıksal olmayan tüm bilgi kuramları için gereklidir.

Olgucular, sınırlandırma sorununu "doğalcı" yaklaşımla yorumlar: Sorunu, amaçlı bir saptama için değil, görgül-bilim ve fizikötesi arasında var olan farkı "doğal" kabul ederek ele alırlar. Onlar, fizikötesinin anlamsız zırvalamalar, (Hume'un da söylediği gibi) "ateşe atılması gereken göz boyamalar ya da sihirler" olduğunu sürekli tanıtlamaya çalışır[3]*.

"*Anlamsız*" sözcüğüyle yalnızca "görgül-bilimsel olmayan" şeyin tanımlanması istenseydi, bu durumda fizikötesinin "anlamsız" sözcüğüyle karakterize edilmesi herhalde çok saçma olurdu; çünkü fizikötesi, genelde görgül olmayan şey olarak tanımlanmıştır. Ama olgucular yine de fizikötesi hakkında görgül olmayan önermeleri içerdiğinin dışında başka şeyler de söyleyebileceklerini sanmaktadır: "Şüphesiz anlamsız" sözcüğünün, her şeyi yok sayan bir anlam taşıdığı açıktır. Zaten söz konusu olan, sınırlandırma değil, onu aşmak[3], fizikötesini yok saymaktır. Yine de olgucuların sözcüğün anlamına ilişkin yaptıkları belginleştirme çabaları daha çok, yukarıda açıklanmış tümevarım-mantıksal sınırlandırma ayracıyla ("anlamsız" sözde-önermelere karşıt olarak) "anlamlı önermelerin" tanımına yönelik olmuştur.

Bu durum özellikle Wittgenstein'da kendini göstermekte-

2 *İsimler kuşkusuz önemli değildir. Temel önerme sözcüğünü bulmamın nedeni (bkz. kesim 7 ve *28*) diğer bir anlamıyla "algı yargısıyla" karışmayan bir sözcüğe gereksinim duymamdır. Ne yazık ki bu sözcük, benim hiç öngörmediğim anlamda başkaları tarafından benimsenmiştir. Bkz. s. 136-137 ve *Postscript*'im kesim *29.

3* Böylece Hume, *Enquiry*'sinin son sayfalarında, aynı Wittgenstein'ın *Tractatus*'ta yaptığı gibi, kendi yapıtını reddetmektedir. (Bkz. kesim *10*, dipnot 2.)

3 CARNAP, *Erkenntnis 2* (1932), s. 219 vd. Mill'de, *kuşkusuz Comte'un etkisiyle, "anlamsız" sözcüğünü benzer anlamda kullanmıştır; bkz. COMTE, *Early Essay on Social Philosophy*, yayımlayan: H. D. Hutton, 1911, s. 223, bununla birlikte bkz. yapıtım *Offene Gesellschaft*, bölüm 1, cilt II, dipnot 51.

dir. Wittgenstein'a göre her "anlamlı önerme" mantıksal olarak "elemanter önermelere" dayandırılmış olmalıdır[4]; bunlar da tıpkı diğer "anlamlı önermeler" gibi "gerçeğin imgesi"[5] olarak karakterize edilir. Buna göre, "bilimsel-yasal" ifadesi "anlamlı" sözcüğü ile yer değiştirirse, Wittgenstein'ın anlamlılık ölçütü, yukarıda betimlenen tümevarım-mantıksal sınırlandırma ayracıyla aynıdır. Ancak böyle bir sınırlandırma çabası tümevarım sorununda başarısızlığa uğrayacaktır. Olgusal köktencilik, fizikötesiyle birlikte doğa bilimlerini de yok etmektedir: Doğa yasaları da elemanter deneyim-önermelerine *mantıksal* olarak temellendirilemez. Wittgenstein'ın anlamlılık ölçütü tutarlı bir şekilde uygulanırsa, doğa yasaları da anlamsız olacaktır; başka bir deyişle, gerçek (yasal) bir önerme olamayacaktır. Oysa "fizikçinin en önemli görevi" doğa yasalarını bulmaktı (Einstein[6]). Ve gerçekten, tümevarım sorununun "soyut" ya da sözde bir sorun olduğunu ortaya koymak isteyen bir görüş, [Schlick tarafından] temsil edilmiştir: "Aslında tümevarım sorunu, gerçekle ilgili *evrensel önermelerin* mantıksal olarak nasıl savunulması gerektiğini araştırmaktadır... Bu önermelerin mantıksal olarak savunulamadıklarını Hume'da görüyoruz; savunulamazlar, çünkü *gerçek önerme* değildirler" [7, 4*].

[4] WITTGENSTEIN, *Tractatus Logico-Philosophicus* (1918/1922), 5. önerme. *Yapıtım 1934'te yayımlandığından burada doğal olarak *yalnızca Tractatus*'a başvurmaktayım. ("Kendini gösterir", Wittgenstein'ın yapıtında severek kullandığı ifadelerden biridir.)

[5] WITTGENSTEIN, a.g.y., 4,01.; 4,03.; 2,221. önermeler.

[6] Bkz. kesim 2, dipnot 1.

[7] SCHLICK, *Naturwissenschaften 19* (1931), s. 156 (orijinalinde italik yazılmamıştır). SCHLICK, (a.g.y., s. 151) doğa yasaları hakkında şöyle yazmaktadır: "Bir yasanın mutlak bir şekilde doğrulanamayacağı sıkça vurgulanmıştır; çünkü daha sonraki deneyimlerimize dayanarak değişiklik yapabileceğimiz düşüncesini adeta saklı tutmaktayız. Önermelerin mantıksal biçimiyle ilgili birkaç söz söylemem gerekirse, yukarıda vurguladığım, aslında doğa yasalarının mantıksal olarak 'önerme' niteliği taşımadığı, yalnızca 'önermelerin yapısal biçiminin belirlenmesine' ışık tuttuğudur." *("Yapısal biçim", kuşkusuz dönüştürüm ve türetmeyi de kapsamalıdır.) Schlick'e göre, bu kuram, Wittgenstein'ın kendisiyle yaptığı bir konuşmanın konusuydu. Bununla birlikte bkz. *Postscript*'im kesim *12.

4* Bilimsel yasaları sözde-önermeler olarak görme ve bu yolla tümevarım sorununu çözme düşüncesi, Wittgenstein'a Schlick tarafından benimsetilmiştir. (Bkz. yapıtım *Offene Gesellschaft*, dipnotlar 46 ve 51vd., bölüm 1, cilt II). Aslında bu düşünce daha eskiye dayanır; Berkeley ve daha da geriye giden araççılığın <Instrumentalismus> geleneksel düşünce yapısıdır. (Bkz. örneğin kendi çalışmam "Three Views Concerning Human Knowledge" *Contemporary British Philosophy* içinde, 1956, bununla birlikte "A Note on

Demek ki, tümevarım-mantıksal sınırlandırma ayracı, bir ayrıma değil, doğa bilimleri ve fizikötesi kuramlar dizgesinin aynı tutulmasına (her iki dizge olgucu anlam dogmaları açısından ele alındığında, anlamsız sözde-önermelerdir); bir dışlamaya değil, tersine fizikötesinin görgül-bilimlere girmesine neden olmaktadır[8].

Bu "fizikötesi karşıtı" yaklaşımlardan farklı olarak, amacımızı, fizikötesini dışlamak yerine, görgül-bilimi daha amaçlı betimlemek, "görgül-bilim" ve "fizikötesi" kavramlarını *tanımlamak* olarak görüyoruz. Öyle ki, betimlemeye bakarak, önermeler dizgesinin ayrıntılı olarak irdelenmesinin görgül-bilim için önemli olup olmadığını söyleyebilelim.

Getireceğimiz sınırlandırma ayracı herhangi bir *saptama ya da uzlaşım için öneri* niteliğinde olacaktır. Önerilerimizin uygun olup olmadığı, bakış açısına göre değişebilir; ancak aynı amacı güdenler arasında, yapıcı ve kanıtsal görüş ayrılığı olabilir. Fakat amacın seçimi, yalnızca bir karar sorunudur ve bununla ilgili olarak kanıtsal bir görüş ayrılığı beklenemez[5*].

Bu nedenle görgül-bilimin amacını, bütünüyle güvenilir, çürütülemeyen doğru önermelerden oluşan bir dizge kurmak[9] olarak gören, burada tanımlar yardımıyla getireceğimiz önerilerimizi yadsımak zorunda kalacaktır; aynı şekilde, "bilimin varlığını... bilimin onurunda" arayan ve bu onuru "bütünlükte", "gerçek doğrulukta ve vazgeçilmezlikte"[10] bulan, modern kuramsal fiziğe (*biz* "görgül-bilim" olarak nitelendirmek istediğimizin şimdiye kadar eksiksiz olarak burada gerçekleştiğini görüyoruz), böyle bir "onuru" vermekte güçlük çekecektir.

Berkeley as a Precursor of Mach" *The British Journal for the Philosophy of Science IV*, 4, 1953, içinde s. 26vd. Her iki çalışma *Conjectures and Refutations*, 1963, yapıtımda da yer almıştır. Konuyla ilgili diğer açıklamalar kesim *12*, dipnot *1 de bulunmaktadır. Sorun, *Postscript*'imin *11.-*14. ve *19.-*26. kesimlerinde de ele alınmaktadır.)

8 Konuyla ilgili bkz. kesim *7* (örneğin, dipnot 1). *Bununla birlikte bkz. yapıtım: *Offene Gesellschaft*, bölüm 1, cilt II, dipnotlar 46, 51, 52; ve ocak 1955'te *Carnap-Library of Living Philosophers* dizisinde yer alan kendi bildirimim (yayımcı: P. A. Schilpp), ve yapıtım *Conjectures und Refutations*'ın 11. bölümü.

5* Gerçeklerle ilgilenenler ve birbirlerini eleştirenler arasında her zaman için yapıcı tartışmaların olabileceği inancındayım. (Bkz. yapıtım, *Offene Gesellschaft*, bölüm 14, cilt II.)

9 Bu Dingler'in görüşüdür; bkz. kesim *19*, dipnot 1.

10 Bu, O. SPANN'ın görüşüdür (*Kategorienlehre*, 1924).

Bizim güttüğümüz amaçlar farklıdır. Bunları savunmak ya da bilimin doğru ve gerçek amaçlarıymış gibi öne sürmek, saptırma ve olgusal dogmacılığa dönme olacaktır. Bu nedenle saptamalarımızı yalnızca *tek* bir yolla kanıtlayabileceğimize inanıyoruz: Bu da, onların mantıksal vargılarının çözümlenmesiyle, onların verimliliğinin ve bilgikuramsal sorunlara karşı aydınlatıcı güçlerinin gösterilmesiyle mümkündür.

Önermelerimizi saptarken, sonuçta, değerlerimiz ve tercihlerimizle kendimizi yönlendirdiğimizi açıkça söylemeliyiz. Ancak, bizim gibi, mantıksal kararlılığı ve dogmalardan arınmışlığı seçen, uygulanabilirliği arayan, kendini bilimsel araştırmanın serüvenine (durmaksızın yeni ve kestirilemeyen sorularla bizi sürekli yeni ya da önceden hayal edilemeyen yanıtların denenmelerine güdüleyen serüvene) kaptıran, ileri süreceğimiz ilkeleri herhalde benimseyecektir.

Önerilerimizi, değer yargılarımızın etkisiyle saptarken, daha önce olguculardaeleştirdiğimiz hataya asla düşmeyiz (onlar, kendi değer yargılarıyla fizikötesini yok saymışlardı). Biz, görgül-bilim için fizikötesinin hiçbir *"değeri"* olmadığını söylemiyoruz: Bilimin ilerlemesini engelleyen bazı fizikötesi düşünce süreçlerinin yanı sıra, bilimin gelişmesini sağlayan başka fizikötesi düşünce süreçlerinin (bununla yalnızca kurgusal atomculuğu kastediyoruz) de olduğu yadsınamaz; ve ruhbilimsel açıdan ele alındığında, bilimsel yönü olmayan, [salt kurgusal ve] bazen açık olmayan kuramsal düşüncelerin inancı olmaksızın –istenirse bu, "fizikötesi" olarak da algılanabilir– bilimsel bir araştırmanın mümkün olamayacağını sanıyoruz[11].

Yine de bize göre bilgi mantığının en önemli görevi, çelişkili dil kullanımına açıklık getirerek görgül-bilime bir anlam kazandırmak; böylece de özellikle tarihsel açıdan kalıtımsal olan vazgeçilmez fizikötesi öğelerinin ayırt edilmesine olanak sağlayan kesin bir sınır çekmektir.

5. Yöntem Olarak Deneyim. "Görgül-bilimin" uygun bir tanımını yapmanın bazı güçlükleri vardır. Bu durum, mantıksal ya-

[11] Bununla birlikte bkz. PLANCK, *Positivismus und reale Außenwelt* (1931) ve EINSTEIN, *Die Religiosität der Forschung, Mein Weltbild* yapıtında (1934), s. 43. *Yine bkz. kesim *85* ve *Postscript*'im.

pıları bakımından alışılagelmiş "görgül-bilimle" benzeşen kuramsal *birçok* tümdengelimsel dizgenin olabileceğinden kaynaklanmaktadır. Bu aynı zamanda şöyle de yorumlanabilir: Birçok, hatta sonsuz sayıda "mantıksal olarak olası dünya" vardır; ama bizim "görgül-bilim" olarak tanımladığımız dizge, yalnızca *tek bir* "gerçek dünyayı" –yani "deneyimimizin dünyasını"– ortaya koymalıdır[1*].

Bu düşüncemizi mantıksal olarak daha da açık yorumladığımızda, "görgül" kuramlar dizgesinde aradığımız şu üç koşul karşımıza çıkar: Dizge *bireşimsel* olmalı (yani, çelişkili olmayan, "olası" bir dünyayı betimlemeli); sınırlandırma ayracını doyurmalı (bkz. kesimler *6* ve *21*); yani *fizikötesi olmamalı* (olası "deneyim dünyasını" betimlemeli); son olarak, dizge, diğer dizgelerle karşılaştırıldığında (*"bizim* deneyim dünyamızı" betimleyen bir dizge olarak) *diğerlerinden daha iyi ve daha üstün (kısaca: farklı)* olmalıdır.

Bir dizge diğerlerinden farklı olarak nasıl öne çıkarılabilir? İşte bunu, sınamaya giden yolda; yani bizim ayrıntılı olarak irdelemeyi hedeflediğimiz tümdengelimsel yöntemin yardımıyla arayacağız.

Bu yaklaşımda "deneyim", kuramsal dizgenin farklılığını ortaya koyan özel bir *yöntemdir*; görgül-bilim, yalnızca mantıksal biçimiyle değil, bunun da ötesinde farklılığı açıkça ortaya çıkaran bir yöntemle belirlenmiştir. (Bu, aynı zamanda görgül-bilimi "tümevarım yöntemiyle" belirlemeye çalışan tümevarım mantığının da görüşüdür.)

Bu yöntemi, yani görgül-bilimde diğerlerinden daha iyi ve daha üstün olanı araştıran bilgi mantığı, görgül yöntemin bir kuramı; *bizim "deneyim" olarak adlandırdığımızın kuramı* olarak nitelendirilebilir.

6. Sınırlandırma Ayracı Olarak Yanlışlanabilirlik. Tümevarım-mantıksal sınırlandırma ayracı ya da olgucu anlamdaki sınırlandırma, tüm görgül-bilimsel önermelerin (tüm "anlamlı" önermelerin) *sonuçta karar verilebilir* olması gerektiği koşuluyla eşdeğerdir: Önermeler mantıksal olarak *hem doğrulanabilir hem de yan-*

1* Bkz. Ek *X.

lışlanabilir bir biçimde olmalıdır. Bununla ilgili örneğin Schlick'te[1]: "... gerçek bir önerme, kendisini sonuçta doğrulayabilmelidir", daha açık bir şekilde Waismann'da[2]: "Önermenin ne zaman doğru olacağı hiçbir koşulda ileri sürülemiyorsa, önermenin hiçbir anlamı olmaz; çünkü önermenin anlamı onun doğrulanabilme yöntemidir", şeklindeki görüşleri okuyoruz.

Oysa bize göre tümevarım diye bir şey yoktur[1*]. Mantıksal olarak "deneyimle" [bu sözcükten ne anlarsak anlayalım] doğrulanmış özel önermelerden kuramların çıkarsanması olanaksızdır; bu yolla kuramlar hiçbir zaman görgül açıdan doğrulanamaz. Olguculuktaki gibi doğabilimsel-kuramsal dizgeleri[2*] sınırlandırma ayracıyla dışlamak gibi bir hata yapmak istemiyorsak, doğrulanamayan önermeleri de görgül olarak kabul edebileceğimiz bir ayraç seçmeliyiz.

Yine de yalnızca "deneyimle" *sınanabilecek* bir dizgeyi görgül olarak kabul etmek istiyoruz. Bu yaklaşım, sınırlandırma ayracı olarak dizgenin doğrulanabilirliği değil, *yanlışlanabilirliği* düşüncesinin benimsenmesini beraberinde getirmektedir[3*];

1 SCHLICK, *Naturwissenschaften 19* (1931), s. 150.

2 WAISMANN, *Erkenntnis 1*, s. 229.

1* Doğal olarak burada "matematiksel tümevarımı" kastetmiyorum. Yalnızca "tümevarımsal bilimde", tümevarıma benzer bir şeyin; yani "tümevarımsal bir yöntemin" ya da "tümevarımsal çıkarsamaların" var olduğunu yadsıyorum.

2* CARNAP, *Logischen Syntax* (1937, s. 321vd.) adlı yapıtında (ona yönelttiğim eleştiriye karşılık vererek) bunun bir hata olduğunu sonunda söylemiştir; hatta daha ayrıntılı bir şekilde "Testability and Meaning"de, bilim için evrensel yasaların yalnızca uygunluk ("convenient") değil, tersine gereklilik ("essential") taşıdığını kabul ettiğini açıkça söyleyerek hatasını kabul etmiştir (*Philosophy of Science 4*, 1937, s. 27). Ancak tümevarımsal bir yaklaşımla yazdığı *Logical Foundations of Probability* (1950) yapıtında, burada eleştirilen benzer bir yaklaşıma dönmüştür: O, tüm evrensel yasaların sıfır olasılığa sahip olduğunu bulduğundan (s. 511), tüm yasaları bilimden dışlamaya belki gerek duymayacağımızı, ama bilimin de onlarsız olabileceğini, söylemek zorunda kalmıştır (s. 575).

3* Yanlışlanabilirliği *bir anlam ölçütü olarak değil* de bir sınırlandırma ölçütü olarak ortaya attığıma dikkatinizi çekerim. Aynı şekilde yukarıda (kesim *4*) "anlamlılık" kavramının sınırlandırma ölçütü olarak kullanılmış olmasına şiddetle karşı çıktığımı ve *9.* kesimde, anlamlılık dogmasını daha da sert bir şekilde eleştirdiğimi hatırlatıyorum. Bu nedenle, yanlışlanabilirliği anlamlılık ölçütü olarak savunmuş olmam, düpedüz bir 'masaldır' (gerçi kuramımı yadsıyan görüşler bu 'masala' dayanmaktadır). Yanlışlanabilirlik, bütünüyle anlamlı iki önerme arasında bir ayrım yapar: yanlışlanabilen ve yanlışlanamayan önermeler olarak. Yanlışlanabilirlik, anlamlı dil kullanımı içinde bir sınır çekmektedir (dışında değil). Bununla ilgili bkz. Ek *I, ve *Conjectures and Refutations* (1963, 1965, 1969) yapıtımın 1. ve 11. bölümleri.

başka bir deyişle, biz, görgül-yöntemsel yollarla dizgenin sonuçta kendince olumlu olabileceğini değil, dizgenin mantıksal biçimine bakarak yöntemsel sınama yoluyla olumsuzluğunun ortaya çıkarılabileceğini savunuyoruz: *Görgül-bilimsel bir dizge deneyimlerle yenilgiye uğratılabilmelidir*[3].

("Yarın burada yağmur yağacak, belki de yağmayacak" önermesi çürütülemeyeceğinden, görgül olarak betimlenemez; buna karşın: "Yarın burada yağmur yağacak" önermesi görgüldür.)

Burada önerilen sınırlandırma ayracına farklı eleştiriler gelebilecektir: Aslında olumluluğu ortaya çıkarması gereken görgülbilimden, olumsuzluğu ya da çürütülebilirliği ortaya koymasını beklememiz herkesi şaşırtabilir. Böyle bir eleştiriyi pek de önemsemeyeceğiz; çünkü ileride de [kesimler *31-46*], kuramsalbilimsel bir önermenin, mantıksal biçimi nedeniyle, olası özel önermelerle çelişebildiği oranda "dünyamız" ile ilgili olumluluğu fazlasıyla açıkladığını göstereceğiz. (İşte bu nedenle de doğa yasaları "kanunlar" olarak adlandırılmıştır: Ne kadar çok şeyi yasaklarlarsa, o kadar çok şey ifade etmiş olurlar.)

Öte yandan "tümevarım-mantıksal sınırlandırma ayracına" yönelttiğimiz eleştiri, bize karşı kullanılabilir ve bizim doğrulanabilirliğe getirdiğimiz benzer bir eleştiri, sınırlandırma ayracı olarak betimlediğimiz yanlışlanabilirliğe karşı getirilebilir; ancak böyle bir eleştiriyi çürütmek bizim için yine zor olmayacaktır: Savımız, doğrulanabilirlik ve yanlışlanabilirlik arasındaki bakışımsızlığa <Asymmetrie> dayanmaktadır. Bu bakışımsızlık, evrensel önermelerin mantıksal biçimiyle ilişkilidir[4*]; evrensel önermeler hiçbir zaman özel önermelerden türetilemez; ama onlarla çelişik olabilir. Bu nedenle salt tümdengelimsel çıkanımlarla ("klasik mantığın yadsıma yöntemiyle <modus tollens>") özel önermelerden evrensel önermelerin "*yanlışlığına*" varılabilir (bu belki de "tümevarımsallığa" kayan, tek katı tümdengelimsel çıkarım biçimidir; yani özelden genele varma).

[3] Benzer yaklaşımları, örneğin FRANCK, *Die Kausalität und ihre Grenzen* (1931), Bölüm I, § 10 (s. 15vd.) ve DUBISLAV, *Die Definition* (3. Baskı, 1931), s. 100vd.'da da görüyoruz. (konuyla ilgili olarak, yine bkz. kesim *4*, dipnot 1).

[4*] Söz konusu bakışımsızlık *Postscript*'imin *22. kesiminde daha ayrıntılı ele alınmıştır.

İleri sürülecek üçüncü bir karşı görüş, daha dikkate değer olacaktır: Bu da, bakışımsızlığın olmasıyla, kuramsal bir dizgenin bazı nedenlerden dolayı her şeye rağmen sonuçta asla yanlışlanamayacağıdır. Kuşkusuz, dizgeyi yanlışlamamak için birçok yola başvurabiliriz –örneğin: şu ya da bu amaçla ileri sürülmüş *ad hoc* <geçici> yardımcı varsayımlar ya da *ad hoc* değiştirilmiş tanımlarla–; hatta yanlışlayabilen deneyimleri ilke olarak yadsımakla, mantıksal tutarsızlıkları ortadan kaldırabiliriz. Her ne kadar bilim adamı bu yolu seçmese de, mantıksal olarak bu tür yaklaşımlar olabilecek ve bu nedenle de önerdiğimiz sınırlandırma ayracının mantıksal değeri tartışmalı olacaktır.

Getirilen bu eleştirinin haklı olduğunu kabul ediyoruz. Yine de sınırlandırma ayracı olarak "yanlışlanabilirliği" savunmaktan vazgeçmeyeceğiz; ve mantıksal açıdan yadsınamayan bu eğilimi dışlayarak, *görgül yöntemi* betimlemeye çalışacağız [kesim 20vd.]: Bizim önerimize göre bu yöntem, sınanacak dizgenin yanlışlanabilirliğini her koşul altında ortaya koyabilir olmasıyla karakterize edilmiştir; yani amacı, tutarsız dizgelerin kurtarılması değil, sıkı denetimlerle en fazla tutarlılığı olanı seçmektir.

Önerdiğimiz bu sınırlandırma ayracıyla Hume'un tümevarım sorununa; yani doğa yasalarının geçerliliği sorununa da bir çözüm getirilebilecektir. Bu sorun, "görgücülüğün temel savı" –yani yalnızca "deneyimle" görgül-bilimsel önermeler hakkında kararda bulunulabileceği savı– ile Hume'un tümevarımsal tanıtlamaların olanaksızlığı görüşünün görünürdeki ikilemine dayanmaktadır. Aslında bu ikilem, tüm görgül-bilimsel önermeler için "kesin olarak karar verilebilir" koşulu (yani doğrulanabilir *ve* yanlışlanabilir olma zorunluluğu) getirildiğinde karşımıza çıkar. Bu koşul ortadan kaldırıldığında, görgül olarak "bazı yönlerden de karar verilebilir" ya da tek yönlü yanlışlanabilir önermelerin –bunlar da yöntemsel olarak yanlışlama işlemleriyle sınanabilmelidir– dizgede yer almaları sağlandığında, bu ikilem ortadan kalkacaktır: Yanlışlanabilirlik yöntemi hiçbir şekilde tümevarımsal çıkarımları değil, yalnızca tümdengelimsel mantığın tutarsızlıklara yol açmayan eşsözel dönüştürümlerini öngörmektedir[4].

[4] Bunun için bkz. kesim *4* dipnot 1'deki açıklamalar. *Bu açıklamalar Ek *I'de ve *Postscript*'imin özellikle *2. kesiminde yeniden basılmıştır.

7. *Deneyimin Temeli Sorunu ("Görgül Temel").* Sınırlandırma ayracı olarak yanlışlanabilirliğe başvurulduğunda, yanlışlayan çıkarımların büyük önermeleri olarak yer alabilecek özel görgül önermelere gereksinim duyulmaktadır. Böylece sınırlandırma ayracımız, sorunu yalnızca başka bir yöne kaydırmaktadır: Bizi, kuramların görgül olup olmadığı sorusundan özel önermelerin görgül olup olmadığı sorusuna geri götürür.

Bu şekilde artık ileriye bir adım daha atılmıştır: Kuramsal dizgelerde sınırlandırma, doğrudan bilimsel araştırmanın ele alınışı için büyük önem taşımaktadır. Özel önermelerin görgül olup olmadığı sorusu ise bilimsel araştırmalarda pek önemli değildir. Gerçi gözlem hataları, yani "yanlış" özel önermeler her zaman ortaya çıkar; ama özel bir önermeyi "görgül değil" ya da "fizikötesi" diye tanımlamak için ortada hiçbir neden yoktur.

Bu nedenle *temel sorunlar*; yani özel önermelerin görgül olup olmadığı ve sınama yöntemlerinin nasıl olacağı soruları, bilimsel araştırma mantığında bizleri ilgilendirecek diğer sorulara göre daha farklı bir rol oynamaktadır. Bunlar bilimsel araştırmanın *ele alınışıyla* yakından ilişkiliyken, temel sorular bütünüyle salt bilgi*kuramsal* açıdan önemlidir. Belirsizliklere neden olduklarından, bu soruları yine de ele alacağız. Bu belirsizlikler, özellikle temel *önermeler* (görgül bir yanlışlamanın büyük önermeleri olarak ortaya çıkabilecek önermeleri bu şekilde tanımlıyoruz; örneğin gerçekle ilgili saptamalar) ile algısal *yaşantılar* arasındaki ilişkilerde söz konusudur.

Bu tür temel önermelerin doğruluklarının, yalnızca algısal yaşantılarla savunulabileceği düşünülmüştür ve bu önermelerin yaşantılara "temellendirilebileceği", doğruluklarının, "doğrudan yaşantılarla anlaşılır" kılınabileceği, yaşantılara bakılarak "apaçık" olabilecekleri vb. sanılmıştır. Tüm bu anlatımlar, temel önermelerle algısal yaşantılarımız arasındaki sıkı ilişkiye neden işaret etmemiz gerektiği şeklindeki [kararlı] eğilimimizi açıkça göstermektedir. Öte yandan, *önermelerin yalnızca önermelerle mantıksal olarak savunulabileceği* [bu da çok doğrudur] sezildiğinden, bu ilişki, yukarıda sözü edilen belirsiz anlatımlarla; yani hiçbir şeyi aydınlatmayıp, tersine sorunları gizleyen ya da en

azından onları az çok anlaşılır kılabilmek için başka anlatımlarla betimlenmiştir.

İşte burada da sonuca varmanın yolu, bize göre, sorunun ruhbilimsel boyutuyla mantıksal-yöntembilimsel boyutunun kesin olarak ayırt edilmesidir: Hiçbir zaman önermeleri savunmayan, tersine görgül-ruhbilimsel araştırmanın yalnızca nesnesi olabilecek *öznel kanısal yaşantılarımızla*, bilimsel önermeler dizgesindeki *nesnel-mantıksal bağlamlar* arasındaki farkı göz ardı etmemeliyiz.

"Görgül temelin sorunlarını" ileriki kesimlerde de ayrıntılı bir şekilde ele alacağız *(kesimler: 25-30)*. Şimdi burada öncelikle yukarıda sözü edilen "nesnel" ve "öznel" kavramlarını açıklamak amacıyla bilimsel nesnellik sorununa kısaca değinelim.

8. Bilimsel Nesnellik ve Öznel Kanı. "Nesnel" ve "öznel" sözcükleri, çelişkili kullanımlara ve kararsız kalman, çoğunlukla sınırı belirlenemeyen tartışmalara neden olan felsefi kavramlardır.

Bizim bu kavramlardan anladığımız, Kant'ın benimsediği tarza yakındır: Kant, "nesnel" sözcüğünü, *bilimsel bilgileri* (bireyin iradesinden bağımsız) *savunulabilir* olarak nitelendirmek amacıyla kullanmıştır; "nesnel" savunular ilkesel olarak herkesçe sınanabilir ve kabul edilebilir olmalıdır: "Bilgi, düşünme yetisi olan herkes için geçerliyse, bunun nedeni, onun nesnel yeterliliğidir"[1].

Bizse, bilimsel kuramları, savunulabilir (doğrulanabilir) olarak değil, sınanabilir olarak kabul ediyoruz. Bunu şöyle de ifade edebiliriz: Bilimsel önermelerin *nesnelliği*, önermelerin *öznellerarası <intersubjektiv> sınanabilir* olması koşuluna bağlıdır[1*].

Kant'ın "öznel" sözcüğüyle anlatmak istediği, bizim (değişik düzeylerdeki) kanısal yaşantılarımızdır[2]. Bunların nasıl orta-

1 *Kritik der reinen Vernunft*, yöntem öğretisi, 2. yapıt, 3. kesim (2. baskı, s. 848).

1* Geçen süre içerisinde bu tanımlamayı genelleştirdim; çünkü öznellerarası *sınama* yalnızca daha genel bir görüş olan öznelerarası *eleştirinin* önemli bir etmenidir; başka bir deyişle, eleştirel tartışmalarla karşılıklı ussal denetimin olabileceği düşüncesinin bir etmenidir. Bu daha genel görüş bazı ayrıntılarıyla *Die offene Gesellschaft und ihre Feinde* (Bölüm 13 ve 14, cilt II) ve *Das Elend des Historizismus* (kesim 32) adlı yapıtlarımda; aynı şekilde *Conjectures and Refutations* adlı yapıtımda tartışılmaktadır.

2 Bkz., a.g.y., *Kritik der reinen Vernunft*.

ya çıktığının araştırılması ruhbiliminin görevidir. Bunlar, örneğin "ortaklaştırma yasalarına"[3] göre ortaya çıkabilir; öte yandan nesnel nedenler de (eğer bu nedenleri uygun olarak inceden inceye düşünüp, geçerliliklerine kendimizi inandırdıysak) "yargının öznel *gerçek nedenleri*"[4] olarak ortaya çıkabilir.

İlk kez Kant, deneyime dayanan bilimsel önermelerin nesnelliğinin, kuram oluşturma, varsayım ve evrensel önerme ileri sürmeyle sıkı sıkıya bağlı olduğunu görmüştür. Yalnızca olguların (deneylerin) yasalara bağlı olarak yinelendiği ya da yeniden oluşturulduğu yerde, yaptığımız gözlemler ilkesel olarak herkesçe sınanabilir. Kendi gözlemlerimizi bile, yinelenen gözlemler ya da deneylerle tekrar sınamadan ve gözlemlerimizin bir kerelik "rastlantısal bir ilişkilendirme" olmadığına ikna olmadan bilimsel olarak ciddiye alamayız: Yalnızca, yasalara uygun olarak ortaya çıkması ve yeniden oluşturulabilmesi nedeniyle, ilke olarak öznellerarası sınanabilir ilişkilendirmeler, bilimsel bir önem taşımaktadır[5].

Kuşkusuz deneysel fizikçiler bu biçimdeki şaşırtıcı, açıklanamayan "etkileri" <Effekte> gözlemlemişlerdir. Öyle ki bu etkiler belki de bir kaç kez yeniden oluşturulmuş ve daha sonra da tamamen yok olmuştur. Ancak bu durumda fizikçi (her ne kadar bu olayı yeniden oluşturmak için deneylerini yeniden düzenlemeye çalışsa da), bilimsel bir buluştan söz edemez. Bilimsel olarak gerçekten de önemli olan *fiziksel etkiyi* şu şekilde tanımlayabiliriz: Etki, deney yönergesini kurallara uygun olarak hazırlayan herkesçe her zaman yeniden oluşturulabilmelidir. Ciddi hiçbir fizikçi, yeniden oluşumu için yönergesini veremediği "gizli etkileri" bir buluş olarak bilim dünyasına sunamaz; çünkü sınamalar kısa sürede olumsuz sonuçlanacağından,

[3] Bkz. *Kritik der reinen Vernunft*, § 19 (2. baskı, s. 142).

[4] Bkz. *Kritik der reinen Vernunft*, yöntem öğretisi, 2. yapıt, 3. kesim (2. baskı, s. 849).

[5] Bilimsel önermelerin nesnel özelliklerinden, önermelerin her zaman sınanabilir yapıya ve bu nedenle evrensel kuramların yapısına sahip olmaları gerektiği sonucuna vardığını Kant, pek açık olmamakla birlikte *Grundsatz der Zeitfolge nach dem Gesetze der Kausalität* adlı yapıtında belirtmiştir (hatta bunu, söz konusu önsellikle kanıtlayabileceğini sanmıştır). Gerçi biz, böyle bir ilkeyi öne sürmüyoruz (kesim *12*); ama bilimsel önermelerin öznellerarası sınanabilir olmaları gerektiğinden, bu önermelerin her zaman varsayım özelliği taşımaları gerektiğini düşünüyoruz. *Bkz. aynı zamanda kesim *22*, dipnot 1.

söz konusu "buluş", düş ürünüdür diye reddedilecektir[6]. (Bu tür ilişkilendirmeler, yinelenemeyen ve benzersiz olayların var olup olmadığı konusunda, bilim çevresinde asla karara bağlanamayacak tartışmalara neden olmaktadır; çünkü tartışmalar "fizikötesidir".)

Burada, önceki kesimde değindiğimiz bir noktaya tekrar dönelim: Öznel kanısal yaşantılar hiçbir zaman bilimsel önermelerin doğruluğunu savunamaz, tersine bilimde yalnızca görgül-ruhbilimsel araştırmanın bir nesnesi olarak rol oynayabilir, savımızı hatırlayalım. Kanısal yaşantıların yoğun olması bile bu durumu değiştirmez: Ben kendimi, bir önermenin doğruluğuna, bir algının apaçıklığına, bir yaşantının kanısal gücüne inandırmış olabilirim, tüm kuşkular bana saçma gelebilir; peki bilim, bu önermeyi bu nedenle benimseyebilir mi? Önermenin doğruluğunu Sayın N. N.'nin inancına temellendirebilir mi? Böyle bir yaklaşım, önermenin nesnellik karakteriyle bağdaşmaz. Bu şekilde kesin bir kanıya vardığım "gerçek durum" nesnel bilimde yalnızca ruhbilimsel *varsayım* olarak ortaya çıkabilir. Şüphesiz bu varsayım da öznellerarası sınamalardan geçmelidir: Ruhbilimci, benim bu tür kanısal yaşantılarımın olduğunu varsayarak, gerek ruhbilimsel kuramlar gerekse başka kuramlar yardımıyla davranışımdan tümdengelimsel olarak deneysel sınamalarla sağlanabilen ya da sağlanamayan kestirimlere <Prognose> varacaktır. Bu nedenle, kanılarımın güçlü ya da zayıf olduğu, "apaçıklığın" mı yoksa yalnızca bir "tahminin" mi söz konusu olduğu, bilgikuramsal açıdan hiç de önemli değildir; demek ki, bilimsel önermelerin savunulmasıyla bunun hiçbir ilgisi yoktur.

Bu tür yaklaşımlar, doğal olarak görgül temel ile ilgili soruya yanıt vermemektedir; üstelik bu soru, burada daha da büyük bir önem kazanmaktadır: Eğer temel önermelerden, aynı şekil-

[6] Fizik literatüründe, sınamaları olumsuz sonuca götüren etkilerin var olduğunu ileri süren ciddi araştırmacılara rastlanmaktadır. Bunun herkesçe bilinen yakın geçmişteki bir örneği, Michelson deneyinin açıklanmamış olumlu sonucudur. Bu olumlu sonuca Miller (1921-1926) Mount Wilson'da (aynı zamanda Morley), daha önce Michelson'un olumsuz sonucunu yeniden oluşturduktan sonra varmıştır. Ancak daha sonraki sınamalar yine olumsuz sonuçlandığından, günümüzde olumsuz sonuç esas alınmıştır ve Miller'in sapma gösteren sonuçları, "bilinmeyen hata kaynakları nedeniyle ortaya çıkmıştır" şeklinde yorumlanmıştır. *bkz. kesim *22*, dipnot 1*; ve Max Born ile Einstein'ın mektuplaşmaları, mektup 43 (6. 8. 1922).

de diğer bilimsel önermelerden nesnellik bekliyorsak, bilimsel önermelere ilişkin vereceğimiz "doğruluk kararını" mantıksal olarak herhangi bir şekilde yaşantılarımıza dayandıramayız. Aynı şekilde yaşantımızı betimleyen önermeler; yani algı önermeleri de ("tutanaklar") bu sorunun çözümünde bir rol oynamaz. Bunlar bilimde yalnızca ruhbilimsel önermeler; yani –ruhbilimin bugünkü konumu dikkate alındığında– öznellerarası sınamaları katı bir şekilde yürütülemeyen varsayımlar kümesi olarak ortaya çıkar.

Görgül temel sorusunu nasıl yanıtlarsak yanıtlayalım, bilimsel önermelerin nesnel olduğunu kabul edersek, görgül temel olarak saydığımız önermelerin de nesnel yani öznellerarası sınanabilir olması gerekmektedir. Ancak, öznellerarası sınanabilirlik dendiğinde, sınanacak önermelerden sınanabilir başka önermelerin tümdengelimsel olarak türetilebilmesi anlaşılmaktadır. Temel önermelerin de, öznellerarası sınanabilir olmaları beklendiğinde, bilimde "mutlak en son" önermeler; yani kendileri tarafından artık sınanamayan ve kendilerinden türetilmiş önermelerin yanlışlamasıyla yanlışlanamayan önermeler olamayacaktır.

O halde şöyle bir sonuç elde ediyoruz: Kuramlardan, evrenselliği az olan önermeler türetilerek, kuramlar dizgesi sınanır. Bu önermelerin de öznellerarası sınanabilir olmaları gerektiğinden, kendi aralarında benzer şekilde sınanabilmelidir – bu sınama sonsuza değin <ad infinitum> sürer.

Bu yaklaşımın sonsuz geri gitmelere yol açtığı ve bu nedenle geçersiz olabileceği düşünülebilir. Tümevarım sorununu tartışırken de "sonu olmayan geri gitmeler" <regressus ad infinitum> nedeniyle karşıt görüşümüzü getirmiştik. Aynı eleştiri şimdi, savunduğumuz tümdengelimsel yönteme karşı da yöneltilebilir. Ancak böyle bir eleştiri haklı olmayacaktır. Tümdengelimsel sınamalarla sınanacak önermeler hiçbir zaman *savunulamaz* ve *savunulmamalıdır*. Bu nedenle sonsuz geri gitmeler söz konusu olmayacaktır. Yine de betimlenen bu yöntemde, yani sonu olmayan sınamalarda ["en son" önermelerin; yani sınama gerektirmeyen önermelerin var olduğu savını benimsemeyişimize bağlı olarak] karşımıza bir sorun çıkacaktır; sınama sonsuza değin sürdürülemeyip, yarım bırakılmak zorunda kalınacak-

tır. Ancak söz konusu durumun, bilimsel *her* önermenin sınanabilir olması gerektiği şeklinde getirdiğimiz savla çelişmediğini hemen burada vurgulamak istiyoruz; çünkü her önermenin gerçekten *sınanmasını* değil, *sınanabilir* olması gerektiğini ileri sürüyoruz; başka bir deyişle: Üzerinde yeterince düşünülmeden hemen kabul edilen önermeler bilimde yer almamalıdır; çünkü mantıksal nedenlerden dolayı sınanmaları olanaksızdır.

Bölüm II

YÖNTEM ÖĞRETİSİ İLE İLGİLİ SORUNLAR

Bizim önerimize göre, bilgi kuramı ya da bilimsel araştırma mantığı *yöntem öğretisidir*. Bu öğreti, –araştırmaları bilimsel önermeler arasındaki ilişkilerin salt mantıksal çözümlemesinin ötesine gittiği sürece– *yöntembilimsel saptamalarla;* şu ya da bu amaçlar güdüldüğünde, bilimsel önermelerle nasıl çalışması gerektiği şeklindeki kararlarla ilgilenmektedir. Önereceğimiz kararlar; yani amaçlarımıza uygun olan "görgül yöntemi" belirleyen kararlar, bu nedenle sınırlandırma ayracımıza bağlı olacaktır: Biz yalnızca bilimsel önermelerin sınanabilirliğini ve yanlışlanabilirliğini kesin olarak sağlayabilecek kuralları getirmeyi amaçlıyoruz.

9. Yöntembilimsel Saptamaların Vazgeçilmezliği. Nedir bu yöntembilimsel kurallar? Neden bu kurallara gereksinim duyuyoruz? Bu kuralların bir bilimi, yani yöntembilim var mıdır?

Bu sorulara verilecek yanıtlar, olguculuğa ya da bizim yaklaşımımıza göre değişir. Görgül-bilimleri olgucular gibi, bazı *mantıksal ölçütleri* doyuran (yani önermelerin "anlamlı"; başka bir deyişle, doğrulanabilir olacak şekilde) önermelerden oluşan bir dizge olarak tanımlayan, bu sorulara farklı yaklaşacak; bizim gibi, görgül önermelerin kendine özgü özelliğini denetlenebilirlikte arayan ve görgül-bilimin özündeki evrimleştirebilme özelliğini çözümlemeyi amaçlayan, aynı zamanda ikilemli durumlarda farklı dizgeler arasında nasıl ve neye göre karar verileceğini araştıran farklı yanıtlar bulacaktır.

Gerçi biz de, dizgelerin değişimlerini ve evrimlerini dikkate almayan, salt mantıksal bir çözümlemeyi zorunlu tutuyoruz; ancak bu yolla, bizim fazlasıyla önemsediğimiz görgül-bilimin kendine özgü özelliğini elde edemeyiz; çünkü –ne kadar "bilimsel" olursa olsun– bir dizgeye (örneğin klasik mekaniğin dizgesine) dogmatik açıdan bağlı olan, amacını, çürütülebilirliği mantıksal açıdan kesin olarak *tanıtlanana* kadar dizgeyi savunmada gören, görgül araştırmacıdan beklediğimiz yolu izlemiyor olacaktır; çünkü dizgenin çürütülebilirliği için kesin olarak mantıksal bir tanıt asla öne sürülemez. Bunun da nedeni, örneğin her defasında deney sonuçlarını güvenilir olarak nitelendiremeyişimiz, ya da deney sonuçlarıyla dizge arasında yalnızca görünürde bir tutarsızlığın olduğunu ve yeni bakış açıları getirerek bu tutarsızlığın ortadan kaldırılabileceğini ileri sürebilir olmamızdır. (Her iki sav Newton-mekaniğinin savunulmasında Einstein'e karşı sık sık öne sürülmüştür; bu savlara, tinsel bilimlerde de başvurulmaktadır.) Görgül-bilimlerde kesin tanıtlar [ya da kesin olarak çürütülebilirliği[1]**] bekleyen, deneyimden hiçbir zaman yarar sağlayamaz ve neden yanıldığını da öğrenemez.

O halde görgül-bilimi, yalnızca önermelerin yapısına ilişkin biçimsel açıdan mantıksal verilerle tanımladığımızda, eskimiş bilimsel bir dizgeyi yadsınamayan bir doğru olarak öne çıkaran "fizikötesinin" alışılagelmiş bir biçimini görgül-bilimden dışlayamayız.

Bu nedenle görgül-bilimi, dizgelerle nasıl çalışılacağını gösteren *yöntem* olarak betimliyoruz; başka bir deyişle, araştırmacıyı, düşündüğümüz anlamda bilimsel çalışmalar yürütürken, yönlendirecek kuralları ya da normları öne sürmek istiyoruz.

10. Yöntem Öğretisinde "Doğalcı" Yaklaşım. Bizim yaklaşımımızla olgucu yaklaşım arasındaki köklü görüş ayrılığına bir önceki kesimde kısaca değinmiştik.

[1] **Burada parantez içindeki sözcükleri –"ya da kesin olarak çürütülebilirliği"– kullanmamın birinci nedeni, daha önceki tümcelerde bunun açıkça ifade edilmiş olması ("dizgenin çürütülebilirliği için kesin olarak mantıksal bir tanıt asla öne sürülemez") ve ikinci nedeni, benim "tam" ya da "kesin olan" yanlışlanabilirlik öğretisine dayanan bir ölçütü (üstelik *sınırlandırma ölçütünü* değil de, *anlam ölçütünü*) istiyormuşum şeklinde sürekli ileri sürülen yanlış yorumların önüne geçmektir. Bkz. yeni Ek *XIV (1981).

Olgucular, "olgulara dayanan" görgül-bilimlerin sorunları dışında, bilgi kuramı ya da yöntem öğretisi gibi felsefi bir bilimin araştırması gereken[1]* başka "anlamlı sorunların" var olabileceğini kabul etmek istemez; felsefeye ilişkin bu sorunları "sözde-sorunlar" gibi görmek isterler. Böyle bir eğilime (gerçi bu, eğilim ya da öneriden çok, bir bilgi[2]* olarak savunulmaktadır), doğal olarak her zaman başvurulabilir. Kuşkusuz herhangi bir sorunu, "anlamsız sözde bir sorun" diye ortaya atmaktan daha kolay bir şey yoktur; sıkıntı veren bu soruların özünde bir "anlam" aramanın gerekli olmadığını açıklayabilmek için, yalnızca "anlamlılık" kavramının anlamını daraltmak yetecektir. Böylece, yalnızca görgül-bilimlerin soruları "anlamlı" sorular olarak kabul edildiğinde[1], anlamlılık kavramı üzerine yapılan tartışmalar da anlamsız[2] olacaktır: Bu anlamlılık dogması bir kez yüceltildiğinde, tüm saldırılardan devamlı korunacaktır, "sorgusual edilmez ve kesinlikle tanımlanmış" olacaktır [Wittgenstein][3].

Felsefe ne kadar eskiyse, varoluşuna ilişkin tartışmalar da neredeyse o kadar eskiye uzanır. Felsefeye ilişkin sorunları kesin bir şekilde sözde sorunlar olarak açıkça ortaya koyan ve felsefi zırvalarla, anlamlı olgucu görgül-bilimleri karşı karşıya getiren "yepyeni" akımlar sık sık karşımıza çıkar. Buna karşın, küçümsenen "ekol-felsefesi" de, sürekli olarak bu ("olgucu") akımın temsilcilerine, felsefedeki sorunun, aslında söz konusu olguculuğun düşünmeksizin doğal olarak kabul ettiği [ve tartış-

[1] *Kitabımın ilk baskısı yayımlanmadan önceki iki yıl boyunca, yöntem öğretisinin, ne görgül bir bilim ne de salt mantık olduğuna ilişkin ileri sürdüğüm görüşlere, Viyana Çevresi'nden, bunun mümkün olamayacağı şeklinde sürekli eleştiriler gelmiştir; çünkü onlara göre, bu iki alan dışında kalan her şey düpedüz anlamsızdır. (Daha 1946'da aynı görüşü Wittgenstein da savunmuştur, bununla ilgili bkz. *The Nature of Philosophical Problem* adlı yapıtım, ve şimdi de artık *Conjectures and Refutations* adlı yapıtımın 2. bölümü, dipnot 8, s. 69.) Daha sonraları da, doğrulanabilirlik ölçütü yerine sanki *anlamlılığa* yönelik yanlışlanabilirlik ölçütünü kullanmak istediğim şeklinde sürekli ileri sürülen karşıt görüş tarihe karışmıştır. Bkz. *Postscript*'im özellikle *19.-*22. kesimler.

[2] *Bu arada bazı olgucular bu tutumlarından vazgeçmişlerdir; bkz. bu kesim, dipnot 6.

[1] WITTGENSTEIN, *Tractatus Logico-Philosophicus*, 6, 53. önerme.

[2] WITTGENSTEIN, *Tractatus Logico-Philisophicus* adlı çalışmasının sonunda (anlamlılık kavramına açıklık getirirken) şöyle yazmıştır: "Tümcelerim şu yönde açıklık getirmektedir: Beni anlayan, sonunda bunların anlamsız olduklarını görecektir..."

[3] WITTGENSTEIN, a.g.y., Önsöz'ün sonu.

maksızın kesin olarak benimsediği] deneyimin[4] [eleştirel] irdelemesi olduğunu kabul ettirmeye çalışır. Ancak olgucular için yalnızca görgül-bilimlerin soruları anlamlı olduğundan böyle bir eleştiri onlar için hiçbir önem taşımamaktadır; çünkü olgucular için "deneyim", –eğer sorun (görgül-bilimsel) ruhbilimin sorunu değilse– asla bir sorun değil, bir işlemler bütünüdür.

Burada ortaya koymak istediğimize –görgül-bilimin yöntemi olarak "deneyimin" irdelenmesi konusuna– olgucular da kuşkusuz çok farklı yaklaşmayacaktır. Onlara göre yalnızca mantıksal eşsözler ve görgül önermeler vardır; eğer yöntem öğretisi mantık değilse, *görgül* bir bilim –yani doğa bilimcinin "iş başındayken"ki davranışlarının bilimi– olmalıdır.

Yöntem öğretisinin –ister bilim adamlarının gerçek davranışlarının bir öğretisi, ister "bilimdeki gerçek işlemlerin" bir öğretisi olsun– görgül bir bilim olduğu şeklindeki bu yaklaşım, *doğalcı yaklaşım* olarak nitelendirilebilir. Kuşkusuz doğalcı bir yöntem öğretisinin de (bazılarına göre "tümevarımsal bilim öğretisi"[5]) kendine göre bir değeri vardır: Her bilgi mantıkçısı bu tür eğilimlere ilgi gösterecek ve onlardan bir şeyler öğrenecektir. Biz yine de, burada "yöntem öğretisi" olarak nitelendirdiğimizi, görgül bir bilim olarak algılamıyoruz. Ayrıca bilimin tümevarım ilkesine başvurup vurmadığına ilişkin tartışmalı sorulara, görgül bir bilimin araçlarıyla karar verilebileceğine de inanmıyoruz – üstelik neyi bilim ve kimi bilim adamı olarak kabul etmek istediğimizi kararlarla saptıyorsak, bu daha da olanaksızdır.

Bu nedenle, bu tür soruları farklı bir şekilde ele alacağız ve öncelikle örneğin, tümevarım ilkesi olan ve tümevarım ilkesi olmayan bir yöntembilimsel kurallar dizgesini, araştıracağız. Bunun sonunda böyle bir ilkenin çelişkilerden arınmış olarak uygulanabilir, amaca uygun ve zorunlu olup olmadığını sorgulayabiliriz. Bu ilkeyi reddetmemizin nedeni, gerçekten buna

[4] H. GOMPERZ yapıtında (*Weltanschauungslehre I*, 1905, s. 35) şöyle yazmaktadır: "*Deneyim* sözcüğünün bitmek tükenmek bilmeyen sorunsallığını hesaba katarsak,... ona karşı... coşkulu bir evetlemeden çok en titiz ve dikkatli eleştirinin daha uygun olabileceğine inanmak zorundayız..."

[5] Bu şekilde yaklaşanlar: DINGLER, *Physik und Hypothese, Versuch einer induktiven Wissenschaftslehre* (1921); benzer şekilde V. KRAFT, *Die Grundformen der wissenschaftlichen Methoden* (1925).

bilimde başvurulmaması değildir. Biz bu ilkenin uygulanmasının gereksiz, amaçsız ve hatta çelişkilere yol açabileceği kanısındayız.

Yukarıdan da anlaşıldığı gibi, doğalcı yaklaşımı kabul etmiyoruz: Çünkü, bu yaklaşım eleştirel değildir; çünkü bu yaklaşım, bilgilerin olabileceğini düşündüğü yerde saptamalar yaptığının farkında değildir[6]; böylelikle onların saptamaları dogmalar olmaktadır. Bu, anlamlılık ölçütü, bilim kavramı ve bununla birlikte de görgül-bilimsel yöntemin kavramı için de geçerlidir.

11. Kararlar Olarak Yöntembilimsel Kurallar. Yöntembilimsel kuralları kararlar olarak ele alıyoruz. Bunları, deyim yerindeyse, "görgül-bilim" oyununun kuralları olarak da tanımlayabiliriz. Bu kurallar aynı satranç kuralları gibi –bu kuralları zaten mantığın bir dalı olarak göremeyiz– mantık kurallarından farklıdır: Mantığın kuralları, formüllerin dönüştürümlerine ilişkin saptamalar olduğundan, belki de satranç kurallarının incelenmesi, "satrancın mantığı" olarak betimlenebilir, ama tamamıyla "mantık" olduğu söylenemez. İşte benzer şekilde, bilim oyununun –yani bilimsel araştırmanın– kurallarının irdelenmesi, *bilimsel araştırmanın mantığı* olarak tanımlanır.

Böyle bir incelemeyle salt mantıksal olan bir incelemeyi aynı düzeyde ele almanın amaca uygun olmadığını, aşağıdaki yöntembilimsel kuralların basit iki örneği gösterecektir:

(1) İlke olarak bilim oyununun sonu yoktur: Günün birinde bilimin önermelerini artık daha fazla sınamayıp, onları bütünüyle doğrulanmış kabul eden oyundan atılır.

[6] (İlk düzeltmede yapılmış Ekleme, 1934) Burada kısaca geliştirdiğimiz, neyi "gerçek önerme" ve neyi "anlamsız sözde önerme" olarak nitelendirmek istediğimizin saptamalara bağlı olacağı görüşünü (ve bu nedenle de fizikötesinin dışlanmasının yalnızca saptamalara bağlı olduğunu) yıllardır savunuyorum. Olguculuğa (ve "doğalcı" yaklaşıma) [buradaki gibi] getirdiğim eleştiri, gördüğüm kadarıyla artık CARNAP'ın yakın zamanda yayımlanan *Logische Syntax der Sprache* (1934) yapıtına yönelik değildir. Bu yapıtında Carnap da bu tür soruların saptamalara temellendirildiği görüşünü ("hoşgörü ilkesini") savunmaktadır. Carnap'ın Önsözü'nden, Wittgenstein'ın yayımlanmamış çalışmalarında da benzer bir yaklaşım içinde olduğunu çıkarıyorum. (Yine de bkz. bu kesimde, dipnot 1*.) –Ne var ki, CARNAP'ın *Logische Syntax* adlı çalışması yapıtımda dikkate alınamamıştır.

(2) Bir kez ortaya atılmış ve geçerliliği sağlanmış[1]* varsayımlardan, "ortada hiçbir neden olmaksızın" vazgeçilemez; ancak şu "nedenlerle" onları eleyebiliriz: Daha iyi sınanabilen başka varsayımların bulunması; vargıların yanlışlanması vb. ("Daha iyi sınanabilen" ifadesi ileride ayrıntılı bir şekilde ele alınacaktır.)

Bu iki örnek, yöntembilimsel kuralların kendine özgü özelliğini göstermektedir. Bunlar, mantıksal kurallar olarak nitelendirdiğimiz kurallardan çok faklıdır: Mantık belki bir önermenin sınanabilir olup olmadığını ölçütlerle belirler; ama birisinin önermeyi sınamak için çaba gösterip göstermediğiyle ilgilenmez.

6. kesimde görgül-bilim kavramını yanlışlanabilirlik ayracı yardımıyla tanımlamaya çalışırken, bazı eleştirilerin haklı olduğunu kabul ederek, tanıma ek olarak bir de yöntembilimsel bir boyut kazandırılması gerektiğini öngörmüştük. Bu nedenle, –nasıl ki satrancı, kurallarıyla tanımlamayı düşündüysek– görgül-bilimleri de yöntembilimsel kurallarla tanımlayacağız. Bu kuralları saptarken dizgesel bir yol izlenmelidir: Önce "büyük" bir kural ortaya atılır; bu, diğer yöntembilimsel kuralları saptamak için bir norm, başka bir deyişle *en üst düzeyde* bir kuraldır. Bu kurala göre, bilimde kullanılan önermelerin olası yanlışlanmaları engellenmeyecek şekilde farklı bilimsel işlemlerin düzenlenmesi gerekmektedir.

Yöntembilimsel kurallar buna göre alt alta dizilmiştir ve sınırlandırma ayracına da sıkıca bağlıdır; ama bu ilişki *mantıksal açıdan katı tümdengelimsel* değildir[1]: Bu kurallar, sınırlandırma ayracının uygulanabilirliğini sağlayabilecek şekilde düzenlenmiştir; başka bir deyişle, önermenin dizgede yer alıp almayacağı yalnızca en üst düzeydeki bir kuralla belirlenmiştir. Bununla ilgili bir örneği yukarıda vermiştik: Artık sınanmalarına gerek duymadığımız kuramlar (bkz. 1. kural) hiçbir zaman yanlışlanamaz olur, vb. İşte kurallar arası bu dizgesel ilişki nedeniyle, biz yöntem *öğretisi*'nden söz edeceğiz. Kuşkusuz bu öğretinin önermeleri, örneklerimizde de görüldüğü gibi, kendiliğinden anlaşılır

[1]* "Sağlamak" sözcüğünü İngilizceye önce "confirm" olarak çevirdim. Bu nedenle "sağlanmış" ve "sağlama" sözcüklerini de İngilizcede "confirmed" ve "confirmation" olarak kullandım. Ancak bu şekildeki kullanımlar, yanlış anlaşılmalara yol açtığından, artık bu sözcüklerin yerine "corroborate", "corroborated" ve "corroboration" sözcüklerini kullanıyorum. Bununla ilgili bkz. Bölüm X, ilk dipnot, s. 285vd.

[1] Bkz. K. MENGER, *Moral, Wille und Weltgestaltung* (1934), s. 58vd.

saptamalardır; yöntem öğretisinden derin bir bilgi beklenmemelidir[2]*. Yine de birçok durumda, hatta bazen –örneğin olasılık önermelerinin nasıl saptanabileceği sorunundaki gibi– önemli ve henüz çözümlenmemiş sorularda da, mantıksal durumun açıklanmasına yardımcı olmaktadırlar (bkz. kesim *68*).

Bilgi kuramındaki soruların dizgesel bir bağıntı içinde alt alta sıralanabileceğine ve dizgesel açıdan ele alınabileceğine genellikle kuşkuyla bakılmıştır. Bu yapıt, söz konusu kuşkuların haksız olduğunu gösterecektir. Şu noktayı göz ardı etmemeliyiz: Yalnızca verimliliğinden ve vargılarının aydınlatıcı güçlerinden dolayı, bir sınırlandırma ayracının belirlenmesi gerektiğini önermiştik. Menger[2], "Tanımlar dogmadır, yalnızca onlardan varılmış tümdengelimler bilgidir" demiştir ve bu kuşkusuz, bilim kavramının tanımı için de geçerlidir: Yalnızca görgül-bilime ilişkin getirdiğimiz tanımın vargılarına (ve bu tanımla bağlantılı olan yöntembilimsel kararlara) bakarak, araştırmacı, tanımın yaptığı işin hedefine uygun olup olmayacağını anlayabilecektir[3]*.

Aynı şekilde felsefeci de tanımımızın amaca uygun olup olmayacağına, yalnızca vargılarına bakarak karar verecektir. Bu nedenle vargılar, var olan bilgi kuramlarındaki çelişmelerin ve yetersizliklerin bulunmasına ve bunların, temel alınan saptanmış önermelere kadar geri götürülmesine; bununla birlikte önerilerimizin benzer sorunlarla karşı karşıya kalıp kalmadığının sınamasına da yardımcı olmalıdır. Doğa bilimleri için de büyük önem taşıyan çelişkileri çözme yöntemi, bilgi kuramına özgü bir niteliktir; bu yöntem, bilgikuramsal saptamaları herhangi bir savunmaya ya da sağlamaya götürebilecek en geçerli yoldur[3].

[2]* Her ne kadar "sağlanmışlık derecesi ≠ olasılık" gibi kanıtsavların *tanıtlanabileceği* gerçeği (bkz. Ek *IX) kabul edilmez ve bu nedenle de *oldukça* yüzeysel anlam taşısa da, bu yaklaşımı halen benimsiyorum.

[2] K. MENGER, *Dimensionstheorie* (1928), s. 76.

[3]* Bkz. H. ALBERT'in, *Theorie und Realität* (1964), yapıtındaki yorumlarım (Bölüm 1).

[3] Çalışmamda, çelişkilerin çözülmesine ilişkin bu eleştirel yöntem –istenirse bu *"eyişimsel <dialektisch> yöntem"*, olarak da algılanabilir–, çelişkilerin çözümünün yöntembilimsel vargılarında geliştirilebileceği yaklaşımının gerisine gitmektedir. Henüz yayımlanmamış çalışmamda [*Die beiden Grundprobleme der Erkenntnistheorie*, 1979] bu eleştirel yolu tutmaya ve (Hume'dan Kant'a, Kant'tan Russell ve Wittgenstein'a kadar uzanan) klasik ve modern bilgi kuramındaki sorunlarının *"sınırlandırma sorununa"*; görgül-bilimin ölçütünün ne olabileceği sorusuna dayandırılabileceğini göstermeye çalıştım.

Felsefecinin, yöntembilimsel incelemelerimizi "felsefi bir yaklaşım" olarak tanımlamak isteyip istemeyeceği elbette kuşkuludur; ama bu bizim için hiç önemli değildir. Yalnız bu bağlamda, fizikötesine ve "felsefeye ilişkin" birçok savın, yöntembilimsel kuralların dayanakları olarak algılanabileceğini hatırlatmak istiyoruz. Bununla ilgili bir sonraki kesimde "nedensel ilke" konusunda bir örnek göreceğiz. Burada bir de, önermenin nesnellik boyutunu anımsatmak istiyoruz: Bilimsel nesnelliği öngörmek, yöntembilimsel kural olarak algılanabilir; bu kurala göre, yalnızca öznellerarası sınanabilir önermeler bilimde yer alabilir (konuya ilişkin ayrıntılar [*8.*], *20.*, *27.* ve diğer kesimlerde yer almaktadır). Felsefeye ilişkin önemli birçok sorunun bu tür yöntembilimsel sorular olarak düşünülebileceğini söyleyebiliriz.

İKİNCİ KISIM

BİR DENEYİM KURAMININ TEMEL TAŞLARI

Bölüm III

KURAMLAR

Görgül-bilimler kuram dizgelerdir. Bilgi mantığı, kuramların kuramı olarak adlandırılabilir.

Bilimsel kuramlar evrensel önermelerdir; her betimleme gibi, simge veya imsel dizgelerdir. Ama biz, kuramlarla özel veya "somut" önermeler arasındaki ayrımı, kuramlar *yalnızca* simgesel tamdeyimler veya kalıplardır şeklindeki tanımlamayı anlamlı bulmuyoruz. En "somut" önermeler bile bunlardan farklı bir şey değildir[1*]

Kuram, "dünyayı" kuşatmak; ussallaştırmak, açıklamak ve ona egemen olmak amacıyla attığımız ağdır. Durmaksızın bu ağın gözlerini daraltmaya çalışırız.

12. Nedensellik, Açıklama, Tümdengelimli Kestirim. Bir olayın "nedenini açıklamak", onu betimleyen bir önermeyi, *yasalardan*

[1*] Burada, ileride "Araççılık" <Instrumentalismus> olarak nitelendirdiğim, Viyana Çevresi'nde, Mach'ın, Wittgenstein'ın ve Schlick'in öncüleri olduğu görüşe göndermede bulunuyorum (Bkz *4.* kesimdeki *4. ve 7. dipnotlar ve *27.* kesimdeki 5. dipnot). Bu anlayışa göre, bir kuram kestirime yarayan bir araçtan *başka bir şey değildir.* Bu görüşü, "A Note on Berkeley as a Precursor of Mach", *Brit. Journ. Philos. Science 6*, 1953, s. 26vd. ve "Three Views Concerning Human Knowledge" *Contemporary British Philosophy III*, 1956, yayımlayan H. D. Lewis, s. 355vd. (her iki çalışma da *Conjectures and Refutations*, 1963'de yer almaktadır) çalışmalarımda çözümledim ve eleştirdim. Bakış açım kısaca şöyle özetlenebilir: Günlük yaşamda kullandığımız dil kuramlarla doludur; gözlemler zaten *kuramların ışığında yapılmış gözlemlerdir*; fakat tümevarımsal önyargı, çoğu kişiyi, kuramsal dilden farklı, kuramdan bağımsız ve salt görüngüsel bir dilin ("phenomenal language") var olabileceğine inandırmaktadır; ve sonuçta kuramcının, her şeyden önce "açıklamayı", daha doğrusu, açıklama getirebilen sınanabilir kuramları bu biçimde ortaya koymaktan yana olduğunu ve yalnızca kuramsal nedenlerden dolayı uygulamalarla ve kestirimlerle ilgilendiğini belirtmek zorundayız; çünkü bunlar, kuramların sınanmasında kullanılabilecektir (Bkz. Yeni Ek *X.).

ve sınır koşullarından tümdengelimle türetmektir. Örneğin, bir ipin kopma nedenini, ipin 1 kilograma kadar dayanıklı olduğunu; buna rağmen 2 kilogramlık bir ağırlık yüklendiğini saptadığımızda "nedensel olarak" açıklamış oluruz. Bu açıklamanın birden çok öğesi vardır; bir yandan, "taşıyabileceği ağırlıktan fazlası her yüklenişte ip kopar" varsayımını – bir doğa yasası niteliğindeki önermeyi; diğer yandan, yalnızca söz konusu durumda geçerli özel önermeleri [örneğimizde bunlar iki tanedir] içerir: "Bu ipin taşıyabileceği ağırlık 1 kilogramdır" ve "bu ipte asılı ağırlık, 2 kilogramdır"[1*].

Demek ki, ancak birlikte tam olarak "nedensel açıklamayı" veren iki farklı önerme karşımıza çıkar: [*1*] *evrensel önermeler*; –varsayımlar, doğa yasaları– ve [*2*] *özel önermeler*; yani sadece söz konusu durum için geçerli önermeler– "sınır koşulları". Özel önerme, tüm evrensel önermelerden sınır koşullarının yardımıyla tümdengelimsel yöntemle türetilebilir: "Bu ip, şu ağırlık ona asılırsa kopar". Bu önermeyi (özel veya tekil) *kestirim* olarak adlandırıyoruz[2*].

Sınır koşullarını bazen "gerçek neden" (ipin kopmasının gerçek nedeni, 1 kilograma dayanıklı bir ipe 2 kilogram yüklenmesidir gibi) ve kestirimi de, kullanmaktan kaçındığımız bir ifade biçimi olan "etki" olarak adlandırma eğilimi vardır. Fizikte "nedensel açıklama" kavramının kullanımı, genellikle kullanılan evrensel yasalar, "yakın etki yasasına" (türevsel denklemlere) benzeyecek biçimde, özel durumlara indirgenir. Ama biz bu indirgemeye de değinmek istemiyoruz. Kuramların [tümdengelimsel yöntemle açıklamayı getiren kuramların] uygulanabilirliği; özellikle de "nedensel önerme" ("nedensel ilke") hakkında [evrensel] önermeler de ortaya koymayacağız.

1* Bu örneğin açık bir çözümlemesi –bu durumda *iki* yasa ve iki sınır koşulundan söz edeceğiz– şu biçimde olabilir: "Belli bir S yapısına sahip (malzemesi, kalınlığı gibi) her ipin kendine özgü bir w ağırlığı vardır. İpe, w'den daha fazla bir ağırlık yüklenirse, kopar". – "S_1 yapısına sahip her ipin kendine özgü w_1 ağırlığı 1 kg'dır." İşte evrensel yasalar bunlardır. "Bu, yapısı S_1 olan bir iptir" ve "İpe yüklenilmesi gereken ağırlık 2 kg'dır" ifadeleri de söz konusu iki sınır koşuludur.

2* Burada kullanılan anlamıyla "kestirim", geçmişle ilgili önermeleri ve hatta açıklamak istediğimiz "öne sürülmüş" önermeleri de ("Explikanda") kapsamaktadır; bkz. *Das Elend des Historizismus* (Almanca baskısı 1965) adlı kitabım, s. 104 vd. ve *Postscript* bölüm *15.

"Nedensel önerme" herhangi bir olayın "nedensel açıklamasının" *olabileceği*, yani kestirilebileceği savındaki önermedir. Burada *olabilirlik* nasıl anlaşılırsa anlaşılsın, bu tür bir önerme "çözümsel yargının" eşsözel önermesi veya "bireşimsel yargının" doğru önermesi biçimindedir. Eğer *olabilirlik* savı *mantıksal* bir olanağa işaret ediyorsa, bu durumda önerme, eşsözeldir; çünkü herhangi bir kestirim için her zaman söz konusu kestirimin türetilebildiği evrensel önermeler ve sınır koşulları vardır (söz konusu evrensel önermelerin başka durumlarda uygun olup olmadığının kanıtlanması ayrı bir konudur). Diğer yandan *olabilirlik* savı, dünyaya katı kanunların egemen olduğunu, her olayın, genel bir kanunun özel durumu (ya da buna benzer bir şey) olabileceğini imliyorsa, önerme bireşimseldir; ama ileride de (kesim *78*) göreceğimiz gibi, yanlışlanamaz; bu nedenle ne savunacağız ne de yadsıyacağız, yalnızca onu "fizikötesi" sayarak bilimden dışlamakla yetineceğiz.

Bunun yerine "nedensel önermeye" büyük oranda benzeşen (onun fizikötesi bağlılaşığı olarak kabul edilebilir) basit bir yöntembilimsel kural olan yasalar ve tutarlı kuramlar dizgesi arayışından vazgeçmeme ve betimleyebileceğimiz hiçbir olaydan kaçmama ilkesini getireceğiz[1]. Bu kuralla araştırmacı görevini

[1] Nedensellik ilkesini böyle bir kuralın ya da böyle bir yargının ifadesi olarak nitelendirme H. GOMPERZ'den çıkmıştır, *Das Problem der Willensfreiheit* (1907); bununla birlikte bkz. SCHLICK, *Die Kausalität in der gegenwärtigen Physik, Naturwissenschaften 19* (1931), s. 154. *Burada, aslında kuramcının amacını, her şeyden önce, nedensel açıklamalar araması gerektiği kararıyla ortaya koyduğunu vurgulamak istiyorum; bu da zaten kuramsal bilimin amacıdır. Kuramcının amacı, *her şeyi açıklayabilen kuramlar* bulmak (mümkün olduğunca *gerçeği ve doğruyu* açıklayan kuramlar), yani yerkürenin özel yapısal niteliklerini tanımlayan ve sınır koşulları yardımıyla açıklanabilir sonuçların çıkarsanmasını bizlere olanaklı kılan kuramlar aramaktır. Bu böltimde amacımız, yalnızca nedensel açıklamadan ne anladığımızı kısaca vurgulamaktı. Konuyla ilgili daha ayrıntılı bir irdeleme Ek *X'da ve *Postscript*'imin *15. bölümünde yer almaktadır. Nedensel açıklamayla ilgili olarak getirdiğim açıklama, bazı olgucular ya da "araççılar" tarafından açıklamayı yok sayabilecekleri düşünceyle yorumlanmaya çalışılmıştır. –Her şeyi açıklayabilen kuramların, kestirimlerin tümdengelimi için öncüllerden *başka bir şey* olmadığı savı ileri sürülmüştür. Bu nedenle, kuramcının, *açıklamadaki amacının*; yani her şeyi açıklayan kuramların ortaya atılmasında, kestirimlerin türetilebilmesi için pratik-teknik bir eğilime indirgenemeyeceğini açıkça söylemek istiyorum. Tersine, kuramcı kuramlarının doğru olup olmadığının deneylemesinde; başka bir deyişle, kuramlarının sınanmasında, kuramlarının yanlışlanabilir olup olmadığını kanıtlamak amacıyla kestirimlere ilgi duymaktadır. Bkz. Ek *X, dipnot 4 ve metin.

belirler. Fizikteki son gelişmelerin (belli bir alanda) yeni yasa arayışlarını anlamsız kılması[2] nedeniyle bu kuralın geçersiz olduğu şeklinde ileri sürülen görüşü doğru bulmuyoruz. Bu konuya ileride (78. kesimde) tekrar döneceğiz[3*]

13. Önermelerin Türsel ve Sayısal Evrenselliği. Bireşimsel önermeleri "türsel" ve "sayısal" evrensellik olarak ikiye ayırabiliriz. Yalnızca türsel-evrensel önermeler bizim şu ana kadar evrensel önermeler olarak adlandırdığımız önermelere –kuramlara ve doğa yasalarına– karşılık gelir; sayısal-evrensel önermeler ise, özel önermelerle [ya da özel önermelerin tümel evetlemeleriyle] eşdeğerdir ve tarafımızdan da öyle nitelendirilecektir.

Örneğin şu iki önermeyi karşılaştıralım: (a) enerjilerinin hiçbir zaman belirli bir niceliğin (yani *hν*/2'nin) altına düşmemesi, tüm titreşkenler için geçerlidir; (b) insan boyunun belirli bir niceliğin (yaklaşık 2,5 metrenin) altında olması, şu anda dünyada yaşayan tüm insanlar için geçerlidir. Çıkarımların kuramıyla ilgilenen mantık (ya da lojistik) için bu iki önerme "genel önerme"dir; daha doğrusu "genel koşullular"dır[1]. Oysa biz aralarında var olan farkı vurgulamak istiyoruz: (a) önermesi her yer ve zaman için doğrudur; buna karşılık (b) önermesi kişisel bir uzay-zaman kesitinde sonlu bir öğeler kümesini kapsamaktadır. Bu tür önermeler, ilkesel olarak tekil önermelerin tümel evetlemesiyle de ifade edilebilir; çünkü zaman yeterli olduğunda (sonlu) kümenin tüm öğeleri tek tek sayılabilir; işte bu durumda sayısal evrensellikten söz ederiz. Buna karşılık titreşkenlerle

2 Bu görüşü SCHLICK de benimsemiştir, bkz. yukarıda anılan yapıt, s. 155: "*... söz konusu olanaksızlık...*" (burada söz konusu olan, Heisenberg'in ileri sürdüğü, tam kestirimlerin olanaksızlığıdır) "*...söz konusu formülün aranmasının olanaksızlığıdır*" (Bkz. kesim *78*, dipnot 1.).

3* Bkz. *Postscript*'imdeki *IV.-*VI. bölümler.

1 Klasik mantık (aynı şekilde modern mantık) genel, tikel ve tekil önermeler arasındaki farkı şu biçimde ortaya koymaktadır: Genel önerme, belli bir kümenin tüm öğelerini; tikel önerme, belli bir kümenin bazı öğelerini; tekil önerme ise, belli bir kümenin yalnızca belli bir öğesini (tek bir varlığını) içermektedir. Bu ayrım bilgi mantığına göre değil, mantıksal çıkarım tekniğine dayanarak geliştirilmiştir. Bu nedenle "evrensel önermelerimizi" ne klasik mantıktaki genel önermelerle ne de lojistiğin ("biçimsel" ya da) "genel koşullularıyla" özdeşleştirebiliriz. (bkz. kesim *14*, dipnot 6) *bkz. Ek *X ve *Postscript*, bölüm *15.

ilgili önermeyi, ancak dünyanın sonlu bir ömrü olduğunu ve bu dünyada yalnızca sonlu sayıda titreşken olduğunu varsayarsak, sonlu birçok tekil önermenin tümel evetlemesiyle ifade edebiliriz. Ancak biz böyle düşünmeyip (her şeyden önce böyle bir varsayımı fiziksel kavramların tanımı içine almıyoruz), (a) önermesini *"tümel önerme" <Allsatz>*; yani sonsuz sayıda öğenin önermesi olarak nitelendiriyoruz. Bu biçimde yorumladığımızda (a) önermesi doğal olarak, sonlu birçok tekil önermenin tümel evetlemesiyle ifade edilemez.

"Tümel önerme" olarak nitelendirdiğimiz kavram, bireşimsel tümel önermelerin, ilkesel olarak sonlu birçok tekil önermenin tümel evetlemesine çevrilebilir olmaları anlayışının karşısında yer alır. Bu görüşü savunanlar[2], türsel-evrensel bir önermenin hiçbir zaman doğrulanamayacağını ileri sürmekte ve doğrulanamayan önermeleri, mantıksal ölçütlere vb. dayanarak yadsımaktadırlar.

Doğa yasalarının, tümel önermeler ve özel önermeler arasındaki bu ayrımı ortadan kaldırdığı yönündeki görüşe göre, tümevarım sorunu çözümlenmiş gibi görünmektedir; çünkü özel önermelerden sayısal-evrensel önermeler türetmek tartışmasız mümkündür; ancak bu yolla tümevarımın yöntembilimsel sorununun ele alınmadığı da açıktır. Bir doğa yasasının doğrulanması, yalnızca kapsamında bulunan tüm olaylar tek tek görgül olarak belirlenebilir ve sonuçta tüm olayların kendisiyle tutarlı olduğu saptanabilirse mümkündür – bu da asla gerçekleştirilemez.

En azından bu sorun kanıtlarla çözümlenemez; burada yine yalnızca saptamalar söz konusu olabilecektir. Bu nedenle, yöntembilimsel durumları dikkate alarak, doğa yasalarını evrensel-bireşimsel önermeler veya tümel önermeler; yani "tüm uzay-zaman kesitleri (veya tüm uzay-zaman bölgeleri) için geçerli olan..." biçimindeki (doğrulanamaz) önermeler olarak; yalnızca belirli, sonlu uzay-zaman bölgeleri kapsamındaki önermeleri de, özel veya tekil önermeler olarak adlandırmayı anlamlı buluyoruz.

[2] Bkz. örneğin F. KAUFMANN, "Bemerkungen zum Grundlagenstreit in Logik und Mathematik", *Erkenntnis 2* (1931), s. 274.

Biz (türsel) tümel önermelerle sayısal-evrensel önermeler; daha doğrusu özel önermeler arasındaki farkı, yalnızca bireşimsel önermelere uyarlayacağız; aynı zamanda benzeşen bu ayrımın, çözümsel önermelerde de [örneğin belirli matematiksel önermelerde] bulunabileceğine işaret etmek istiyoruz[3].

14. Evrensel ve Bireysel Kavramlar. Evrensel ve özel *önermeler* arasındaki ayrım, evrensel ve bireysel *kavramlar* arasındaki farktan kaynaklanmaktadır.

Bu farklar şu örneklerle açıklanabilir: "Başkomutan", "Gezegen", "H_2O", genel veya evrensel kavramlardır; "Napolyon", "Dünya Gezegeni","Atlantik Okyanusu", tekil veya bireysel kavramlardır. Buna göre evrensel olanlar, özel adlar olmaksızın tanımlanabilen kavramlarken, bireysel olanlarsa, ya *özel adlardır* ya da özel adlarla tanımlanan kavramlardır.

Biz bu ayrımı belirleyici buluyoruz: Bilimsel her uygulama, bilimsel varsayımlardan (aslında bunlar evrensel önermelerdir) özel durumlara indirgenecek sonuçlar çıkarmayı, özel kestirimler türetmeyi amaçlar; ama her özel önermede bireysel kavramlar yer almalıdır.

Bireysel kavramlar genelde bilimdeki (özel) önermelerde uzay-zaman koordinatları olarak karşımıza çıkar; çünkü kullanılan uzay-zaman koordinat sisteminin çıkış noktası bireysel kavramlardır ve başlangıç noktaları; örneğin "Greenwich" ve "İsa'nın Doğumu" gibi özel adlarla belirlenmiştir; birçok bireysel kavramı bu biçimde sınırlı sayıdaki bu özel adlara indirgeyebiliriz[1].

Bireysel kavramları "buradaki", "şuradaki" gibi ifadelerle ya da bunların yerini tutan imlerle; kısaca özel ad olmayan fakat özel adların veya koordinatların yerini alabilecek imlerle ifade edebiliriz. Bazen evrensel olanları da, tersine, önce bireysel kav-

[3] Örnekler: (a) her doğal sayının bir ardılı vardır; (b) 11, 13, 17, 19 sayıları dışındaki 10 ile 20 arasında tüm sayılar bileşenlerine ayrılabilir.

[1] Buna karşın, önce bireysel kavramlarla belirlenmiş koordinat sisteminin ölçü birimleri (dünyanın dönmesi, Paris'teki uzunluk ölçüsü standardı) ilkesel olarak evrensel kavramlarla tanımlanabilir; örneğin: belirli bir biçimde bir araya gelmiş atomların yaydığı tek renkli ışığın frekansı, ya da dalga boyu ile.

ramlara işaret ederek; örneğin "aynı biçimde diğerleri" ya da "bunun gibi" diyebiliriz; böylece bu bireysel kavramları, salt evrensel kavramlarla tanımlanmış bir kümenin öncüleri olarak betimlemiş oluruz. Evrensel (genel) kavramların nasıl *kullanıldığını*, bireysel kavramlara nasıl *uyarlandığını* bu yolla öğreniriz; çünkü bu uygulamanın mantıksal temelinde yatan, bireysel kavramların [bireysel kavramlar yalnızca öğeleri değil, kümeleri de ifade ettiklerinden] evrensel kavramlarla, hem bir öğe küme ilişkisi hem de öğe altküme ilişkisi içersinde olabileceğidir; böylece, örneğin "köpeğim Lux" yalnızca (bireysel) "Viyana köpekleri" kümesinin bir *öğesi* değil, aynı zamanda (evrensel) "memeli hayvanlar" kümesinin de bir öğesidir. Ve "Viyana köpekleri" de yalnızca (bireysel) "Avusturya köpeklerinin" bir *alt kümesi* değil, aynı zamanda (evrensel) "memeli hayvanların" da bir alt kümesidir.

"Memeli hayvanlar" kavramının evrensel bir kavrama örnek olarak kullanımı yanlış anlaşılmalara yol açabilir; "Memeli hayvan", "Köpek" ve benzeri sözcükler, dildeki kullanımları yönünden (açık bir biçimde) tanımlanmamıştır. Bunların bireysel kavramlar olarak mı, yoksa evrensel kavramlar olarak mı anlaşılması gerektiği, bu sözcüklerin gezegenimizde yaşayan (yani kişisel) bir hayvan ırkını tanımlamış olduğuna veya belli (genel) özelliklere sahip fiziksel bir varlığı işaret etmesine bağlıdır. Benzeri ikilemler, aşağıdaki örneklerde ortaya çıkan özel adlar ortadan kaldırılabildiği [veya tersine, tanımda kullanılabildiği] sürece "pastörize edilmiş", "Linnaeus-sistemi", "Latincecilik" gibi kavramlar için de geçerlidir[1*].

Bu örnekler ve açıklamalar, neyi evrensel, neyi bireysel olarak adlandırmak istediğimizi belirgin biçimde ortaya koymaktadır. Bir tanım yapmamız gerekseydi (yukarıdaki örneklere bakarak) şöyle söylemek zorunda kalırdık; bireysel kavram, tanımı için özel adların veya işaret gibi eşdeğer imlerin gerekli olduğu bir kavramdır; buna karşılık (başta kullanılmış) özel adlar orta-

[1*] "Pastörize edilmiş" kavramı ya "Louis Pasteur'ün yaptığı biçimde" (ya da benzer) ya da "80°C ye kadar ısıtılmış ve bu sıcaklık 10 dakikada bir düşürülmüş" şeklinde tanımlanabilir. Birinci tanımlamayla "pastörize edilmiş", bireysel bir kavramdır, ikinci tanımda ise, evrensel bir kavramdır.

dan kaldırılabiliyorsa, kavram evrenseldir. Ancak bu tür bir tanım, "bireysel" kavramını, yalnızca çıkış noktası olan "özel adına" [yani kişisel fiziksel bir şeyin adına] geri götürdüğünden, bir değer taşımaz.

"Bireysel" ve "evrensel" kavramları yukarıda gösterildiği gibi kullanmanın, dildeki gereksinimi geniş ölçüde karşıladığına inanıyoruz; ve her şeyden önce, tümel önermelerle özel önermeler arasındaki karşıtlık ortadan kaldırılmak istenmiyorsa, onları vazgeçilmez buluyoruz (Evrensel problemle tümevarım problemi arasında oldukça büyük bir benzeşim vardır). Bir bireyi, görünüşte yalnızca bu bireye özgü evrensel nitelikleri ve ilişkileriyle betimleme girişimi başarılı olamaz; çünkü yalnızca belirli bir birey değil, kendilerine söz konusu betimlerin uyduğu tüm bireylerin evrensel kümesi böyle nitelendirilir. Evrensel uzay-zaman belirlenimlerinin[2] kullanımı da durumu değiştirmez; çünkü sonuçta evrensel betimlerle yetinen bireylerin var olup olmadığı ve varsa kaç tane olduğu hep açık bir soru olarak kalacaktır.

Aynı şekilde evrensel kavramları, bireysel kavramlar yardımıyla tanımlamak da mümkün değildir. Bu durum genellikle göz ardı edilmiş ve "soyutlamayla", bireysel olandan evrensele ulaşmanın mümkün olacağı düşünülmüştür. Bu görüş, özel önermelerden evrensel önermelere ulaşmaya çalışan tümevarım mantığına benzemektedir. Her iki yöntem de mantıksal olarak gerçekleştirilemez[3]. Gerçi bu yöntemle bireysel kavramların oluşturduğu kümelere ulaşılabilir; ama bu kümeler, hâlâ özel bir adla tanımlanabilen bireysel kavramlardır (Buna göre, "Napolyon'un generalleri", "Paris'te oturanlar" kümeleri bireysel kavramlardır). Görüldüğü gibi, evrensel kavramlarla bireysel kavramlar arasındaki ayrımın, kümeler ve elemanlar arasındaki ayrımla ilişkisi yoktur: Hem bireysel hem de evrensel kavramlar, kümeler ve elemanlar olarak karşımıza çıkabilir.

[2] "Bireyselleştirme ilkeleri", "uzay ve zaman" değil, kişisel, yani çıkış noktası özel adlar olan (uzay-, zaman-, vb. gibi) belirlenimlerdir.

[3] Lojistikte "benzerlik soyutlaması" için kullanılan yaygın yöntem bile bireyselden evrensele ulaşmayı gerçekleştiremez: Bu benzerlik soyutlaması ile tanımlanmış küme kaplamsal olarak bireysel kavramlarla tanımlandıysa, küme yine bireysel kavramdır.

Bundan dolayı, Carnap'ın aşağıda ifade ettiği gibi[4] bireysel kavramlarla genel kavramlar arasındaki farkı ortadan kaldırmak da mümkün değildir. Carnap bunu, "... her kavram, bakış açısına göre, bireysel kavram olarak anlaşılabileceği gibi, genel (evrensel) kavram olarak da algılanabilir; bu belirlemeyle tanıtlanması gereken, (hemen hemen) *söz konusu tüm bireysel kavramların*, genel kavramlara *benzer kümeler olduğudur*. Bu nedenle... böyle bir ayrım doğru değildir..." şeklinde ifade etmektedir. Burada gösterildiği gibi, bu yaklaşım doğrudur ama tartıştığımız ayrımla hiçbir ilgisi yoktur.

Ayrıca lojistik [imsel mantık][5] de evrensel kavramlarla bireysel kavramlar arasındaki farkı, kümeler ve öğeler arasındaki farkla karıştırmaktadır. Kuşkusuz, evrensel ve bireysel sözcüklerini küme ve öğe sözcükleriyle eşanlamlı kullanmak olasıdır ama anlamlı değildir. Bu yolla sorunlar çözülemez, tersine çıkmaza girilir. Bu durum, evrensel ve özel önermeler arasındaki farka benzemektedir: Lojistiğin bulgu araçları, tümevarım soru-

[4] Carnap, *Der logische Aufbau der Welt*, s. 213
(İlk düzeltmedeki Ekleme, 1934) Carnap'ın *Logischer Syntax der Sprache* adlı çalışmasında da bireysel ve evrensel kavramlar arasındaki farkın irdelenmediği, daha doğrusu Carnap'ın oluşturduğu "koordinat-dillerinde" ifade edilemediği görülmektedir. Gerçi "koordinatları", en küçük eleman imlerini, bireysel kavramlar olarak (yani, Carnap'ın *kişisel* bir koordinatlar sistemi kullandığını) düşünebiliriz (bkz. s. 11); fakat bunu gerçekleştirmek olanaksızdır; çünkü Carnap (s. 87 [bkz. s. 114]), kullandığı dillerde, "... en küçük eleman imlerinin tüm ifadelerinin sayısal ifadeler" olduğunu, yani Peanos'un tanımlanmamış temel-im-"sayısı" anlamında olduğunu yazmaktadır. [bkz. s. 31 ve 36]. Böylece, koordinatlar olarak ortaya çıkan sayı imlerinin, özel adlar, *kişisel* koordinatlar olarak değil, evrensel kavramlar olarak düşünüldüğü açıkça anlaşılmaktadır (ancak farklı yorumlandıklarında kişiseldirler), bkz. kesim *13*, dipnot 3,(b).

[5] Russell ve Whitehead'in de bir yandan "bireyler" (ya da tikeller) diğer yandan "evrensel" kavramlar arasında yaptıkları ayrımın, burada ortaya konulan "bireysel" ve "evrensel" kavramlar arasındaki ayrımla hiçbir ilgisi yoktur. Russell'ın terminolojisine göre; "Napolyon bir Fransız başkomutanıdır" önermesinde "Napolyon" –gerçi bizdeki gibi bir "birey", ancak "Fransız başkomutanı" bir evrensel kavramdır. Ve aynı şekilde "Kükürt ametaldir" önermesinde, "ametal" –gerçi bizdeki gibi bir evrensel kavram, fakat "kükürt" bir "bireydir". "Betimler" de ("descriptions") bizim bireysel kavramlarımızla uyuşmamaktadır; çünkü, örneğin "vücudumun kesitleri" kümesi bize göre bireysel kavramdır, fakat bir "betimle" ifade edilemez. Bkz. WHITEHEAD-RUSSELL, *Principia Mathematica* (2. baskı, 1925, cilt I), *Introduction of the Second Edition*, II, I, p, xix vd.; Almanca çevirisi, Mokre, (*Einführung in die mathematische Logik*, 1932) s. 132.

nunun çözümüne olduğu gibi, evrensel kavramlar sorununun çözümüne de uygun değildir[6].

15. Tümel Önermeler ve Evrensel "Vardır"-Önermeleri. Evrensel önermeleri, içlerinde bireysel kavramların ortaya çıkmadığı önermeler şeklinde nitelendirmek yeterli değildir. "Karga" sözcüğü evrensel olarak kullanıldığında "Bütün kargalar siyahtır" önermesi tümel bir önermedir. Gerçi, "Birçok karga siyahtır" veya "Siyah kargalar vardır" gibi diğer önermelerde de evrensel kavramlar ortaya çıkar, fakat biz bu tür önermeleri tümel önermeler olarak adlandıramayız.

Biz, içlerinde yalnızca evrensel kavramlar bulunan önermeleri "evrensel önermeler" olarak adlandırmak istiyoruz. Bunlardan, tümel önermelerin yanı sıra her şeyden önce, *evrensel vardır-önermeleri* olarak adlandırdığımız "Siyah bir karga vardır" biçimindeki önermeler bizim için bir anlam taşır.

Tümel bir önerme değillendiğinde, evrensel bir vardır-önermesi (veya tersi) elde edilir; örneğin "Bütün kargalar siyah *değildir*" önermesi "Siyah olmayan kargalar vardır" önermesiyle eşdeğerdir.

Doğa bilimlerindeki kuramlar, doğa yasaları, tümel önermelerin mantıksal biçimlerine sahip olduğundan, evrensel bir vardır-önermesinin değillemesi biçiminde; yani bir "yoktur"-önermesi biçiminde de ifade edilebilir; böylece, enerjinin korunumu ile ilgili önermeyi "Enerjisiz çalışan aygıt yoktur" biçiminde, ya da elektriksel temel taneciğin varsayımını "Elektriksel temel

[6] Evrensel ve tekil önermeler arasındaki ayrım da Russell-Whitehead sistemiyle açıklanamaz: Söz konusu "biçimsel koşullu" ya da "genel koşullu" önermelerin genel (evrensel) önermeler olması gerektiği doğru değildir; aslında herhangi bir tekil önerme "genel koşullu" önermeye dönüştürülebilir; örneğin "Napolyon Korsika'da doğdu" önermesi, (x) [(x=N)→(φx)] şeklinde; yani tüm x değerleri için: Eğer x "Napolyon'la özdeşse", o halde x "Korsika'da doğmuştur" sözleriyle, ifade edilir.
Bir "*genel koşullu*" önermesi, (x) (φx→fx), –tümellik-imi "(x)"in "tüm x değerleri için geçerlidir" şeklinde okunabileceği– biçimde yazılır. φx ve fx önerme bileşenleri ya da "*önerme değişkenleridir*"; (örneğin: "x", kim olduğu söylenmeksizin, "Korsika'da doğmuştur": bir önerme değişkeni ne doğru ne de yalnış olabilir). "...→..." imi, "eğer... ise, o halde... dır" şeklinde okunur. Bu imin önbileşeni φx "*koşullayan*", fx de "*artbileşen*" ya da "*yüklemlenen*" <Prädikation> anlamındadır. Buna göre, (x) (φx→fx) genel koşullu önermesi, koşullayan φx'i sağlayan x'in olası tüm değerlerinin, fx'i de sağladığını ifade etmektedir.

taneciğin tamsayı çarpanı olmayan elektriksel yük yoktur", biçiminde ifade edebiliriz.

Bu biçimde tanımlamayla, doğa yasalarının "yasaklar" olarak anlaşılabileceği açıkça görülmektedir: Doğa yasaları, herhangi bir şeyin var olduğu değil, olmadığı savındadır. Bu nedenle de *yanlışlanabilirler*. Kendisi tarafından yasağın çiğnenmiş olabileceği ve yasaklanmış bir sürecin varoluşu savındaki özel bir önerme kabul edildiğinde ("Şurada bulunan cihaz enerjisiz çalışan bir aygıttır") ilgili doğa yasası çürütülmüştür.

Buna karşılık evrensel vardır-önermeleri yanlışlanamaz: Hiçbir özel önerme (hiçbir temel önerme) evrensel vardır-önermesi olan "Beyaz kargalar vardır" önermesinin mantıksal karşıtı olamaz; yalnızca tümel bir önerme bu tür bir önermenin karşıtı olabilir; bu nedenle, sınırlandırma ayracımızca dayanarak evrensel vardır–önermelerini görgül olmayan (fizikötesi) önermeler olarak adlandırmak zorundayız. Bu betim, öncelikle görgül-bilimlere pek de uymayacaktır; çünkü evrensel vardır-önermeleri biçiminde kuramların var olduğu [haklı olarak] ileri sürülebilir. Periyodik sistemdeki belli atom sayısına sahip elementlerin ardıl varoluşu buna örnektir. Ancak belli bir atom sayısına sahip bir elementin var olduğu varsayımı deneylenebilirse, evrensel bir vardır önermesinden daha başka bulguların olması gerekir; örneğin 72. sıradaki element (Hafnium) yalın [soyutlanmış[1*]] bir evrensel vardır-önermesiyle değil, kendine özgü özelliklerinin, Bohr tarafından önceden kestirilmesiyle bulunmuştur. O tarihe kadar böyle bir element yoktu; ancak Bohr'un bu kuramı ve bu elementle ilgili vargıları evrensel-vardır önermeleri değil, tümel önermelerdir. Aslında vazgeçilmez ve dildeki kullanımları yönünden tutarlı olan [yalın ve soyutlanmış] evrensel vardır-önermelerini, yanlışlanamadıklarından görgül olmadıkları, olasılık önermeleri kuramımızda ve bu önermelerin görgül sınamalarında (kesimler *66, 68*) kanıtlanacaktır.

Evrensel önermeler, uzay-zaman değişkenleri ile sınırlandırılmamış, bireysel kavramlarla tanımlanmış koordinatlar sistemi-

[1*] Sadece "yalın" ve "soyutlanmamış" vardır-önermelerinin yanlışlanamaz olarak nitelendirildiği ve yanlışlanabilir kuramlar dizgelerinin de vardır-önermelerini içerdiği, eleştiride hep göz ardı edilmiştir.

ne bağlanmamıştır. İşte, evrensel vardır-önermelerinin yanlışlanamazlığı –bir şeyin var olmadığını kanıtlamak için tüm yerküreyi araştıramayız –, aynı zamanda tümel önermelerin de doğrulanamazlığı buna bağlıdır; [yukarıda da olduğu gibi], bir şeyin olmadığını söyleyebilmek için tüm yerküreyi araştırmamız gerekir. Yine de hem evrensel vardır-önermeleri hem de tümel önermeler tek yönlü karar verilebilir önermelerdir: Şurada ya da burada "bir şeyin" var olduğunu belirlersek, evrensel vardır-önermesi doğrulanabilecek, (ya da) tümel bir önerme yanlışlanabilecektir.

Tarafımızdan ortaya konan görgül-bilimsel önermelerin tek yönlü yanlışlanabilirliğindeki bakışımsızlık, burada belki daha önceye oranla daha az sorun yaratacaktır (kesim *6*); çünkü *mantıksal* ilişkilerde bakışımsızlığın şart koşulmadığını ancak şimdi görüyoruz; bu ilişkilerde bakışımlılık egemendir: Tümel önermeler ve evrensel vardır-önermeleri birbirlerine bakışımlı oluşturulmuştur. Ancak[2*] sınırlandırma ayracımız bakışımsızlığı ortaya koyacak biçimde bir sınır çizgisi çekmektedir.

16. Kuramsal Dizgeler. Doğa bilimlerindeki kuramlar sürekli değişim içindedir – bize göre bu, rastlantısal bir görünüm değil, görgül-bilime özgü bir niteliktir; bu yüzden genelde yalnızca bazı bilim dalları –çoğunlukla geçici bir süre için– tamamen kapalı bir dizgeyi kabul eder. Yine de söz konusu her dizge, önemli tüm ilişkilendirmelerin kavranmasını sağlar ve her dizgenin kapsamlı sınanmasının belirli bir zamanda tamamlanmış olması, yeni koşulların gelişigüzel ileri sürülmemesi için zorunludur. Yeni koşulların öne sürülmesi, dizgenin yeniden gözden geçirilmesi; yani *düzeltilmesi* olarak değerlendirilmelidir.

Bu nedenle, örneğin Hilbert'in kuramsal fiziğin bazı dallarında yaptığı gibi, her zaman katı dizgesel bir biçim olan *belitsel* bir dizge için çaba harcanır: Tüm koşullar, az sayıda belitler olarak [ya da "koyutlar" olarak: kuşkusuz bu ifadelerle doğrunun

2* "Ancak" sözcüğü o kadar önemsenmemelidir. Durum çok açıktır. Görgül-bilim için önemli olan, *özel* önermeleri sınama önermeleri olarak algılamaksa, tümel önermelerin *özel önermelere bağlı olarak* yalnızca yanlışlanabilir ve vardır-önermelerin de sadece doğrulanabilir olduğu bakışımsızlığı ortaya çıkacaktır. Bkz. *Postscript*'imin *22. bölümü.

ortaya konulmasını kastetmiyoruz] kuramsal dizgenin diğer tüm önermeleri, kendilerinden salt mantıksal, daha doğrusu matematiksel formülleştirme ile türetilebilecek biçimde en üste yerleştirilir.

Belli sayıdaki önermeler ve belitler şu dört temel koşulu karşılayabildiği sürece kuramsal bir dizgenin belitselleştirilmiş olduğunu söyleyebiliriz: Belitler dizgesi kendi içinde; (a) *çelişmemeli*, ki bu herhangi bir önermenin belitler dizgesinden türetilemez olması koşuluyla eşdeğerdir[1]; (b) *bağımsız olmalı*, yani diğer belitlerden türetilebilecek önermeler içermemelidir ("belit", dizgenin içinden türetilemeyen yalnızca bir ilksav olarak düşünülmelidir). Belitselleştirilmiş dizgenin diğer önermelerle olan mantıksal ilişkisine gelince; (c) alanın tüm önermelerinin tümdengelimine *ışık tutmalı* ve (d) *gereklilik taşımalıdır*; yani gereksiz öğeler içermemelidir[2].

Böyle belitselleştirilmiş bir alanda, dizgedeki bağımlılık ilişkileri; örneğin, alanın alt dizgesinin, belitler alt dizgesinden nasıl türetildiği biçimindeki ilişkiler araştırılabilir. Bu tür incelemeler (ileride de ele alacağımız gibi, bkz. *63-64*,*75-77*), yanlışlanabilirlik sorununun çözümünde büyük önem taşımaktadır ve türetilmiş bir önermenin yanlışlanmasıyla gerektiğinde tüm dizgenin değil, sadece bir alt dizgenin yanlışlanmış olacağını anlaşılır kılmaktadır. Fiziksel kuramlar, genelde tamamen belitselleştirilmiş olmasalar da, ilişkilendirmeler yine de hangi alt dizgelerin yanlışlamadan etkilenmiş olabileceğini açık biçimde ortaya koymaktadır[1*]

17. Belitsel Bir Dizgenin Yorumlama Olanakları. Burada, klasik usçuluğun anlayışı olan, örneğin Euklid geometrisindeki gibi dizgelerin belitlerinin, "doğrudan anlaşılır", "kendiliğinden apaçık olması" vb. gibi kabul edilmesi gerektiğini tartışmak istemiyoruz; yalnızca bu görüşe katılmadığımızı vurgulamak istiyoruz. Belitsel bir dizgenin iki farklı yorumunu uygun buluyo-

[1] Bkz. kesim *24*.

[2] Bu dört koşul ve sonraki bölüm için bkz. örneğin CARNAP'ın *Abriß der Logistik* (1929), s. 70vd.'daki biraz sapma gösteren irdelemesi.

[1*] Bu konuyu *Postscript*'imde, özellikle *22. kesimde, ayrıntılı olarak ele aldım.

ruz: Belitleri [i] saptanmış önermeler ya da [ii] görgül-bilimsel varsayımlar olarak görüyoruz.

[i] *Saptanmış önermeler* olarak yorumlandığında, belitler, içlerinde geçen kavramların kullanımını belirler; yani nelerin bu kavramlarla ifade edilebileceği ve nelerin edilemeyeceği belitler tarafından saptanır. Belitlerin, içlerinde ortaya çıkan kavramların *örtük tanımlar*'ı olduğu söylenir. Bu anlayışı, belitler dizgesi ile (çelişmeyen) denklemler dizgesi arasındaki benzeşimin yardımıyla açıklamak istiyoruz.

Bir denklemler dizgesiyle ortaya çıkan tüm değişkenler, belli bir biçimde saptanır; denklem dizgesi kesin bir sonuç için yeterli olmasa da, olası tüm değerlerin kombinasyonları, değişkenlerin yerini alamaz; daha çok belli bir değerler dizgesinin kümesi geçerli, diğer bir küme geçersiz kabul edilir. Benzer biçimde, bir "önerme denklemiyle" de, kavram dizgelerinin uygun olup olmadığını belirleyebiliriz. Bu denklem, önerme bileşenlerinden (bkz. kesim *14* dipnot 6) oluşur; yani içinde bir veya birden fazla bilinmezin yer aldığı açık önermelerden: Örneğin "x elemanına ait bir izotopun atom ağırlığı 65'tir", ya da: "x+y=12"dir gibi önermelerde, ortaya çıkar. Bu tür her açık önerme belirli değerlerin bilinmezlerin yerine geçmesiyle, (kullanılan değerlere göre) doğru ya da yanlış bir *önermeye* dönüştürülür; örneğin ilk açık önermede x değişkeni yerine "bakır" veya "çinko" sözcüklerinin yerleştirilmesiyle önerme doğru, başka sözcüklerin yerleştirilmesiyle önerme yanlış olur. Demek ki, bir "önerme denklemi", ancak açık önermeyi, doğru önermeye dönüştüren değerlerin yerleştirilmesiyle oluşturulur. Böyle bir denklemle, denklemi sağlayan belli bir değerler dizgesinin oluşturduğu küme de tanımlanmış olur. Matematiksel bir denklemle benzeşim açıktır: İkinci örneğimiz, açık önerme olarak değil de önerme denklemi olarak yorumlanırsa, matematiksel anlamda alışılagelmiş bir denklem olur.

Bir belitler dizgesinin tanımlanmamış temel kavramlarına, bilinmezler olarak bakılabileceğinden, belitler dizgesi, öncelikle açık önermelerin bir dizgesi olarak nitelendirilebilir. Bir dizge, yalnızca kendisini sağlayan değer dizgeleriyle yer değiştiriyorsa, önerme denklemlerinden oluşan bir dizgedir. Bu şekilde

dizge, örtük olarak kavramlar dizgesinin bir kümesini tanımlar. Belitler dizgesini sağlayan her kavram dizgesi, belitler dizgesinin bir "doğrulamı" <Modell> olarak da nitelendirilebilir[1*].

Belitler dizgesinin, örtük [ya da uzlaşımcı] tanımlardan oluşan bir dizge biçiminde yorumlanmasını şöyle de ifade edebiliriz: Değişkenlerin yerine yalnızca doğrulamların geçebileceği belirlenir[2*]; ama bir değişkenin yerine doğrulam geçtiğinde, çözümsel önermelerden oluşan bir dizge elde edilir [çünkü bu durumda önermeler verilmiş ortak kararlarla doğrudur]. Bu nedenle, bu şekilde yorumlanmış bir belitler dizgesi (bizim anladığımız biçimdeki) görgül-bilimsel varsayımlar dizgesi olarak algılanamaz; çünkü kendisinden türetilen önermelerin yanlışlamasıyla çürütülemez: Türetilmiş her önerme de çözümleyici olmak zorundadır.

[ii] Öyleyse bir belitler dizgesi, görgül-bilimsel *varsayımlar* dizgesi anlamında nasıl yorumlanabilir? Alışılagelen yaklaşım, belitler dizgesinde ortaya çıkan sembollerin, örtük tanımlanmış olarak değil, "mantık dışı değişmezler" olarak kabul edilmesi gerektiği doğrultusundadır. Buna göre, geometrinin bir belitler dizgesinde ortaya çıkan "doğru" ve "nokta" gibi kavramlar, "ışın" ve "telçapraz" olarak yorumlanabilir. Böylece belitler dizgesindeki önermelerin görgül nesnelerle ilgili önermelere ve bireşimsel önermelere dönüştüğü söylenir.

Şimdilik mantıklıymış gibi görünen bu anlayış, görgül temel ile ilgili bazı sorunlara yol açar; çünkü bir kavramın görgül olarak nasıl tanımlanacağı hiçbir biçimde açık değildir. Genellikle aşağıdakine benzer "ilişkilendirmelerden" söz edilir: Gerçek dünyada var olan belli nesneler ilişkilendirildiğinde ve bu kavram, sıralanan nesnelerin imi olarak nitelendirildiğinde kavrama görgül bir anlam kazandırılmış olur. Ama kavrama "gerçek nesneleri" ilişkilendirmekle yalnızca bireysel kavramların kullanımlarını belirleyebiliriz; örneğin herhangi bir nesneye işaret edip

1* Bkz. dipnot *2.

2* Bugün artık, belitler dizgesini sağlayan *varlıkların dizgesiyle*, belitlere yerleştirilebilecek (ve onları doğru yapacak) *varlıkların adlarından oluşan dizge* arasında kesin bir ayrım yapardım ve yalnızca sözünü ettiğim ilk dizgeyi "doğrulam" diye adlandırırdım. Bu nedenle de, "yalnızca doğrulamı betimleyen varlıkların adları değişkenlerin yerini alabilir", biçiminde yazardım.

bir isim söylemek ya da nesneye bir im veya ad vermek gibi. Oysa belitler dizgesine ilişkilendireceğimiz kavramlar evrensel kavramlardır. Bu kavramları görgül yöntemlerle, örneklemelerle vb. yollarla değil, belirtik diğer evrensel kavramların yardımıyla tanımlayabiliriz, ya da tanımlanmamış olarak bırakmak zorunda kalırız. Bazı evrensel kavramları tanımsız bırakmak kaçınılmazdır. İşte asıl zorluk da buradadır: Tanımlanmamış kavramları her zaman görgül olmayan biçimde [i], yani sanki örtük tanımlanmış kavramlar gibi kullanabiliriz. Böylece dizge eşsözel olur. Bu güçlüğü, yalnızca yöntembilimsel bir kararla; yani tanımlanmamış kavramların bu biçimde kullanılamayacağı kararı ile ortadan kaldırabiliriz. Bu konuya tekrar döneceğiz (kesim *20*).

En azından burada, belitsel bir dizgenin (örneğin geometrinin) temel kavramlarına, başka bir dizgedeki (örneğin fizikteki) kavramların ilişkilendirilebileceği vurgulanmalıdır. Böyle bir olanak, özellikle bilimsel gelişme sürecinde, bir önerme dizgesi yalnızca tek bir alandaki önermelerden değil, başka alanlardaki önermelerden de tümdengelimsel çıkarsamaları olanaklı kılan daha genel bir varsayım dizgesiyle açıklandığında büyük önem taşıyacaktır. Bu durumda yeni dizgenin temel kavramları, gerektiğinde eski dizgede yer alan kavramların yardımıyla tanımlanabilecektir.

18. Evrensellik Düzeyleri. "Yadsıma Yöntemi"(Modus tollens). Kuramsal bir dizgede, evrensellik düzeyleri farklı önermeler görebiliriz. En genel (evrensel) önermeler belitlerdir. Onlardan, (tümdengelimle) daha az genel önermeler türetebiliriz. Genel görgül önermeler, kendilerinden çıkarsanabilen daha az genel önermelere oranla, her zaman varsayımsal özellik taşımaktadır; yani daha az genel önermelerden birinin yanlışlamasıyla yanlışlanabilirler; fakat böyle bir varsayımsal-tümdengelimsel dizgedeki daha az genel önermeler hâlâ "evrensel önermeler" şeklindeki kavram tanımımız kapsamındadır. Evrensellik düzeyi az olan bu tip evrensel önermelerin varsayımsal özellikleri genellikle göz ardı edilmektedir; örneğin Mach[1], bu yüzden örnek bir fizik kuramı olarak nitelendirdiği Fourier'in ısı iletimi kuramı

[1]MACH, *Prinzipien der Wärmelehre*, 1896, s. 115.

hakkında şöyle yazmıştır: "Aynı şey, *varsayıma* değil, gözlemlenmiş *gerçek bir duruma* dayanmaktadır." Mach'ın burada "gerçek durumdan" kastettiği, "(küçük) sıcaklık farklarının dengelenme hızı, farkın kendisiyle doğru orantılıdır" önermesidir. Bu, varsayımsal özelliği şüphe götürmeyen tümel bir önermedir.

Ayrıca özel önermelerin de dizgenin yardımıyla kendilerinden önermelerin türetilebildiği ve bu önermelerin yanlışlanmalarından etkilendikleri sürece varsayımsal nitelikler taşıdığını söyleyebiliriz.

Burada sözü edilen, yanlışlayan çıkarsamalar; yani türetilmiş önermenin yanlışlanmasıyla, (kendisinin türetildiği) önerme dizgesinin de yanlışlandığı vargısı –klasik mantığın "yadsıma yöntemi"– aşağıdaki gibi gösterilebilir[1*]:

Eğer p, kuramdan ve sınır koşullarından oluşmuş (burada kuram ve sınır koşulları arasındaki farkı, karışıklığa yol açmamak için vurgulamak istemiyoruz) bir t önerme dizgesinden türetilmiş ise, t ve p arasındaki türetilebilme ilişkisini (çözümleyici koşul ilişkisini) $t \rightarrow p$ şeklinde simgeleştirebilir ve "t kapsar p" şeklinde okuruz. Şimdi p'nin "yanlış" olduğunu varsayalım; bunu $\bar{p}$ ile simgeleştirir; "p'nin değili" şeklinde okuruz. $t \rightarrow p$ türetilebilme ilişkisine ve $\bar{p}$ varsayımına bağlı olarak $\bar{t}$ sonucuna varırız; yani t'yi yanlışlanmış kabul ederiz. Her iki önermenin tümel evetlemesini, aralarına konulmuş bir nokta imi ile ifade edersek, yanlışlayan şu çıkarımı yazabiliriz: $[(t \rightarrow p) \cdot \bar{p}] \rightarrow \bar{t}$; ya da p, t'den türetiliyor ve p yanlışsa, t de yanlıştır şeklinde okuruz.

Bu çıkarım biçimiyle, yanlışlanan p önermesinin tümdengelimi için kullanılan *dizge* tamamen yanlışlanır. Öyle ki, dizgede yer alan hangi önermenin dizgeyi yanlışlayacağı ya da yanlışla-

[1*] Burada ve ileride karşılaşacağımız iki ayrı yerde (bkz. kesim *35*, dipnot *1 ve kesim *36*, dipnot 1) "→" imini kullandığım önermelerle ilgili bazı noktalara değinmek istiyorum: Bu kitabı yazarken, koşullu önermeyle (eğer/ise önermesiyle, bazen insanı çelişkiye düşüren "içeriksel koşullu önerme" olarak adlandırılan önermeyle) türetilebilirliğe ilişkin bir önerme (yani, önbileşenin artbileşeni kapsadığını, eğer/ise önermesinin mantıksal doğru ya da çözümsel olduğunu ifade eden önerme) arasındaki fark benim için tam olarak açık değildi. Bu ayrıma, kitabımın yayımlanmasından birkaç ay sonra Alfred Tarski dikkatimi çekti. Bu kitap kapsamında bu sorun büyük bir rol oynamamaktadır; ancak yine de bu ayrımdaki belirsizliğin ortaya konması gerekmektedir. (Bu sorunlar *Mind 56*, 1947, s. 193vd. da ayrıntılı bir biçimde tartışılmıştır.)

mayacağı önceden ileri sürülemez; yalnızca p bir altdizgeden *bağımsızsa*, bu altdizgenin yanlışlanmadan etkilenmediğini[2] söyleyebiliriz. Bu aynı zamanda *evrensellik düzeylerine* bakarak yanlışlamanın, gerektiğinde belirli, örneğin yeni ileri sürülmüş bir varsayıma bağlanabileceği düşüncesiyle de ilgilidir. İyi sağlanmış ve halen geçerliliğini koruyan bir kuram, yeni ve daha evrensel bir varsayımdan tümdengelimle türetilmişse, bu varsayımı öncelikle henüz denenmemiş vargılarıyla sınamalıyız. Bu vargılar yanlışlanırsa, yanlışlamayı yalnızca bu yeni varsayıma bağlamalı ve evrensellik düzeyi daha az olan altdizgeye yanlışlanmış olarak bakmaksızın başka genellemeleri denemeliyiz (bununla ilgili bkz. "sanki-tümevarım" <"Quasiinduktion"> konusuna ilişkin düşüncelerimiz, kesim *85*).

[2] Bu nedenle, geride kalan t' altdizgesindeki (p'nin bağımsız olmadığı) hangi önermelere p'nin yanlışlamasını uyarlayacağımızı; yani önermelerden hangilerini değiştirmemiz, hangilerini olduğu gibi bırakmamız gerektiğini, başlangıçta bilemeyiz (burada birbirlerinin yerine geçebilecek önermelere girmiyoruz). Bu durum, yani t'nin hangi önermelerin zararsız hangilerinin değiştirilmesi gerektiği kararını verilmesi, genelde araştırmacının sağduyusuna (ve sınanabilir denemelere) bağlıdır. Özellikle de (aklımıza yatkın) zararsız gibi görünenlerin değiştirilmesi, araştırmayı etkileyen önemli bir kardır (Einstein'ın eşzamanlılık kavramını değiştirmesi!).

Bölüm IV

YANLIŞLANABİLİRLİK

Bu bölümde yanlışlanabilir özel önermelerin (temel önermeler) olabileceğini varsayarak –bunlar ileriki konularda sınanacaktır– kuramlar dizgesinde sınırlandırma ayracımızın ne denli uygulanabilir olduğunu inceleyeceğiz. Uzlaşmacılıkla olan anlaşmazlık bizi başlangıçta yöntembilimsel düşüncelere yönlendirecektir. Daha sonra da –bizim yöntembilimsel yaklaşımlarımız benimsendiğinde– yanlışlanabilir önerme dizgelerinin mantıksal özelliklerini betimlemeye çalışacağız.

19. Uzlaşımcı Eleştiriler. Herhangi bir kuramlar dizgesinin görgül-bilimsel nitelikte olup olmadığına karar verebilmek için ölçüt olarak yanlışlanabilirliğin benimsenmesi gerektiği şeklindeki önerimize karşın, uzlaşımcılık[1] akımının üyelerinden bazı eleştiriler gelebilecektir. Gerçi getirilen eleştirilerin bazılarına daha önce kısaca değinmiştik (örneğin *6.*, *11.* ve *17.* kesimlerde); ancak bu kesimde, bunlar birbirleriyle bağlantılı olarak ele alınacaktır.

[1] Başlıca temsilcileri: Poincaré ve Duhem, yakın zamanda DINGLER (sayısız yazılarından şunlara değiniyor: *Das Experiment; Der Zusammenbruch der Wissenschaft und das Primat der Philosophie* (1926)). * Alman Hugo Dingler, İngiliz Herbert Dingle ile karıştırılmamalıdır. Uzlaşımcılığın Anglosakson dünyasının en başta gelen temsilcisi Eddington'dur. Burada bir de Duhem'in, kararı kesinleştirecek olan deneylerin olabilirliğini yadsıdığını vurgulamak gerekir; çünkü Duhem, bunları doğrulama olarak algılamaktadır. Oysa ben, kararı kesinleştirecek olan *yanlışlayan* deneylerin olabileceğini savunuyorum. (Aslında Duhem, yalnızca kuramlar dizgesinin tamamının çürütülebilir olduğunu vurgulamakla, doğru söylemektedir; ama herhalde doğrulama ve yanlışlama arasındaki bakışımsızlık gözünden kaçtığından, kararı kesinleştirecek olan deneyler hakkında böyle bir açıklama getirmiştir.)

Uzlaşımcı felsefenin çıkışının, *dünyanın*, doğa yasalarında kendini gösteren inanılmaz *yalınlığına* duyulan merak olduğunu sanıyoruz. Gerçekçilerin düşündüğü gibi, doğa yasaları dışarıdan bakıldığında fazlasıyla biçimsel olan dünyanın içindeki yalınlığı ortaya çıkarsaydı, bu yalınlık, anlaşılmaz ve şaşırtıcı olacaktı. Kant'ın idealizmi bu yalınlığı, yasaları doğaya zorla benimsetenin anlığımız <Verstand> olduğunu söyleyerek açıklamaya çalışmıştır; benzer ancak daha kararlı olarak uzlaşımcılar bu yalınlığı anlığımızın yaratıcılığına dayandırmaktadırlar. Onlara göre yalınlık, doğayı etkileyen [ve böylece doğayı yalınlaştıran] akılcı yasaların bir ifadesi değildir; çünkü yalın olan doğa değildir: Yalın olan yalnızca doğa *yasalarıdır*. Bunlar ise kendi özgür yaratıcılığımız, buluşlarımız ve kararlarımızdır. Uzlaşımcılara göre doğa bilimleri, doğanın bir imgesi değil, salt kavramsal bir yapıdır. Bu yapıyı belirleyen, dünyanın özellikleri değil, yapay, bizlerce yaratılmış kavramlar dünyasının özellikleridir; örtük tanımlandığında, bizim belirlediğimiz doğa yasalarıdır. Bilim de yalnızca *bu* dünyadan söz eder.

Uzlaşımcı bakış açısıyla ele alınan doğa yasaları hiçbir gözlemle yanlışlanamaz; çünkü gözlemin ve özellikle bilimsel anlamda, ölçmenin ne olduğunu belirleyen, bu yasalardır. Saatlerimizi onlara bakarak ayarladığımız, "sabit" ölçeğimizi onlara göre düzenlediğimiz yasalar, bizim belirlediğimiz doğa yasalarıdır; ancak bu araçlar yardımıyla ölçülmüş hareketler, mekaniğin bizlerce belirlenen belitlerini doyurduğunda, herhangi bir saat "doğru", herhangi bir ölçek "sabit" olur[2].

Kuram ve deney arasındaki ilişkinin aydınlatılmasında, uz-

[2] Bu yaklaşım, tümevarım sorununa bir çözüm denemesi olarak da algılanabilir; çünkü doğa yasaları, tanımlar (yani eşsözel) olduğunda, bu sorun ortadan kalkacaktır. Böylece, örneğin CORNELIUS'a göre (bkz. "Zur Kritik der wissenschaftlichen Grundbegriffe", *Erkenntnis 2*, 1931, Sayı 4), "Kurşunun ergime noktası 335°C derecedir" önermesi, kurşun kavramının (tümevarımsal deneyimlerden esinlenilmiş) bir *tanımıdır*; bu nedenle de çürütülemez; yani başka bir ergime noktası olan kurşuna benzer bir madde "kurşun" olamaz. Oysa bize göre bu önerme, "bilimsel açıdan kullanıldığında", bireşimseldir ve şu ya da bu atom yapısındaki (atom sayısı 82 olan) bir elementin –adına ne dersek diyelim– ergime noktasının bu olduğunu ifade etmektedir.
Cornelius'unkine benzer bir yaklaşımı sanki Ajdukiewicz de benimsemektedir (bkz. *Erkenntnis 4*, 1934, s. 100vd., aynı zamanda orada değinilmiş, *Das Weltbild und die Begriffs-apparatur* adlı çalışma). Cornelius, onun yaklaşımını "uç uzlaşımcılık" olarak nitelendirmektedir. (Bu paragraf ilk düzeltmede yapılmış bir eklemedir.)

laşımcıların büyük katkıları olmuştur. Onlar, bilimsel deneylerin yapılmasında ve açıklanmasında saptamalara ve tümdengelimlere dayandırılmış olan planlı ele alışların ne denli önemli olduğunu anlamışlardı. Bu, tümevarım mantığında neredeyse hiç dikkate alınmamıştı. Biz bu uzlaşımcı değerlendirmeleri kendi içine kapalı ve uygulanabilir buluyoruz; ne var ki, bu tür içkin sistemlerde tutarsızlıkların aranması bize fazla bir şey kazandırmayacaktır. Ancak, yine de uzlaşımcılara katılmıyoruz: Uzlaşımcıların bilime yaklaşımları, beklentileri ve amaçları bizim düşündüğümüzden farklıdır. Biz bilimden tümüyle kesin bir bilgi beklemez ve bu nedenle de böyle bir sonuca ulaşmazken, uzlaşımcılar bilimde "kesin olarak tanıtlanmış bilgilerin dizgesini" aramaktadır (Dingler). Kuşkusuz böyle bir hedefe ulaşılabilir; çünkü var olan bilimsel her dizge, örtük tanımlardan oluşan bir dizge olarak yorumlanabilir; ve bilimin yavaş geliştiği dönemlerde, uzlaşımcı olan ve bizim amaçlarımızı benimseyen araştırmacılar arasında ya hiç ya da salt akademik karşıolumlar ortaya çıkar. Bunalımlı dönemlerde ise, "geleneksel" bir dizge ne zaman deneylerle tehlikeye düşse, *biz* bu deneyleri yanlışlamalar olarak nitelendirirken, uzlaşımcı, dizgenin sarsılmadığını vurgular; dizgede yer alan çelişkileri bizim beceriksizliğimize dayandırır ve *ad hoc* yardımcı varsayımlara başvurarak ya da ölçme aracında düzeltmeler yaparak çelişkileri ortadan kaldırır.

Böyle bunalımlı dönemlerde, yaklaşımların ve beklentilerin ne denli farklı olabileceğini görüyoruz: *Biz*, yeni oluşturulacak bilimsel bir dizge yardımıyla yepyeni olgular bulmayı hedefler, yanlışlayan deneylere büyük ilgi gösteririz. Bunları başarı olarak değerlendiririz; çünkü bu başarı bizi, yeni deneyimler dünyasına götürür; ve yeni kuramlara karşı yeni kanıtlar getirdiğinde de, onlara kucak açarız. Ancak, cüretkârlığına hayran kaldığımız bu yeni yapı, uzlaşımcılar için "bilimin çöküşüdür" (Dingler). Onlara göre, olası dizgeler arasından bir dizgeyi daha iyi ve daha üstün olarak kabul etmenin yalnızca *tek* bir yolu vardır: Bu da, tanımlardan oluşmuş *en yalın* dizgeyi –burada kastedilen aslında genelde, "geleneksel" olanı– seçmektir. (Yalınlık sorununa ilişkin, bkz. kesimler *41-45* ve özellikle kesim *46*.)

Uzlaşımcılarla aramızdaki görüş ayrılığı, konuya ilişkin salt

kuramsal bir tartışmayla ortadan kaldırılamaz. Yine de onların, aşağıdaki gibi, sınırlandırma ayracımıza getirecekleri eleştiriler dikkate alınmalıdır: Doğa bilimlerinin kuramsal dizgelerinin doğrulanamaz olduğunu kabul edelim; ama bunlar aynı zamanda da yanlışlanamaz; çünkü "... herhangi bir belitler dizgesinde 'gerçekle birebir' diye nitelendirilenin yer alması amaçlanabilir"[3]. Bunun (daha önce de değinildiği gibi) değişik yolları vardır: Ad-hoc-varsayımlara başvurmak; "örnekle tanımlar" diye nitelendirdiğimiz tanımları (ya da belirtik tanımları –bkz. kesim *17*– getirdiğimiz yapıda belirtik tanımlar onların yerine geçer) değiştirmek; deneyciye kayıtsız şartsız güvenip, onun şüpheli bulduğu gözlemleri kesin güvenilir, bilimsel ya da nesnel değil, uydurma vb. diye kabul ederek (fizikçinin haklı olarak gizli görüngülere karşı kullandığı bir işlem) bilimden dışlamak; son olarak, kuramcının (bir zamanlar Dingler'in sandığı gibi, elektrik kuramının da Newton'un yer çekimi yasasından türetilebileceğine inanmayan kuramcının) üstün zekâsını kayıtsız şartsız kabul etmek.

Demek ki uzlaşımcı yaklaşımlara göre, kuram dizgeleri yanlışlanabilir ve yanlışlanamaz olarak ikiye ayrılamaz; daha doğrusu böyle bir ayrım açık değildir. Bu nedenle yanlışlanabilirlik, onlara göre, uygun bir sınırlandırma ayracı olamayacaktır.

20. Yöntembilimsel Kurallar. Aynı uzlaşımcılık gibi, uzlaşımcı eleştiriler de temelde çürütülemez. Kabul etmeliyim ki, yanlışlanabilirlik ölçütü başlangıçta pek de açık bir ayrım getirmemektedir; çünkü, bir önerme dizgesinin mantıksal biçiminin çözümlemesiyle, dizgenin uzlaşımcı olup olmadığına; başka bir deyişle, örtük tanımlardan oluşmuş sarsılmaz bir dizge mi yoksa bizim öngördüğümüz görgül, yani çürütülebilir bir dizge mi olduğuna karar veremeyiz. Ama bu da, yalnızca sınırlandırma ayracımızın *önermelerden oluşmuş dizgelere* doğrudan uygulanabilmesinin olanaksız olduğunu göstermektedir –bu soruna daha önce de örneğin *9.* ve *11.* kesimlerde değinmiştik. Bu nedenle, var olan bir *dizgenin* böyle uzlaşımcı olarak mı yoksa görgül olarak mı tanımlanması gerektiği sorusu yanlış olacaktır: Yalnızca

[3] CARNAP, "Über die Aufgabe der Physik", *Kantstudien 28* (1923), s. 106.

yönteme bakarak, uzlaşımcı ya da görgül kuramlardan söz edebiliriz. Uzlaşımcı yaklaşımlardan kaçınmanın tek yolu, şu *kararlılığı* göstermektir: Kesin olarak onların yöntemlerine başvurmamak ve dizgenin tehlikeye düştüğü durumlarda *uzlaşımcı sapmalarla* dizgeyi tekrar kurtarmamak; yani hiçbir koşul altında "... 'gerçekle birebir' diye nitelendirileni" dizgede amaçlamamak[1*].

Bu yaklaşımla ne kazanacağımızı (ya da ne kaybedeceğimizi) daha –Poincaré'den bir yüzyıl önce– Black'te okuyoruz: "Bazı koşulların ustalıkla kullanılması hemen hemen bütün varsayımları görüngülerle birebir yapacaktır. Gerçi bu, imgelem için olumlu olacak; ama bilgilerimize yeni boyutlar kazandırmayacaktır"[1].

Dizgede uzlaşımcı bir sapmayı engelleyebilecek yöntembilimsel kuralları arayıp bulmak için, olası farklı uzlaşımcı yöntem biçimlerini belirlemek ve uygun "karşı uzlaşımcı" ölçme kurallarıyla bunların yasaklanmasını sağlamak zorundayız. Bununla birlikte, dizgede böyle uzlaşımcı bir eğilim gördüğümüz yerde, söz konusu dizgeyi yeniden sınamayı ve gerektiğinde kesinlikle reddetmeyi öneriyoruz.

Söz konusu olan en önemli dört uzlaşımcı eğilimi bir önceki kesimin sonunda sıralamıştık. Bu sıralamanın eksiksiz olduğunu öne süremeyiz; bu nedenle araştırmacı, özellikle de toplumbilimci ya da ruhbilimci (fizikçiyi ise bu konuda kesin olarak uyarıyoruz) buna benzer yeni sapmalara (örneğin: ruhsal çözümlemeye kapılmaya) karşı uyanık olmalıdır.

Yardımcı varsayımlarla ilgili olarak şunları öngörmekteyiz: Dizgenin "yanlışlanabilirlik düzeyini" (yanlışlanabilirlik düzeyinin nasıl değerlendirileceğini başka kesimlerde, *31-40*, daha ayrıntılı olarak ele alacağız) indirgeyen değil, tersine yalnızca arttıran yardımcı varsayımlar kabul edilebilir; bu durumda bir varsayıma başvurmak, dizgenin iyileştirilmesi anlamına gelmektedir: Dizge artık eskiye oranla daha fazlasını yasaklamaktadır. Başka bir deyişle: Yardımcı bir varsayıma başvurmayı her koşul-

1* Hans Albert, *"uzlaşımcı yöntemler"* yerine *"bağışıklık oluşturma"* ifadesini kullanmıştır.

1 J. BLACK, *Vorlesungen über Chemie I* (Almanca çevirisi: Crell, 1804), s. 243.

da yeni bir yapının denenmesi olarak değerlendiriyoruz ve bu nedenle bu yeni yapıyı, bilimsel bir ilerleme ortaya koyup koymadığı açısından incelemeliyiz. İşte bu anlamda başvurulmuş yardımcı bir varsayımın tipik bir örneği, Pauli dışarlama ilkesidir (bkz. kesim *38*). Lorentz-Fitzgerald büzülme varsayımı da uygun olmayan yardımcı bir varsayıma örnektir; bu varsayımın yanlışlanabilen hiçbir vargısı yoktu[2*], tersine kuramla deney (Michelson deneyi) arasındaki birebirliği yeniden ortaya koymuştu; ancak daha sonra görelilik kuramı, burada bir ilerleme sağladı; çünkü yeni vargıları ve etkileri kestirerek, yeni sınama ve yanlışlama olanaklarına ışık tuttu. –Bunlara ek olarak bir de, uygun olmayan *tüm* yardımcı varsayımların uzlaşımcı diye yadsınmaması gerektiğini vurgulamalıyız; özellikle de kuramlar dizgesine hiç uymayan, yine de yardımcı varsayım olarak nitelendirilen tekil sanılar, belki kuramsal açıdan önemsiz olacak, ama tutarsızlıklara yol açmayacaktır. (Örneğin: Yeniden oluşturulamayan bir gözlem yapıldığında, bir gözlem hatası payı alınabilir vb.; bkz. kesim *8*, dipnot *6; 27.* ve *68.* kesimler.)

Aynı şekilde, *17.* kesimde değinilmiş belirtik *tanımların*, gerektiğinde evrensellik düzeyi daha düşük olan bir dizgenin kavramlarının ilişkilendirilmesiyle, değiştirilmesi mümkündür; ama bu düzenlemeyle dizge, değiştirilmiş ya da yeniden kurulmuş olarak değerlendirilmelidir. *Tanımlanmamış* evrensel kavramlara gelince: Burada şu iki seçeneği göz önünde bulundurmalıyız: (1) Yalnızca evrensellik düzeyleri en yüksek olan önermelerde tanımlanmamış kavramlar vardır. Bunların kullanımları, diğer kavramlarla aralarında kurulan mantıksal ilişkiye göre belirlenmiştir ve tümdengelim sürecinde dışlanabileceklerdir[2] (örneğin: "enerji"); öte yandan, (2) evrensellik düzeyi daha düşük olan

2* *Bu ifade aslında yanlıştır*: A. GRÜNBAUM'un *British Journal for the Philosophy of Science 10* (1959, s. 48-50)'da ileri sürdüğü gibi, büzülme varsayımının yanlışlanabilir vargıları *vardır*. (Ancak bu varsayımın sınanabilirliği özel görelilik kuramına göre daha kısıtlıdır; bu nedenle de bu varsayım, *ad-hoc-çuluğun dereceleri* olduğu gerçeğini yansıtan bir örnektir.)

2 Bkz. örneğin B. HAHN, *Logik, Mathematik und Naturerkennen (Einheitswissenschaft 2*, 1933), s. 22vd. Burada bir de, "yapılandırılabilen" (yani görgül olarak tanımlanabilen) terimlerin aslında hiç olmadığını vurgulamamız gerekirdi; bizim uygulamalarımızda, tanımlanamayan, yalnızca dildeki yaygın kullanımıyla belirlenmiş evrensel kavramlar onların yerine geçer.

önermelerde, tanımlanmamış kavramlar karşımıza çıkar ve kullanımları dildeki yaygın kullanımıyla belirlenmiştir (örneğin: "hareket", "yoğunluk noktası", "konum"). Uygulamalarda denetlemeksizin yapılan değişiklikleri yasaklar, bunun dışında, daha önce betimlediğimiz yolları izleriz.

Sözü edilen diğer konularda da (deneyciye ve kuramcıya karşı kayıtsız şartsız kalma) benzer bir yaklaşım güdülmelidir: Öznelerarası sınanabilir *etkileri* ya benimseyeceğiz ya da karşıt deneylerle tekrar sınayacağız; ileride bulunabilecek türetimlere önceden işaret etmek, bizim için hiçbir anlam taşımamaktadır.

21. Yanlışlanabilirliğin Mantıksal Olarak İrdelenmesi. Yalnızca görgül-yöntemsel uygulamalarla yanlışlanabilir dizgelerde, uzlaşımcı sapmaların olabileceği kaygısını taşıyoruz. Böyle sapmalardan kaçınabileceğimizi varsaymak ve artık bu tür yanlışlanabilir dizgelerin *mantıksal* özelliklerini irdelemek istiyoruz. Ancak o zaman bir kuramın yanlışlanabilirliğini, kuramla temel önermeler arasındaki mantıksal ilişki olarak tanımlayabiliriz.

Temel önermeler olarak nitelendirdiğimiz tekil önermeleri ve onların nasıl yanlışlanabileceğini ileride ayrıntılı olarak ele alacağız. Bu kesimde, yanlışlanabilir temel önermelerin var olduğunu varsayıyoruz. Yalnız burada, temel önermelerden, herkesçe kabul edilmiş önermelerin bir dizgesini kastetmediğimizi belirtelim. Bunun yerine, temel önermelerin oluşturduğu dizge, kendileriyle kesinlikle çelişik olmayan belli bir biçimdeki bütün özel önermeleri –gerçekle ilgili akla gelebilecek bütün saptamaları– içermektedir; bu nedenle dizgede, birbirleriyle çelişik olan özel önermeler yer almaktadır.

Başlangıçta belki de, bir kuramdan özel önermeler türetildiğinde, o kuramın görgül olduğu söylenebilir. Oysa bu olanaksızdır; çünkü özel önermelerin tümdengelimle türetilebilmesi için, her zaman başka özel önermelerin ve sınır koşullarının dizgede onların yerine geçmesi (değiştirimi) gerekir. Aynı şekilde, özel önermelerin değiştirimleriyle başka özel önermelerin türetilmesini sağlayan kuramları görgül olarak nitelendirmek de doğru olmaz; çünkü görgül olmayan, örneğin eşsözel önermelerden, özel önermelerle birlikte her zaman başka özel önermeler türetilebi-

lir. (Mantığın kurallarına göre, örneğin şunu şöyleyebiliriz: "İki kere iki dört eder" ve "Burada siyah bir karga vardır" önermelerinin tümel-evetlemesinden, örneğin "Burada bir karga var" önermesi çıkar.) Yalnızca sınır koşulundan türetilebildiğinden *daha fazla* önermelerin, kuramla birlikte sınır koşulundan türetilebilir olacağı beklentisi de, tek başına durumu değiştirmez; çünkü böylece belki eşsözel kuramlar dışlanacaktır; ama bireşimsel-fizikötesi önermeler elenemeyecektir. (Örneğin: "Her olayın gerçek bir nedeni vardır" ve "Burada bir facia yaşanmaktadır" önermelerinden "Facianın gerçek bir nedeni vardır" önermesi çıkacaktır.)

Bu nedenle, tek başına sınır koşullarından türetilebilindiğinden daha fazla *özel [tekil] görgül* önermelerin kuramlar yardımıyla tümdengelimle türetilebilir olmasını öngörmeliyiz; başka bir deyişle, tanımımızı, özel önermelerin belli bir kümesine; yani temel önermelere dayandırmamız gerekir[1*]. Temel önerme-

[1*] Buradakiyle eşdeğer olan anlatımlar (kuramsal *dizgelerde sınırlandırma* ayracı yerine) *önermelerin anlamına* ilişkin ölçütler olarak, kitabımın yayımlanmasından sonra, sürekli savunulmuştur. Aynı eğilimi, yanlışlanabilirlik ölçütümü tepeden tırnağa irdeleyen eleştirmenler de göstermiştir. Oysa buradaki anlatımın, *sınırlandırma* ayracı olarak kullanıldığında, yanlışlanabilirlik koşuluyla eşdeğer olduğu açıktır; çünkü; b_2 temel önermesi <Basissatz>, yalnızca b_1'den tek başına değil de, b_1 ve kuram t'nin <Theorie> tümel-evetlemesinden türediğinde (bu yukarıdaki anlatımdır), b_1'in tümel-evetlemesi b_2'nin değillemesiyle birlikte kuram t ile çeliştiği anlamına gelmektedir; ama b_1'in tümel-evetlemesi b_2'nin değillemesiyle birlikte, temel bir önermedir (bkz. kesim *28*). Bu nedenle, ayracımız, yanlışlayan bir temel önermenin var olmasını; yani tam benim düşündüğüm anlamdaki yanlışlanabilirliği öngörmektedir. (Bununla ilgili bkz. kesim *82*, dipnot 1*.)

Bu anlatımlarla, *anlamlılık* (ya da "zayıf ölçüdeki doğrulanabilirlik") ölçütünü öngörmek, birçok nedenden dolayı başarısız olacaktır; çünkü (1), bazı anlamlı önermelerin değillemesi bu ölçüte göre anlamsız olabilecek ve (2), anlamlı bir önermenin tümel-evetlemesi "anlamsız sözde bir önermeyle" birlikte anlamlı olabilecektir – bu da aynı şekilde saçma olur.

İleri sürdüğümüz bu iki gerekçeyle kendi *sınırlandırma* ölçütümüzü irdeleyecek olursak, hiçbir sorun çıkmayacaktır. Birinci gerekçe için bkz. kesim *15*, özellikle de dipnot 2* (aynı zamanda bkz. *Postscript*'imin *22**. kesimi). İkinci gerekçeye gelince: Böylcliklc (örneğin Newton'un kuramları gibi) görgül kuramlar "fizikötesi" öğeler içerebilir; ama bunlar kesin bir kuralla elenemez. Eğer kuramı, sınanabilir ve (gereksiz) sınanılamaz alttümel-evetleme olarak betimlemeyi başarabilirsek, fizikötesi öğelerinden en azından birini kuramdan dışlayabilecceğimizi doğal olarak biliyor olacağız. Bu dipnotun yer aldığı metinden önceki paragrafta değinilen konular, *yöntembilimsel bir kuralın* pratik bir örneği olarak algılanabilir (bkz. kesim *80*, dipnot 5* in sonu): Rakip bir kurama eleştiri getirdikten sonra, aynı ya da benzer eleştirileri kendi kuramımıza da yöneltmek için elimizden gelen her şeyi yapmalıyız.

lerin tümdengelimle türetilmesinde, başlangıçta karmaşık kuramsal bir dizgenin katkısının nasıl olacağını kestiremeyeceğimizden, aşağıdaki tanımı uygun görüyoruz: Bir kuram, akla gelebilecek bütün temel önermelerin kümesini açık bir şekilde boş olmayan iki altkümeye ayırdığında, o kuram "görgül" ya da "yanlışlanabilir" demektir. Altkümelerin birinde kuram, temel önermelerle çelişme durumunda olup, onları "yasaklar" –bu tür önermelerden oluşmuş kümeyi, kuramın *yanlışlanabilme olanağını sağlayan* küme olarak adlandırıyoruz–; diğer altkümede ise kuram, temel önermelerle çelişme durumunda olmayıp, onlara "izin verir". Özetleyecek olursak: Kuramın yanlışlanabilme olanağını veren küme boş değilse, bir kuram yanlışlanabilir.

Kuramın, yalnızca kendisine yanlışlanabilme olanağını sağlayan küme hakkında bir şeyler söylediğini vurgulamalıyız. [Kuram, kendisinin yanlışlanma olanağını sağlayan tüm önermelerin yanlış olduğunu ileri sürer.] Diğer, yani "izin verilen" temel önermeler hakkında kuram, hiçbir şey ileri sürmez; özellikle de bu önermelerin belki "doğru" olduğunu hiç söylemez[2*].

22. Yanlışlanabilirlik ve Yanlışlama. Yanlışlanabilirlik ve yanlışlama sözcükleri arasında kesin olarak bir ayrım yapmak zorundayız. Yanlışlanabilirliği, salt önerme dizgelerinin görgül özelliklerinin ölçütü olarak ele alıyoruz; dizgenin ne zaman yanlışlanabilir olarak kabul edilebileceği, konulan kurallarla belirlenmelidir.

Yalnızca kabul ettiğimiz temel önermelerle çelişen bir kuramı yanlışlanmış olarak nitelendiriyoruz (bkz. kesim *11*, kural 2). Bu koşul gereklidir, ancak yeterli değildir; çünkü daha önce de sık sık vurgulandığı gibi, bir kez daha oluşturulamayan olaylar, bilim için hiçbir önem taşımaz. Bu nedenle yalnızca birkaç temel önerme kuramla çeliştiğinde, kuramı yanlışlanmış olarak göremeyiz. Ancak kuramı çürüten bir *etki* bulunduğunda; başka bir deyişle, kuramla çelişme halinde olan, (bu etkiyi betimleyen) evrensellik düzeyi düşük görgül bir varsayım öne sürüldü-

[2*] Gerçekten de "izin verilen" temel önermelerin birçoğu, kuramın sınırları kapsamında birbirleriyle çelişecektir (bkz. kesim *38*). Böylece örneğin, bir gezegenin tam üç konumundan oluşan her küme, "bir anlık duruma dayanarak" "Bütün gezegenler daire üzerinde hareket eder" şeklindeki evrensel yasayı (yani "Herhangi bir gezegenin konumundan oluşan her küme aynı daire üzerinde bulunur" önermesini) ortaya koyar; ama böyle ortaya çıkan iki "anlık durum", birlikte yasayla çelişecektir.

günde ve sağlandığında, kuramın yanlışlandığını söyleyebiliriz. Böyle bir varsayımı, *yanlışlayan varsayım*[1] olarak adlandırıyoruz. Bu varsayımın görgül –yani yanlışlanabilir– olmasını beklediğimizde, onun yalnızca olası temel önermelerle mantıksal ilişkisini kastetmiş oluruz; başka bir deyişle, böyle bir koşul, varsayımın mantıksal yapısıyla ilişkilidir. Öte yandan, varsayımın sağlanmış olup olmadığı, onun kabul edilmiş temel önermelerle sınanmasıyla ortaya çıkar[1]*.

Demek ki temel önermelerin iki farklı rolü vardır: Bir yandan, mantıksal açıdan olası tüm temel önermelerin dizgesi ade-

[1] Yanlışlayan varsayımın evrensellik düzeyi çok düşük olabilir (bir gözlem sonucunun kişisel koordinatlarını "yaygınlaştırmakla" böyle bir varsayıma ulaşılır; örneğin Mach'ın kesim *18*'de "olguya" ilişkin yaptığı gibi); hatta bu varsayım, öznelerarası sınanabilir olsa da, fazlasıyla katı evrensel bir önerme olmak zorunda değildir. Bu şekilde, "Bütün kargalar siyahtır" önermesinin yanlışlanmasına, N.'deki hayvanat bahçesinde beyaz kargalardan oluşan bir türün yaşadığını vb. bilgiler ileri süren öznelerarası sınanabilir bir önerme yetecektir. *Tüm bunlar, yanlışlanmış bir varsayımın daha iyi bir varsayımla yer değiştirmesinin ne denli önemli olduğunu göstermektedir. Genelde, bir varsayım yanlışlanmadan önce, yedekte mutlaka başka bir varsayım vardır; çünkü dizgeyi yanlışlayan deney, genelde *çapraz deneydir <experimentum crucis>*, bu da iki varsayımdan birine karar verecektir; başka bir deyişle, bu deney, bu iki varsayımın birbirlerinden bir biçimde farklı olduğu gerçeğine dayandırılmış olarak yürütülür ve buna bağlı olarak (en azından) ikisinden birinin çürütülmesi amaçlanır.

1* Kabul edilmiş temel önermelere dayanmanın, sanki sonsuz geri gitmelere kaynak oluşturacağı düşünülebilir. Çünkü, burada sorunumuz şudur: Bir varsayım, temel önermenin *kabul edilmesiyle* yanlışlandığından, *temel önermelerin kabul edilebilmesi için yöntembilimsel kurallara* gereksinim duyarız. Bu kurallar da kendi açılarından kabul edilmiş temel önermelere dayandığında, sonsuz geri gitmelere düşebiliriz. Bu bağlamda hemen şunu söyleyemeliyim: Gereksinim duyduğumuz kurallar, yalnızca iyi sınanmış ve o ana kadar başarılı olmuş belirli bir varsayımı yanlışlayan temel önermelerin kabul edilmesini sağlayan kurallardır; ve kuralın dayandığı kabul edilmiş temel önermelerin, böyle bir özelliğe sahip olmaları gerekmez. Ayrıca, metinde sözü edilen kural, kesinlikle belirleyici olmayıp, yalnızca başka bir durumda başarılı bir varsayımı yanlışlayan temel önermelerin kabul edilmesinin önemli bir boyutunu vurgulamaktadır. Bu konu, *V.* bölümde (özellikle *29.* kesimde) daha da geliştirilecektir.
Profesör J. H. Woodger bana özel olarak şu soruyu yöneltmiştir: Bir etkinin *"yeniden oluşturulabilir bir etki"* (bir *"buluş"*) olarak kabul edilebilmesi için, onu acaba kaç kez yeniden oluşturmalıyız? Verdiğim yanıt şu olmuştur: Bazı durumlarda *herhangi bir yinelemeye bile gerek duymayız.* N.'deki hayvanat bahçesinde beyaz kargalardan oluşan bir türün yaşadığını ileri sürmekle, *sınanabilirliğe ilkesel olarak* olanak sağlayan bir sav öne sürmüş olurum. Bir kişi bu savımı sınamak isteyip N.'ye vardığında ve beyaz kargaların öldüğünü ya da hiç kimsenin beyaz kargalarla ilgili bir şey bilmediğini öğrendiğinde, benim yanlışlayan temel önermemi benimseyip benimsemeyeceği kararı kendisine kalacaktır; kendi görüşünü oluşturabileceği her türlü belge, tanık vb. araçlar aslında vardır; yani o kişi, öznelerarası sınanabilir ve yeniden oluşturulabilir diğer başka olgulara başvurabilir. (Bkz. kesimler *27-30*).

ta bir referans dizgesidir ve bu dizgenin yardımıyla görgül önermelerin biçimini mantıksal olarak betimleyebiliriz; diğer yandan, *kabul edilmiş* temel önermeler, varsayımların sağlanmasına temel oluşturmaktadır. Kabul edilmiş temel önermeler, bir kuramla çeliştiğinde, ancak aynı zamanda yanlışlayan bir varsayımı sağlarlarsa, kuramın yanlışlanmasında etkin olacaklardır.

23. "Olay" ve "Olgu". Yanlışlanabilirlik koşulunu –başlangıçta pek açık olmamakla birlikte– ikiye ayırmıştık: Yöntembilimsel koşullarla (bkz. kesim *20*) ilgili bazı belirsizlikler vardır; öte yandan önermenin mantıksal ölçütüne ilişkin koşul ise, hangi önermeleri temel önermeler olarak nitelendireceğimizi belirlediğimizde, tamamen açıktır (bkz. kesim *28*). Bu mantıksal ölçütü daha önce biçimsel bir anlatımla, önermeler –daha doğrusu kuram ve temel önermeler– arasındaki mantıksal bir ilişki olarak betimlemiştik. Bu kesimde, ölçütümüzü daha anlaşılır kılmak için, "gerçekçi" bir yaklaşımı ortaya koymak istiyoruz. Bu, aslında biçimsel anlatıma eşdeğer olup, alışılagelmiş kullanıma daha yakın olacaktır.

Bu "gerçekçi" anlatım biçimiyle, özel bir önermenin (temel bir önermenin), [*tekil*] bir *olayı* ortaya koyduğunu ya da betimlediğini söyleyebiliriz. Artık kuramın yasakladığı temel önermelerden söz edeceğimize, kuramın bazı olayları yasakladığını; yani bu tür olayların ortaya çıkmasıyla kuramın yanlışlanacağını söyleyebiliriz.

Az da olsa belirsiz olan "olay" sözcüğünün kullanımı, bazı tutarsızlıklara yol açmaktadır. Bu nedenle de bu sözcüğün bilgi-mantıksal düşüncelerden tümüyle dışlanması gerektiği ve bir olay "meydana geldi" ya da "gelmedi" demek yerine, önermelerin "doğru" ya da "yanlış" olduğunun söylenmesi gerektiği önerilmiştir[1]. Oysa biz, bu "olay" sözcüğünü dışlamayıp, hiçbir tutar-

[1] Özellikle de bazı olasılık-kuramcıları; bkz. KEYNES, *Über Wahrscheinlichkeit* (Almanca çevirisi: Urban, 1926), s. 3. Çalışmasında Keynes, bu ("*biçimsel*") ifade biçimini öneren ilk yazar olarak Ancillon'a, daha sonra da Boole, Czuber ve Stumpf'a değiniyor. *Her ne kadar, *"olay"* ve *"olgu"* sözcüklerine ilişkin yaptığım ("dizimsel") tanımları hâlâ, *amaçlarıma* uygun diye düşünsem de, bu tanımları artık sezgisel olarak uygun görmüyorum; bu tanımların, yaygın dil kullanımına ya da bizlerin amaçladığı anlamlara uygun düştüğünü artık savunmuyorum. Aslında "dizimsel" bir tanım yerine "yorumsal" bir tanımın gerekli olduğu düşüncesini bana (1935'te Paris'te) Alfred Tarski vermişti.

sızlığa yol açmayacak şekilde kullanımını tanımlamak istiyoruz; öyle ki, herhangi bir olayın söz konusu olduğu her yerde, [ona denk düşen] (özel) önermelerden de bahsedebilelim.

"Olay" kavramının tanımını, eşdeğer iki (özel) önerme, birlikte tek ve aynı olayı ortaya koyar, şeklindeki alışılagelmiş düşünceye dayandırıyoruz. Bu yaklaşım bizi aşağıdaki bağlamsal tanıma götürmektedir: p_k özel bir önerme ise (k-indisi ortaya çıkan bütün bireysel kavramlara ya da kişisel koordinatlara işaret eder), p_k önermesiyle eşdeğer olan bütün önermelerin kümesini "P_k-olayı" diye adlandırırız. Bu şekilde örneğin, "az önce burada göğün gürlemiş olması", bir olaydır. Bu olayı, "Az önce burada gök gürledi", "Viyana'nın 13. bölgesinde 10 Haziran 1933 yılında saat 17.15'te gök gürledi" şeklindeki önermelerin ve buna bağlı diğer eşdeğer önermelerin kümesi olarak ele alıyoruz. Böylece, "p_k önermesi, P_k olayını ortaya koyar" ("betimler" vb.) biçimindeki gerçekçi anlatımı, "p_k önermesi, kendisiyle eşdeğer bütün önermelerin oluşturduğu P_k kümesinin bir elemanıdır" şeklindeki oldukça basit anlatımla eşanlamlı olarak düşünebiliriz. Benzer biçimde, "P_k olayı gerçekleşiyor" önermesini, "p_k ve p_k ile eşdeğer olan bütün önermeler doğrudur" önermesiyle eşanlamlı kabul ediyoruz.

Bu tür dönüştürme kurallarıyla amacımız, "olay" sözcüğünü gerçekçi bir anlatım biçimiyle kullananın, önermelerden oluşmuş kümeleri düşüneceğini ileri sürmek değildir. Bunun yerine, örneğin P_k olayının bir t kuramıyla çelişmesinin ne olduğuna açıklık getirecek, gerçekçi anlatım biçiminin yorumunu yapmak istiyoruz, ki bu da bunu artık, p_k ile eşdeğer her önerme, t kuramıyla çelişir (t kuramının yanlışlanma olanağını sağlar), şeklinde basitçe ifade edebiliriz.

Bir olayda tipik ve evrensel olanın ne olduğunu, evrensel kavramlarla onun neyi betimleyebileceğini anlayabilmek için, *olgu* sözcüğünü ele almak istiyoruz. (Yani, olgu sözcüğüyle –belki de dildeki yaygın kullanımından farklı olarak– karmaşık bir olayı kastetmiyoruz.) Olguyu şöyle tanımlıyoruz: Bir "(P) olgusu", bütün P_k, P_l,... olaylarının kümesidir, aralarındaki ayrım *yalnızca* bireysel kavramların [uzay-zaman konumların; bkz. kesim *13*] farklılıklarından kaynaklanmaktadır. Buna dayanarak örne-

ğin, "Buraya az önce bir bardak su döküldü" önermesinin, "Bir bardak suyun dökülmesi" olgusunun bir elemanı olduğunu söyleyebiliriz.

Gerçekçi anlatım biçimiyle, P_k olayını betimleyen p_k özel önermesinin, (P) olgusunun [uzay-zamansal] k durumunda gerçekleştiğini ya da yaşandığını ileri sürdüğü söylenir; bu betimlemeyi, p_k ile eşdeğer özel önermelerden oluşan P_k kümesinin, (P) olgusunun bir elemanı olduğu anlatımıyla eşanlamlı kabul ediyoruz.

Şimdi bu terminolojiyi[2] kullanarak sorunumuza dönelim: Artık tanımlara baktığımızda, yanlışlanabilen bir kuramın yalnızca *tek bir* olayı değil, aynı zamanda en azından tek bir olguyu da yasakladığını söyleyebiliriz. Yasaklanmış temel önermeler kümesi, yani kuramın yanlışlanma olanağını sağlayan küme, sınırsız birçok temel önermeyi kapsar; çünkü kuram, küme boş olmadığı durumda hiçbir bireysel kavrama dayanmaz. *Tek bir* olguya ait olan özel (temel) önermeleri, "tektip" <"homotyp"> önermeler olarak nitelendirebiliriz (bu, *tek bir* olaya ait olan "eşdeğer" önermelerle benzeşmektedir). Böylece, bir kuramın yanlışlanabilme olanağını sağlayan boş olmayan her küme, tektip temel önermelerden oluşan en az [boş olmayan] *bir* kümeyi kapsar.

Olası bütün temel önermeler kümesini bir daire ile gösterebildiğimizi varsayalım. Bu dairenin alanı, "olası tüm deneyim dünyalarının bütünü" ("görgül gerçekler") olarak algılanabilir. Olguların, dairenin yarıçapları boyunca, benzer biçimde, bireysel kavramları ya da koordinatları aynı olan olayların da aynı (eşmerkezli) daire üzerinde sıralandığını düşünelim. Böylece yanlışlanabilirlik koşulunu, her görgül kurama ait, kuramın yasakladığı en az *bir* yarıçap olacak şekilde gösterebiliriz.

[2] Özel önermelerin "olayları" *gösterdiğini*, buna karşın evrensel önermelerin "olguları" *göstermediğine* dikkatinizi çekerim. Evrensel önermeler yalnızca "olguları" *yasaklar*. "Olay" kavramına benzer biçimde "yasalara uygunluk" kavramının tanımını, –evrensel önermeler "uygun yasaları" *gösterir* şeklinde– belki yapabildik; ama böyle bir tanıma gerek duymuyoruz; çünkü bizi ilgilendiren, evrensel önermelerin neyi *yasakladığıdır*. Bu nedenle de yasalara uygunluğun (evrensel "durumlar" vb.nin) var olup olmadığı soruları bizim için ortadan kalkar. *Yine de bu tür sorular, *79.* kesimde ve Ek *IX'da, aynı zamanda *Postscrip*'imin *15. kesiminde ele alınmıştır.

Bu gösterimle artık, *15.* kesimde değinilmiş evrensel vardır-önermelerinin "fizikötesi" özelliğini de açıklayabiliriz[1]*: Gerçi çizimde, her evrensel-vardır önermesine ait bir olgu [bir yarıçap] bulunacaktır –öyle ki, bu olgu kapsamındaki her bir temel önerme, vardır-önermesini doğrulayacaktır; ama onun yanlışlanabilme olanağını sağlayan küme boştur: olası "deneyim dünyalarına" ilişkin *hiçbir şey çıkarılmaz* [çünkü önerme hiçbir yarıçapı yasaklamaz]. Bunun tersine, her temel önermeden evrensel bir vardır-önermesinin türetilebilir olması, evrensel vardır-önermesinin görgül özelliğine ilişkin bir kanıt değildir: Eşsözel önermeler de temel önermelerden türer; çünkü eşsözel bir önerme her zaman herhangi bir önermeden çıkarsanır.

Biraz da çelişmeye değinelim: Eşsözler, evrensel vardır-önermeleri ve yanlışlanamaz diğer önermeler, olası temel önermelerin kümesine ilişkin "çok az" bilgi ileri sürerken, çelişme "fazlasıyla" bize ışık tutar. Herhangi bir önerme, aynı şekilde de temel önerme[2]* her türlü çelişmeden türediğinden, onun yanlışlanabilme olanağını sağlayan kümenin olası tüm temel öner-

1* Bu çizim özellikle 31. vd. kesimlerde kullanılmıştır.

2* Kitabımın yayımlanmasından on yıl sonra bile bu gerçek, daha herkesçe benimsenmemişti. Söz konusu durum şöyle özetlenebilir: Gerçekte yanlış bir önerme "içeriksel açıdan her önermeyi kapsar" (ama mantıksal açıdan her önermeyi kapsamaz). Mantıksal açıdan yanlış bir önerme, mantıksal olarak her önermeyi kapsar; başka bir deyişle, mantıksal açıdan yanlış olan bir önermeden, herhangi bir önerme tümdengelimle türetilebilir. Bu nedenle, sırf *gerçek açıdan yanlış* bir (bireşimsel) önerme ile *mantıksal açısından yanlış, çelişkili* –yani p·p̄ biçimindeki bir önermenin türetilebileceği– bir *önerme* arasında kesin olarak bir ayrım yapmalıyız.

Çelişkili bir önermenin her türlü önermeyi mantıksal açıdan kapsadığını şu şekilde gösterebiliriz:

Russell'ın "ilkel savından" hemen

(1) p→(p v q) ya ulaşırız ve "p" ile "p̄"nin, sonra da "p̄vq" ile "p→q"nun değiştirimiyle

(2) p̄→(p→q), içine alınmasıyla <Importation> da

(3) p̄·p→q yu elde ederiz.

Fakat (3). formül, doğrulama yöntemi (modus ponens) yardımıyla *herhangi bir* q önermesinin, "p̄·p" ya da "p·p̄" biçimindeki önermelerden türetilmesine izin vermektedir. (Bununla ilgili bkz. *Mind 52*, 1943, s. 47 vd.'daki çalışmam ve *Conjectures and Refutations*, s. 317vd.) Çelişkili öncüllerden herşeyin türetilebilir olduğu gerçeğini, P. P. WIENER, herkesin de bildiği gibi ele almıştır (*The Philosophy of Bertrand Russell*, yayımcı P. A. Schilpp, 1944, s. 264); burada şaşırtıcı olan, Russell'ın Wiener'e verdiği yanıtta (a.g.y., s. 695vd.), bu gerçekten aslında kendisinin kuşku duymasıdır: Wiener *çelişkili* öncüllere işaret ederken, Russell *yanlış* önermelerden söz eder.

melerden oluşmuş kümeyle özdeş olduğunu söyleyebiliriz; çelişme, herhangi bir temel önermeyle yanlışlanır. (Burada tartışılan konuların, yöntemimizin yararlı yönlerinin sanki örneklendirilmesi olduğu –yani "yanlışlama olanakları" ile ilgili yaklaşımın, "doğrulama olanakları" ile ilgili yaklaşımın önünde geldiği– söylenebilir. Bir önermenin, kendisinden türeyen önermelerin doğrulamasıyla doğrulanması ya da o önermenin olasılı kılınması mümkün olsaydı, çelişme akla gelebilecek her temel önermenin kabul edilmesiyle onaylanmış, yani doğrulanmış ya da olasılı olacaktı.)

24. Yanlışlanabilirlik ve Çelişmezlik. Kuramsal bir dizgeye (belitler dizgesine) getirmek zorunda olduğumuz koşullar arasında, çelişmezliğin özel bir yeri vardır. Çelişmezliği, en üst belitsel temel koşul olarak tanımlayabiliriz. Bu, her kuramsal dizgeyi –görgül olsun olmasın– doyurmak zorundadır.

Çelişmezliğin asıl önemini, çelişkili bir dizge "yanlış" olduğundan reddedilmelidir, şeklinde akla yakın bir eğilim olarak görmek yeterli değildir; zaten biz, aslında yanlış olan, ancak belli amaçlarımıza uygun sonuçlar veren önermelerle uğraşıyoruz[1]* (örneğin: Nernst'in gaz dengeleri için kurduğu "yakınlaştırma denklemi"). Tersine, çelişkili bir önerme dizgesinin hiçbir şey ileri sürmediğini düşündüğümüzde çelişmezliğin önemini daha iyi anlayacağız; çünkü akla gelebilecek her türlü vargı kendisinden türetilebilir; hiçbir önermenin, ne bağdaştırılamaz ne de türetilebilir olarak diğer önermelerden ayırt edici özelliği yoktur; *bütün* önermeler *birbirlerinden* türetilebilir önermelerdir. Buna karşın, çelişkilerden arınmış bir dizge, olası bütün önermelerin kümesini kendisiyle çelişen ve kendisiyle bağdaşık olan önermeler (bunların arasında kendisinin dolaysız vargılar da vardır) diye ikiye ayırır. Bu nedenle çelişmezlik, bir dizgenin –görgül olsun olmasın– kullanabilirliğinin en genel ölçütüdür.

Görgül önermeler, çelişmezlik koşulunun yanı sıra, bir de *yanlışlanabilirlik* koşulunu yerine getirmelidir. Her iki koşul da

[1]* Bkz. *Postscript'im*, kesim *3 ("ikinci öneriye" getirdiğim yanıt) ve kesim *12, madde (2).

şu yönlerden birbirine benzemektedirler[1]: Çelişmezliği sağlamayan önermeler, olası tüm önermeler kümesinden hiçbir önermeyi diğerlerinden farklı olarak öne çıkarmaz. Aynı şekilde yanlışlanabilirlik koşulunu sağlamayan önermeler, olası tüm görgül (temel) önermelerin kümesinden yine hiçbir önermeyi diğerlerinden farklı olarak öne çıkarmaz.

[1] Bkz. *Erkenntnis 3* (1933), s. 426'daki notlarım. *Artık Ek *I' de.

Bölüm V

GÖRGÜL TEMELİN SORUNLARI

Kuramın yanlışlanabilirlik sorusunu, temel önermeler olarak nitelendirdiğimiz bazı özel önermelerin yanlışlanabilirlik sorusuna geri götürmüştük. Peki ama, ne tür özel önermeler temel önermelerdir? Bunlar nasıl yanlışlanır? Gerçi bu sorular deneysel araştırmacıyı pek ilgilendirmeyecektir; ama sorularda yatan belirsizlikler ve yanlış yorumlamalar, onları ayrıntılı olarak tartışmamıza neden olmaktadır.

25. Görgül Temel Olarak Yaşantılar (Ruhbilimcilik). Görgül-bilimlerin duyusal algılara, yaşantılara temellendirilebileceği savı herkes için aşikârdır; ama bu sav, tümevarım mantığı ile geçerliliğini sürdürür ve onunla birlikte çöker; biz tümevarım mantığıyla birlikte bu savı da reddediyoruz. Ancak burada yatan şu gerçeği de yadsımak istemeyiz: Matematik ve mantık düşünceye, gerçek olguların bilimleri duyusal algılara karşılık gelir; ama bunu bilgikuramsal bir sorun olarak görmüyoruz. Bize göre hiçbir bilgikuramsal soruda ruhbilimsel ve mantıksal etmenlerin çokluğu deneyim-önermelerinde olduğundan daha büyük kargaşalara yol açmamıştır.

Deneyim esaslarının sorununu birçok düşünür gözardı etmişse de, Fries[1] bunun önemini kavramıştır: Bilimin önermelerini *dogmalar* şeklinde öne sürmek istemiyorsak, onların geçerliliğini *savunmamız* gerekir. Burada, mantıksal açıdan bir savunmayı öngörüyorsak, *önermeleri sürekli önermelere* geri götürmek zorundayız: Anlaşılacağı gibi, önermelerin mantıksal açıdan sa-

[1] FRIES, *Neue oder anthropologische Kritik der Vernunft* (1828-1831).

vunulmaları (Fries bunu "tanıtlamanın önyargısı" olarak nitelendirir), bizleri *sonsuz geri gitmelere* götürecektir. Hem dogmacılıktan hem de sonsuz geri gitmelerden kaçınmak istediğimizde, geriye tek bir yol kalır; bu da ruhbilimciliktir; yani önermelerin yalnızca önermelere değil de, örneğin algısal yaşantılara da dayandırılabileceği düşüncesidir. Bu *üçlem* (dogmacılık – sonsuz geri gitme – ruhbilimsel temel) nedeniyle, görgül-bilime hakkını vermek isteyen Fries ve onunla birlikte hemen hemen bütün bilgi kuramcıları kesin olarak ruhbilimciliği savunmuşlardır: Fries'e göre, görü ya da duyusal algılar "dolaysız bilgidir"[2]; onların yardımıyla, "dolaylı bilgilerimizi", bilimin simgesel ya da sözel betimlenmiş önermelerini savunabiliriz.

Fakat bu sorun genelde bu kadar geniş ele alınmamıştır: Duyumcu ve "olgucu" bilgi kuramlarına göre, görgül-bilimsel önermelerin "yaşantımızı dile getirdiği" aşikârdır[3]: Gerçekleri ortaya koyan bir bilgiye, algıyla ulaşamıyorsak başka nasıl ulaşabiliriz ki? Yalnızca düşünmeyle gerçek dünya hakkında hiçbir şey öğrenemeyiz; ancak algısal yaşantılar görgül bilimlerin "bilgi kaynağı" olabilir. Bu nedenle de, gerçek dünya hakkında bildiğimiz her şeyi *yaşantılarımıza ilişkin önermeler* biçiminde ifade edebilmeliyiz. Masanın kırmızı ya da mavi olduğunu yaşantılarımızla karşılaştırarak belirleyebiliriz; dolaysız kanısal yaşantılarımızla, "doğru" önermeyi, kavramları yaşantıya uyan önermeyi "yanlış" olandan ya da kavramları yaşantıya uymayandan ayırt edebiliriz. Bilim, bildiklerimizi ya da kanısal yaşantılarımızı düzenlemeye ve betimlemeye çalışan bir olgudur: *Kanısal yaşantılarımızın dizgesel betimidir.*

Bize göre bu yaklaşım, tümevarım sorunu, dolayısıyla evrensel kavramların sorunu nedeniyle bizi hiçbir yere götürmez: "Dolaysız yaşantılara dayanarak" kesin olarak bilebileceğimizin dışına çıkan hiçbir bilimsel önermeyi öne süremeyiz ("betimlemenin aşkınlığı"); her betimlemede evrensel imler, evrensel kavramlar geçmektedir; her önerme, bir kuram ya da varsayım özelliği taşımaktadır. "Burada bir bardak su durmaktadır" öner-

[2] Bkz. örneğin J. KRAFT, *Von Husserl zu Heidegger* (1932), s. 120vd. (*ikinci baskı, 1957, s. 108vd.)

[3] Frank'ın (bkz. kesim *27*, dipnot 4) ve Hahn'ın (bkz. kesim *27*, dipnot 1) yaklaşımlarını hemen hemen aynen veriyoruz.

mesi hiçbir yaşantıya dayandırılarak doğrulanamaz; çünkü burada yer alan evrensel kavramlar belli yaşantılara ilişkilendirilemez ("dolaysız yaşantılar" yalnızca *bir kez* "dolaysız ortaya konulmuştur" –yani bir kerelik yaşantılardır). Örneğin "Bardak" sözcüğüyle belirli *yasalara uyan* fiziksel cisimler kastedilmiştir; aynı durum "su" sözcüğü için de geçerlidir. Evrensel kavramlar, yaşantılardan oluşmuş kümelere dayandırılamaz; yani [Carnap'ın terminolojisinde olduğu gibi] "yeniden düzenlenemez"[4].

26. Tutanaklar. Önceki kesimde betimlediğimiz ve ruhbilimsellik olarak nitelendirdiğimiz yaklaşımın temelinde bana göre, bir de görgül temelin çağdaş bir kuramı yatmaktadır. Bu kuram, yaşantılar ya da algılardan değil, yalnızca –yaşantıyı betimleyen– *tümcelerden* bahseder. İşte bu tür tümceler, Neurath[1] ve Carnap[2] tarafından *tutanaklar* olarak nitelendirilir.

Böyle bir yaklaşımı daha önce Reininger ortaya atmıştır. Reininger, bir önermeyle önermenin betimlediği durum ya da olay arasındaki denkliği bulmaya çalışan sorulardan yola çıkmış ve önermelerin yalnızca önermelerle karşılaştırılabileceği sonucuna varmıştır: Ona göre, bir önermenin durumla uyuşması, evrensellik düzeyleri farklı olan önermelerin mantıksal uyuşmalarından; "... daha üst derecedeki önermelerin basit içerikli önermelerle ve sonuçta yaşantıların önermeleriyle denkliğinden" başka bir şey değildir[3] (bunu Reininger "elemanter önermeler"[4] olarak da ifade eder).

Carnap daha farklı sorulardan yola çıkmıştır. Onun savına göre, felsefi araştırmalar "dilin biçiminden"[5] söz eder; bilim mantığının amacı "bilimsel dilin biçimini"[6] araştırmaktır; bu mantık, [fiziksel] "nesneleri" değil, sözcükleri; "durumları" değil, önermeleri konu eder. Carnap, kesin doğru olan *biçimsel anlatımı* alışılagelmiş içeriksel anlatım biçimiyle karşılaştırır. Belir-

[4] Bkz. kesim *20*, dipnot 2.

[1] Bu sözcük NEURATH'tan çıkmıştır (bkz. örneğin "Soziologie", *Erkenntnis 2* (1932), s. 393.

[2] CARNAP, *Erkenntnis 2* (1932), s. 432vd.; *Erkenntnis 3* (1932), s. 107vd.

[3] REININGER, *Metaphysik der Wirklichkeit* (1931), s. 134.

[4] REININGER, a.g.y., s. 132.

[5] CARNAP, *Erkenntnis 2* (1932), s. 435: "*These der Metalogik*".

[6] CARNAP, *Erkenntnis 3* (1933), s. 228.

sizliklerden kaçınmak istendiğinde, bu içeriksel anlatım biçimi, ancak kesin doğru olan biçimsel anlatıma dönüştürülebildiği zaman kullanılmalıdır.

Bizim de benimseyebileceğimiz bu yaklaşım, Carnap'ı bilim mantığında [Reininger'de olduğu gibi], önermelerin, "durumlarla" ya da "yaşantılarla" değil, diğer önermelerle karşılaştırılarak sınandıkları sonucuna götürür. Bununla birlikte Carnap, daha önceki kesimde betimlenen ruhbilimsel yaklaşımların etkisi altında kalmıştır: Farklı olarak yaptığı tek şey, ruhbilimsel etmenleri biçimsel anlatıma dönüştürmesidir. Carnap, bilimdeki önermelerin "tutanaklar yardımıyla"[7] sınandıklarını söyler. Bu tutanakları, "sağlanmaları gereken önermeler olarak değil de, bilimin diğer tüm önermelerinin temel taşı olarak belirlediğimizde", "içeriksel" açıdan şu kastedilmiş olur: Tutanaklar "gerçek durumlara" dayanır; "onlar, dolaysız yaşantı içeriklerini ya da görüngüleri; yani algılanabilen en basit durumları betimler" [Carnap][8]. Görülüyor ki, tutanak öğretisi, biçimsel anlatıma dönüştürülmüş ruhbilimciliktir. Benzer bir sonuç, Neurath'ın[9] yaklaşımında da ortaya çıkar. Neurath'a göre tutanaklarda, "algılamak", "görmek" gibi sözcükler ve beraberinde tutanağı alan kişinin adı geçmelidir: Tutanaklar –adı üstünde– *algılanan şeylerin tutanakları* olmalıdır.

Ancak Reininger gibi Neurath da[10], yaşantıları dile getiren önermelerin –başka bir deyişle, tutanakların– kesin olduğu değil, gerektiğinde değillenebilir olduğu kanısındadır. Böylece Neurath, Carnap'ın (o tarihten beri yeniden gözden geçirdiği[11]), tutanakların "sağlanması gerekmeyen" son önermeler olduğu şeklindeki görüşüne karşı çıkmaktadır[12]. Öte yandan Reininger, bize çelişkili geldiğinde ya da başka bir önermeye "rakip olduğunda" sınadığımız "elemanter öner-

7 CARNAP, *Erkenntnis 2* (1932), s. 437.

8 CARNAP, a.g.y., s. 438.

9 NEURATH, *Erkenntnis 3* (1933), s. 205vd. Neurath şu örneği vermektedir: "Tam anlamıyla bir tutanak şöyle olabilir: {Otto'nun saat 3.17'deki tutanağı [Otto, saat 3.16'da sesli düşündü: (Saat 3.15'te odada Otto tarafından algılanabilen bir masa vardı)]}."

10 REININGER, *Metaphysik der Wirklichkeit*, s. 133.

11 NEURATH, *Erkenntnis 3* (1933), s. 209vd.

12 CARNAP, *Erkenntnis 3* (1933), s. 215vd.; bkz. kesim *29* dipnot 1.

menin" sınama yöntemini betimlerken –bu, vargıların tümdengelim ve sınanma yöntemidir–, Neurath, böyle bir yöntemi ortaya koymamakta; yalnızca, dizgeyle tutarsız olan tutanağı ya "karalayabileceğimizi", "ya da... 'kabul ederek', dizgenin tutanakla çelişmeyecek şekilde geliştirilerek değiştirilebileceğini" vurgulamaktadır.

Tutanakların yadsınabilir olduğu görüşü, bana göre oldukça büyük bir ilerlemedir. Algıların yerine algı önermelerinin biçimsel olarak geçebileceğini dikkate almadığımızda, tutanakların tekrar gözden geçirilebilirliği, [Fries'in] "dolaysız bilgi" öğretisinin ötesine gitmektedir. Bu da aslında doğru bir adımdır; ama buna ek olarak, keyfi "karalamaları" [ve aynı zamanda tutanakların "kabul edilmesini"] kısıtlayan bir işlem belirlenmelidir; Neurath bunu yapmayarak, istemeden görgücülüğü saf dışı bırakmıştır: Görgül önermeler diğer önermelerle karşılaştırıldığında artık farklı nitelikte değildir, *her* dizge bize uymayan tutanakların karalanmasıyla savunulabilir. Öyle ki böyle bir eğilim, uzlaşımcı yaklaşımlarda olduğu gibi yalnızca dizgeyi kurtarmak için değil, dizgenin –eğer tutanaklardan ancak yeterli sayıda bir birikim elde edildiyse– basitçe görgü ve kulak tanıklarıyla kalıcılığını güçlendirmek için de gösterilebilir. Gerçi bu şekilde Neurath dogmacılığın *bir* yönünden uzaklaşmakta; ama bunun yerine dogmacı keyfi davranışların "görgül-bilimde" yer almasını sağlamaktadır.

Bu nedenle Neurath'ın yaklaşımında tutanakların rolünün ne olduğu pek de anlaşılır değildir. Carnap'ın (daha sonraki) yaklaşımında bu tutanaklar şöyle tanımlanmıştır: Görgül-bilimsel savlar tutanaklara dayandırılarak sağlanmalıdır. İşte bu nedenle de tutanaklar "çürütülemez" önermelerdir: Tek başlarına başka önermeleri geçersiz kılabilirler. Bu işlevlerini ortadan kaldırır, onları kuramlarla çürütürsek, o zaman neden tutanaklara gereksinim duyuyoruz? Neurath, sınırlandırma sorununu çözmeye çalışmadığından, aslında onun tutanakları görgül-bilimin "çıkış noktasının" algılar olduğu şeklindeki geleneksel yaklaşımın yalnızca bir kalıntısıdır.

27. Görgül Temelin Nesnelliği. Bizim bilimden beklediğimiz, yukarıda açıklanmış ruhbilimci yaklaşımlardan farklıdır: *Nesnel bilimle "kendi bilgilerimiz" arasında kesin bir ayrım yapmaktayız.*

Kuşkusuz yalnızca gözlemler, "gerçeklerle ilgili bilgileri bize aktarabilir" ve [Hahn'ın da söylediği gibi] "gerçekleri... yalnızca gözlemlerle kavrayabiliriz"[1]. Ancak bunlar; yani bildiklerimiz ya da kavradıklarımız, önermelerin geçerliliğini kanıtlamaz. Bu nedenle bilgi kuramının sorusu şu olamaz: "... *bildiklerimiz* neye dayanmaktadır?... daha açık bir ifadeyle: "S *yaşantısını* geçirdiğimde... edindiğim bilginin geçerliliğini... neye göre kanıtlar ya da kuşkulara karşı savunabilirim?"[2] Bu sorular, "yaşantıların" yerine "tutanaklar" geçtiğinde de yanıtlanamaz. Biz bilgi kuramından şu sorunun yanıtını bekliyoruz: Öznelerarası sınanabilir hangi vargılarla bilimsel önermeler sınanabilir[1*]?

Bilimde *mantıksal-eşsözel* önermeler öne sürülürken, ruhbilimsel değil, nesnel olan yaklaşımların yerindeliği artık herkesçe kabul edilmiştir. Gerçi mantığın, düşünce süreçlerimizin yasalarının öğretisi olduğu; bu yasaların, ancak, zaten farklı düşünemeyiz şeklindeki "gerçeğe" sığınarak savunulabileceği; ve mantıksal bir çıkarımın, böyle bir düşünme sürecinin gereksinimine dayanarak –belki de zorunluluk olarak– savunulduğu şeklindeki yaklaşımların üzerinden pek de uzun bir süre geçmemiştir. Fakat mantıksal çıkarımların nasıl yürütüldüğü şeklindeki sorularda, sanıyorum bu tür ruhbilimci yaklaşımlar çoktan geçmişte kalmıştır; artık hiç kimse benimsediği mantıksal bir çıkarımın geçerliliğini, getirdiği betimin yanına şu tutanağı yazarak kanıtlamaya ya da kuşkuya karşı savunmaya kalkmaz: "Tutanak: Çıkarımlar zincirinin hesaplanmasında bugün apaçık bir yaşantım oldu."

Ancak bilimin *görgül* önermelerine farklı yaklaşılmaktadır.

1 Bkz. HAHN, "Logik, Mathematik und Naturerkennen" *(Einheitswissenschaft 2*, 1933), s. 19, s. 24.

2 CARNAP, *Scheinprobleme in der Philosophie* (1928), s. 15 (orijinal yapıtta italik yazılmamıştır).

1* Şimdi artık bu soruyu şöyle betimlerdim: Kuramlarımızı (varsayımlar ya da tahminlerimizi), kuşkulu durumlara karşı savunacağımıza, en iyi şekilde nasıl *eleştirebiliriz.* Şüphesiz *sınama*, benim gözümde her zaman *eleştirinin* bir parçasıydı. (Bkz. *Postscript*'im, kesim *7, 5. ve 6. dipnotlar arasında yer alan metin, ve kesim *52'nin sonu.)

Genelde bunların algısal yaşantılara –biçimsel bir anlatım tarzıyla: tutanaklara– dayandığı sanılmaktadır. (Burada garip olan, önermeleri tutanaklarla sağlama alma çabasının güdülmesidir –mantıksal önermelerde bu çaba, herhalde ruhbilimcilik olarak tanımlanırdı–, görgül önermelerde de "fizikçilik" olarak karşımıza çıkar.) Oysa buradaki ilişkiler bize göre aynıdır: gerek mantıksal önermelerde gerekse görgül önermelerde ortaya çıkan *bilgilerimiz* (aslında ruhbilimsel bir boyutu olan ve eğilimlerden oluşan bir dizge olarak belirsiz tanımlanabilen) apaçık yaşantılara ya da algısal yaşantılara dayanmaktadır; birisinde belki "apaçık bir algının" yaşantısına, diğerinde ise belki de düşünce yaşantılarına bağlıdır. Ancak tüm bunlar yalnızca ruhbilimciyi ilgilendirir. Bilimsel önermelerin mantıksal açıdan savunulmasının –ki bu da yalnızca bilgi kuramcısının ilgilendiği konudur– bunlarla hiçbir ilgisi yoktur.

("Buradaki masanın beyaz olduğunu görüyorum" önermesinin, "Buradaki masa beyazdır" önermesine karşın bazı bilgikuramsal üstünlükleri olduğu, yaygın bir önyargıdır. Oysa ki, nesnel bir sınama açısından bakıldığında, birinci önerme, "ben" ile ilgili bir şey öne sürdüğünden, "buradaki masaya" ilişkin bir şey öne süren ikinci önermeye göre daha güvenilir olarak görülemez.)

Mantıksal bir tanıtlama zincirini sağlayabilmek için yalnızca *tek bir* yol vardır: Dizilimi elverdiğince kolay sınanabilir bir biçimde ortaya koymak; başka bir deyişle, tümdengelim zincirini, matematiksel açıdan mantıklı olan dönüştürüm tekniklerini öğrenmiş herkesin izleyebileceği şekilde birçok adıma ayırmaktır. Bir kimse elde ettiği sonuçtan kuşku duyduğunda, ona önerebileceğimiz tek şey, çıkarım zincirindeki hatayı tanıtlaması ya da durumu bir kez daha düşünmesi olacaktır. Görgül-bilimsel her önerme, verilmiş deney yönergesine vb.ne göre aynı biçimde öne sürülmelidir ki, ilgi alanının tekniklerini kavramış olan herkes onu sınayabilsin. Sınayan bir kişi çelişkili bir sonuca vardığında, şüpheli yaşantıları betimlemesi ya da şu ya da bu algısal yaşantıları dile getirmesi yeterli değildir. Araştırmacı, yeni sınama yöntemleriyle birlikte karşı savlar ileri sürmelidir. Bunu yapmadığı takdirde ondan yalnızca şüpheli olan bu olgusal süreci tekrar –ve daha iyi– gözden geçirmesini öğütleriz.

Sınanamaz biçimde öne sürülen bir önerme bilimde yalnızca bir sorun ya da bir uyarı niteliğindedir. Bu, mantıklı olan matematiksel alanda –bunun bir örneğini Fermat sorununda görmekteyiz–, ve doğa bilgisi alanında, örneğin su yılanları hakkında verilen bildirilerde geçerlidir. Böyle durumlarda bilim Fermat'ın yanılmış ya da su yılanlarını araştıranların yalan söylemiş ve açıklamaların aslında düşsel olabileceğini ileri sürmeyip, bir süre için bu yargılamaların dışında kalır[3].

Bilimi bilgi kuramı bakış açısından gördüğümüzden daha farklı da ele alabiliriz; örneğin ona biyolojik-toplumbilimsel görüngü olarak bakabiliriz. O zaman bilim, bizim endüstriyel donanımımıza benzer bir alet ya da araç olarak tanımlanabilir. Bu şekilde yaklaştığımızda bilimi üretimin bir aracı ya da "üretimin dolaşık bir yolu"[4] olarak algılayabiliriz. Ancak bu bakış açısından ele alındığında da bilim, "bizim yaşantılarımızla", herhangi başka bir aracın ya da üretimin aracının ilgilendiğinden daha fazla ilgilenmez; hatta anlıkçı gereksinimlerimizi karşılasa da, yaşantılarımızla olan bağlamı herhangi nesnel bir şekilden farklı olmayacaktır. Gerçi bilim hakkında şunu söylemek pek de yanlış olmaz: Bilim, "...dolaysız yaşantılardan hareketle, gelecekteki yaşantıları kestirmeyi ve elverdiğince özümsemeyi" amaçlayan "bir araçtır"[5]. Ancak yaşantılara değinmekle açıklık sağlanamaz; bu, bir sondaj kuyusuna özgü, yanlış olmayan şöyle bir betimlemeden daha uygun değildir: Bilimin amacı, bize bazı yaşantıları kazandırmaktır – yani petrolü değil petrol yaşantısını, paraya sahip olmayı değil, paraya sahip olma yaşantısını.

28. Temel Önermeler. Bilgikuramsal olarak nitelendirdiğimiz yapıda, temel önermelerin işlevini kısaca açıklamıştık: Bu önermelere, bir kuramı ne zaman yanlışlanabilir –yani görgül– olarak tanımlayabileceğimize karar vermek (kesim *21*) ve yanlışlayan varsayımları sağlayabilmek ya da kuramları yanlışlamak (kesim *22*) için gereksinim duyuyoruz.

[3] Bkz. "gizli etkiler" hakkındaki görüşlerim, kesim *8*.

[4] Böhm-Bawerk'in bir ifadesi.

[5] FRANK, *Das Kausalsetz und seine Grenzen* (1932), s. 1. *Araççılığa ilişkin görüşler için bkz. kesim *12*'den önceki dipnot 1* ve *Postscript*'imdeki özellikle *12'den *15'e kadar olan kesimler.

Bu nedenle temel önermeler, (a) evrensel bir önermeden (özel sınır koşulları olmaksızın) türetilemeyecek[1*], ancak (b) evrensel bir önermeyle çelişik olabilecek şekilde belirlenmelidir. (b) koşulu ancak, çelişen temel önermenin değillemesi kuramdan türetilebildiğinde yerinde olabilecektir. Bundan ve (a) koşulundan şöyle bir sonuç çıkmaktadır: Temel önermelerinin

[1*] Bu tümceyi yazdığımda, yalnızca Newton kuramından, sınır koşulu olmaksızın hiçbir gözlem önermesinin türetilemiyeceğinin (bu nedenle de hiçbir temel önermenin çıkarılamayacağını) yeterince açık ve belirgin olduğunu düşünüyordum. Ancak bu gerçeğin ve gözlem önermelerinin ya da temel önermelerin sorunu da, bu gerçekten doğan vargıların, kitabımı eleştirenlerce ne yazık ki yeterince dikkate alınmadığını görüyorum. Bu nedenle, şimdi konuya ilişkin bazı noktalara değinmek istiyorum.

İlk olarak şunu söylemeliyim: Gözlemlenebilir hiçbir şey, salt tümel bir önermeden çıkarsanamaz – örneğin: "Tüm kuğular beyazdır". Bunun hemen doğru olduğunu, "Tüm kuğular beyazdır" ve "Tüm kuğular siyahtır" önermelerinin, kuşkusuz birbirleriyle çeliştiklerini değil, her iki önerme birbirlerini içerdiklerinde, hiçbir kuğunun olmadığını –bu da aslında gözleme dayanan bir önerme değildir–, hatta "doğrulanabilir" olmayan bir kuğunun bile olmadığını düşündüğümüzde anlarız. ("Tüm kuğular beyazdır" biçimindeki tek yönlü yanlışlanabilir bir önermenin mantıksal yapısı, "Hiçbir kuğu yoktur" biçimindeki bir önermeyle aynıdır; çünkü "Hiçbir kuğu yoktur" önermesi, "Beyaz olmayan hiçbir kuğu yoktur" önermesiyle eşdeğerdir.) Bunu açıkça kabul ettiğimizde, gerçekten de salt tümel önermelerden türetilebilir tekil önermelerin temel önermeler olamayacağını hemen anlarız. Bununla ilgili şu biçimdeki önermeler aklıma geliyor: "Eğer bir kuğu *k* bölgesindeyse, o zaman beyaz bir kuğu *k* bölgesindedir" (ya da "*k* bölgesinde ya hiçbir kuğu yoktur ya da beyaz bir kuğu vardır"). Burada, "bir anlık durumu betimleyen önermelerin" ("ansal önermelerin") (kuşkusuz onları başka şekilde de nitelendirebiliriz) niçin temel önermeler olmadıklarını hemen görüyoruz. Bunun da nedeni şudur: Söz konusu bu "ansal önermeler", *sınayan önermeler (ya da yanlışlama olanağını sağlama) rolünü üstlenmemektedir*; oysa temel önermelerin yerine getirmesi gereken asıl işlev budur. Ansal önermeleri sınayan önermeler olarak kabul etmek isteseydik, her kuram için (ve bu nedenle de *hem* "Bütün kuğular beyazdır" *hem de* "Bütün kuğular siyahtır" önermeleri için) akla gelemeyecek kadar fazla sayıda doğrulamalar –üstelik sonsuz sayıda bir rakam– elde ederdik; çünkü dünyanın büyük bir kısmında kuğu yoktur. (Bu bizi, ansal önermelerin "sağlama paradoksuna" götürür; bkz. 293-295.)

"Ansal önermeler" evrensel önermelerden türetilebildiğinden, değillemeleri yanlışlama olanağını sağlayan önermeler olmalıdır ve bu nedenle de (eğer metnin devamındaki koşullar sağlandıysa) temel önerme *olabilirler*. Böyle olduğunda yukarıdakinden farklı olarak ansal önermeler, değillenmiş temel önermelerin biçimini alır (bununla ilgili olarak bkz. kesim *80*, dipnot 4*). Temel önermelerin (ki bunlar evrensel yasalardan türetilemeyecek kadar sıkıdır), kendilerinden değillenerek türetilen ansal önermelere göre daha fazla bilgi verici bir içeriğe sahip olması ilginçtir. Bu da şu anlama gelir: *temel önermelerin içeriği* 1/2 den *daha büyüktür* ve bu nedenle *kendi mantıksal olasılıklarından* da büyüktür.

Bunlar, temel önermelerin mantıksal yapısı konusunda ileri sürdüğüm kuramın dayandığı düşüncelerdir. (Bununla birlikte bkz. *Postscript*'im, kesim *43.)

mantıksal yapısını, değillemesi temel bir önerme olmayacak şekilde, belirlemeliyiz.

Mantıksal yapıları değillemelerinden farklı olan önermelere daha önce değinmiştik: Tümel önermeler ve evrensel vardır-önermelerinin farklılıkları değillemelerinden kaynaklanmaktadır, bununla birlikte farklı mantıksal yapılara sahiptir. Benzer bir yapılandırmayı tekil önermelerde de gerçekleştirebiliriz: "*k* uzay-zaman bölgesinde bir karga vardır" önermesinin mantıksal biçimi "*k* uzay-zaman bölgesinde bir karga yoktur" önermesinden farklıdır –kuşkusuz yalnızca dil açısından değil. Biz, "*k* uzay-zaman bölgesinde şu ya da bu vardır" ya da "*k* bölgesinde şu ya da bu olgu oluşmaktadır" (bkz. kesim *23*) biçimindeki bir önermeyi, *tekil bir vardır-önermesi* olarak; onun değillemesiyle çıkan, "*k* bölgesinde şu ya da bu yoktur" ya da "*k* bölgesinde şu ya da bu olgu oluşmamaktadır" biçimindeki bir önermeyi de, *tekil bir yoktur-önermesi* olarak nitelendirmek istiyoruz.

Temel önermelerin, tekil vardır-önermelerinin yapısına sahip olmaları gerektiğini öngörüyoruz. Ancak o zaman (a) koşulu yerine getirilmiş olur; çünkü tümel bir önermeden; yani evrensel yoktur-önermesinden, hiçbir zaman tekil bir vardır-önermesi tümdengelimle çıkarsanamaz. Bununla birlikte (b) koşulu da sağlanmış olup, her tekil vardır-önermesinden, uzay-zaman belirlenimi dikkate alınmadığında, evrensel bir vardır-önermesinin türetilebileceği ve bunun kuramla çelişebileceği açıkça görülmektedir.

Öte yandan, birbirleriyle çelişik olmayan p ve r şeklindeki iki temel önermenin tümel-evetlemesiyle, yine temel bir önermenin çıkarsanabileceğini hatırlatmalıyız. Ancak gerektiğinde, temel bir önermenin ve temel olmayan bir önermenin tümel-evetlemesiyle yine temel bir önerme ortaya çıkabilir: Örneğin, "*k* bölgesinde bir ibre vardır" biçimindeki r temel önermesinden ve "*k* bölgesinde hareket eden bir ibre yoktur" biçimindeki p̄ tekil yoktur-önermesinden yine bir temel önerme çıkar; çünkü her iki önermenin r·p̄ tümel-evetlemesi, "*k* bölgesinde hareket etmeyen bir ibre vardır" biçimindeki tekil vardır-önermesine eşdeğerdir. Bu nedenle, p kestirimini bir t kuramı ve bir r sınır koşulundan tümdengelimle türettiğimizde, kuramı yan-

lışlayan r·p̄ önermesi temel bir önerme olabilecektir. (Ancak r→p koşullu önermesi, p̄ biçimindeki değillenmiş önerme gibi, temel bir önerme değildir; çünkü o, r·p̄ temel önermesinin değillemesine eşdeğerdir.)

Tüm tekil vardır-önermeleriyle sağlanan bu tür biçimsel koşullardan başka, temel önermeler, bir de içeriksel bir koşulu yerine getirmelidir; yani betimledikleri olguların, *k* bölgesinde oluştuğunu –başka bir deyişle *gözlemlenebilir* süreçler olduğunu ortaya koymalıdırlar: Temel önermeler, "gözlemlerle" öznelerarası sınanabilir olmalıdır. Ancak onlar, tekil önermeler olduğundan, içerikselliğe ilişkin bu koşul yalnızca birbirlerine yakın uzay-zaman bölgesinde bulunan "sınayan öznelere" dayanır (bu soruna daha ayrıntılı girmeyeceğiz).

Gözlemlenebilirliği öngörmekle, yaklaşımlarımızda belki de ruhbilimsel bir öğenin yattığı düşünülebilir. Ancak bunun söz konusu olmadığını hemen söyleyebiliriz: Kuşkusuz "gözlemlenebilirlik" kavramını ruhbilimsel açıdan açıklayabilirdik; ama isteseydik yine de "gözlemlenebilir olgusal bir süreç" yerine, "(makroskobik) fiziksel cisimlerin hareket süreçlerinden" bahsedebilirdik; daha anlaşılır bir şekilde ifade edecek olursak: Her temel önermeyi, ya tek başına fiziksel cisimlerin konumlarının ilişkilerini anlatan bir önerme, ya da "mekaniksel" [ya da maddesel] temel önermelerle eşdeğer olması gereken bir önerme olarak belirleyebilirdik. (Böyle bir karar, her kuramın yalnızca öznelerarası değil, duyumlar arası[1] da sınanabilir olduğundan mümkündür; yani belli bir duyusal alandaki gözlemlerle yapılan kuramın sınamaları, ilkesel olarak başka alanlarda yapılmış sınamaların yerine geçebilir.) Sonuçta, yaklaşımımızın ruhbilimsel olabileceği savının, yaklaşımımızın mekaniksel [ya da maddesel] olabileceği savından hiçbir farkı yoktur. Buradan da anlaşılıyor ki, yaklaşımımız aslında bu tür betimler karşısında *tarafsızdır*. Bu tür düşünceleri ortaya atmamızın nedeni, "gözlemlenebilir" kavramını ruhbilimsel yan etkilerden arındırmaktır (gözlemler ya da algılar ruhbilimsel etmenler taşıyabilir; ama gözlemlenebilirlik asla). Ayrıca, ruhbilimsel ya da mekanik örnekler yardımıyla "gözlemlenebilir"

[1] CARNAP, *Erkenntnis 2* (1932), s. 445.

("gözlemlenebilir olgu") sözcüğünü yalnızca daha iyi açıklamak istiyoruz. Sözcüğü tanımla değil, tanımlanmamış, dildeki yaygın kullanımında oldukça açık *temel bir kavram* olarak ortaya koymak istiyoruz; bir bilgi kuramcısı, "im" kavramını –ya da bir fizikçi, "kütle noktası" kavramını– nasıl kullanması gerektiğini öğrendiyse, aynı şekilde bu sözcüğü de nasıl kullanması gerektiğini öğrenecektir.

O halde –gerçekçi anlatım biçimiyle– temel önermeler, kişisel bir uzay-zaman kesitinde gözlemlenebilir olgusal bir sürecin yaşandığını ileri süren önermelerdir. Bu tanımda yer alan terimlerin –tanımlanmamış, ancak açıklanabilen "gözlemlenebilir" temel kavramına kadar– belirgin olarak nasıl betimlenebileceği daha önce (kesim *23*'te) tartışılmıştı.

29. Temel Önermelerin Göreliliği. Üçlemin Çözünürlüğü. Bir kuramın her türlü sınama süreci –sonuçta ister kuramın geçerliliğini kanıtlamış, ister yanlışlamış olsun– *kabul edilecek* bazı temel önermelerde duraksamak zorundadır. Temel önermelerden hiçbiri kabul edilemezse, sınama sonuçsuz kalır. Fakat mantıksal ilişkilendirmeler hiçbir zaman, diğerlerinden farklı olan belirli temel önermelerde duraksamamızı, yalnızca bunları kabul etmemizi ya da önermeleri daha fazla sınamaktan vazgeçmemizi zorunlu kılmaz. Her temel önerme, başka temel önermelerin tümdengelimiyle yeniden sınanır. Bu durumda, belki de aynı kuramın kullanılması gerekir ya da başka bir kurama başvurulur. Bu işlemin hiçbir zaman "doğal" bir sonu yoktur[1]. Bu nedenle, bir sonuca ulaşmak istiyorsak, işlemin herhangi bir aşamasında, sonuçtan [geçici bir süre için] hoşnut olmaktan başka bir seçeneğimiz yoktur.

[1] Bkz. CARNAP, *Erkenntnis 3* (1932), s. 224. Carnap'ın burada (s. 223vd.) yaklaşımını konusundaki betimlemesine –getirdiği birkaç önemsiz ayrıntı dışında– ben de bütünüyle katılıyorum. Buradaki ayrıntılar şunlardır: (Carnap tarafından "tutanaklar" olarak tanımlanan) temel önermelerin, bilimin yapılandırılması için başlangıç önermeleri olduğu açıklaması (s. 224); "şu ya da bu derecede güvenirliği olan" tutanağın onaylanabileceği düşüncesi (s. 225); ve aynı şekilde, "şüpheli durumlarda, geriye dönerek başvurduğumuz algılara dayanan önermelerin, dizilimde eşit değerde öğeler" olduğu düşüncesi; bkz. bir *sonraki dipnotun yer aldığı alıntı.*

Bu arada, bir de, Sayın Prof. Carnap'a, anılan yapıtında araştırmalarıma atfen söylediği dostça sözlerine candan teşekkür etmek istiyorum.

Böylece, sınanması "kolay" olan önermelerde duraksamak biçiminde bir işlemin kendiliğinden gelişeceği açıkça görülmektedir; başka bir deyişle, önermelerin kabul edilmesinde ya da reddedilmesinde, sınamayı yapan farklı bireylerin görüş birliğini amaçlamış olabilecekleri aşikârdır; çünkü böyle bir görüş birliği amaçlanmamışsa, bu işleme devam edilir ya da sınamaya yeniden başlanır. Ancak bu yolla da bir sonuca varılamadığında, sorunun önermenin öznelerarası sınanabilirliğiyle, "gözlemlenebilir olgusal süreçlerle" ilgili olmadığını söyleriz. Günün birinde, temel önermeleri bilimsel açıdan gözlemleyenler arasında ortak bir amaç güdülenemeyecek olursa, bu, kullanılan dilin öznelerarası iletişim aracı olarak yetersiz olduğu anlamına gelir. Böyle bir dilsel yanılgı nedeniyle bilimsel araştırmacının çalışmaları sonsuza değin saçma olarak yürür; bilimde kule biçiminde bir yapılanma geliştiğinden, çalışmalarımızı durdurmak zorunda kalırız.

Nasıl ki, zor işler tamamlandıktan sonra geriye sınamayı yapanlara kolay işler kaldığında mantıksal bir tanıtlama doyurucu oluyorsa, benzer şekilde biz de, bilimde [açıklamayı ya da] tümdengelimi sağladıktan sonra sınanabilirliği kolay olan temel önermelerde duraksarız. Bu nedenle, yaşantıları betimleyen önermeler ya da tutanaklar böyle bir son-önermenin işlevini üstlenebilecek nitelikte olmaz. Gerçi biz de tutanaklara başvuracağız (örneğin, teknik-fizik araştırma enstitüsünün sınama onayını verdiği tutanaklara) ve gerekirse bunu daha fazla sınamaya da devam edeceğiz –bunu, tutanağı alan kişinin tepki hızını (kişisel denklemlerini) araştırarak yapabiliriz–; ama genelde ve özellikle de "... şüpheli durumlarda" [Carnap'ın önerisini dikkate *almayıp*] "... algılara dayanan önermelerin öznelerarası sınanması... diğerleriyle karşılaştırıldığında daha zor ve ayrıntılı olduğundan, ... bu tutanaklarda *duraksamayacağız*"[2].

Fries'in üçlemine gelince: Dogmacılık – sonsuz geri gitme – ruhbilimcilik? (Bkz. kesim *25.*) Yeri geldiğinde bir bir duraksadığımız, yeterli olarak sınanmış kabul edip doyurucu buldu-

[2] Bkz. bir önceki dipnot.• İleri sürdüğüm sınama kuramı ilk olarak Carnap'ın bu çalışmasında yayımlanmıştır ve yukarıda anılan yaklaşım bana kendisi tarafından yanlışlıkla yüklenmiştir.

ğumuz temel önermeler, geçerlilikleri daha fazla tanıtlanamadığı sürece dogma özelliği taşır. Ancak bu şekilde algılanan dogmacılık zararsızdır; çünkü gereksinim duyulduğunda sınanmaları yine de sürdürülebilir. Kuşkusuz bu tümdengelim zinciri sonsuzdur; ama bu "sonsuz çöküş" dikkate değer değildir; çünkü bunun aracılığıyla hiçbir önermenin kanıtlanması [ya da yalnızca desteklenmesi] beklenmemelidir ve beklenemez. Son olarak, ruhbilimsel temele gelince: Temel bir önermeyi kabul etme ya da onunla yetinme kararının yaşantılara –algısal yaşantılara– bağlı olduğu şüphesiz doğrudur. Ancak temel önermeler, bu yaşantılara dayandırılarak savunulamaz. Yaşantılar kararları, aynı zamanda da belirlenimleri *güdüler* [hatta onlar için belki de belirleyicidir]; ama nasıl ki masaya vurulan yumruk savunulamıyorsa, bunlar da temel bir *önermenin* geçerliliğini savunamaz[3].

30. Kuram ve Deney. Temel önermeler kararlarla ya da uzlaşımla kabul edilir; onlar *saptanmış önermelerdir.* Karara, belli kurallara dayanarak varılır; özellikle de *tek tek temel önermeleri* mantıksal açıdan birbirlerinden bağımsız olarak kabul ederek *değil, kuramı* sınayarak; bu işlemde kuramın geçerliliği temel önermelerin kabul edilmesiyle adım adım sorgulanır.

Görüldüğü gibi yapılan işlemler saf görgülcü bir araştırmacının ya da tümevarımcının düşündüğü gibi değildir; yani yaşantılarımızı biriktirmek, sıraya koymak ve böylece bilime ulaşmak; ya da biraz daha "biçimsel" ifade edecek olursak: Bilimle uğraşırken, öncelikle tutanakları toplamak, bizim izlediğimiz yol değildir. Zaten, "Biraz önce yaşadıklarının tutanağını tut!" şeklinde verilen bir görev açık değildir (ben, biraz önce yazı yazdığımı mı; bir çanın çaldığını, gazete dağıtıcısının bağırdığını, hoparlörden ses geldiğini duyduğumu mu – yoksa bunlardan dola-

[3] Bana öyle geliyor ki, burada savunulan görüş olguculuktan çok (Fries'in betimlediğine benzer) "eleştiriciliğe" daha yakındır; çünkü Fries, "tanıtın önyargısı" öğretisiyle, önermelerin kendi aralarındaki (mantıksal) ilişkinin, önermelerle yaşantılar ("sezgiler") arasındaki ilişkilerden çok farklı olduğunu vurgularken, olgucular bu ikilemi ortadan kaldırmaya çalışmışlardır. Onlara göre ya bütün bilim bilgiye, *"benim" yaşantıma* ("duyumsal tekçiliğe") dönüşür; ya da "yaşantılar", "tutanaklar" biçiminde, nesnel olan bilimsel *bağlamsal kanıtın* [bkz. Ek (1980), s. 137] içine katılır ("önerme tekçiliği").

yı öfkelendiğimi mi yazmalıyım?). Gerçi burada, tutanağın nasıl tutulacağı sorusu aydınlığa kavuşturulsa bile, bu tür tümceler –ne kadar çok toplanmış olursa olsun– bizi asla *bilime* götürmez. Bizim gereksinimlerimiz, ilgi noktaları ve kuramsal sorgulamalardır.

Temel önermelerin saptanması bir kuramın *uygulanması* sırasında belirlenir ve bu saptama uygulamanın bir parçasıdır, bununla kuramı *sınarız*. Aynı uygulama gibi, saptama da kuramsal düşüncelerle yürütülen planlı bir işlemdir.

Bu şekilde bazı sorular, örneğin Whitehead'in, neden aslında elle tutulan-kahvaltının hep görünen-kahvaltıyla; elle tutulan-Times gazetesinin görülen- ve işitilen- (hışırtılı-) Times'la sunulduğu biçimindeki sorular da artık çözülebilecektir[1*]: Bilimin çıkış noktasının birbirleriyle bağlantılı olmayan temel yaşantılar olduğunu düşünen tümevarımcılar, aslında bu yaşantıların düzenli olarak birbirleriyle örtüştüğünü gördüklerinde çok şaşıracaklardır; onlara göre bu, oldukça "rastlantısal" bir olgu olacaktır; çünkü onlar, kuramları böyle düzenli bir örtüşmeye dayandırmaya çaba gösterdiklerinden, bu örtüşmeyi kuramlara dayandıramayacaklardır.

Oysa bize göre, yaşantılarımız arasındaki ilişkilendirmeler, sınadığımız *kuramlardan* tümdengelimle çıkarılır [ve kuramlarla açıklanır] (kuramların bize elle tutulan-ayı ve işitilen karabasanı ortaya koymasını beklemiyoruz). Bu şekilde açıklayamadığımız yalnızca şu soru vardır: Kuramları öne sürerken nasıl oluyor da başarılı oluyoruz? – "yasalara uygunluk nasıl ortaya çıkıyor"?[1a*] (Bu soru, açıkça yanlışlanabilen kuramlarla yanıtlanamayıp, "fizikötesi" öğeler içermektedir.)

Bu ilişkiler, *deney kuramı* için vazgeçilmezdir: Kuramcı, deneyciyi özellikle belirli sorularla karşı karşıya getirir ve deneyci deneyleriyle *yalnızca* bu soruların sorgulanmasına yönelik bir kararın çıkmasını amaçlar; bunu yaparken de diğer soruları dışlamaya çalışır. (Burada bir kuramın altdizgelerinin göreli bağım-

[1*] A. N. WHITEHEAD, *An Enquiry Concerning the Principles of Natural Knowledge*, 1925, s. 194.

[1a*] Bu soruya daha sonra –kesim 79 ve Yeni Ek *X'da– tekrar değineceğiz; ayrıca bkz. *Postscript*'im, özellikle *15. ve *16. kesimler.

sızlığı önem taşımaktadır.) Böylece deneyci, *belli bir* soru karşısında "...elverdiğince duyarlı, diğerleri karşısında da olabildiğince duyarsız kalabilecek..." biçimde deneyini hazırlamaya özen gösterir; "...burada yapılacak olan işlerden biri de, olası tüm 'hata kaynaklarının' elenmesidir"[1]. Aslında deneyci böyle bir yolu yalnızca, "kuramcının işini kolaylaştırmak"[2] ve kuramların oluşturulmasında tümevarımsal bir altyapı oluşturmak için izlememektedir; kuramcı üzerine düşen görevi zaten çoktan tamamlamıştır: Onun görevi, soruyu açık seçik betimlemektir. Deneyciye yol gösteren de odur. Aynı zamanda deneycinin görevi, yalnızca "özenli gözlemler" yapmak değil, deneyi kuramsal yaklaşımlarla yönlendirmektir: Deneysel çalışmanın planlanmasından gerçekleştirilmesine kadar her şeyde etkin bir rol oynarlar[2*].

Bu, yalnızca kuramcının önceden kestirdiği bir etkinin kanıtlanabildiği durumlarda geçerli değildir –buna getirebileceğimiz birçok örnekten kuşkusuz en güzeli, 'de Broglie' tarafından önceden kestirilen ve ilk defa Davisson ve Germer tarafından deneysel olarak tanıtlanan maddenin dalga özelliğidir[3*]. Bu aynı zamanda, kuramın deney yoluyla geliştirebildiği göze çarpan durumlar için de geçerlidir: Bu gibi durumlarda ilerlemeyi sağlayan, geçerliliği kabul edilmiş bir kuramın deneysel olarak *yanlışlanmasıdır*; yani kuramın yönettiği sınamadır. Bu tür evrimlere bilinen şu örnekleri getirebiliriz: [Lorentz'in düşündüğü biçimdeki] görelilik kuramına götüren Michelson-deneyi; ayrıca da Rayleigh-Jeans ve Wien'in ışın yayım formülünün Lummer-

[1] WEYL, *Philosophie der Mathematik und Naturwissenschaft* (1927), s. 113.

[2] WEYL, a.g.y.

[2*] Kitabımın başka kesimlerinde yer alan bir yaklaşıma (örneğin *19.* kesimin 4. ve son paragrafında) aslında tam burada değinmemin daha iyi olacağını şimdi düşünüyorum. Bununla kastettiğim, gözlemlerin, özellikle de gözlemleri ve deney yaşantılarını betimleyen önermelerin, her zaman gözlemlenmiş gerçeklerin *yorumları* olduğu; bunların da yalnızca *kuramların ışığında yapılmış yorumlar* olduğu düşüncesidir. Bu nedenle de bir kuram için *doğrulamalar* bulmak, insanı yanıltacak kadar kolaydır; işte bu yüzden de kısır döngülere düşmek istemiyorsak, öne sürdüğümüz kuramlar karşısında *fazlasıyla eleştirel* olmalıyız; yani hedefimiz her zaman kuramlarımızı *yanlışlamak* olmalıdır.

[3*] Bu konuyla ilgili olarak kısa ve çok güzel bir bildiriyi MAX BORN *Albert Einstein, Philosopher-Scientist*'de (yayımlayan P. A. Schilpp, 1949, s. 174) sunmuştur. Bunu daha güzel örnekler de getirebiliriz; örneğin: Adam ve Leverrier'in Neptün buluşu ve Hertz dalgalarını buluşu gibi.

Pringsheim yanlışlaması, bu tanecik kuramına ışık tutmuştur. Kuşkusuz bazı "rastlantısal buluşlar" da deneyler sonunda elde edilebilir. Ancak bu tür olaylar çok seyrek karşımıza çıkar. Haklı olarak Mach[3], bu gibi durumlarda, "bilimsel yaklaşımların..." (yani kuramların!) "...rastlantısal durumlarla düzeltilmesinden" söz eder.

Burada artık şu sorunun yanıtını verebiliriz: Bir kuramın diğerlerine göre daha iyi ve üstün olduğunu nasıl belirleyebiliriz?

Bunu, kuramın önermelerinin geçerliliğini tanıtlayarak ya da kuramı mantıksal olarak deneyime dayandırarak belirleyemeyiz: Diğerlerinden üstün olan kuram, rakip kuramlar arasında yapılan ayıklamalarda, kendini daha iyi öne çıkaran; en katı biçimde sınanabilen ve o ana kadarki tüm katı sınamalara karşın hâlâ dayanan kuramdır. Kuram adeta, uygulamalarla sınadığımız ve uygulamasına bakarak yararlılığına karar verdiğimiz bir araçtır[4*].

Mantıksal açıdan bir değerlendirme yapacak olursak, kuramın sınanması, temel önermelere geri gider ve bunlar da kararlaştırılarak saptanmıştır. O halde, *saptanmış önermeler*, kuramın kaderini belirler. Böylece, kuramın diğerlerinden farklılığının nasıl ayırt edileceği sorusuna, uzlaşımcılar gibi benzer bir yanıt vermiş oluyor; ve yine onlar gibi, gerekliliğine karar vererek, kuramın diğerlerinden farklı olduğunun ortaya konulabileceğini söylemiş oluyoruz. Yine de bizim yaklaşımımızla uzlaşımcılık arasında büyük bir fark vardır. Biz, görgül yöntemin en belirgin özelliğini, evrensel önermeleri değil, kararlaştırılarak kabul edilen özel, yani temel önermeleri saptamakta görüyoruz.

Uzlaşımcılar, yalınlık ilkesiyle, evrensel önermelerin saptanmalarını düzenlemektedir: Onlara göre, diğerlerinden farklı olanın saptanması yöntemi çok basit olmalıdır. Biz ise sınamanın katı olmasını öngörüyoruz (bu, aslında benim düşündüğüm anlamdaki basitlik kavramına çok yakındır, ancak uzlaşımcıların düşündüğü basitlik değildir, bkz. kesim *46*). Kuramın kade-

[3] MACH, *Die Prinzipien der Wärmelehre* (1896), s. 438.

[4*] "Araççılık"a yönelttiğim eleştiri için bkz. kesim *12*'den önceki dipnot 1* ve kesim *12*, dipnot 1'de yıldız işaretiyle gösterilmiş ek bilgi.

rini belirleyen, kuşkusuz sınamanın sonucudur; başka bir deyişle, *temel önermelerin saptanmasıdır*. Uzlaşımcılığın ileri sürdüğüne benzer biçimde biz de şunu söyleyebiliriz: Kuramın diğer kuramlardan daha iyi ya da daha üstün olduğunun belirlenmesi aslında tamamen pratik bir işlemdir. Ancak biz bu işlemi, kuramın *uygulaması* ve temel önermelerin bu uygulamanın ışığında [doğrunun bulunması güdüsüyle] saptanması olarak görürken, uzlaşımcılıkta daha çok estetik güdüler önem taşımaktadır.

Biz saptadığımız önermelerin *evrensel değil, tekil önermeler* olduğunu ileri sürmekle *uzlaşımcılıktan* ayrılırken; saptanan temel önermelerin yaşantılarımıza temellendirilebileceği görüşünü değil de, –mantıksal açıdan ele aldığımızda– onların *istemli saptamalar* olduğu görüşünü benimsemiş olmakla da *olguculuktan* ayrılıyoruz (ruhbilimsel açıdan değerlendirildiğinde, bu tür saptamalar [gerçeğin aranması yolunda] gerekli tepkilerdir).

Burada, önermenin *geçerliliğinin tanıtlanması* ile (yöntemsel olarak belirlenmiş) önermenin *saptanması* arasındaki farka açıklık getireceğiz. Bunun için [çok önemli bulduğumuz] (oldukça eski ve "geleneksel") ağır ceza mahkemesi örneğine başvurmak istiyoruz.

Yeminli *yargıçlar kurulu üyelerinin kararı* [benzer şekilde de deneycinin kararı], gerçekle ilgili soruların (quid facti?) bir yanıtıdır. Bu sorular kurulun önüne olabildiğince keskin bir biçimde getirilmelidir. Neyin sorgulandığı ya da sorunun nasıl sorulduğu daha çok "hukuki duruma" ya da ağır ceza hukuk sistemine bağlıdır [bu, kuramlar dizgesine karşılık gelir]. Yeminli kurul üyelerinin kararıyla somut bir olaya ilişkin bir iddia ileri sürülür, bu adeta temel bir önermedir. Bu kararın anlamı şudur: Karardan, ceza hukuk sisteminin evrensel önermeleriyle birlikte belli vargılar tümdengelimle türetilebilir; başka bir deyişle karar, sistemin *uygulanmasına* temel oluşturur, kurul üyelerinin kararı, "doğru bir önerme" işlevindedir. Ancak kurul üyeleri öyle karar verdiklerinden, bir önermenin "doğru" olması gerekmediği de açıktır; çünkü kararın geçersiz olabileceği ya da yeniden gözden geçirilebileceği zaten önceden belirlenmiştir.

Böyle bir karara, yasalara uygun bir işlemle varılır. Bu işlem,

bazı temel ilkeler üzerine kurulmuştur. Bu ilkeler, hiçbir koşul altında yalnızca nesnel bir "doğrunun bulunması" güvencesini vermemelidir (onlar, yalnızca öznel kanılara değil, öznel eğilimlere de yer vermektedir). Geleneksel yargıcılar kurulundan oluşan mahkemelerin kendine özgü bu yönlerini dikkate almayıp, yalnızca olabildiğince nesnel doğrunun bulunması ilkesi üzerine kurulmuş bir yöntem düşünsek bile, şunu yine de söyleyebiliriz: Yeminli kurul üyelerinin kararıyla, ileri sürülen gerçeğin doğruluğu hiçbir şekilde *tanıtlanmayabilir.*

Yeminli kurul üyelerinin öznel kanıları da, kararlaştırılan önermenin gerekçesi olarak düşünülemez; her ne kadar bunlar, kararın çıkmasında "gerçek etkenler" –ya da ruhbilimsel açıdan yasalara uygun– olarak rol oynamış, yani kararın "güdüleri" olsa bile. Çünkü karar, değişik yollarla (basit ya da niteliksel çoğunluk) oylanabilir; bu da öznel kanılarla karar arasındaki ilişkinin büyük ölçüde farklılıklar taşıyacağını gösterir.

Kurul üyelerinin "kararına" karşın, yargıcın *yargısı* savunulmalı, *geçerliliği tanıtlanmalıdır.* Yargıç yargısını, diğer önermelerden –yargıcılar kurulunun kararını "sınır koşulu" olarak göz önünde bulundurarak, hukuk sisteminin önermelerinden– mantıksal olarak türetmelidir. [Gerekçeleri de bu nedenle mantıksal açıdan eleştirilebilecektir.] Kurul üyelerinin kararı ise yalnızca, kararın *kurallara uygun* olarak oluşup oluşmadığı açısından sınanır (yani içeriğine ilişkin değil, biçimsel olarak; kararların içeriksel açıdan savunulmasını "güdü bildirileri" olarak nitelendiriyoruz, "doğruluğunun tanıtlanması" olarak değil).

Verilen örneğin, temel önermelerin saptanmasıyla, önermelerin göreliliğiyle, kurama dayanarak önermelerin sorgulanmasıyla olan benzerliği açıktır. Aynı yargıcılar kurulu örneğinde olduğu gibi, nasıl önceden yapılmış saptamalar olmaksızın kuramın uygulaması düşünülemiyor ve kurul üyelerinin kararı evrensel yasalara uygun belirlenimlerin uygulamasına dayanıyorsa, temel önermelerdeki durum da işte böyledir: Önermelerin saptanmaları da zaten uygulamalardır ve bu uygulamalar ancak kuramsal dizgenin diğer uygulamalarını olanaklı kılmaktadır.

Görülüyor ki, nesnel bilimin görgül temeli "mutlak" değil-

dir[4]; bilim kayaların üzerine hiçbir şey kurmaz. Aslında üzerinde bilimin kuramlarının cüretkâr yapısının yükseldiği yer adeta bir bataklıktır; bilim kazıklar üzerine dikilmiş bir yapıya benzer; kazıklar yukarıdan aşağıya doğru bataklığa sarkar –ama "var olan" doğal bir tabana dayanmaz. İşte bu nedenle de kazıklar sağlam bir katmana dayandığında, onları daha fazla derine çakmaktan vazgeçemeyiz; ancak kazıkların yapıyı taşıyabileceğini düşündüğümüzde, sağlam bir yere dayandıklarını belki kabul edebiliriz; ama yalnız geçiçi bir süre için.

**Ekleme (1968).* Bu bölümde yer alan bazı noktalar yalnış anlaşılmıştır.

(1) "Temel" sözcüğü, bölümün son paragrafından da anlaşıldığı gibi, alaysılamalı bir anlam taşır: Bu, *sağlam olmayan bir temeldir.*

(2) Bölüm *katı bir gerçekçiliği* ortaya koymaktadır. Bu, dogmatik ve öznel olmayan yeni bir görgücülükle bağdaştırılabilir. Bu gerçekçilik, *temel olarak alınan öznel deneyimlerimiz ya da algılarımızdan* çıkan tüm bilgi kuramlarına karşıttır; yani geleneksel (öznel) görgücülüğe, idealizme, olguculuğa, görüngücülüğe, duyumculuğa ve ruhbilimciliğe (bununla birlikte ruhbilimciliğin davranışcı <behaviour> biçimine ve ruhbilimsel "tarafsız tekçiliğe") karşı gelmektedir. Geleneksel anlamdaki deneyimin (gözlemin) yerine, nesnel eleştirel sınama anlayışını ve *deneyim edinebilirlik (gözlemlenebilirlik)* yerine, nesnel *sınanabilirlik* anlayışını getirmeye çalışıyorum. (Bkz. Bölüm VI.)

[4] WEYL, *Philosophie der Mathematik und Naturwissenschaft*, s. 83: "Bana öyle geliyor ki, *öznel-mutlak-göreli* ve *nesnel-göreli* ikilemleri, en temel bilgikuramsal gerçeklerden birini kapsamaktadır; bunu doğa bilimleri araştırmasından anlayabiliriz. Mutlaklığı isteyen, öznelliği ya da beniçinciliği hesaba katmalıdır: Nesnelliğe soyunan, görelilik sorununun kurtulamayacaktır." Bir önceki sayfada da (s. 82) Weyl şunu yazmıştır: "Dolaysız yaşanmış olan *öznel ve mutlaktır* ... nesnel dünya ise ... ki, bunu doğa bilimleri billurlaştırarak ortaya çıkarmaya çalışır ... görelidir". BORN'da bunu benzer şekilde ifade etmiştir (*Die Relativitätstheorie Einsteins und ihre physikalischen Grundlagen*, 3. baskı, 1922, Giriş). Aslında bu görüş Kant'ın nesnellik kuramının katı bir biçimde uygulanışıdır (bkz. kesim *8* ve aynı kesimin 5. dipnotu). REININGER de bu duruma işaret etmektedir: *Das Psycho-Physische Problem* (1916), s. 291: "Fizikötesini *bilim* olarak düşünmek mümkün değildir ... çünkü, mutlaklık belki yaşanabilir ve bu nedenle sezgi yoluyla önceden kestirilebilir; ama bunun sözcüklerle ifade edilmesi olanaksızdır. Çünkü, 'Ruh bir kez *konuştuğunda*, artık hiçbir zaman 'tüh!' demez".

(3) Kullandığımız dil, kuramları içermektedir: Dilimizde *arı gözlem önermeleri yoktur.* ("Betimlemenin aşkınlığı" s. 118-119.) Öyle ki, "şimdi burası kırmızı" biçimindeki bir önermeye izin veren "görüngüsel" bir dilde bile, "şimdi" sözcüğü zamanın (artık) bir kuramını, "burası" sözcüğü mekânın ve "kırmızı" sözcüğü renklerin kuramını içerir.

(4) *Arı gözlem önermeleri yoktur*: Bunlar kuramları içerir; sorunlar ve kuramlarla yönlendirilir.

(5) "Temel önermeler", (a) nesnel olarak eleştirilebilen özel sınama önermeleridir; (b) hemen hemen evrensel önermeler gibi (bkz. s. 504) aşkın (s. 118-119) varsayımlardır; (c) bir sonraki bölümde, *sınanabilirlik dereceleri ya da görgül içeriğin derecelerinde* yatan temel anlayışın kazandırılması için kullanılacaklardır.

**Ekleme (1980).*

(6) *"Bağlamsal kanıt"* (s. 130, dipnot 3), önermeler üzerine yapılan *eleştirel-mantıklı bir tartışmayla* gerçekleşir. Bu, onların bir süre için değerlendirilmesine ve ayıklanmasına yol açar. ("Eleştirel-mantıklı" şu anlama gelir: nesnel doğrunun –yani *doğrunun bulunmasının*– belirleyici olduğu yaklaşımıyla yürütülen" tartışma. Bkz. s. 134.)

VI. Bölüm

SINANABİLİRLİK DERECELERİ

Kuramlar, daha katı ya da daha az katı biçimde sınanabilir; "daha kolay" ya da "daha az kolay" yanlışlanabilirler. Sınanabilirliğin nasıl olması gerektiğine ilişkin verilecek karar, kuramların seçiminde büyük önem taşır.

Sınanabilirlik ya da yanlışlanabilirlik derecelerinin karşılaştırılmasını, yanlışlama olanağını sağlayan önerme kümelerinin karşılaştırılmasına dayandıracağız. Bu araştırma, kuramlar arasında, yanlışlanabilir ya da yanlışlanamaz şeklinde katı bir ayrımın mümkün olup olmayacağı sorusundan bağımsızdır. Ancak bu yaklaşımla yanlışlanabilirlik koşulunun "görelileştirildiği" söylenebilir.

31. Tasarım ve Program. Bir kuram, ancak kendisine ait yasaklanmış temel önermelerden oluşan en az bir tektip küme –yani yanlışlama olanağını sağlayan boş olmayan bir küme– olduğunda yanlışlanabilir [bunu daha önce kesim *23*'te görmüştük]. Olası tüm temel önermeler kümesini (kesim *23*'te olduğu gibi) bir daire ile gösterir ve olguları dairenin yarıçapı boyunca sıralarsak, şunu söyleyebiliriz: En az *bir* "yarıçap", daha doğrusu en az tek bir dar kesit –kesitin sonlu eni, olgunun "gözlemlenebilirliğini" göstermektedir– kuram yardımıyla yasaklanmış olmalıdır. Bu şekilde, farklı kuramların yanlışlanma olanaklarını farklı enlerdeki kesitlerle gösterebiliriz; yani kesitin enine göre bir kuramın *daha fazla*, başka bir kuramın *daha az* yanlışlanma olanağı olur –ancak bununla birlikte sezgisel olan bu "daha fazlalık" ve "daha azlığı" mantıksal açıdan kesin olarak yorumlayıp

yorumlayamayacağımızı ve nasıl yorumlayacağımızı başlangıçta açık bırakıyoruz. Buna dayanarak, yanlışlama olanağı kümesi "daha büyük" olan kuramın, diğer kuramlara oranla, olası deneyimlerle daha fazla çürütülebilir olduğunu söyleyebiliriz: Bu kuram artık, "en yüksek derecede yanlışlanabilir" bir kuramdır. Bu da kuramın, "deneyim dünyası" hakkında diğer kurama göre *daha fazla bir şey söylediği* anlamına gelir; çünkü kuram, temel önermelerden oluşan daha büyük bir kümeyi yasaklanmış olarak ortaya çıkarmıştır. Buna karşın, izin verilen önermelerin oluşturduğu küme gerçi küçülür; ama zaten kuram da bunlar hakkında hiçbir şey söylemez. O halde, bir kuramın görgül içeriğinin, kuramın yanlışlanabilirlik derecesiyle arttığını söyleyebiliriz. [Bkz. kesim *55.*]

Şimdi kuramın yasakladığı kesitin gittikçe genişlediğini düşünelim; öyle ki artık geride çok dar bir kesit kalsın (kuram kendiyle çelişmeyecekse böyle bir kesitin geride kalması zorunludur). Böyle bir kuram, kuşkusuz çok basit bir şekilde yanlışlanabilir olacaktır. Artık o, akla gelebilecek (mantıksal açıdan mümkün olan) *hemen hemen* tüm olayları yasakladığından, görgül dünyaya çok dar bir oynama payı sağlamaktadır. Bu kuram, deneyim dünyasına ilişkin o kadar çok şey ileri sürer, görgül içeriği o kadar büyüktür ki, herhangi bir yanlışlamadan kaçınması neredeyse olanaksızdır.

İşte olabildiğince kolay yanlışlanabilen bu tür kuramları öne sürmek, kuramsal doğa bilimlerinin amacıdır. Bu bilim, izin verilen olayların oynama payını en aza indirgemeye çalışır – öyle ki, öngörülen *her bir* kısıtlama, deneyimler ışığında gerçekten başarısız olsun. Böyle bir kuramı öne sürmek mümkün olduğunda, "bizim özel dünyamız" ya da "deneyimimizin dünyası", *mantıksal açıdan olası* tüm deneyim dünyalarının kümesinden kuramsal bir bilimin erişebileceği en büyük tamlıkla ortaya çıkarılabilir. Bu durumda da "bizim dünyamız" kuramsal açıdan şu şekilde betimlenir: Yalnızca gerçekten arayıp bulduğumuz olgular ya da olayların kümesi, izin verilmiş kümeler olarak tanımlanabilir[1*].

[1*] Bilimin hedef belirlemesi konusunda bkz. Ek X* ve HANS ALBERT (yayımcı)'deki, *Theorie und Realität*, 1964, [2]1972 (Bölüm 1) adlı çalışmam.

32. Yanlışlama Olanağını Sağlayan Kümeler Birbirleriyle Nasıl Karşılaştırılabilir? Yanlışlama olanağını sağlayan kümeler sonsuz kümelerdir. Sezgisel "daha fazlalık" ya da "daha azlık" sonlu kümelere hiçbir özel işlem yapmayarak uygulanabilirken, sonsuz kümelere doğrudan uygulanamaz.

Yalnızca yasaklanmış temel önermeleri (olayları) değil de, yasaklanmış *olguların* kümelerini, içlerinden hangilerinin "daha fazla" yasaklanmış olgular içerdiği açısından karşılaştırsak bile, bu sorunun üstesinden gelemeyiz: Görgül bir kuramla yasaklanmış olguların sayısı da sonsuzdur; çünkü yasaklanmış her olgu, tümel evetlemeyle, herhangi başka bir olguyla birleştiğinde, yine yasaklanmış bir olgu olacaktır.

Sezgisel "daha fazlalık" ya da "daha azlığı" sonsuz kümeler için anlaşılır kılmanın üç yolu vardır.

(1) *Güç* kavramı. Bu, bizim sorunumuzda uygulanamaz; çünkü kuramların yanlışlanma olanağını sağlayan kümeler tüm kuramlarda eşsayılı kümelerdir[1].

(2) *Boyut* kavramı. Sezgisel olarak bir kübün bir doğruya göre herhangi bir anlamda "daha fazla" noktası olduğunu mantıksal açıdan kesin ifadelerle yorumlamaya çalıştığımızda, boyutun küme-kuramsal kavramına başvurabiliriz. Bu, elemanlar arasındaki komşuluk ilişkisinin fazlalığı yönünden kümeleri (sınıfları) birbirinden ayırır: Daha üst boyuttaki kümelerin daha fazla komşuluk ilişkisi vardır. İşte, daha üst ve daha alt boyuttaki kümeler arası karşılaştırmayı sağlayan bu boyut kavramına, sınanabilirliğin karşılaştırılması sorununda başvuracağız. Bunun uygulanabilirliği, temel önermelerin tümel evetlemeyle birleştirilebilir ve bu şekilde eskiye göre *daha karmaşık*[1*] temel önermelerin oluşmasına bağlıdır. Temel önermelerin (ya da olguların) "kar-

[1] TARSKI –belirli koşullar altında–, önermelerden oluşmuş her kümenin sayılabilir olduğunu tanıtlamıştır (bkz. *Monatshefte f. Mathem. und Physik 40*, 1933, s. 100, dipnot 10). •Ölçme kavramı, benzer nedenlerden dolayı uygulanamamaktadır (çünkü bir dildeki tüm önermelerin kümesi sayılabilir).

[1•] "Karmaşık", "karmaşıklık" vb. kavramları (bkz. kesim *38*) "karışık" ("anlaşılması güç") anlatımıyla karıştırılmamalıdır; çünkü yanlışlanma olanakları daha karmaşık olan (ve bu nedenle de daha üst karmaşıklık derecesine sahip olan) kuramlar, kuramlara uyarlayabileceğimiz yalınlık kavramının farklı anlatımlarına göre "daha karışık" kuramlar değildir. Bu sorular aslında ayrı ayrı irdelenmelidir (bkz. kesimler *41-46*).

maşıklık dereceleriyle" boyut kavramını karşı karşıya getireceğiz. Bunu yaparken yasaklanmış değil, izin verilen olguların karmaşık düzeylerine başvuracağız; çünkü her kuram için yasaklanmış *sayısız karmaşık* olgu vardır. Buna karşın, izin verilmiş önermeler arasında ise, yalnızca biçimlerinden dolayı –yani daha az karmaşık olmaları nedeniyle– izin verilmiş olanlar vardır. Boyut karşılaştırmasını işte bunlara dayandırabiliriz.

(3) *Altküme* ilişkisi. a kümesinin tüm elemanları b kümesinin de elemanlarıysa, α, β'nın bir *altkümesidir* (imsel olarak: $\alpha \subset \beta$). Bu durumda ya β'nın tüm elemanları aynı zamanda α'nın da elemanlarıdır –böyle olduğunda her iki kümenin eşkapsamlı ya da özdeş olduğu söylenir–, ya da β'nın α'ya ait olmayan elemanları da vardır; bu elemanlar β'ya bağlı olarak α'nın "artık kümesini" ya da "tümleyenini" oluşturur ve α, β'nın "özaltkümesidir". Bu altküme ilişkisi sezgisel olan "daha fazlalık ya da azlığa" karşılık gelmektedir; olumsuz tek yanı şudur: Bu ilişkiyle yalnızca birbirlerini bütünüyle kapsayan kümeler karşılaştırılabilir. Bu nedenle, yanlışlama olanağını sağlayan kümeler birbirleriyle kesiştiklerinde ya da "ayrık" olduklarında –yani hiçbir ortak eleman içermediklerinde– bu tür kuramların yanlışlanabilirlik derecesi altküme ilişkisi yardımıyla karşılaştırılamaz: Kuramlar, bu ilişki ışığında "karşılaştırılabilir değildir".

33. Altküme İlişkisi Yardımıyla Yanlışlanabilirliğin Karşılaştırılması. Geçici olarak –kuramların boyut karşılaştırılması konusuna gelinceye kadar– şu tanımları yerleştirmek istiyoruz[1*]:

(1) Eğer *x*'in yanlışlanma olanağını sağlayan küme, *y*'nin yanlışlanma olanağını sağlayan kümesini *özaltküme* olarak kapsıyorsa, bir *x* önermesi, *y* önermesine göre "daha üst derecede yanlışlanabilir" ya da "daha iyi sınanabilir" olarak adlandırılır (imsel: $Yan(x) > Yan(y)$).

(2) *x* ve *y* önermelerinin yanlışlanma olanaklarını sağlayan kümeler eşkapsamlı olduklarında, her ikisinin yanlışlanabilirlik dereceleri aynıdır ($Yan(x) = Yan(y)$).

(3) *x* ve *y* önermelerinin yanlışlanma olanağını sağlayan kümeler, biri diğerinin altkümesi olarak bir kümeyi kapsamıyorsa,

[1*]Bkz. kesim *38* ve Ekler *I, *VII ve *VIII.

her iki önermenin yanlışlanabilirlik dereceleri birbirleriyle "karşılaştırılamaz" (*Yan(x) //Yan(y)*).

(1). tanımdaki koşul sağlandığında her zaman boş olmayan artık bir küme (tümleyen) vardır. Bu küme, evrensel önermelerde *sonsuz* olmalıdır: Kuramları [evrensel önermeler olarak] kendi aralarında, *sonlu* sayıdaki bir kerelik olayları yasaklayan ya da izin veren kuramlar diye ayıramayız.

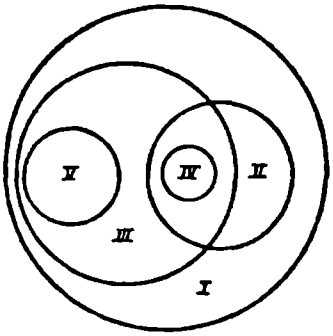
Eşsözel ve "fizikötesi" önermelerinin yanlışlanma olanağını sağlayan tüm kümeler *boştur* ve bu nedenle de (2). tanıma göre birbirleriyle aynı tutulabilir; çünkü bu boş kümeler tüm kümelerin –aynı zamanda da boş kümelerin– altkümeleridir ve eşkapsamlıdır (bu nedenle, "Yalnızca *tek bir* boş küme vardır" denir). *g* ile "görgül bir önermeyi" *e* ya da *f* ile eşsözel ya da "fizikötesi" bir önermeyi (örneğin: evrensel bir vardır-önermesini) tanımladığımızda, şu formül geçerli olacaktır: *Yan(e)=Yan(f)* ve *Yan(g)>Yan(e)* vb. Eşsözel ve fizikötesi önermelerinin yanlışlanabilirlik derecelerine sıfır değerini verdiğimizde şunu elde ederiz: *Yan(e)=Yan(f)=0* ve *Yan(g)>0*.

Kendiyle çelişik önermeye (bunu *k* ile göstereceğiz), mantıksal açıdan mümkün olan tüm temel önermelerin kümesini, "yanlışlama olanağını sağlayan küme" olarak ilişkilendirdiğimizde, önermelerin tamamı yanlışlayabilirlik derecesi yönünden kendiyle çelişik önermeyle karşılaştırılabilir. Şu geçerli olacaktır: *Yan(k)>Yan(e)>0* [2*]. Kendiyle çelişik önermenin yanlışlanabilirlik derecesine keyfi olarak *Yan(k)=1* dediğimizde "görgül önerme" kavramını şu koşulla tanımlayabiliriz: *1>Yan(e)>0*. Bu formüle göre *Yan(e)* 0 ile 1 arasındaki "aralıkta" yer alır (bu değerler dahil olmamak üzere). Kendiyle çelişik önermenin ve eşsözel (ya da fizikötesi) önermelerinin dışarıda bırakılmasıyla, bu formül aynı zamanda *çelişmezlik ve yanlışlanabilirlik* koşulunu ortaya koyar.

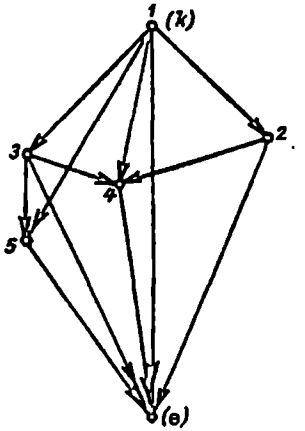
34. Altküme İlişkisinin Yapısı. "Mantıksal Olasılık". İki önerme arasındaki yanlışlanabilirlik derecesi, altküme ilişkisiyle tanımlanmış olup, onunla yapısal tüm özellikleri paylaşmaktadır.

[2*]Bununla ilgili bkz. Yeni Ek *VII.

Karşılaştırabilme ilişkisini aşağıdaki şekil yardımıyla (*Şekil 1*) açıklayacağız; soldaki şekil bazı altküme ilişkilerini, sağdaki ise sınanabilirlik ilişkisini göstermektedir. Sağdaki arap rakamları soldaki romen rakamlarına karşılık gelmektedir. Buna göre, arap rakamıyla tanımlanmış bir önermenin karşılığı olan romen rakamıyla tanımlanmış bir küme, onun yanlışlanma olanağını sağlayan kümedir. Bu durumda, şekil 1b'deki oklar, daha iyi sınanabilir ya da yanlışlanabilir önermeden sınanabilirliği fazla iyi olmayan önermeye doğru işaret etmektedir. (Bu yönleriyle neredeyse koşullu önermelerin oklarına tam olarak karşılık gelmektedirler –bkz. kesim *35.*)



(Şekil 1a) Altküme ilişkileri



(Şekil 1b) Sınanabilirliğin karşılaştırılması

Şekilden de anlaşılacağı üzere değişik birçok altküme dizisi ayırt edilebilir; örneğin I, II, IV ya da I, III, V dizileri –diziler yeni kümelerin araya yerleştirilmesiyle daha fazla "yoğunlaştırılabilir". Tüm bu diziler, bizim ortaya koyduğumuz durumda I ile başlar ve boş kümeyle biter; çünkü boş küme, bilindiği gibi tüm kümelerin altkümesidir. [Bu nedenle, şeklimizin sol tarafında gösterilemez; boş kümenin adeta her tarafta ortaya çıkması beklenir.] I kümesini, olası tüm temel önermelerin kümesiyle özdeşleştirdiğimizde, 1 çelişkiyi (*k*), 0 [boş kümelere karşılık gelerek] eşsözel önermeyi (*e*) ortaya koyar. I'den boş kümelere

ya da *k*'den *e*'ye farklı yollardan varılabilir; bu yollar, şeklin sağında da görüldüğü gibi, zaman zaman kesişebilir. Bu nedenle ilişkinin yapısının bir "örgüdeki" gibi olduğunu söyleyebiliriz. Örneğin 4. ve 5. önermelerde olduğu gibi "düğüm noktaları" vardır. Örgünün burada "kısmi bağlantılandırılması" söz konusudur; yalnızca çelişme *k* ve eşsözel *e*'ye karşı gelen tümel küme ve boş kümede ilişki "tümüyle bağlantılandırılmıştır".

Değişik önermelerin yanlışlanabilirlik derecesini bir "ölçekte gösterebilir miyiz?" –başka bir deyişle, yanlışlanabilirlik derecelerine bağlı olarak farklı önermelere sayısal belirli değerler verebilir miyiz? Bu soruya yanıt vermeden önce hemen şunu vurgulamalıyız: Tüm önermelere sayısal bir değer biçmek olanaklı değildir[1]*; tersi mümkün olsaydı "birbirleriyle karşılaştırılamayan" önermeleri keyfi olarak "karşılaştırılabilir" bir biçime dönüştürmüş olurduk. Bunun yanı sıra "örgüden" *tek bir* diziyi kolayca öne çıkarabilir ve bu diziye ait olan önermelere sayısal değerler biçebilirdik. Bunu yapmak için de, çelişmeye [*k*] yakın duran bir önermeye, eşsözel [*e*] yakın duran bir önermeye göre daha büyük bir değer yüklememiz gerekirdi. Ancak, eşsözel önermeye ve çelişmeye 0 ve 1 değerlerini verdiğimizden, seçilmiş dizinin görgül önermelerinin değerleri *gerçek kesirler* olurdu.

Fakat böyle bir diziyi öne çıkarmamız için ortada hiçbir neden yoktur. Söz konusu diziye belirli sayısal değerlerin yüklenmesi de keyfi olacaktır. Her şeye rağmen böyle bir ilişkilendirmeye yine de ilgi duyulmaktadır. Bu da, yanlışlanabilirlik derecesiyle *olasılık kavramı* arasındaki ilişkiden kaynaklanmaktadır. Yanlışlanabilirlik dereceleri açısından iki önermeyi karşılaştırabilseydik, yanlışlanabilirlik derecesi daha az olan önermenin, mantıksal biçimi nedeniyle "daha fazla olasılık" taşıdığı sonucu-

[1]*Bir metriğe başvurarak tüm önermeleri birbirleriyle karşılaştırılabilir yapmanın, keyfi ya da mantık dışı bir şey olduğu kanısındayım. Bu kuşkusuz, "Tüm yetişkin insanların boyu yarım metreden daha büyüktür" (ya da "Tüm yetişkin insanların boyu üç metrenin altındadır") şeklindeki önermeler –yani yüklemleri ölçülebilir bir özelliği dile getiren önermeler– için geçerlidir; çünkü içerik ve yanlışlanabilirlik metriği aslında yüklem-metriğinin bir fonksiyonudur ve bunun da, keyfi ya da en azından mantık dışı öğeler içermesi gerekmektedir. Kuşkusuz metriğini saptadığımız yapay diller düzenleyebiliriz; ama bu şekilde elde edeceğimiz ölçü, her ne kadar yalnızca açık olmayan, niteliksel evet-hayır-yüklemlerine izin verildiği sürece (niceliksel, ölçülebilir yüklemlere karşın) "apaçıklık" söz konusu olsa bile, salt mantıksal bir ölçü olmayacaktır. Bununla ilgili olarak bkz. Ek *IX, İkinci ve Üçüncü bildiriler.

na varırdık. Bu olasılığı *"mantıksal olasılık"*[1] olarak adlandırıyoruz[2]*; bunu şans oyunları kuramında ve istatistiklerde başvurduğumuz "sayısal olasılık" ile karıştırmamalıyız. Mantıksal olasılık bir önermenin yanlışlanabilirlik derecesiyle *evriktir* –başka bir deyişle, önermenin yanlışlanabilirlik derecesi azaldıkça, olasılık artar: 0 değerindeki yanlışlanabilirlik derecesinin karşılığı 1 değerindeki mantıksal olasılığa denktir ya da tersi. Daha iyi sınanabilen önerme, "mantıksal açıdan olasılığı fazla olmayan" önermedir –buna karşın daha iyi bir biçimde sınanamayan bir önerme "mantıksal açıdan olasılığı daha fazla olan" bir önermedir.

Sayısal olasılıklar –*72.* kesimde de göreceğimiz gibi– mantıksal olasılıkla; yani önermenin yanlışlanabilirlik derecesiyle bağdaştırılabilir: Sayısal olasılık, bu tür (mantıksal) olasılık bağıntısının bir altdizisi olarak algılanabilir; bağıntı için sıklık tahminlerine göre bir *metrik* tanımlanabilir.

Önermelerin yanlışlanabilirlik dereceleri ve yapılarına ilişkin bu tür yaklaşımlar, yalnızca evrensel önermeler (kuramsal dizgeler) için geçerli değildir. Özel önermeleri de bu şekilde değerlendirebiliriz; örneğin sınır koşulu göz önünde bulundurulduğunda, bu değerlendirmeler kuramlara uyarlanabilir. Bu durumda onların yanlışlanma olanağını sağlayan küme, olguların –tektip temel önermelerin– oluşturduğu bir küme değil, olayların bir kümesidir. (Bu düşünceler *72.* kesimde betimlenen mantıksal ve sayısal olasılık konusu için büyük önem taşımaktadır.)

[1] *"Mantıksal olasılık"* (sınanabilirlik) sözcüğüne, Bolzano'nun "geçerlilik" sözcüğü –özellikle de BOLZANO bunu *önermelerin karşılaştırılması* konusuna uyarladığında– karşılık gelmektedir. BOLZANO örneğin (*Wissenschaftslehre*, 1837, cilt II, § 157, no. 1) türetilebilirlik ilişkisinde öncülleri, "geçerliliği az olan" ve çıkarımları da "geçerliliği en fazla olan" önermeler olarak tanımlamaktadır. Anılan yapıtın § 147'de BOLZANO, kendisinin ortaya attığı *geçerlilik* kavramıyla *olasılık* kavramı arasındaki ilişkiyi açıklamaktadır. –Bununla ilgili olarak bkz. KEYNES, *Über Wahrscheinlichkeit* (Almancası: Urban 1926), örneğin s. 191. Oradaki örnekler, bizim karşılaştırdığımız "mantıksal olasılıklarla" onun –bizim genelleme için *önsel* olarak ölçtüğümüz– "olasılık karşılaştırması" arasındaki özdeşliği göstermektedir.

[2]*1938'den beri (bkz. Ek *II) "göreli mantıksal olasılık" ("koşullu mantıksal olasılık") kavramıyla arasındaki farkı ayırt edebilmek için "mantıksal olasılık" yerine "mutlak mantıksal olasılık" kavramını kullanmaktayım. Bunun için, bkz. Ek *IV ve *VII-*IX.

35. "Görgül İçerik", Koşul İlişkisi, Yanlışlanabilirlik. 31. kesimde, bir önermenin görgül içeriğinin yanlışlanabilirlik derecesiyle arttığını vurgulamıştık: Bir önerme ne kadar çok yasaklarsa, "deneyim dünyası" hakkında o kadar çok şey bildirir (bkz. kesim *6*). Bizim burada "görgül içerik" olarak kastettiğimiz, örneğin Carnap'ın[1] tanımladığı "içerik" kavramına benzemektedir, ancak anlamsal olarak özdeş değildir. Biz "görgül içerik" ile olan farkı ortaya koymak için bunu "mantıksal içerik" biçiminde tanımlıyoruz.

Bir p önermesinin *görgül içeriğini*, onun yanlışlanma olanağını sağlayan küme olarak tanımlayabiliriz. [Bkz. kesim *31.*] *Mantıksal içerik* ise, türetilebilirlik ilişkisi yönüyle tanımlanmıştır –yani söz konusu önermeden türetilen eşsözel olmayan tüm önermelerin kümesi (vargılar-kümesi) olarak. Buna göre, eğer q, p'den türetiliyorsa, p'nin mantıksal içeriği q'nun mantıksal içeriğinden daha fazladır ya da onunla aynıdır (p→q)[1*]. Karşılıklı bir türetim söz konusu ise (p↔q), p ve q'nun "eşkapsamlı"[2] oldukları anlamına gelir; öte yandan q p'den tek yönlü türetiliyorsa, q'nun vargılar-kümesi p'nin vargılar-kümesinin özaltkümesi olur. Bu durumda p'nin daha kapsamlı bir vargılar-kümesine ve daha fazla mantıksal içeriğe sahip olduğu söylenir[2*].

p ve q önermelerinin *görgül içeriklerinin* karşılaştırılmasını öyle tanımladık ki, karşılaştırılan önermeler fizikötesi öğeler içermediğinde mantıksal ve görgül içerikleri aynı olacaktır. Buna göre, (a) mantıksal açıdan eşkapsamlı iki önermenin aynı görgül içeriğe sahip olmaları; (b) q'ya göre daha fazla mantıksal içe-

[1] CARNAP, *Erkenntnis 2* (1932), s. 458.

[1*] "p→q" bu açıklamaya göre, koşullu önermesinin p önbileşeni ve q artbileşeniyle *eşsözel* bir önerme olduğu, yani mantıksal açıdan doğru olduğu, anlamına gelir. (Metni yazdığımda bu konuyu tam olarak anlayamamıştım ve türetilebilirlik hakkındaki bir savın üst-dilsel bir yapıya sahip olduğunu bilmiyordum. Bununla ilgili olarak bkz. kesim *18*, dipnot 1*.) Buna göre burada "p→q" koşullusunu, "p mantıksal olarak q'yu kapsar" şeklinde okuyabiliriz.

[2] CARNAP, anılan yapıtta şöyle ifade etmektedir: "Mantık üstü bir betimleme olan 'eşkapsamlı olma', 'karşılıklı türetilebilirlikle' tanımlanmıştır". Burada CARNAP'ın *Logische Syntax der Sprache* (1934) ve *Die Aufgabe der Wissenschaftslogik* (1934) adlı çalışmaları dikkate alınamamıştır.

[2*] p'nin mantıksal içeriği q'dan daha fazla olduğunda, p'nin q'dan mantıksal açıdan daha güçlü olduğunu ya da onun *mantıksal gücünün* q'nun üstünde olduğunu söyleriz.

riğe sahip bir p önermesinin yine diğerine göre daha fazla ya da en azından onunla aynı görgül içeriğe sahip olması; (c) p'nin görgül içeriği q'nun içeriğinden daha fazla olduğunda mantıksal içeriğinin de daha fazla ya da diğeriyle karşılaştırılamaz olması gerektiğini öngörmeliyiz. (b)'de ileri sürdüğümüz ek koşul –"ya da en azından onunla aynı..."– olmak zorundadır; çünkü örneğin p önermesi, evrensel bir vardır-önermesiyle (ya da mantıksal bir içerik yükleyebileceğimiz başka bir fizikötesi önermeyle) birlikte q önermesinin bir tümel evetlemesi olabilir; bu durumda p'nin görgül içeriği q'ya göre daha fazla değildir. Benzer düşünceler (c)'deki ek koşul –"ya da diğeriyle karşılaştırılamaz ..."– için de geçerlidir[3*].

Böylece sınanabilirlik derecesinin ya da görgül içeriğin karşılaştırılması, genelde –yani salt görgül önermelerde– türetilebilirlik ya da koşulluluk ilişkisiyle –ya da mantıksal içeriğin karşılaştırılmasıyla– eşanlamlı yürür. Bu nedenle, yanlışlanabilirlik derecesini daha çok koşulluluk ilişkisine dayandıracağız. Her iki ilişki de "örgü" yapısındadır; bu ilişki, çelişme ve eşsözel önermede "bütünüyle bağıntılandırılmıştır" (bkz. kesim *34*): Bilindiği gibi, kendiyle çelişen bir önerme bütün önermeleri kapsar, ve her bir önerme eşsözel önermeyi kapsar. "Görgül" önermeleri, *yanlışlanabilirlik dereceleri* açısından nasıl çelişme ve eşsöz arasındaki açık aralığa ait olan önermeler olarak tanımladıysak, benzer biçimde *bireşimsel önermelerin* de (görgül olmayan önermeler de dahil olmak üzere) *koşulluluk ilişkisi* açısından çelişme ve eşsöz arasındaki açık aralığın elemanları olduğunu söyleyebiliriz.

Olguculuğa göre, görgül olmayan ("fizikötesi") önermelerin *"anlamsız"* olduğu savıyla, "görgül" ve "bireşimsel" önermeler ya da görgül ve mantıksal içerik arasındaki bir ayrımın "gereksiz" olduğu savı bu nedenle birbirine benzemektedir: Tüm bireşimsel önermeler, sahte sözde önermeler olarak ortaya çıkmayacaksa, görgül olmalıdır. Ancak kavramın bu şekilde algılanması (uygulanabilir olsa da) mantıksal açıdan kesin bir aydınlatmaya değil, ilişkilendirmelerde karışıklığa yol açar düşüncesindeyim.

İki önermenin görgül içeriğinin karşılaştırılmasından elde

[3*]Bkz. Yeni Ek *VII.

edeceğimiz sonuç, yanlışlanabilirlik dereceleriyle eşdeğer olduğundan, kuramların olabildiğince katı olarak sınanmaları gerektiği biçimindeki yöntembilimsel yaklaşımımızla (bkz. örneğin kesim *20*, "karşıuzlaşımcı kurallar"), kuramların fazlasıyla görgül içeriğe sahip olmaları gerektiği koşulu da eşdeğerdir.

36. Evrensellik Düzeyleri ve Tamlık Dereceleri. Daha fazla görgül içeriğin aranması koşuluna başka yöntembilimsel koşullar dayandırılabilir; burada kastettiğimiz, özellikle görgül-bilimsel kuramlarda daha fazla *evrenselliğin* ve belginlik ya da *tamlığın* aranması koşuludur.

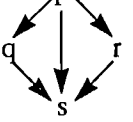
Bununla ilgili olarak şu doğa yasalarını inceleyelim:

p: Kapalı yörüngelerde hareket eden tüm gökcisimler dairesel yörüngelerde hareket eder; ya da: bütün gökcisimlerinin yörüngeleri daireseldir.

q: Bütün *gezegenlerin yörüngeleri* daireseldir.

r: Bütün *gökcisimlerin yörüngeleri* eliptiktir.

s: Bütün *gezegenlerin yörüngeleri* eliptiktir.



Bu dört önermenin türetilebilirlik ilişkisini şekildeki oklar göstermektedir: p'den tüm diğer önermeler, q ve r'den yalnızca s türemiştir; s diğer tüm önermelerden türemektedir.

p'den q'ya gidildiğinde *evrensellik* düzeyi azalmaktadır. q, p'den daha az şey ileri sürmektedir; çünkü gezegen yörüngeleri gökcisim yörüngelerinin özaltkümesidir; bu nedenle p, q'ya göre "daha kolay" yanlışlanabilir; p, q yardımıyla çürütülür –tersi mümkün değildir. p'den r'ye doğru "yüklemin" *tamlık* derecesi azalmaktadır; daireler elipslerin özaltkümesidir: r çürütüldüğünde p de çürütülmüştür –tersi mümkün olamaz. Benzer bağıntılar, diğer geçişler için de geçerlidir: p'den s'ye doğru evrensellik ve tamlık dereceleri azalmaktadır –q'dan s'ye gidildiğinde tamlık, r'den s'ye gidildiğinde evrensellik derecesi düşmektedir. O halde daha fazla evrenselliğe ya da tamlığa ancak daha fazla (mantıksal ya da) görgül içerik ya da sınanabilirlik derecesi karşı gelmektedir.

Evrensel önermeler ve özel önermeler, "genel koşullular" biçiminde yazılabileceğinden, iki önermenin evrensellik dü-

zeylerini ve tamlık derecelerini kolayca ve çok açık bir biçimde betimleyebiliriz.

"Genel koşullu" önermesinin biçimi (bkz. kesim 14, dipnot 6) şöyledir: (x) ($\varphi x \rightarrow fx$) –yani: φx "önerme bileşenini" doyuran x'in bütün değerleri, fx önerme bileşenini de doyurur. Örneğin: (x) (x gezegen yörüngesidir → x eliptiktir). "Böyle yasal biçimde" yazılan p ve q önermelerine bakarak şunu söyleriz: p'yi koşullayan önerme bileşeni (bunu "$\varphi_p x$" ile gösterebiliriz) q'yu koşullayan önerme bileşeninden (yani "$\varphi_q x$"den) eşsözel ve tek yönlü olarak "genel koşullulandırıldığında", yani (x) ($\varphi_q x \rightarrow \varphi_p x$) eşsözel olarak geçerli olduğunda, p'nin q'ya göre *daha yüksek evrensellik düzeyi* vardır; bunun tersine (x) ($f_p x \rightarrow f_q x$) eşsözel olarak gerçerli olduğunda; yani q p'yi kapsadığında, p'nin yüklemi q'nun yükleminden daha az kapsamlı olduğunda, p'nin q'ya göre *tamlık derecesinin daha fazla* olduğunu söyleriz[1*].

Temel mantıksal dönüştürümler yardımıyla (anlamlı olarak birden fazla değişkeni olan açık önermelere uyarlanabilen) bu tanımdan yola çıkarak ileri sürdüğümüz türetilebilirlik ilişkilerine varılır; yani şu *kural*[1] geçerlidir: Evrensellik düzeyleri *ve* tamlık dereceleri karşılaştırılabilen iki önermeden, daha az evrensel ya da daha az tam olan, –eğer (örneğimizdeki gibi q ve r önermelerinden) *biri* daha evrensel *diğeri* de daha tam değilse– daha fazla evrensel ve daha fazla tam olan önermeden türetilir[2].

[1*] Görüldüğü gibi, buradaki ok imi (kesim *18* ve *35*'ten farklı olarak) mantıksal bir içerme ilişkisini değil, koşulluluk ilişkisini göstermektedir; bkz. kesim *18*, dipnot 1*.

[1] Şu formülü yazabiliriz:

$$[(\varphi q\ x \rightarrow \varphi p\ x) \cdot (fp\ x \rightarrow fq\ x)]\ [(\varphi p\ x \rightarrow fp\ x) \rightarrow (\varphi q\ x \rightarrow \varphi fq\ x)]$$

ya da daha kısa olarak:

$$[(\varphi q \rightarrow \varphi p) \cdot (fp \rightarrow fq)] \rightarrow (p \rightarrow q).$$

* Şunu yazdığımızda, formüllün metinde ileri sürülen en temel özelliği ortaya çıkmaktadır: "[(a→b)·(c→d)]→[(b→c)→(a→d)]". Metinle denkliği sağlamak için "b→c" yerine "p"yi ve "a→d" yerine "q"yu vb. yerleştiririz.

[2] Bizim bir önermenin daha fazla evrenselliği olarak nitelendirdiğimiz, bir ölçüde geleneksel mantığın *özne kavramının daha kapsamlı olduğu* şeklindeki yorumuma karşılık gelmekte; "daha fazla tamlık" olarak adlandırdığımız ise *daha dar bir kapsam, yüklem kavramının daraltılması* şeklindeki yaklaşıma benzemektedir. Bu bağlamda yukarıda tartışılan türetilebilirliğe ilişkin kural, bir belginleştirime ve geleneksel mantığının "dictum de omni et nullo" ile "nota-notae ilkelerinin" –yani "dolaylı yüklem ilkelerinin– kaynaştırılması olarak algılanabilir. Bkz. BOLZANO, *Wissenschaftslehre II* (1837), § 263, no. 1 ve 4; KÜLPE, *Vorlesungen über Logik*, (yayımcı: Selz, 1923), § 34.5 ve 7.

Artık şunu söyleyebiliriz: Her şeyi açıklayabilmek –yani önermeleri her zaman evrensel önermelere dayandırmaya çalışmak– şeklindeki yöntembilimsel beklentimiz (bu, fizikötesi açısından nedensel önerme olarak yorumlanmıştır) aslında, kuramlarda elverdiğince daha fazla evrensellik ve tamlık arayışının bir vargısıdır ve bu, olabildiğince katı sınanabilirlik koşuluna dayandırılabilir[2*].

37. Mantıksal Oynama Payı. – Kesin Ölçmeye İlişkin Yaklaşımlar. p önermesi q'ya göre "daha kolay" yanlışlanabiliyorsa –yani daha evrensel ya da tam ise–, p'nin izin verdiği temel önermelerin oluşturduğu küme, q'nun izin verdiği önermelerin kümesinin özaltkümesidir: *İzin verilen* önermelerin kümeleri arasındaki altküme ilişkisi, yasaklanan (yanlışlama olanağını sağlayan) önermelerin kümeleri arasındaki altküme ilişkisiyle *evriktir*. İzin verilen temel önermelerin oluşturduğu kümeyi, önermenin *oynama payı*[1] –yani bir "önermenin gerçek tamdurumla ilgili hata aralığı"– olarak adlandırabiliriz. Bu aralık ve görgül içerik (kesim *35*) birbirleriyle *evrik* tanımlamalardır; bu nedenle iki önermenin oynama payı arasındaki ilişki aynı onların *mantıksal olasılıklarına* benzemektedir (kesimler *34, 72*).

Oynama payı anlatımı kesin ölçmenin nasıl olacağı sorusuyla bağlantılı olduğundan, bu tanımlamayı kullanıyoruz: Tüm uygulama alanlarında iki kuramın vargıları arasındaki fark çok küçükse –öyle ki, hesaplanmış gözlemlenebilen olgular arasındaki fark, ilgili alandaki ölçümlerin kesinlik sınırlarından daha küçük olsun– ölçme tekniği düzeltilmeksizin, hangisinin görgül olduğu şeklinde bir karara varılması mümkün değildir[1*]. Bu nedenle, başvurulan herhangi bir ölçme tekniğinin belirli bir aralığı olmalıdır; bu alan kuramın sapma gösteren gözlemlere izin vereceği biçimde belirlenmelidir.

[2*] Bununla ilgili olarak bkz. *Postscript*'imde kesim *15 ve bölüm *IV, özellikle de kesim *76'da 5. dipnotun yer aldığı metin.

[1] Oynama payı tanımlaması Kries (1886) tarafından yerleştirilmiştir. Benzer düşünceler Bolzano'da da görülmektedir; WAISMANN (*Erkenntnis 1*, 1930, s. 228vd.) bu kuramını sıklık kuramıyla bağdaştırmaya çalışmaktadır; bkz. kesim *72*.

[1*] Bana öyle geliyor ki, bu sorun DUHEM (*Aim and Structure of Physical Theory*, s. 137vd.) tarafından yanlış yorumlanmıştır.

Kuramların elverdiğince katı sınanabilir (yani daha dar bir oynama payına sahip) olmaları koşulu, olabildiğince kesin bir ölçüme ulaşmayı da beraberinde getirmektedir.

Tüm ölçümlerin, kararlaştırılan tek bir noktada gerçekleştiği ileri sürülür; ancak bu belirli sınırlar için doğrudur: Kesin olarak "tek noktada rastlaşma" diye bir şey yoktur[2]*; fiziksel iki "nokta" –örneğin ölçme şeridindeki bir nokta ve ölçülen cismin bir noktası– birbirlerine ancak yaklaştırılabilir; ama üst üste getirilemez; yani *tek bir* noktada rastlaşamaz. Bu açıklama her ne kadar başka bazı sorular için önemsiz olsa da, kesin bir ölçümün nasıl olacağı sorusu için önem taşımaktadır. Bu nedenle, ölçümü başlangıçta şöyle betimleyeceğiz: Ölçülecek cismin noktasının, ölçme şeridinin iki çizgisi *arasında* ya da ölçme aracının ibresinin iki ölçek çizgisi *arasında* nerede yer aldığını saptayalım. Bunun için, örneğin belirli iki çizgiyi en uçtaki hata sınırları olarak belirleyebilir; ya da aralığı önceden tahmin ederek daha kesin bir sonuç elde etmeyi amaçlarız –bu durumda ibre, düşünülmüş belirli sınır çizgileri arasında oynar. Bunu yaparken, geride her zaman yine bir aralık; yani bir oynama payı kalacaktır. Fizikçi de ölçüm yaparken her zaman böyle bir aralığı tanımlar. (Örneğin: Millikan'a göre temel taneciğin ölçümü için tanımlanan aralık: $e = 4{,}774 \cdot 10^{-10} \pm 0{,}005 \cdot 10^{-10}$ e.st.E.) Ancak burada şöyle bir sorun yatmaktadır: Ölçek üzerinde –sorumuzu somutlaştıracak olursak– *tek bir* çizgi yerine *iki* çizginin (yani aralık sınırlarının) tanımlanmasının amacı ne olabilir? Kaldı ki, sınırların *kesin* olarak orada çekilip çekilemeyeceği de ayrı bir sorudur.

Kuşkusuz, her iki sınır çizgisi, mümkün olan en iyi tamlıkla belirlendiğinde –yani ölçülen değere göre *daha küçük* bir aralığa düştüğü sürece– böyle bir aralık sınırının verilmesi amaçlı olabilecektir. Başka bir deyişle: Aralığın sınırları keskin sınırlar değildir, tersine (belirlenmesi belirli hesaplara dayanan) çok küçük aralıklardır. Bu şekilde, aralıkta belirgin olmayan sınırlar ya da *yoğunlaşma sınırları* diye adlandırdığımız durumlar karşımıza çıkar.

Bu tür yaklaşımların önkoşulu matematiksel hata kuramı

[2]* Burada saymayı değil ölçmeyi kastettiğime dikkatinizi çekerim. (Bu iki işlem arasındaki fark, reel sayılar ve doğal sayılar arasındaki farka benzemektedir.)

(ve olasılık hesabı) değildir. Tersine, ölçü aralığı kavramına ancak bu tür yaklaşımlarla açıklık getirilebileceğinden, örneğin hata istatistiklerinin yorumlanması bunlara bağlı olacaktır: Bir değeri birçok kez ölçtüğümüzde, bir aralığa [yani ilgili ölçme tekniğine bağlı olarak kesinliği veren aralığa] farklı yoğunluklarla dağılmış değerler elde ederiz. Ancak ne aradığımızı bildiğimizde –bu da aralıktaki yoğunlaşma sınırlarıdır–, hata istatistiğini yorumlayıp, buradan aralığın aranan değerini çıkartabiliriz[3]*.

Tüm bunlar, ölçümle yürütülen yöntemlerin, niteliksel yöntemlere göre daha üstün olduğuna ışık tutmaktadır. Gerçi niteliksel karşılaştırmalarla da (örneğin bir müzik aletinin tınısının belirleniminde) ölçümün kesin bir aralığını verebiliriz; ama böyle bir verinin niteliği [eğer elimizde ölçümler yoksa] oldukça belirsiz olacaktır, çünkü yoğunluk sınırı kavramını burada kullanamayız. Bu kavrama, ancak değerler söz konusu olduğunda –yani metrik tanımlandığında– başvurabiliriz. Ölçme aralığının yoğunluk sınırı kavramını, (*68.* kesimdeki) olasılık kuramında da kullanacağız.

38. Boyut Karşılaştırılması. Bu kesime kadar tartışılan, altküme ilişkisi yardımıyla kuramların sınanabilirlik derecelerinin karşılaştırılması, bazı durumlarda farklı kuramların değerlendirilmesine ışık tutmaktadır. Buna dayanarak, *20.* kesimde örnek olarak verilen Pauli dışarlama ilkesinin, bizim çözümlememize göre, aslında koşulları doyuran ek bir varsayım olduğunu artık söyleyebiliriz; bu varsayım (daha eski) kuantum kuramının kesinliğini ve bununla birlikte sınanabilirlik derecesini arttıran ek bir varsayımdır (aynı yeni kuantum kuramında, bakışımsız durumların elektronlarla, bakışımlı durumların ise yüklü olmayan parçacıklar ve bazılarının daha fazla yüklü olan parçacıklarla gerçekleştirildiği şeklindeki önerme gibi).

Ancak yalnızca altküme ilişkisinin karşılaştırılması birçok durumda yeterli değildir. Bununla ilgili olarak, örneğin Frank[1],

[3]*Bu yaklaşımlar, Ek *IX'da yeni yayımlanmış "Üçüncü Bildiri"de tartışılan (madde 8vd.) sonuçlara bağlıdır ve bu sonuçlarla da doğrulanabilecekledir. Aynı zamanda bkz. *Postscript*'im kesim *15. Burada, kuramların "derinliği" için ölçmenin ne denli önemli olduğu açıklanmaktadır.

[1] Bkz. FRANK, *Das Kausalgesetz und seine Grenzen* (1931), örneğin s. 24.

sınır koşulları "... *daha az* ölçümlerle, ... parametrik durumların *küçük* bir sayısıyla" verilemediğinde, evrenselliği yüksek olan önermelerin –Planck'ın, enerjinin korunumu ilkesini tanımlayışındaki gibi– eşsözelliğe kayacağına, görgül açıdan içeriklerinin boş olacağına işaret etmektedir. *Değiştirimde kullanılan parametrik durumların ne kadar* olacağı sorusu –her ne kadar bu durum sınanabilirlik ya da yanlışlanabilirlik derecesine sıkıca bağlı olsa da– altkümelerin karşılaştırılmasıyla açıklanamaz: Değiştirim için sınır koşulları olarak ne kadar az parametrik durum kullanırsak, kuramın yanlışlanmasına yetecek olan temel önermeler de o kadar az karmaşık olacaktır[1*]; çünkü bilindiği üzere, yanlışlayan bir temel önerme, türetilmiş kestirimin değillemesiyle, sınır koşullarının tümel evetlemesinden oluşmaktadır (bkz. kesim *28*). Bu nedenle temel önermeleri, bunların daha mı çok yoksa daha mı az temel önermelerin tümel evetlemesiyle basitçe türetildiği ve bunların az mı yoksa çok mu karmaşık olduğu açısından karşılaştırmayı başarabilirsek, kuramları da, kuramı yanlışlayabilmek için en az hangi karmaşıklık derecesindeki temel önermelere gereksinim duyulduğu açısından karşılaştırabiliriz: Daha az karmaşık olan tüm temel önermeler, içerikleri dikkate alınmaksızın salt bu düşük karmaşıklık düzeyleri nedeniyle kuramla bağdaştırılabilir, salt bu yüzden onlara izin verilebilir.

Ancak böyle bir incelemede karşımıza her zaman bazı sorunlar çıkacaktır; çünkü genelde bir önermenin karmaşık olup olmadığını, basit önermelerin tümel evetlemesiyle eşdeğer olup olmadığını önermeye bakarak anlayamayız: Her önermede evrensel kavramlar yer almaktadır ve bu kavramları daha fazla ayrıştırdığımızda önermeleri de ayrıştırabiliriz. (Örneğin, "k bölgesinde bir bardak su vardır" önermesi şu biçimde daha da ayrıştırılabilir: "k bölgesinde akışkan maddeyle dolu bir bardak vardır" ve "k bölgesinde su vardır".) Öte yandan, durmaksızın yeni evrensel kavramlar tanımlanabileceğinden, böyle bir ayrıştırmanın sınırını koymak olanaksızdır.

Bütün önermeleri karmaşıklık dereceleri yönünden karşılaştırabilir kılmak için, önermelerden oluşmuş belirli bir küme-

[1*] "Karmaşık" sözcüğü için bkz. kesim *32*, dipnot 1*.

nin "temel önermeler" ya da "atomik önermeler"[2] olarak öne çıkarılması gerektiği önerilebilir –ki bunlardan geri kalan önermeler tümel evetlemeyle (ve başka mantıksal işlemlerle) kazanılabilsin. Böyle bir işlemle karmaşıklığın mutlak bir sıfır noktası tanımlanmış olabilecek ve böylece her önermenin karmaşıklığı, mutlak karmaşıklık derecesiyle betimlenebilecektir[2*]. Ancak yukarıdaki açıklamalara dayanarak, bu biçimde yürütülen bir işlemi gereksiz buluyoruz; çünkü bize göre bu, bilimsel dilin kullanımını zorlaştıracaktır[3*].

Yine de, temel önermelerin ya da diğer önermelerin karmaşıklık düzeyleri şu yolla karşılaştırılabilir: *Göreli atomik* önermelerden oluşmuş bir küme, keyfi olarak öne çıkarılır ve bu kümeye bakarak karmaşıklık derecesi irdelenir. Göreli atomik önermelerden oluşmuş böyle bir kümeyi *üretken bir kalıpla* tanımlayabiliriz. (Örneğin: "... bölgesinde ibresi ... ile ... ölçek çizgileri arasında duran bir ölçme aracı asılıdır".) Bu kalıptan (açık önermeden), belirli değerlerin yerleştirilmesiyle elde edilen tüm önermeleri, göreli atomik ya da eşkarmaşık önermeler ola-

[2] WITTGENSTEIN bu anlamda, "elemanter önermeler" ifadesini kullanmaktadır, *Tractatus Logico-Philosophicus*, 5. önerme: "Önerme, elemanter önermelerin bir doğruluk izergesidir" – RUSSELL ve WHITEHEAD de (karmaşık olan "molecular propositions"a karşı olarak) "atomic propositions" anlatımını kullanmaktadır, *Principia Mathematica I.*, "Introduction of the Second Edition" (1925), Mokre tarafından Almancaya çevrilmiştir (*Einführung in die mathematische Logik*, 1932), s. 126vd.

[2*] Mutlak karmaşıklık dereceleriyle doğal olarak içeriğin mutlak derecesi ve böylece mutlak mantıksal olasılıksızlığın derecesi de belirlenmiştir. Burada anlatılan (daha önce de örneğin Wittgenstein tarafından betimlenen) programla, olasılıksızlığı ve bununla birlikte olasılığı, mutlak atomik önermelerden oluşan bir kümenin öne çıkarılmasıyla öngörmek, çok yakın bir zamanda CARNAP'ın *Logical Foundation of Probability*, 1950, yapıtında tümevarım kuramının yapısını geliştirmek amacıyla ele alınmıştır. Ayrıca bkz. örnek dillere ilişkin düşüncelerim (Önsöz, İngilizce baskısı, 1959). Burada üçüncü örnek dilin (Carnap'ın dil sistemi) ölçülebilir nitelikler taşımadığına kısaca değinmiştim. (Bunun yanı sıra bugünkü yapısıyla da bu dil, uzay ya da zaman düzenlemesine elverişli değildir.)

[3*] Burada, "bilimsel dilin kullanımı" ifadesi tamamıyla artniyetsiz bir anlatım olup, günümüzde alışılagelmiş özel bir "dil dizgesi" anlamında yorumlanmamalıdır. Tersine, bilim adamlarının herhangi bir "dil dizgesini" kullanamayacakları gerçeğini burada unutmamamız gerektiğini savunmaktayım; aksi halde atacakları her yeni adımda dillerini değiştirmek zorunda kalacaklardır. Rutherford'un "madde" ve "atom", Einstein'ın "madde" ve "enerji" sözcükleri, geçmişteki kullanımlarından farklı anlamlar taşımaktadır: Bu sözcüklerin anlamı sürekli değişme halinde olan *kuramın* bir izergesidir.

rak tanımlayabiliriz; bunların ve bunlardan türetilebilen tüm tümel evetlemelerin oluşturduğu kümeyi de *bağıntı alanı* olarak adlandırıyoruz. Bir bağıntı alanının n sayıdaki farklı göreli atomik önermelerin *tümel evetlemesinden* oluşmuş bir önermeyi, alanın n-katı olarak adlandırır ve karmaşıklık derecesinin n olduğunu söyleriz.

t kuramına ait tekil önermelerden (bunlar temel önerme olmak zorunda değildir) oluşmuş şöyle bir bağıntı alanı olduğunu düşünelim: t kuramı, alanın d-li dizgesiyle değil belirli d+1-li dizgesiyle yanlışlanabilsin; bu durumda d'yi, kuramın alana göre *ayırt edici sayısı* olarak adlandırırız: Karmaşıklık dereceleri d'den küçük ya da d ile aynı olan alanın tüm önermeleri, içerikleri dikkate alınmaksızın, kuramla bağdaştırılabilir önermelerdir; kuram onlara izin verir.

Şimdi artık kuramların sınanabilirlik derecelerinin karşılaştırılmasını bu ayırt edici d sayısına dayandırabiliriz. Sınanabilirliğin karşılaştırılmasında tutarsızlıklardan kaçınabilmek için –ki bunlar farklı alanların kullanılmasında ortaya çıkabilecektir– bağıntı alanı kavramına göre daha dar anlamlı bir kavramın kullanılması gerekecektir; bununla kastettiğimiz, *uygulama alanı* anlatımının kullanılmasıdır: Bir t kuramı verildiğinde, alana bağlı olarak t, d ayırt edici sayısına sahip olduğunda ve Ek I'de verdiğimiz diğer koşullar sağlandığında, bir bağıntı alanını, *t kuramının uygulama alanı* olarak adlandırırız.

Uygulama alanına bağlı olarak t kuramının sahip olduğu ayırt edici d sayısını, aynı zamanda t'nin uygulama alanına göre *boyutu* şeklinde de adlandırırız. Boyut tanımlamasını önermemizin nedeni, alanın olası tüm n-li dizgelerini (sonsuz boyutta) mekânsal olarak sıralanmış olduğunu düşünebileceğimizdendir. Bu durumda, örneğin d=3 olduğunda, karmaşıklık dereceleri az olduğundan *izinli* olan önermeler, böyle bir düzenlemenin üç boyutlu altmekânını oluşturur. d=3'ten d=2'ye gidildiğinde, bu geçiş cisimden yüzeye geçmeye benzer. d boyutu ne kadar küçükse, izinli, –içerikleri dikkate alınmaksızın– düşük düzeydeki karmaşıklıkları nedeniyle kuramla tutarsız olmayan önermelerden oluşan kümenin boyutu da o kadar kısıtlanmış olur; ve kuram da o kadar kolay yanlışlanabilir.

Uygulama alanı kavramını, yalnızca temel önermelerle sınırlamayıp tekil önermeleri de bu alanın kapsamına kattığımız halde, boyut karşılaştırmasıyla yine de ilgili temel önermelerin karmaşıklık derecelerine ilişkin tahminler yürütülebilecektir (bunun için daha karmaşık tekil önermelere, daha karmaşık temel önermelerin de karşılık gelebileceğini öngörüyoruz). O halde şunu varsayabiliriz: Daha üst boyutlu bir kurama, içerikleri dikkate alınmaksızın izin verilmiş temel önermelerden oluşmuş daha üst boyutlu bir küme karşılık gelebilecektir.

Bu tür bir ilişkilendirmeyle, sınanabilirlik derecesinin, bir kuramın boyutunun altküme ilişkisiyle bağıntısına bakarak nasıl karşılaştırılabileceği sorusu artık yanıtlanabilecektir. Başlangıçta, belki de hiçbirinin ya da yalnızca birinin karşılaştırılabildiği durumlar karşımıza çıkabilir. Bu gibi durumlarda kuşkusuz her iki karşılaştırma yöntemi birbiriyle örtüşmeyecektir. Ancak, belirli bir durumda her iki karşılaştırma uygulanabildiğinde, iki kuramın da eşboyutlu, ama altküme ilişkileri nedeniyle farklı yanlışlanabilirlik derecelerinde oldukları düşünülebilir. Böyle olduğunda, karşılaştırma altküme ilişkisinde yoğunlaştırılmalıdır; çünkü bu durumda, altküme ilişkisi, kendini en duyarlı yöntem olarak kanıtlayacaktır. Her iki karşılaştırmanın uygulanabildiği diğer tüm durumlarda, sonuç yine aynı olmalıdır; boyut kuramının[3] basit savı, bir kümenin boyutunun kendi altkümelerinin boyutundan daha fazla ya da onlarla aynı boyutta olması gerektiğini göstermektedir.

39. Eğrilerden Oluşmuş Bir Kümenin Boyutu. Gerektiğinde, bir kuramın *uygulama alanını*, bu kuramın *grafikle gösterildiği bir alanla*, grafikle gösterilen alanın her bir noktasına göreli atomik önermeler karşılık gelecek şekilde özdeşleştirebiliriz: Böylece (Ek I'de tanımlanan) bu alana bağlı olarak bir kuramın boyutu, kurama karşılık gelen eğrilerden oluşmuş bir kümenin boyutuyla özdeştir. Bu ilişkileri *36.* kesimdeki q ve s tümel önermelerin

[3] Bkz. MENGER, *Dimensionstheorie* (1928), s. 81. Bu savın, hiçbir kısıtlama getirmeksizin sorunumuzda uygulanabilirliğini tanıtlayabileceğimizi söylemeliyiz. *Bu savın geçerli olduğu koşulların, burada tartıştığımız "uzaylarla" sağlanabildiğini düşünebiliriz.

yardımıyla irdelemeye çalışacağız (çünkü boyut karşılaştırması yardımıyla yalnızca yüklemlerin farklılıklarını elde edebiliriz): Daire varsayımı q üç boyutlu olup, ancak ilgili alanın dördüncü tekil önermesiyle ya da grafikteki dördüncü noktayla yanlışlanabilir. Elips varsayımı ise beş boyutludur; çünkü bu varsayım ancak ilgili alanın altıncı tekil önermesiyle ya da grafikteki altıncı noktayla yanlışlanabilmektedir. q'nun s'ye göre daha kolay yanlışlanabilir olduğunu *36.* kesimde görmüştük: Tüm daireler elips olduğundan bu karşılaştırmayı bilindiği üzere altküme ilişkisine dayandırabiliriz. Ancak, boyutların karşılaştırılması bizi başka karşılaştırmalara; örneğin daire varsayımı ile (dört boyutlu) bir parabol varsayımının karşılaştırmasına götürür; çünkü "daire", "elips" ve "parabol" sözcükleriyle her koşulda bir eğriler demeti ya da *eğriler kümesi* betimlenmiştir. Bu kümenin bir elemanını öne çıkarmak ya da ayırt etmek için, d kadar belirleme parçalarına gereksinim duyulduğunda, kümenin boyutu d'dir. Cebirsel gösterimde, eğriler kümesinin boyutu, değerlerini serbestçe seçebileceğimiz *parametrelerin* sayısına bağlıdır. O halde, değerlerini serbestçe seçebileceğimiz eğriler kümesinin parametre sayısının, kümeye ilişkilendirdiğimiz kuramın yanlışlanabilirlik derecesi için karakteristik bir özellik taşıdığını söyleyebiliriz.

q ve s önermelerinin örneğine ek olarak, bir de Kepler yasalarının bulunması konusundaki bazı yöntembilimsel yaklaşımları vurgulamak istiyoruz[1]*.

Bulgulama <Heuristik> ilkesi olarak Kepler'in buluşlarını yönlendirmiş olan kusursuzluk inancının temelinde, bilinçli ya da bilinçsiz olarak, yanlışlanabilirlik derecesine ilişkin yöntembilimsel yaklaşımların yatmış olduğunu kabul etmek, bize alışılmışın dışında gelmektedir. Bize göre Kepler, başarısını bir ölçüde çıkış noktası olarak belirlediği varsayımın [daire varsayımı] oldukça kolay yanlışlanabilir olmasına borçludur: Kepler'in dayandığı daire varsayımı, mantıksal biçimi nedeniyle zor sınanabilir bir varsayım olsaydı, hesaplamalardaki

[1]*Buradaki yaklaşımlarımızı, W. C. KNEALE, *Probability and Induction*, 1949, s. 230, ve J. G. KEMENY, "The Use of Simplicity in Induction", *Philosophical Review* 57, 1953 (bkz. yapıtındaki dipnot, s. 404) yapıtlarında kitabıma göndermelerde bulunarak işlemiştir.

güçlükler hiçbir sonuca götürmez; bu hesaplamalar başlangıçta adeta ufku olmayan belirsizliklerle yapılmak zorunda kalınırdı. Kepler'in vardığı, kesin *olumsuz* sonuç; yani daire varsayımının yanlışlığı, gerçek anlamdaki ilk başarıydı. Bu yöntem kendini öyle sağlamıştı ki, Kepler söz konusu varsayımı ilk çıkış önermesine oranla sonuca daha da yaklaşacak şekilde geliştirebildi.

Kuşkusuz, Kepler yasalarına başka yollarla da ulaşmak olanaklıydı; ama Kepler'in, özellikle de bu yolla elde ettiği başarı, bizce bir rastlantı değildir. Kepler'in uyguladığı yöntem, *daha iyi kuramların seçilmesi* yöntemine karşılık gelmektedir; bu yöntemle, kuram, ancak yeterince yanlışlanabilir ya da yeterince *belirli* olduğunda, deneyimin ışığında yenilgiye uğratılabilir.

40. Eğriler Kümesinin Boyutunun "Biçimsel" ve "İçeriksel" Açıdan İndirgenmesi. Aynı boyutta farklı eğri kümeleri vardır. Örneğin dairelerin kümesi üç boyutludur; ancak bu kümenin verilmiş *tek bir* noktadan geçmesi koşulu arandığında, iki boyutlu, verilmiş *iki* noktadan geçmesi durumunda tek boyutlu bir küme elde edilir vb.: Eğri için verilmiş *her bir* nokta, kümenin boyutunu "1" azaltır.

Boyut, kuşkusuz yalnızca bir noktanın verilmesiyle değil, başka yollarla da indirgenebilir. Bu biçimde örneğin, elipslerin kümesi verilmiş eksen-ilişkisiyle (aynı parabollerin kümesi gibi) dört boyutludur. Aynı şekilde, verilmiş sayısal dışmerkezlilikle elipslerin kümesi dört boyutludur vb. Elipsten daireye geçiş de zaten, belirli bir dışmerkezliliğin (0 dışmerkezlilik) ya da belirli bir eksen ilişkisinin (1 eksen ilişkisi) verilmesinden başka bir şey değildir.

Sıfır[1]-boyutlu kümeler	Tek-boyutlu kümeler	İki-boyutlu kümeler	Üç-boyutlu kümeler	Dört-boyutlu kümeler	...
–	–	doğru	daire	parabol	...
–	verilen bir noktadan geçen doğru	verilen bir noktadan geçen daire	verilen bir noktadan geçen parabol	verilen bir noktadan geçen genel koni kesiti	...
verilen iki noktadan geçen doğru	verilen iki noktadan geçen daire	verilen iki noktadan geçen parabol	verilen iki noktadan geçen genel koni kesiti	verilen iki noktadan	
verilen üç noktadan geçen daire	verilen üç noktadan geçen parabol	verilen üç noktadan geçen genel koni kesiti			

Şimdi kendimize şunları soralım: Boyutun indirgenmesi için başvurulan tüm bu yöntemler eşdeğerde ya da gerekli midir? Kuramların yanlışlanabilirlik derecelerinin irdelenmesinde boyut indirgemesinin farklı yöntemleri tek tek incelenmeli midir? *Noktaların* [ya da küçük bölgelerin] verilmesi birçok durumda *özel önermelerin*, ya da bir sınır koşulunun verilmesine karşılık geldiği şüphe götürmez. Öte yandan, elipsten daireye geçişin de, *kuramın* boyut indirgenmesine karşılık geleceği açıktır. Peki, boyutun her iki indirgeme yöntemi nasıl ayırt edilmelidir? Biz, eğrinin biçimi *değiştirilmeden* –yani noktaların (ya da eşdeğerli belirlenim parçalarının) verilmesiyle– boyutun indirgenmesi yöntemini, *içeriksel* azaltma olarak; diğer yöntemi; yani eğrinin "biçiminin" değiştirildiği –örneğin elipsten daireye ya da daireden doğruya geçişin yapılabileceği– yöntemi ise, boyutun *biçimsel* azaltılması olarak adlandırmak istiyoruz.

Keskin bir şekilde böyle bir ayrım yapmak, kolay olmayacaktır. Bunun da nedeni şudur: Cebirsel anlatımda boyut indirgenmesi, sabit değer olarak bir parametrenin yerleştirilmesi anlamına gelmektedir. İşte burada, yerleştirilmiş farklı sabit değerler arasında nasıl bir ayrım yapmamız gerektiği açık değildir. Genel bir elips denkleminden daire denklemine (biçimsel) geçişi, örneğin bir parametreyi 0'a, ikinci bir parametreyi 1'e eşit

[1] Kuşkusuz boş (fazlasıyla belirlenmiş) –tek-boyutlu kümeyle de başlayabilirdik.

alarak gösterebiliriz; ama bu, başka bir parametreyi (mutlak bir öğeyi) 0'a eşit aldığımızda, içeriksel belirlenim –yani elipslerin bir noktasının verilmesi– anlamına gelir. Yine de, her iki yöntem arasında bir ayrım yapabiliriz; bu ayrım, evrensel kavramlar sorunuyla ilintilidir: İlgili eğriler kümesinin tanımına, içeriksel azaltma, bireysel kavramı; biçimsel azaltma, evrensel kavramı yerleştirmektedir.

Belirli bir düzlemin (örneğin; kişisel bir düzlemin) verilmiş olduğunu düşünelim. Bu düzlemde yer alan elipslerin kümesi genel elips denklemiyle, dairelerin kümesi ise daire denklemiyle tanımlanabilir. Bu tanımlar, ilişkilendirildikleri *(kartezyen) koordinatlar sisteminin konumundan bağımsızdır*; yani koordinatlar sisteminin çıkış noktasının ve yöneliminin seçiminden etkilenmemektedir. Belirli bir koordinatlar sistemini yalnızca bireysel kavramlarla; başka bir deyişle, çıkış noktasını ve yönelimini tanımlayarak betimleyebiliriz. Ancak elipsler kümesinin (ya da daireler kümesinin) tanımı tüm kartezyen koordinatlar sistemi için aynı olduğundan, söz konusu bireysel kavramlara bağlı değildir: Bu tanım, tüm Euklid grubu koordinatlar dönüştürümleri (hareket ve benzerlik dönüştürümleri) altında *değişmezdir*.

Öte yandan, düzlemin *belirli* (kişisel) bir *noktasına* ortaklaşa sahip olan elipslerin (ya da dairelerin) bir kümesini tanımlamak istediğimizde, Euklid grubu dönüştürümleri altında *değişmez olmayan*, belirli ya da kişisel koordinatlar sistemine bağlı olan bir tanım ileri sürmeliyiz. Böylelikle, getireceğimiz tanım bireysel kavramlara dayanacaktır[2].

Bu dönüştürümler aşamalı olarak düzenlenebilir: Genel bir dönüştürme grubu altında değişmez olan bir tanım, özel bir dönüştürme grubu altında da değişmezdir. Bu nedenle, eğriler kümesinin her bir tanımı için en genel dönüştürme grubu ayırt edicidir. Artık şunu söyleyebiliriz: Bir eğriler kümesinin T_1 tanımı, başka bir eğriler kümesinin T_2 tanımıyla –eğer T_1 aynı (ya da daha genel) dönüştürme grubu altında T_2 gibi değişmez ise– "eşgeneldir" (ya da "daha genel"). Bir eğriler kümesinin (başka bir kümeden farklı olarak yapılan) her bir boyut indirgenmesi

[2] Dönüştürme grupları ve "bireyselleştirme" arasındaki ilişkiler için bkz. örneğin WEYL, *Philosophie der Mathematik und Naturwissenschaften* (1927), s. 59. Burada KLEIN'ın *"Erlanger Programm"*ına gönderme yapılmaktadır.

–eğer indirgeme tanımın genelliğini kısıtlamıyorsa– biçimsel indirgeme anlamına gelmektedir; aksi halde içeriksel indirgemeden söz ederiz.

İşte, iki kuramın yanlışlanabilirlik derecelerini boyutları yönünden karşılaştırdığımızda, hem kuramın *evrenselliğini*; başka bir deyişle, koordinatların dönüştürümleri altında değişmezliğini, hem de boyutunu dikkate almalıyız.

Bunu yaparken farklı yollar izlemek zorunda kalacağız: İzleyeceğimiz yollar, Kepler'de olduğu gibi, kuramın doğrudan geometrik bir anlatımı ortaya atıp atmadığına; ya da kuramın "geometrik" açıdan incelenmesinin yalnızca grafiğe –örneğin basınç ve sıcaklık arasındaki bağıntının grafiğine– dayanıp dayanmadığına göre değişir. Bu tür eğri kümelerinin tanımının, koordinatlar sisteminin döndürülmesi altında değişmez olacağı beklentisi hatalı olur; çünkü koordinatlar eşdeğerli değildir. [Biri basıncı, diğeri sıcaklığı göstermektedir.]

Bu açıklamalarla, yanlışlanabilirlik derecelerinin karşılaştırılmasına ilişkin araştırmalarımızı tamamlıyoruz. Bu açıklamalarla, bilgi kuramsal sorulara açıklık getirebileceğini öncelikle *yalınlık sorunu* yardımıyla göstereceğiz. Aynı şekilde bu yaklaşımlar, *sağlama* –ya da varsayımın olasılığı– sorununa da yeni bir bakış getirecektir.

**Ekleme* (1968). Bu çalışmada yer alan en önemli görüşlerden biri, bir kuramın (görgül) *içeriğiyle* ilgili olarak getirilen düşüncelerdir: "Bir önerme ne kadar fazla durumu yasaklarsa, 'bizim dünyamız' hakkında o kadar çok bilgi verir". (Bkz. kesim 6, paragraf 5; ve kesim *31*, ilk paragraf.)

1934'te vurguladığım iki önemli noktaya değinmek istiyorum: (1) İçeriğin ya da sınanabilirliğin, veya sağlanabilirliğin, ya da "yalınlığın" *dereceleri*, yanlışlanabilirliği görelileştirmektedir. (2) Bilimin hedefi –bilgimizin artması– kuramın içeriğini arttırmaktır.

Sonraki yıllarda bu düşüncelerimi daha da geliştirdim. Şimdi bu iki yeni noktaya değinmek istiyorum: (3) İçerikle (ya da "yalınlıkla") ilgili düşüncenin, tartışılan *soruna* ya da *daire sorununa* bağlı olarak daha da görelileştirilmesi. (Bkz. s. 459'daki *Ek-*

leme.); (4) Bir kuramın *içeriği* ile *doğruluk içeriği* ve kuramın *doğruya yakınlığı* ya da doğruya benzerliği <"verisimilitude"> arasındaki ilişkinin geliştirilmesi. Her iki nokta, daha önce *Conjectures and Refutations*'ın 10. bölümünde (ve *Ek*'inde) açıklanmıştır. (Bkz. bir sonraki Ekleme (1971), s. 318-319, s. 459, s. 464-465 ve s. 469-470'deki dipnot.)

**Ekleme* (1971). Bu bağlamda önemli olan bir de, *Ratio* (cilt 1, 1957, no.1, s. 21)'da yer alan, "Görgül-Bilimin Amaçlarının Belirlenmesi ile İlgili Düşüncelerim"; ve *Theorie und Realität* (yayımcı: Hans Albert, Tübingen, 1964, s. 73) adlı çalışmalarım.

Bölüm VII

YALINLIK

Yalınlık sorununa ne önem verilmesi gerektiği tartışmalıdır. Örneğin bir zamanlar Weyl[1], "yalınlık sorununun doğabilimsel bilgi kuramı için fazlasıyla önemli" olduğunu ifade ederken, bu soruna duyulan ilgi yakın zamanlarda artık azalmıştır –bunun nedeni belki de, (Weyl'ın getirdiği eleştiriden bu yana) sorunu çözme çabalarının ümit verici olmayışıdır.

Kısa bir zaman öncesine kadar yalınlık kavramı tamamen eleştirellikten uzak bir biçimde kullanılmış –sanki, "yalınlığın" ne olduğu ve neden değerli olduğu, kendiliğinden anlaşılabilirmiş gibi düşünülmüştür. Bilgikuramsal deneylerde, yalınlık kavramının sorunsal boyutunu göz ardı ederek, ona üstün bir değer biçenlerin sayısı hiç de az değildir. Bu şekilde örneğin Mach, Kirchhoff ve Avenarius'un izindeki araştırmacılar, "nedensel açıklama" kavramı yerine, "en yalın betimleme" kavramını kullanmaya çalışmıştır. Burada "en yalın" şeklinde (ya da benzer) bir nitelendirme olmasaydı, sözü edilen eğilim hiçbir anlam taşımazdı; çünkü bu yaklaşım, tek tek özel önermelerle yapılan betimleme karşısında, *kuramlarla* yapılan betimlemenin niçin daha üstün olduğunu açıkça anlaşılır kılmalıdır. Tüm bunlara rağmen yalınlık kavramının anlamıyla ilgili olarak daha açık tanımlamaların yapıldığı söylenemez. –Doğa ile ilgili bilgilere ulaşmak için yalın kuramlara başvuruluyorsa, en yalın olanlar kullanılmalıdır: İşte bu nedenle Poincaré –ona göre temel kuramların seçilmesi kararı uzlaşıma bağlıdır– kuramların seçilme-

1 Bkz. WEYL, *Philosophie der Mathematik und Naturwissenschaft* (1927), s. 115vd.; bundan başka bkz. kesim *42*.

si ilkesine varmış ve en basit uzlaşımları seçmiştir. Peki bunlar hangileridir?

41. Yalınlık Kavramının Estetik-Pragmatik Boyutunun Dışlanması. "Yalınlık" sözcüğü çok farklı biçimlerde kullanılmaktadır; örneğin Schrödinger kuramı, bilgikuramsal anlamda ele alındığında fazlasıyla "yalın", başka bir anlamda algılandığında belki de "karışıktır". Bir *problem* karşısında çözümünün basit değil, zor –bir *makalenin ya da anlatımın* kolay anlaşılır değil, karışık– olduğunu söyleyebiliriz.

Başlangıçta yalnızca makale ile ilgili olan yalınlık sözcüğünü dışarıda bırakalım. Bazen, örneğin matematiksel bir tanıtın iki farklı makalesinden birinin diğerine göre "daha basit" (daha hoş) olduğu söylenir. Bilgikuramsal açıdan böyle bir ayrım ilginç olmayıp, mantık dışı, daha çok *estetik-pragmatik* bir özellik taşımaktadır. Benzer bir durum, problemin yorumlanmasında da geçerlidir; eğer bir problem başka bir probleme göre "daha basit şekilde" çözülebiliyorsa, bununla, problemin çözümü için daha az önbilgi gerektiği kastedilmektedir. Görüldüğü gibi, bu tür tüm durumlarda "yalın" sözcüğünü kolaylıkla dışlayabiliriz; çünkü kullanımı mantık dışıdır.

42. Yalınlık Kavramının Bilgikuramsal Boyutu. Peki yalınlığın estetik-pragmatik yönünü ortadan kaldırdığımızda geriye ne kalmaktadır? Mantıksal anlamda böyle bir yalınlık kavramı var mıdır? Mantıksal açıdan eşdeğer olmayan kuramlar arasında yalınlık derecelerine göre bir ayrım yapılabilir mi?

Yalınlık kavramına bilgikuramsal bir anlam yüklemek için girişilen başarısız çabalardan sonra, soruya kuşkuyla yaklaşılmıştır. Schlick[1] bu soruya olumsuz yanıt vermektedir: "Yalınlık bir yönüyle pragmatik, bir yönüyle estetik bir kavramdır..." –oysa onun burada kastettiğini, biz önemsiyor ve kavramın *bilgikuramsal* yönü olarak adlandırıyoruz; çünkü Schlick sözlerine şöyle devam etmektedir: "'Yalınlıktan' ne anladığımızı açıkça ortaya koyamadan da, çok basit formüllerle (örneğin; doğrusal, karesel, üstel fonksiyonlarla) gözlemler dizisini göstermeyi başarmış

1 SCHLICK, *Naturwissenschaften 19* (1931), s. 148.

olan her araştırmacının, hemen kesin olarak bir *yasa* bulmuş olabileceği gerçeğini kabul etmek zorundayız."

"Yasalara uygunluk" kavramının, özellikle de "yasa" ve "rastlantı" sözcükleri arasındaki karşıtlığın, yalınlık kavramıyla tanımlanması çabasını, Schlick[2] ayrıntılı olarak tartışmış ve sonunda şu nedenlerle böyle bir denemeyi reddetmiştir: "... yalınlık, fazlasıyla göreli ve belirsiz bir kavramdır; bu nedenle, onun yardımıyla nedenselliğin kesin bir tanımına ulaşmak ve yasa ile rastlantı sözcüklerini tam olarak birbirinden ayırmak mümkün değildir." Bu anlatımlara baktığımızda, yalınlık kavramının bilgikuramsal açıdan bize ne kazandırması gerektiğini daha iyi anlamış oluyoruz: Bu kavram, yasalara uygunluk derecesinin bir ölçüsü olmalıdır. Feigl da[3], "yasalara uygunluk, yalınlıkla tanımlanır" şeklinde düşüncesini dile getirirken bunu demek istemiştir.

Bilgikuramsal anlamdaki yalınlık, özellikle tümevarım-mantıksal işlemlerde; örneğin "en yalın eğrinin" seçimi ile ilgili sorunda, önem taşımaktadır. Bilindiği gibi tümevarım mantığı, tek tek gözlemleri genelleştirerek doğa yasalarına ulaşabileceğini sanmaktadır. Gözlemler dizisindeki tek tek gözlemlerin, noktalar halinde koordinatlar sistemine yerleştirilmiş olduğunu düşündüğümüzde, yasanın grafiksel gösterimi bu noktalardan geçen bir *eğri* biçiminde olacaktır; ama sonlu sayıdaki noktalardan farklı biçimlerde sınırsız birçok eğri ortaya çıkar. Ancak bu yolla doğa yasası, gözlemlerle kesin olarak belirlenemeyeceğinden, eğrilerden hangisinin seçilmesi gerektiği sorusu, tümevarım mantığının karar vermesi gereken sorudur.

Alışılagelmiş yanıt şudur: "En yalın eğri" seçilir. Bununla ilgili olarak örneğin Wittgenstein[4] şunları söylemektedir: "Tümevarım sürecinde uygulanan, deneyimlerimizle uyuşacak *en yalın* yasanın seçilmesidir." Bunu yaparken, genelde doğrusal bir fonksiyonun karesel bir fonksiyondan ya da dairenin elipsten daha yalın olduğu vb. tartışmaksızın kabul edilir. Ancak, böyle bir düzenlemenin neden yapıldığını ve bu "yalın" yasaların –estetik-pragmatik özellikler dışında– yeğlenebilecek hangi özel-

2 SCHLICK, a.g.y.

3 FEIGL, *Theorie und Erfahrung in der Physik* (1931), s. 25.

4 WITTGENSTEIN, *Tractatus Logico-Philosophicus* (1918 ve 1922), önerme: 6.363.

likleri olması gerektiğini anlamış değiliz[5]. Schlick ve Feigl[6], bununla ilgili olarak Natkin'in yayımlanmamış bir çalışmasından söz eder; burada Natkin, (Schlick'e göre) ortalama eğriliği düşük olan ya da (Feigl'a göre) doğruya göre sapması az olan bir eğriyi "yalın" olarak tanımlamayı önermiştir. [Anlaşılacağı gibi, her iki yorum tam olarak birbirinin aynısı değildir.] Bu tanım, belki sezgisel açıdan bir şeyler ifade etmektedir; ama söz konusu durumu tam olarak ortaya koyamamaktadır; çünkü bir hiperbolün uygun olarak seçilmiş bir parçası daireye göre daha yalın olabilir, vb. Bu sorunun her şeye rağmen (Schlick'in söylediği gibi) bu tür "ustalıklarla" çözülebileceğine inanmıyoruz; bunun da ötesinde, yalınlık kavramının özellikle bu tanımını yeğlememizin nedeni anlaşılır olmayacaktır.

Dikkate değer bir yaklaşım da, Weyl'ın değindiği ve tartıştığı yaklaşımdır; burada Weyl, yalınlığı olasılığa dayandırmaya çalışmıştır: "Birbiriyle eşleşen, örneğin 20 ikili değer, dik açılı bir koordinatlar sistemine yerleştirildiğinde, beklendik bir tamlıkla düz bir çizgi üzerinde bulunuyorsa, y'nin x'e doğrusal olarak bağımlı olduğunu kesin bir doğa yasası olarak düşünebiliriz. Bunun da nedeni çok açıktır: Doğrusal eğrinin basitliği; bir diğer açıdan düşünüldüğünde, temel alınan yasa başka bir yasa olsaydı, eşleştirilen bu 20 ikili gözlemin (hemen hemen) tam bir doğru üzerinde yer alması kesinlikle olasılı olmazdı. Bu doğrusal eğri interpolasiyon ve ekstrapolasiyon için kullanıldığında, gözlemin içeriğiyle ilgili tahminlerin ötesindeki öngörülere varılır; ama böyle bir çözümleme belirli ölçüde şüpheli durumlara yol açar. Her koşulda, söz konusu 20 gözlem verisine uygun düşen matematiksel fonksiyonları değişik biçimlerde tanımlayabiliriz; bu fonksiyonlardan bazıları da tamamıyla ya da kısmen doğrusal eğriden sapma gösterebilir. Ve bunlardan her biri için, doğru yasayı göstermeseydi, eşleştirilen bu 20 ikili gözlemin bu eğri üzerinde yer alması kesinlikle olasılı olmazdı, şeklinde yo-

5 Bkz. WITTGENSTEIN a.g.y., (önerme: 5.4541) mantığın yalınlığı ile ilgili görüşleri; burada Wittgenstein, "yalınlığın ölçüsünü" koymakta ama hiçbir dayanak vermemektedir. –REICHENBACH'ın, *en yalın eğrinin ilkesi* (*Mathematische Zeit-schrift 34*, 1932, s. 616) onun (bana göre çürütülebilen) *Tümevarımın Belirli*'ne dayanmakta ve amaçlarımız için bir dayanak oluşturmamaktadır.

6 A.g.y.

rumlar getirebiliriz. O halde önemli olan, fonksiyonun ya da fonksiyonlar kümesinin matematiksel yalınlığı nedeniyle matematikte önsel olarak ortaya atılmasıdır; ancak burada fonksiyonların kümesi, doyurulacak gözlemlerin sayısından daha fazla parametrelere bağlı olmamalıdır..."[7]. Weyl'ın burada "fonksiyonlar kümesinin matematiksel yalınlığı nedeniyle matematikte ... ortaya atılması" gerektiği şeklindeki yaklaşımı ve parametrelere ilişkin getirdiği yönlendirme, bizim (kesim *43*'teki) yaklaşımımızla aynıdır; ancak Weyl burada, matematiksel yalınlığın ne olduğunu, özellikle de mantıksal açıdan basit yasanın, zor yasaya göre hangi bilgikuramsal üstünlükleri olduğunu açıklamamaktadır[8].

Burada anılan alıntılar bizim için büyük önem taşımaktadır; çünkü amacımız yalınlık kavramının bilgikuramsal boyutuna açıklık getirmektir. Şimdiye kadar getirilen açıklamalar, kavramın bu yönünü yeterince belginleştirmemiştir. Getirilen her açıklamanın, bilgi kuramcıların kastettikleri "yalınlık sözcüğüyle" özdeş olmadığı gerekçesiyle reddedilmesi kuşkusuz mümkündür. Bu durumda söylemek istediğim birkaç sözüm olacak: Bizim için "yalınlık" sözcüğünün en küçük bir değeri bile yoktur; zaten (bu sözcükte yatan sorunsallığı bile bile) onu ortaya atan da biz değiliz. Yine de bizim getireceğimiz yalınlık kavramının, bilgi kuramcıların yalınlık sorunuyla ilgili olarak sürekli ortaya attıkları soruları aydınlatacağını düşünüyoruz.

43. Yalınlık ve Yanlışlanabilirlik Derecesi. Yalınlık kavramı bağlamında çıkan, sözcüğün bilgikuramsal boyutuna ilişkin soruları, yalınlık sözcüğüyle *yanlışlanabilirlik derecesi* kavramını özdeşleştirdiğimizde yanıtlayabileceğiz. Bu sav, başlangıçta belki

7 WEYL, *Philosophie der Mathematik und Naturwissenschaft* (1927), s. 116. *Kitabımı yazdığımda, HAROLD JEFFREYS ve DOROTHY WRINCH'in –Weyl'den altı yıl önce– bir fonksiyonun yalınlığının, ona serbestçe uyan parametrelerin sayısıyla ölçülmesi gerektiğini önerdiklerini bilmiyordum (bkz. *Philosophical Magazine 42*, 1921, s. 369vd.'de ortak yürüttükleri araştırma) –kuşkusuz Weyl da kitabını yazarken bunu bilmiyordu. Bu arada, her iki yazarın katkılarını yeri gelmişken belirtmek istiyorum.

8 Weyl'ın yalınlık ile sağlama arasındaki ilişki hakkında ileri sürdüğü diğer görüşleri de bizim için çok önem taşımaktadır; bunlar, bizim *82.* kesimde, başka bir bakış açısından konuyla ilgili olarak söylediklerimizle neredeyse aynıdır (bkz. kesim *82*, dipnot 1 * ve kesim *43*, dipnot 1*).

de eleştirilerle karşı karşıya kalacaktır[1]*; bu nedenle, yaklaşımımızı anlaşılır bir şekilde açıklamaya çalışalım.

Boyutları az olan kuramların boyutları fazla olan kuramlara

[1]* Yalınlık kuramının (*40.* kesimde geliştirdiğimiz görüşleri de dikkate alarak) en azından tek bir bilgi kuramcısı tarafından ele alınması, beni çok sevindirmiştir –WILLIAM KNEALE, *Probability and Induction*, 1949, s. 229vd. adlı yapıtında şöyle yazmaktadır: "... bu anlamda en yalın varsayımın, aslında yanlış olduğunda hemen elemeyi düşündüğümüz varsayım olduğunu kolayca görebiliyoruz... Başka bir deyişle: Bilinen gerçeklerle bağdaşan en basit varsayımın benimsenmesi yöntemi, yanlış varsayımlardan hemen kurtulmamızı sağlamaktadır." Kneale, aynı metnin dipnotunda Weyl'ın yapıtının 116. sayfasına ve kitabıma göndermede bulunmuştur. Ancak ben, Weyl'ın değerli yapıtının ne 116. sayfasında –yukarıda ayrıntılı olarak alıntıları yaptığım kesimde– ne de kitabının başka bir bölümünde (ne de başka bir yerde) bir kuramın yalınlığının kuramın yanlışlanabilirlik derecesine –yani kuramın ayıklanmasının kolaylığına– bağlı olduğu savıyla ilgili olarak hiçbir yaklaşıma rastlamadım. Zaten Weyl (ya da bildiğim başka biri) kuramımı benden önce düşünüp ortaya atmış olsaydı, *42.* kesimin sonunda Weyl'ın, "mantıksal açıdan basit yasanın zor yasaya göre hangi bilgikuramsal üstünlüklerinin olması gerektiğini" belirtmediğini yazmazdım.
Gerçekte durum şöyledir: Weyl, (bkz. kesim *42*, 7. dipnotun metninde anılan) enine boyuna tartıştığı sorunda, sezgisel olarak yalın bir eğrinin –örneğin bir doğrunun– diğer karmaşık eğrilere göre daha tercih edilir olduğundan söz etmiştir; *çünkü tüm gözlemlerin böyle basit (ya da yalın) bir eğride yer alması, kesinlikle olasılı olmayan bir rastlantı olarak düşünülmektedir.* Ancak Weyl, görsel olarak getirdiği bu yaklaşımı daha da geliştireceğine (sanıyorum, bu şekilde çalışmalarını sürdürseydi, en basit kuramların daha iyi sınanabilir olacağı sonucuna varırdı), gerçekçi eleştiriler karşısında tutarlılığını koruyamayacağı gerekçesiyle düşüncesini adeta *çürüterek*, karmaşıklık derecesini dikkate almadan, bunların *herhangi bir* eğri için de geçerli olabileceğini göstermiştir. (Bu kanıtlama gerçi doğrudur; ama doğrulayan ansal önermeler yerine *yanlışlama olanağını sağlayan önermeleri* ve onların karmaşıklık derecelerini dikkate aldığımızda, Weyl'ın savı artık geçersiz olacaktır.) Daha sonra Weyl, yalınlığın ölçütü olarak, az sayıdaki parametrelerin kullanılması gerektiği şeklindeki tartışmalara eğilmiştir; ancak çalışmasının bu bölümünde, reddettiği sezgisel yaklaşımla; veya sınanabilirliğin ya da içeriğin, daha basit kuramların, yeğlediğimiz bilgikuramsal üstünlüğünü nasıl açıklayabileceği vb. konusuyla ilgili, hiçbir bağıntı kurmamıştır.
Weyl'ın yaptığı gibi, bir eğrinin yalınlığının az sayıdaki parametrelerle karakterize edilmesini, daha 1921 yılında HAROLD JEFFREYS ve DOROTHY WRINCH (*Phil. Mag.* 42, s. 369vd.) ortaya atmıştı. Ancak Weyl'ın o zaman gözden kaçırdığının –ki bu, bugün (Kneale'e göre) "çok kolay olarak" görülmektedir– Jeffreys, gerçekten de tam olarak tersini görmüştür –ve hâlâ da görmektedir: Jeffreys, daha yalın doğa yasasına daha fazla önsel olasılılığı yüklemektedir, daha fazla önsel olasılıksızlığı (olasılı olmama durumunu) değil. (Buna göre, Jeffreys'in ve Kneale'in yaklaşımları, Schopenhauer'in şu sözlerinin güzel bir örneklemesidir: Bir sorunun çözümü, başlangıçta adeta bir paradoks, daha sonra herkesçe bilinen bir gerçek gibidir.) Bu arada, geçen süre içersinde yalınlıkla ilgili kuramımı daha da geliştirdiğimi vurgulamalıyım. Bunu yaparken de, Kneale'den bir şeyler öğrenmek için çok çaba harcadığımı söyleyebilirim –umarım, başarılı olmuşumdur–. Bkz. *Postscript*'im, Ek *X ve kesim *15.*

göre daha kolay yanlışlanabilir olduğunu daha önce göstermiştik. Buna göre; örneğin birinci dereceden bir fonksiyon biçimindeki doğa yasası, ikinci dereceden bir fonksiyon biçimindeki yasaya göre daha kolay yanlışlanabilir olacaktır; ama ikinci dereceden yasa da, matematiksel yapısı cebirsel bir fonksiyon olan yasalar arasında yine en iyi yanlışlanabilen yasalardandır. Bu, Schlick'in[1] yalınlıkla ilgili düşüncelerine karşılık gelmektedir: "Kuşkusuz birinci dereceden bir fonksiyonun, ikinci dereceden bir fonksiyona göre daha yalın olduğunu kabul etme eğilimi vardır; ancak diğerinin de bir yasayı kesin olarak ortaya koyduğu şüphe götürmez...".

Bir kuramın evrenselliği ve kesinliği yanlışlanabilirlik derecesiyle artmaktadır. Bu nedenle *bir kuramın kesinlik derecesini*, kuramın yanlışlanabilirlik derecesiyle özdeşleştirebiliriz. Bu yaklaşım aslında Schlick ve Feigl'ın yalınlık kavramından beklentilerini tam olarak vermektedir. Biz, Schlick'in de yapmaya çalıştığı yasa ve rastlantı arasındaki ayrımın, yanlışlanabilirlik derecesiyle yapılabileceğini savunuyoruz: Rastlantısal özellikteki dizilere ilişkin olasılık önermeleri, sonsuz boyutlu (kesim 65); yalın değil karmaşık (*58.* ve *69.* kesimler) ve özel önlemler alındığında, yanlışlanabilir (kesim *68*) olarak karşımıza çıkar.

Sınanabilirlik derecelerinin karşılaştırılmasını daha önceki kesimlerde (kesimler *31-40*) tartışmıştık; orada verilen örnekler ve ayrıntılar yalınlık sorununa kısmen kolayca uyarlanabilir. Bu durum özellikle bir kuramın evrensellik derecesi için geçerlidir; evrenselliği daha fazla olan bir önerme, evrenselliği daha az birçok önermenin yerine geçebilir ve bu nedenle de "daha yalın" olarak adlandırılır. Bir kuramın boyut kavramı, Weyl'ın, yalınlığın belirlenmesinde parametrelerin sayısına başvurulması gerektiği şeklindeki düşüncesine açıklık getirmektedir[2*]; boyutun

[1] SCHLICK, *Naturwissenschaften 19* (1931), s. 148 (bkz. bir önceki kesim).

[2*] *42.* kesimin 7. ve bu kesimin 1*. dipnotlarında da değinildiği gibi, bir fonksiyonun yalınlığının, az sayıda serbestçe seçilen uygun parametrelerle ölçülebileceğini, ilk olarak Harold Jeffreys ve Dorothy Wrinch ortaya atmıştır. Öte yandan her ikisi de, daha basit bir varsayıma daha büyük bir olasılık yüklenmesi gerektiğini önermiştir. Buna göre, her ikisinin yaklaşımını şu şekilde gösterebiliriz:

Yalınlık = az sayıda parametre = fazlasıyla önsel olasılık

Ben bu soruna başka bir açıdan yaklaştım: Daha çok sınanabilirlik derecesinin ir-

biçimsel ve içeriksel açıdan indirgenmesi konusunda (kesim *40*) getirdiğimiz ayrıma ilişkin yaklaşımlarla da, [Weyl'a yöneltilen] bazı eleştiriler –örneğin verilen eksen ilişkisi ve sayısal dışmerkezlilikle elipsler kümesinin, daireler kümesinin parametre sayısı kadar parametreleri (ancak daha az "yalın") olduğu şeklindeki eleştiriler– çürütülebilecektir.

Tüm bunların yanında geliştirdiğimiz yaklaşım, her şeyden önce yalınlık sözcüğünün neden üstün tutulduğunu açıklamaktadır. Bunu anlamak için, örneğin "ekonomi ilkesi" vb. bir öngörüye gerek yoktur: "Bilgiye" ulaşmak istediğimizde, daha yalın (ya da basit) önermeler daha az yalın önermelere göre daha değerlidir; çünkü *daha çok şeyi dile getirirler*; çünkü *görgül içerikleri daha fazladır*; ve çünkü *daha iyi sınanabilirler*.

44. "Geometrik Biçim" ve "Fonksiyonel Biçim". Yalınlık kavramıyla ilgili olarak getirdiğimiz tanımlamalar, sözcüğün kullanımında şimdiye kadar ortaya çıkan sorunlarda yatan çelişkilerin çözülmesine yardımcı olacaktır.

Bir örnek verecek olursak: Hiç kimse logaritmik bir eğrinin *geometrik şeklini*, özellikle yalın olarak adlandırmaz; ama logaritmik bir fonksiyonla gösterilebilen bir *yasanın*, genelde yalın olduğunu söyleriz. Benzer şekilde, bir sinüs fonksiyonunu da –her ne kadar sinüs eğrisinin geometrik şekli fazlasıyla basit görünmese de– oldukça yalın olarak nitelendirmekteyiz.

Bu tür sorunlar, parametre sayısıyla yanlışlanabilirlik derecesi arasındaki bağlantı ve boyut indirgenmesindeki biçimsel ve içeriksel ayrımı (koodinatlar dönüştürümleri altında değişmezliği) düşündüğümüzde çözülebilecektir. *Geometrik biçimden* söz ettiğimizde, yer değiştiren grubun tüm dönüştürümleri (bundan

delenmesiyle ilgilendim ve başlangıçta bulduğum sonuç, sınanabilirliğin "mantıksal" olasılıksızlıkla (bu tamamıyla Jeffreys'in "önsel olasılıksızlığına" karşılık gelmektedir) ölçülebilir olmasıydı. Daha sonra sınanabilirliğin ve bununla birlikte önsel olasılıksızlığın az sayıdaki parametrelerle aynı tutulabileceğini anladım; bu düşüncelerin sonunda da, iyi sınanabilirliği daha fazla yalınlıkla bağdaştırdım. Buna göre benim yaklaşımımı da şu biçimde gösterebiliriz:

Sınanabilirlik = fazlasıyla önsel olasılıksızlık = az sayıda parametre = yalınlık

Görüldüğü gibi her iki kalıp kısmen birbiriyle örtüşmekte, ancak önemli bir noktada –olasılık ya da olasılıksızlık– birbiriyle doğrudan çelişmektedir. Bununla ilgili olarak bkz. Ek *VIII.

başka bir de benzerlik dönüştürümleri) altında değişmezliği bekleriz: Biz, "geometrik bir şekli", belirli bir *konumda* kalıcı olarak görmüyoruz. Düzlemde, tek parametreli logaritmik bir eğri ($y = log_a x$), "şeklini" bu anlamda incelediğimizde ve aynı zamanda benzerlik dönüştürümünü göz önünde bulundurduğumuzda, beş parametreli olur –yani bu kesinlikle, yalın bir eğri değildir. Öte yandan bir *kuram* ya da yasa, logaritmik bir eğriyle gösterildiğinde, döndürme, paralel kaydırma ya da benzerlik dönüştürümü biçimindeki koordinatların dönüştürümü kesinlikle söz konusu olamaz; çünkü logaritmik eğri, genelde koordinatları değiştirilemez olarak belirlenmiş bir grafik biçiminde olacak (örneğin; x-ekseni hava basıncını, y-ekseni yükseltiyi; yani deniz seviyesinden olan yüksekliği gösterir) ve burada benzerlik dönüştürümlerinin de hiçbir anlamı olmayacaktır. Benzer yorumlar, örneğin belirli bir eksen boyunca –zaman ekseni vb.– uzanan sinüs salınımları için de geçerlidir.

45. Euklid Geometrisinin Yalınlığı. Görelilik kuramıyla ilgili birçok tartışmada, özellikle Euklid geometrisinin yalınlığı önemli bir rol oynamıştır. Eğriliği, konuma göre değişim gösteren Euklid olmayan geometriler dışında, (eğriliği verilmiş) Euklid geometrisinin, herhangi başka bir geometriden –Euklid olmayan bir geometriden– daha basit olduğundan hiçbir zaman şüphe duyulmamıştır.

Başlangıçta, bu anlamdaki "yalınlığın", yanlışlanabilirlik derecesiyle pek ilgili olmadığı düşünülebilir; ancak ilgili önermeleri, görgül varsayımlar biçiminde ifade ettiğimizde, bu iki kavramın bu durumda da birbirleriyle örtüştüğünü göreceğiz.

"Buradaki geometri, eğriliği şu ya da bu olan belirli bir metrik geometridir" varsayımının sınanmasında, hangi deneylerin bize yardımcı olabileceğini düşünelim. Sınama, ancak belirli geometrik yapılar belirli fiziksel yapılarla –örneğin; ışınlar doğrularla, noktalar telçaprazlarla– özdeşleştirildiğinde mümkün olacaktır. Böyle bir özdeşleştirmeyi ("örnekle tanımlama" [bkz. kesim *17*]) öngördüğümüzde, bir Euklid (ışın) geometrisi varsayımının geçerliliğinin, Euklid olmayan belirli başka bir geometri varsayımının geçerliliğine göre düzeysel olarak daha fazla yanlış-

lanabilir olduğunu gösterebiliriz: Işın üçgeninin açı toplamını ölçtüğümüzde, açı toplamı, 180°'den büyük bir sapma gösterdiğinde, Euklid-Geometrisinin varsayımı yanlışlanacaktır; buna karşın, belirli bir eğriliği olan Bolyai-Lobatschefski-Geometrisinin varsayımı, açı toplamı 180°'den daha az olan her bir ölçümle tutarlılık göstermektedir. Bu durumda, varsayımın yanlışlanması için açı ölçüsünün yanında, bir de ilgili üçgenin (mutlak) büyüklüğünün saptanması gereklidir; yani açı ölçüsünün dışında, örneğin alan ölçüsü gibi, başka bir ölçek tanımlanmış olmalıdır. Buradan da anlaşılacağı gibi, varsayımın yanlışlanması için daha çok ölçüme gereksinim duyulur; varsayım, farklı ölçüm sonuçlarıyla tutarlılık gösterebilir; yani varsayımın yanlışlanabilirlik derecesi çok düşüktür. Başka bir deyişle: Belirli bir eğriliği tanımlanmış metrik geometriler arasında benzerlik dönüştürümlerinin olduğu tek geometri, Euklid geometrisidir. Bu nedenle Euklid yapılar, birçok dönüştürüm altında değişmez; yani daha az boyutlu, daha yalın olabilir.

46. Uzlaşımcıların "Yalınlık" Anlayışı. Uzlaşımcıların "yalınlık" olarak nitelendirdikleri sözcük, bizim tanımlayışımızla aynı *değildir*. Gerçi uzlaşımcılar da, kuramın deneyimle kesin olarak belirlenemez olduğu şeklindeki akılcı yaklaşımdan yola çıkmıştır; ama bizden farklı olarak, "en yalın" kuramı seçmişlerdir. Öte yandan, kuramlarını yanlışlanabilir dizgeler olarak değil de, uzlaşımla alınan kararlar şeklinde incelediklerinden, "yalınlıktan" anladıkları, kuşkusuz "yanlışlanabilirlik derecesinden" farklı olacaktır.

Uzlaşımcı anlamdaki yalınlık kavramından anlaşılan, estetik-pragmatik yalınlıktır. Bu nedenle, yalınlık kavramına ilişkin Schlick'in [bkz. kesim *42*][1] şu yaklaşımı, (bizim için değil ama) uzlaşımcılar için geçerlidir: "Kesin olan, yalınlık kavramına ancak uzlaşımla karar verilebileceğidir; bu da her zaman keyfi olmalıdır." Burada ilginç olan, özellikle uzlaşımcıların yalınlık kavramına getirdikleri tanımda, kavramın uzlaşımcı özelliğini gözden kaçırmış olmalarıdır; bu özelliği dikkate almış olsalardı, bir kez keyfi yollarla aldıkları kararlardan bir daha dönemeyeceklerini ve keyfi kararlardan kurtulamayacaklarını anlarlardı.

[1] SCHLICK, *Naturwissenschaften 19* (1931), s. 148.

Uzlaşımcı yaklaşımlarla bir daha dönüşü olmayan kararlara göre belirlenen ve ileriki aşamalarda, örneğin yardımcı varsayımlara başvurularak geçerliliği korunan bir dizgenin, "fazlasıyla karışık" olduğunu düşünüyoruz; çünkü bu dizgenin yanlışlanabilirlik derecesi sıfırdır. Yalınlık kavramına getirdiğimiz tanımlamalar, bizi yeniden *20.* kesimde ele aldığımız yöntembilimsel kurallara, özellikle de yardımcı varsayımların kısıtlanması konusuna ("varsayım kullanımında son derece tutumlu olma ilkesine") geri götürmektedir.

**Ekleme* (1968). Bu kesimde, *yalınlıkla sınanabilirliğin nereye kadar özdeşleştirebilir olduğunu* göstermeye çalıştım. Burada önemli olan "yalınlık" sözcüğü değildir. Sözcükler (ya da sözcüklerle tanımlanmış varlıklar) üzerine ne tartışılmalı, ne de felsefe yapılmalıdır. Bu nedenle *yalınlık sözcüğünün özüne ilişkin bir tanımlama önerilmemiştir.* Yapmaya çalıştığım şuydu:

Değerli birçok araştırmacı, kuramların yalınlığı konusunda açıklamalar getirmiştir. Her biri de, en basit kuramlara üstünlük tanınması gerektiği *kuralını* ortaya atmıştır. Bu kuralların bilgikuramsal nedenleri ise hemen hemen hiç ileri sürülmemiştir. Yalın ve daha az yalın kuramlar arasında *ayrım* yaparken çelişkili yaklaşımlar ileri sürülmüştür. Bu nedenle ben, şunu göstermeye çalıştım: (1) "Yalın" sözcüğü yerine, "iyi sınanabilen" sözcüğünü yerleştirdiğimizde, söz konusu kural ve ayrım açıklığa kavuşacaktır. (2) Bu düzenleme, Poincaré ve diğer düşünürlerin birçok *örneğiyle* aynı olacaktır; ancak (3) Poincaré'ın yalınlık *anlayışıyla* uyuşmamaktadır.

1934 yılından beri geliştirilmiş görelileştirmeler için bkz. s. 459.

Bölüm VIII

OLASILIK

Bu kesimde *"olayların olasılığı"* sorunu işlenecektir. Bunlar, şans oyunları kuramına ya da fiziğin olasılık yasalarına sıkıca bağlıdır. *"Varsayımların olasılığı"* ile ilgili sorunları –yani sık sık sınanmış bir varsayımın daha az sınanmış bir varsayıma oranla daha olasılı olup olmadığı şeklindeki soruları– "Sağlama" adlı bölümde, *79.-85.* kesimler arasında tartışacağız.

Olasılık kuramına ilişkin düşüncelerin çağdaş fizik araştırmalarında önemli bir yeri vardır. Buna rağmen, olasılık kavramının çelişkilerden arınmış, doyurucu bir tanımı şimdiye kadar yapılmamış; ya da bununla hemen hemen aynı anlamda olan, olasılık hesaplarının doyurucu belitsel bir dizgesi tanımlanmamıştır; bundan başka, olasılık ve deneyim arasındaki bağıntı da yeterince ele alınmamıştır. Tartışacağımız konular işte bunlara açıklık getirecektir. Bunu yaparken, savunduğumuz bilgikuramsal yaklaşıma gelecek karşıt görüşün çürütülmesi oldukça zor gibi görünmektedir: Bu da, görgül-bilimlerde oldukça önemli bir yeri olan olasılık önermelerinin, ilke olarak hiçbir zaman katı bir biçimde yanlışlanamaz olduğu şeklindeki görüştür. (Açıkçası bu biçimde "atılan bir taş", bir bakıma geliştireceğimiz kuramın "denek taşını" oluşturacak; yani bize savunma için bir fırsat vermiş olacaktır.)

Buradan yola çıkarak, ilk olarak yapılması gereken işleri şöyle belirledik: (1) *Olasılık hesaplarının geçerliliklerinin yeniden tanıtlanması.* Bunu biz, Richard von Mises'ın kuramından yola çıkarak sıklık kuramı olarak geliştireceğiz; ancak bunu yaparken onun "sınır-değer belitini" [yakınsaklık belitini] değil de, körel-

tilmiş "gelişigüzellik belitini" kullanacağız; (2) *Olasılık ve deneyim arasındaki ilişkinin aydınlatılması* (bunu, *karar verilebilme sorunu* olarak nitelendiriyoruz).

Yapacağımız incelemeler sonucunda, çelişkili durumların ortadan kaldırılabileceğini umuyoruz. Böylece fizikçiler, hiçbir çelişkiye yer vermeden "olasılığın" ne olduğunu söyleyerek olasılıklarla hesaplamalarını gerçekleştirebilecektir[1]*.

47. Olasılık Önermelerinin Yorumlanmasındaki Sorunlar. Bize göre iki tür olasılık önermeleri vardır: Bunlardan bazıları, "olasılığın" değerini sayısal değerlerle ortaya koyan –bunları, sayısal olasılık önermeleri olarak adlandınyoruz–; diğerleri ise, sayısal değerleri olmayan olasılık önermeleridir.

"Hilesiz iki zarla 11 atmanın olasılığı 1/18'dir" önermesi sayısal olasılık önermesine bir örnektir. Sayısal değeri olmayan önermeler faklı biçimde olabilir: örneğin; "Su ve alkol karıştırıldığında homojen bir karışımın elde edilmesi fazlasıyla olasılıdır" –bu önerme, yukarıdakine benzer bir yorum yapıldığında belki de ("... olasılığı 1'e yakındır" biçiminde) sayısal olasılık önermesine dönüştürülebilir. "Görelilik kuramıyla çelişen fiziksel etkilerin bulunması olasılığı çok düşüktür" biçimindeki bir önerme, yine sayısal değeri olmayan olasılık önermesine bir örnektir. Bu

[1]*Olasılık kuramıyla ilgili olarak 1934 yılından bu yana üç farklı değişiklik yaptım:
(1) Biçimsel (belitsel) olasılık hesabına giriş. Bu, örneğin kitabımda tartışılan mantıksal ve sıklığa ilişkin yorumlar ya da –*Postscript*'imde geliştirildiği gibi– olasılığın, gerçekleşebilirliğin ölçüsü olarak yorumlanması anlamında olduğu gibi farklı biçimde yorumlanabilecektir.
(2) Olasılığın sıklık kuramının basitleştirilmesi. Bunu, bu bölümde yer alan sıklık kuramının geçerliliğinin yeniden tanıtlanması konusunu, 1934'te yaptığım işlemlere göre daha tutarlı ve eksiksiz ele alarak gerçekleştirdim.
(3) Olasılığın nesnel sıklık yorumu yerine başka bir nesnel yorumun getirilmesi –*olasılığın, gerçekleşebilirliğin ölçüsü olarak yorumlanması*– ve sıklık hesabı yerine neo-klasik (ölçü-kuramsal) biçimciliğin kullanılması.
İlk iki düzenleme 1938 yılına ait olup, bu yapıtta da gösterilmiştir: İlki, Yeni Ek'in *II.-*V. bölümler arasında ve *VIII. bölümde; ikincisi ise –ki bu, bu bölümde geliştirilen düşüncelerle doğrudan ilgilidir– bu bölümdeki birçok dipnotta ve Yeni Ek'in *VI. bölümünde yer almaktadır. Getirdiğim en önemli değişiklik 57. kesimin 1*. dipnotunda açıklanmıştır. Üçüncü değişiklik (bunu, ilk olarak 1953'te bir deneme olarak ortaya koymuştum) *Postscript*'imde geliştirilmiş ve aynı zamanda kuantum kuramının sorunlarında uygulanmıştır. Bundan başka, bkz. s. 351 ve 543-544'teki yeni çalışmalarıma yaptığım göndermeler.

önerme, hiçbir biçimde sayısal bir olasılık önermesine dönüştürülemez. Araştırmamız, öncelikle yalnızca *sayısal olasılık önermeleri* ile ilgili olacaktır. Sayısal olmayan olasılık önermelerini fazla önemli görmediğimizden daha sonra dikkate alacağız.

Sayısal her olasılık önermesi, aklımıza şu soruyu getirmektedir: Böyle bir önerme, özellikle de önermenin sayısal boyutu nasıl yorumlanmalıdır?

48. Olasılık Önermelerinin Öznel ve Nesnel Yorumları. Klasik (Laplace'ın) olasılık kuramına göre, sayısal olasılık değeri, "istenen (elverişli) durum" sayısının "eşolası" durum sayısına bölümü olarak tanımlanmaktadır. Her ne kadar bu tanıma karşıt olarak getirilen mantıksal yaklaşımları[1] dikkate almasak da –"eşolası", aslında "eşolasılı" ifadesinin başka bir anlatımıdır–, yine de bunun, tam olarak anlaşılır ve kullanılabilir bir yorumlama olduğunu söyleyemeyiz; bu tanımlama bizi, daha çok öznel ve nesnel diye adlandırmak istediğimiz farklı yorumlara götürmektedir.

Daha ilk bakışta, *öznel yorumlamada* örneğin "beklendik değer" ya da "matematiksel olarak beklenen değer" vb. gibi bazı ruhbilimsel öğelerin olduğunu görürüz; gerçekten de bunun altında yatan, *ruhbilimci* bir yaklaşımdır. Buna göre olasılık derecesi, belirli yorumlara ve tahminlere dayanarak elde ettiğimiz kesinlik ya da belirsizlik inancının ölçütüdür. Bu biçimde, "olasılı" sözcüğü, sayısal olmayan bazı önermelerde belki doğru yorumlanabilecektir; ama sayısal olasılık önermelerinde böyle bir yorumlama pek de doyurucu olmayacaktır.

Tüm bunlara karşın, öznel yorumlamanın değişik yeni bir biçimi de karşımıza çıkmaktadır[1]*. Bu, üzerinde oldukça önemle durulması gereken, olasılık önermelerini ruhbilimsel değil

[1] Bkz. örneğin v. MISES, *Wahrscheinlichkeit, Statistik und Wahrheit* (1928), s. 62vd. * Her ne kadar klasik tanımlama, genelde "Laplace"-tanımlaması olarak adlandırılsa da (kitabımda da bu böyledir), bu tanımlama, en az De Moivre'nın *Doctrine of Chances*, 1718, tanımlaması kadar eskidir. Daha önce C. S. PEIRCE, *Collected Papers 2*, 1932 (1878'de ilk olarak yayımlanmış), s. 417, paragraf 2,673, "eşolası" anlatımına karşı çıkmıştır.

[1]*Mantıksal yorumlamanın, aslında *öznel* yorumlamanın değişik bir biçimi olduğu şeklindeki yaklaşımım *Postscript*'imin *II. bölümünde nedenleriyle, öznel yorumlamaya getirdiğim birçok eleştiriyle ayrıntılı bir biçimde tartışılmıştır. Bununla ilgili olarak bkz. Ek *IX.

de, *mantıksal* açıdan açıklayan –yani önermelerin adeta "mantıksal yakınlığına[2]" ilişkin ifadeler olarak getirilen– bir yorumlamadır. Bilindiği üzere önermeler, türetilebilirlik, çelişki, karşılıklı bağımsızlık gibi farklı mantıksal ilişkiler içersindedir. Mantıksal-öznel kuram –bu kuramı ortaya atanların önünde Keynes[3] gelmektedir–, önermelerdeki olasılık ilişkisini, iki ya da daha fazla önerme arasındaki mantıksal ilişki olarak yorumlamaktadır; buna göre, iki önermenin sınır-durumu türetilebilirliği (bir q önermesinden p önermesi türetildiğinde, q, p'ye 1 değerinde olasılık "verir"[4]) ve çelişkiyi (0 olasılığı) göstermektedir; arada kalan diğer olasılık ilişkileri kabaca şu biçimde yorumlanmaktadır: p önermesinin q'ya göre ileri sürdüğü, q önermesinde var olanın daha az dışına çıktığında, bir p önermesinin [q'ya bağlı olarak göreli] sayısal olasılığı daha fazladır; [çünkü q önermesi p önermesine belli bir olasılık "vermektedir"; bu nedenle de p'nin olasılığı q'ya dayanmaktadır].

Bununla ruhbilimsel kuram arasındaki benzerliği, örneğin Keynes'in olasılığı, "akılcı bilginin derecesi" olarak tanımlamasından anlıyoruz; bu derece, belirli bilgilere (yani q'nun p'ye "verdiği" bir olasılık derecesine) dayanarak, "olasılı" olarak değerlendirdiğimiz p önermesine yüklenen derecedir.

Nesnel yorumlamaya gelince: Buna göre, sayısal her olasılık önermesi, *olaylar dizisi içersindeki* belirli olayların *göreli sıklığına* ilişkin bir önermedir[5]. Böylece örneğin: "Bir sonraki zar atışında beş atmanın olasılığı 1/6'dır" biçimindeki bir önerme, bir sonra-

[2] WAISMANN, *Logische Analyse des Wahrscheinlichkeitsbegriffs*, *Erkenntnis 1* (1930), s. 237: "Bu biçimde tanımlanmış olasılık, aynı zamanda mantıksal yakınlığın, her iki önermenin tümdengelimsel bağıntısının bir ölçüsüdür." Yine bununla ilgili olarak bkz. WITTGENSTEIN, *Tractatus Logico-Philosophicus*, önerme: 5.15vd.

[3] J. M. KEYNES, *Über Wahrscheinlichkeit* (Almanca çevirisi: Urban, 1926).

[4] WITTGENSTEIN, *Tractatus Logico-Philosophicus*, önerme: 5.152: "*p q*'dan türetiliyorsa, q önermesi p önermesine 1 olasılığını verir. Mantıksal çıkarımın doğruluğu olasılığın bir sınır-durumudur."

[5] Daha eski sıklık kuramı için bkz. KEYNES'in eleştirisi, anılan yapıt s.73 vd. Burada Keynes, özellikle VENN'in *The Logic of Chance* yapıtına işaret etmektedir; Whitehead'in yaklaşımı için bkz. kesim *80* (dipnot 2'nin yer aldığı metin). Yeni sıklık kuramının başlıca savunucuları: R. v. Mises (bkz. kesim *50*, dipnot 1); Dörge, Kamke, Reichenbach, Tornier. * Sıklık kuramıyla oldukça benzeşen; ama matematiksel biçimciliği yönüyle farklı olan nesnel yeni bir yorumlama, *olasılığın, gerçekleşebilirliğin ölçüsü olarak yorumlanmasıdır*; bkz. s. 351'deki açıklamalar.

ki zar atışının bir önermesi değil, atışlar kümesinin tamamının bir önermesidir; bir sonraki atış ile ilgili bir önerme de bu kümenin bir elemanıdır; bu önerme yalnızca, söz konusu kümede "beş atmanın" göreli sıklığının 1/6 olduğunu öne sürmektedir.

Bu yaklaşıma göre, sayısal olasılık önermeleri, ancak sıklığa ilişkin bir yorum yapılabildiğinde kabul edilebilir. Bu tür yorumlamaların yapılamadığı (sayısal olmayan) önermelerde sıklık kuramı genelde hiçbir önem taşımaz.

Olasılık kuramını, sonraki kesimlerde (değiştirilmiş) *sıklık kuramı* olarak yeniden yapılandırmaya çalışacağız. Bunu yaparken nesnel bir yorumlamayı benimseyeceğiz; çünkü özellikle bunun aracılığıyla, olasılık hesaplarının *görgül kullanımına* açıklık getirebileceğimize inanıyoruz: Belki öznel kuram –gerçi mantıksal sorunların aşılmasında bunların işlevi genelde nesnel olanlara göre daha azdır–, olasılık önermelerinin nasıl saptanacağı sorusunu çelişkilere yer vermeden yanıtlayabilecektir; ama olasılık kuramının fizikteki kullanımını düşündüğümüzde, bu yanıtla –ki bu, önermeleri görgül olmayan eşsözel önermeler olarak yorumlamaktadır– yetinmemiz kesinlikle olanaksızdır. (Nesnel sıklık önermelerinin, öznel tahminlerden hareketle, örneğin Bernoulli teoremini bir "köprü" olarak kullanarak[6], türetilebilir olacağı biçiminde "öznel" kuramın bir çeşitlemesini mantıksal açıdan işlenemez olduğundan reddetmekteyiz.)

49. Şans Oyunları Kuramının Temel Sorunları. Olasılık kuramının kullanıldığı en önemli yer, "şansa bağlı olaylardır". Bu olaylar, "hesaplanamayan", kendine özgü yönleri olan ve boşa yapılmış birçok deneye dayanarak, bir olayı kestirebilmek için akılcı bir yöntemin başarısız olacağını düşündüğümüz olaylardır. Bize öyle geliyor ki, olayları, bir bilim adamı değil de gözlem yapan biri öngörebilecektir. İşte, olayların hesaplanamaması gerçeğine dayanarak, olasılık hesabının bu olaylara uygulanabileceğini düşünüyoruz.

[6] Bu Keynes'in en büyük hatasıydı; bkz. kesim 62, özellikle de dipnot 3. * Bugün artık, her ne kadar Bernoulli teoreminin nesnel bir kuram *çerçevesinde* "köprü" –gerçekleşebilirlikten istatistiğe kurulan bir köprü– işlevini üstlenebileceğini düşünsem de, konuyla ilgili görüşlerimi hiç değiştirmedim. Bununla ilgili olarak bkz. Ek *IX; ayrıca *Postscript*'imin *55-*57 arasındaki kesimler.

Son olarak söylediğimiz durum; yani hesaplanamamazlıktan belirli bir hesaplama yönteminin uygulanabilmesi vargısı, bir ölçüde paradokstur; ancak öznel kuramda paradoks olmaktan çıkacaktır; ama bu durum hiç de doyurucu olmayacaktır: Buna göre olasılık hesabı, kesinlikle görgül-doğabilimsel hesaplama (olayların kestirilmesi) anlamında bir hesaplama yöntemi olmayacak, tersine yalnızca bildiğimiz –ya da bilmediğimiz– şeylerin mantıksal dönüştürümlerine olanak sağlayacaktır; çünkü bir şeyi bilmediğimiz zaman[1], bu tür dönüştürümlerle uğraşırız. Gerçi bu yaklaşım paradoksu ortadan kaldıracaktır; ama bilmediğimiz bir şey hakkındaki önermenin sıklık önermesi olarak nasıl yorumlanacağı ve önermenin görgül olarak nasıl sağlanabileceği konusunda hiçbir açıklama getirmemektedir. Zaten asıl sorun da, hesaplanamamazlık diye nitelendirdiğimizden –yani bilmediklerimizden– sıklık önermesi olarak yorumlanan önermelere varılması ve sonra da bunların uygulamada çok iyi bir şekilde sağlanmasıdır.

Şimdiye kadar geçerli olan sıklık kuramı da *şans oyunları kuramının temel sorunlarını* doyurucu bir biçimde çözmemiştir. Bunun nedeni de, (*67.* kesimde daha açık olarak ortaya koyacağımız gibi) onun taşıdığı "sınır-değer belitidir". Ancak birbirini izleyen tek tek olayların gelişigüzelliğinden, düzenli sıklıklara varmayı sağlayan koşulların çözümlenmesiyle, sıklık kuramı kapsamında (sınır-değer belitinin dışarlanmasından sonra) soruna uygun bir çözüm bulunabilecektir.

50. Richard von Mises'in Sıklık Kuramı. Olasılıklar hesabındaki başlıca önermelerin geçerliliğinin tanıtlanmasını sağlayan bir sıklık kuramı, ilk olarak R. v. Mises[1] tarafından ortaya konul-

[1] WAISMANN, *Erkenntnis 1* (1930), s. 238: "Olasılık kavramının yerleştirilmesinin tek nedeni bilgimizin her zaman eksik oluşudur." Benzer bir yaklaşımı C. Stumpf (*Sitzungsbericht der Bayrischen Akademie der Wissenschaften*, felsefe-tarih kürsüsü, 1892, s. 41)'da göstermiştir. • Bana göre, büyük ölçüde yaygın olan bu yaklaşım, önemli konularda yanlış anlamalara yol açmaktadır. Bu düşüncemi, *Postscript*'imin •XII. ve •V. bölümlerinde ayrıntılarıyla ele aldım.

[1] R. v. MISES, *Fundamentalsätze der Wahrscheinlichkeitsrechnung, Mathematische Zeitschrift 4* (1919), s. 1; *Grundlagen der Wahrscheinlichkeitsrechnung. Mathematische Zeitschrif 5* (1919), s. 52; *Wahrscheinlichkeit, Statistik und Wahrheit* (1928); *Wahrscheinlichkeitsrechnung und ihre Anwendung in der Statistik und theoretischen Physik (Vorlesungen über angewandte Mathematik 1*, 1931).

muştur. Kuramda yatan temel düşünceler şunlardır:

Olasılıklar hesabı, belirli "rastlantısal ya da şansa bağlı olaylar dizisinin" kuramıdır; yani zar atışları dizisinde yinelenen olguların bir kuramıdır. Bu olaylar dizisini tanımlayan iki belitsel koşul vardır: Bunlar, *"sınır-değer beliti"* ve *"gelişigüzellik belitidir"*. Bir olaylar dizisi bu iki koşulu doyurduğunda, v. Mises bunu, *sonsuz biçimde yinelendiği düşünülen denemeler dizisi* –yani *"kolektif"– olarak* tanımlamaktadır.

Bir "kolektif", ilke olarak sınırsız devam ettirilen olaylar dizisidir; örneğin, yıpranmayan bir zarla yapılan atışlar dizisidir. Bu tür her olayın belirli bir özelliği vardır; örneğin "beş atış" bir özelliktir. Dizinin belirli bir öğesine kadar yapılan beş atışların sayısını, bu öğeye kadar yapılmış tüm atışların toplam sayısına –yani dizinin öğe sayısına– böldüğümüzde, ilgili öğeye kadar yapılmış beş atışların *göreli sıklığını* elde ederiz. Beş atışların göreli sıklığını, dizinin her bir öğesi için belirlediğimizde, ilk diziye –"olaylar dizisi" ya da "özellikler dizisine"– yeni bir dizi – *"göreli sıklıkların dizisini"*– ilişkilendirebiliriz.

Aşağıdaki *örneği*, "kolektifi" basitleştirmek için getiriyoruz. Bunu, *"almaşık"* olarak nitelendirmekteyiz ve bununla kastettiğimiz, *iki* özelliği olan bir özellikler dizisi; yani yazı-tura atışlarının bir dizisidir; bunlardan birini ("tura atışını") "1" ile, diğerini ("yazı atışını") "0" ile tanımlıyoruz. Bu durumda *olaylar dizisi* (ya da özellikler dizisi) şöyle gösterilebilir:

(A)

0 1 1 0 0 0 1 1 1 0 1 0 1 0

Bu "almaşıkla" –daha doğrusu, bu almaşığın "1" özelliğiyle– ilişkilendirilmiş göreli sıklıkların[2] dizisi de şöyledir:

[2] Her bir özellikler dizisine, dizinin özellikleri olarak tanımlanmış aynı sayıda (farklı) "göreli sıklıkların dizisi" ilişkilendirilebilir; yani bir "almaşık" durumunda *iki* dizi olacaktır. Bu iki dizi birbirlerinden türetilebilir; çünkü her ikisi de "tümleyen" dizilerdir (ilgili öğeler birbirlerini 1'e tamamlar). Bu nedenle ileride, anlatımı daha kolay olsun diye, "(a) almaşığına ilişkilendirilmiş göreli sıklığın (bir) dizisinden" de söz edeceğiz; bundan kastettiğimiz, (a) almaşığının "1" özelliğine ilişkilendirilmiş sıklık dizisidir.

(A')

$$0\ \frac{1}{2}\ \frac{2}{3}\ \frac{2}{4}\ \frac{2}{5}\ \frac{2}{6}\ \frac{3}{7}\ \frac{4}{8}\ \frac{5}{9}\ \frac{5}{10}\ \frac{6}{11}\ \frac{6}{12}\ \frac{7}{13}\ \frac{7}{14}$$

Özellikler dizisi uzadıkça, *sınır-değer belitine* göre, göreli sıklıkların dizisi belirli bir *sınır-değere* ulaşmalıdır. v. Mises, –her ne kadar göreli sıklıklar tek tek dalgalanma gösterse de– bu sınır-değer belitiyle *sıklığın sabit değerini* elde edebileceği sonucuna varır. "Kolektifin" ayrı ayrı özelliklerine verilmiş göreli sıklığın farklı sınır-değerleri, *dağılım* olarak adlandırılır.

Gelişigüzellik beliti ya da "hesaba katılmayan şans oyunu yöntemi ilkesi", bir dizinin "şansa bağlı" özelliğine matematiksel bir boyut kazandırmaktadır. Şans oyunları dizisi, genelde örneğin üç kez "tura atışından" sonra bir kez "yazı atışı" gelecek şeklinde bir düzenlilik gösterdiğinde, oyuncu, oyun yöntemini kullanarak şansını yükseltebilir. Fakat gelişigüzellik belitine göre, böyle bir oyun yöntemi "kolektifte" yer alamaz. Hangi oyun yöntemini kullanırsak kullanalım, eğer yeterince zar attığımıza inanıyorsak, oyun yöntemiyle istenen durum olarak tanımlanmış oyun dizisinin göreli sıklığı, ilk dizinin sınır-değerlerine yaklaşmaktadır. O halde oyuncunun şansını değiştirebileceği bir oyun yönteminin bulunduğu bir dizi, "kolektif" değildir.

Demek ki v. Mises'e göre "olasılık" sözcüğü, bir "kolektifin içinde bulunan göreli sıklığın sınır-değerinin" başka bir ifadesidir. Bu nedenle, bu kavram yalnızca olaylar dizisine uygulanabilmektedir (böyle bir vargı, özellikle Keynes'in bakış açısına göre, herhalde benimsenemez bir gerçektir). Mises'in kısıtlamalar getirerek ileri sürdüğü bu yaklaşım, birçok eleştiri almıştır. Bunun da nedeni, örneğin fizikçilerin araştırmalarında başvurduğu bilimsel anlamdaki olasılık kavramıyla, herkesin benimsediği anlamdaki kavramı ayrı tutmasıydı: Mises'e göre, çok iyi tanımlanmış bilimsel bir kavramın, açık olmayan, "bilimsellik öncesi" dil kullanımıyla tümüyle aynı olmasını beklemek hatalı olurdu.

v. Mises'e göre *olasılık hesabının tek amacı* şudur: Önceden

verilmiş belirli "kolektiflerden" (verilmiş belirli "dağılımlarla" birlikte) başka "türetilmiş kolektiflere", ya da "türetilmiş dağılımlara" ulaşmaktır. Başka bir deyişle: Verilmiş olasılıklardan yola çıkarak, başka olasılıkların hesaplanmasıdır.

v. Mises, kuramının önemli dört özelliğini şu biçimde özetlemektedir[3]: "Kolektif" sözcüğü olasılık kavramının önünde gelir; bu, göreli sıklıkların sınır-değeri olarak tanımlanır; gelişigüzellik beliti ortaya atılır; olasılık hesabının amacı açık bir şekilde tanımlanır.

51. Olasılık Kuramının Yeniden Yapılandırılması. v. Mises'in –"kolektif" kavramını tanımlamak için– getirdiği her iki belitsel koşula eleştiriler gelmiştir. Kanımca, bu eleştiriler pek de yersiz değildi. Getirilen eleştiriler, özellikle sınır-değer ve gelişigüzellik belitinin *birleştirilmesine* karşı olmuştur[1]; buna bağlı olarak öne sürülen görüş, matematiksel boyutu olan sınır-değer kavramının, hiçbir oluşum yasasıyla gösterilemeyen tanımlarla (gelişigüzellik beliti!), bir diziye uygulanmasının yanlış olduğudur; çünkü matematikçinin koyduğu sınır-değer ya da sınırlar, dizinin *oluşum yasasının bir özelliğinden* başka bir şey değildir. Bununla kastedilen, dizinin oluşum yasasına dayanarak, her zaman bir öğenin öne sürülebileceği ve sonraki öğelerin, sabit bir değerden –yani öğenin sınır-değerinden– göstereceği sapmaların, verilmiş herhangi bir küçük değerden daha küçük olacağıdır.

Bu tür düşüncelerin ışığında, sınır-değer belitinin gelişigüzellik belitiyle bir arada düşünülmemesi; daha doğrusu, yalnızca sınır-değer beliti koşulunun aranması ve gelişigüzellik belitinin ya bütünüyle kaldırılması (Kamke) ya da daha az şeyi dile getiren bir koyut olarak kullanılması (Reichenbach) gerektiği önerilmiştir. Bununla birlikte, ortaya çıkan can sıkıcı sorunlara, gelişigüzellik belitinin neden olduğu ileri sürülmüştür.

Oysa biz, sınır değer belitinin gelişigüzellik belitinden daha önemli olduğunu düşünmüyoruz. Gelişigüzellik belitinin daha iyi tanımlanması matematiksel bir sorundur; ama sınır-değer be-

[3] Bkz. v. MISES, *Wahrscheinlichkeitsrechnung* (1931), s. 22.

[1] WAISMANN, *Erkenntnis 1* (1930), s. 232.

litinin dışarlanması (kesim *66*) daha çok bilgikuramsal açıdan gereklidir[2].

Aşağıda geliştirilen incelemelerin temelinde, ilk olarak matematiksel sonra bilgikuramsal soruların işlenmesi yatmaktadır.

Matematiksel yapılandırmada amacımızı[3], Bernoulli'nin teoremini –"büyük sayıların ilk yasasını"– elverdiğince daha az şeyi ileri süren, *değiştirilmiş bir gelişigüzellik belitini* şart koşarak türetmek olarak belirledik. Daha açık bir ifadeyle: Amacımız, (üçüncü) Newton formülünün türetilmesidir. İşte bu aşamadan sonra Bernoulli teoremi ve diğer sınır-değer önermeleri, sınır geçişiyle alışılmış bir biçimde türetilebilecektir.

Buna göre, *sonlu kümeler için bir sıklık kuramının* ortaya atılmasıyla işe koyuluyor ve bu süreci, (birinci) Newton formülü türetilebilene kadar en ince ayrıntılara girerek sürdürüyoruz. Sonlu kümelerdeki sıklık kuramı, yalnızca gelişigüzellik belitinin tartışmalarına güvenilir bir temel oluşturmak için geliştirdiğimiz kümeler hesabının sorunsuz bir bölümüdür.

Sınırsız olarak uzatılabilen (sonsuz) dizilere geçişi, *başlangıçta* bir sınır-değer beliti öne sürerek gerçekleştireceğiz; çünkü gelişigüzellik belitinin tartışılmasında böyle bir değere gerek duymaktayız. Bernoulli teoremini türettikten ve tartıştıktan sonra, *sınır-değer belitini* artık nasıl dışlayabileceğimizi ya da böyle bir dışlamayla nasıl bir belitsel dizgeye varacağımızı düşüneceğiz.

Matematiksel türetimlerde farklı *üç* sıklık simgesi kullanacağız: "*Sonlu* kümelerdeki göreli sıklığı" S' imiyle; "göreli sıklık dizisindeki göreli sıklığın sınır-değerini" S' ile ve son olarak, "nesnel olasılık" kavramını (yani "gelişigüzel" ya da "rastlantısal" dizilerdeki göreli sıklığı) S imiyle simgeleştireceğiz.

52. Sonlu Referans Kümelerindeki Göreli Sıklık. Sonlu birçok elemandan oluşmuş bir α kümesini –örneğin bir önceki gün aynı zarla yapılmış atışların kümesini– düşünelim. *Boş olmayacağı-*

[2] SCHLICK, *Naturwissenschaften 19.* *Gerçi ben hâlâ her iki sorunun çözümünün de önemli olduğu görüşündeyim. Kitabımı yazarken neredeyse sonuca ulaşmak üzereydim. Her iki sorun gerçek anlamda ancak Yeni Ek'in *VI. kısmında çözüme ulaşmıştır.

[3] Matematiksel yapılandırmanın ayrıntılı bir gösterimi, ayrı bir bölüm halinde yayımlanacaktır. *Bkz. Yeni Ek *VI.

ni şart koştuğumuz α kümesini (sonlu) *referans kümesi* olarak adlandırıyoruz. α kümesinin eleman *sayısını* (α'nın sayal sayılarını) $N(\alpha)$ olarak tanımlıyoruz. Şimdi bir de β kümesinin verilmiş olduğunu düşünelim; ancak β'nın elemanlarının sonlu ya da sonsuz olacağına ilişkin bir koşul getirmek istemiyoruz. Bunu *özellik kümesi* olarak nitelendiriyoruz. β örneğin tüm beş-atışlarının kümesi olsun.

Hem α hem de β'nın elemanlarının bulunduğu kümeyi (örneğin; bir önceki gün yapılan beş-atışların kümesini) "α ve β'nın kesişim kümesi" olarak adlandırıyor ve α·β biçiminde betimliyoruz –sözel olarak: "hem α hem β" ya da kısaca: "α ve β". α'nın bir altkümesi olarak kesişim α·β'nın yalnızca *sonlu* (ya da boş) birçok elemanı olacaktır. $N(\alpha\cdot\beta)$ ile, α·β kümesinin eleman sayısını betimliyoruz.

N imiyle (sonlu) *sayıdaki elemanları* simgeleştirirken, *göreli sıklığı S* imiyle; örneğin: "sonlu α referans kümesindeki β özelliğinin göreli sıklığını" ${}_{\alpha}S(\beta)$ biçiminde gösteriyor ve "β'nın asıklığı" şeklinde okuyoruz.

Buna göre şunu tanımlayabiliriz:

$$\text{(TANIM [1])} \qquad {}_{\alpha}S(\beta) = \frac{N(\alpha\cdot\beta)}{N(\alpha)}.$$

Bu tanım, zar atışları örneği için şu anlama gelmektedir: Bir önceki gün aynı zarla yapılmış atışlarda "beş-atış" özelliğiyle ortaya çıkan göreli sıklık, bu tanıma göre, aynı gün aynı zarla yapılmış beş-atış sayısının, toplam atış sayısına bölümüne eşittir[1]*.

"Sonlu kümelerin sıklık hesabına" ilişkin önermeler, artık bu tanımdan çok basit bir biçimde türetilebilecektir (özellikle de genel çarpım teoremi, toplama ve çıkarma teoremleri, dolayısıyla Bayes kuralları; bkz. Ek II). Bu sıklık hesabı teoremlerinin ve olasılık hesabının en belirgin özelliği, içlerinde hiçbir zaman sayal sayıların, yani *N*-sayıların, ortaya çıkmayışıdır; tersine içlerinde yalnızca göreli sıklıklar, daha doğrusu bağıntı sayıları, ya-

[1]* Kuşkusuz tanım (1) ile olasılığın klasik tanımı –yani istenen durum sayısının eşolası durum sayısına bölünmesi– arasında bir benzerlik vardır; ama tanım (1), bu klasik tanımdan kesin olarak farklı görülmelidir: Burada hiçbir biçimde α'nın elemanlarının "eşolası" olduğu varsayılmamaktadır.

ni S-sayıları yer almaktadır. *N*-sayıları, yalnızca bazı önemli temel önermelerin *tanıtlanmasında* ortaya çıkar; bunlar da tanımdan türetilmelidir, önermelerde yer alamaz[2*].

Bunun nasıl yorumlanacağını aşağıdaki basit örnekte açıklamaya çalışacağız (Ek II'de başka örneklere de yer verilmiştir):

β'ye ait olmayan tüm elemanların kümesini $\bar{\beta}$ ile (sözel olarak: "β'nın tümleyeni" ya da kısaca, "non-β" biçiminde) gösterdiğimizde, şunu öne sürebiliriz:

$$\alpha\mathcal{S}'(\beta) + \alpha\mathcal{S}'(\bar{\beta}) = 1.$$

Bu önerme *S*-sayılarını içerirken, tanıtlaması *N*-sayılarını içermektedir; çünkü tanıtlama, mantıksal küme hesabının basit önermesi olan, $N(\alpha\cdot\beta) + N(\alpha\cdot\bar{\beta}) = N(\alpha)$ dikkate alınarak tanım (1)'den çıkarılmıştır.

53. Seçme, Bağımsızlık, Duyarsızlık, Önemsizlik. Sonlu kümelerde göreli sıklıklarla yapılan işlemler arasında, "*seçme*"[1] işlemi aşağıdaki uygulamalarda önemli bir yer tutmaktadır.

Sonlu bir α referans kümesini (örneğin bir kutudaki düğmelerin kümesini) ve iki özellik kümesini ele alalım: Bunlardan birini (örneğin kırmızı düğmeler kümesini) β ile, diğerini (örneğin büyük düğmeler kümesini) γ ile gösterelim. α·β biçimindeki kesişim kümesini artık *yeni bir referans kümesi* olarak düşünebilir ve $_{\alpha\cdot\beta}\mathcal{S}'(\gamma)$'yı –yani bu yeni referans kümesi içinde yer alan γ'nın sıklığını– sorgulayabiliriz[2]. α·β referans kümesini aynı zamanda "α'dan β özelliğine göre seçilmiş öğelerden oluşan α'nın altkümesi" olarak da adlandırabiliriz; çünkü bu kümenin, β (kırmızı) özelliğine sahip elemanların tüm α elemanlarından (düğmelerden) seçilerek oluşturulduğunu düşünebiliriz.

γ, ilk referans kümesi α'da olduğu gibi, α·β kümesi içinde de aynı büyüklükteki göreli sıklıkla ortaya çıkabilecektir; yani şu geçerli *olabilecektir*:

$$_{\alpha\cdot\beta}\mathcal{S}'(\gamma) = {}_{\alpha}\mathcal{S}'(\gamma).$$

2*Diğer S-formüllerin türetildiği S-formüllerinin seçilmesiyle, *olasılığın biçimsel bir belitler dizgesi* elde edilir; bununla ilgili olarak bkz. Ekler II, *II, *IV ve *V.

1 v. MISES bunun yerine "ayıklama" sözcüğünü kullanmaktadır.

2 Bu sorunun genel yanıtını "genel çıkarma teoremi" vermektedir (bkz. Ek II).

Böyle bir bağıntı sağlandığında, sıralanmış β ve γ özelliklerinin (Hausdorff'un da ileri sürdüğü gibi[3]), "α referans kümesi içinde birbirlerinden *bağımsız*" olduklarını söyleriz. (Bağımsızlık ilişkisi üçlü bir bağıntıdır; β ve γ özelliklerinde bakışımlıdır[4].) α referans kümesi içinde β ve γ birbirlerinden bağımsız olduğunda, α kümesinden β özelliğinin seçilmesinde, γ'nın "duyarsız" olduğunu da ifade ederiz (ya da: "γ özelliği taşıyan α referans kümesi, β'nın seçilmesinde duyarsızdır" şeklinde söyleriz).

α kümesi kapsamında β ve γ'nın bağımsızlığı ve duyarsızlığı –öznel kuram anlamında– şu biçimde de betimlenebilir: α kümesindeki belirli bir elemanın β özelliğine sahip olduğu açıklandığında, β ve γ, α kümesinde birbirlerinden bağımsız olduğunda, ileri sürülen bu bilgi, söz konusu elemanın aynı zamanda γ özelliğine de sahip olup olmadığı biçimindeki soru için "*önemsizdir*"1*; öte yandan örneğin β'nın seçildiği α·β altkümesinde, γ'nın α kümesinde olduğundan daha sık (ya da daha seyrek) yer aldığını biliyorsak, belirli bir elemanın β özelliğine sahip olduğu şeklindeki bilgi, söz konusu elemanın belki de γ özelliğine sahip olup olmadığı biçimindeki sorunun değerlendirilmesinde "*önemlidir*"[5].

[3] HAUSDORFF, *Berichte über die Verhandlungen der sächsischen Ges. d. Wissenschaften zu Leip zig, mathem.-physik. Klasse 53* (1901), s. 158.

[4] Üstelik bu bağımsızlık üç misli bakışımlıdır; yani α, β ve γ için, eğer β ve γ'nın da *sonlu* olduğunu varsayarsak. Bakışımın tanıtlanmasına ilişkin görüşler için bkz. Ek II, (1^S) ve (1_S). *Aslında β ve γ'nın sonlu olması, üçlü bakışım için yeterli değildir. Belki de bu dipnotu ilk yazdığımda, β ve γ'nın sonlu α referans kümesiyle sınırlandırıldığını ya da büyük bir olasılıkla α'nın kendi sonlu evrenimiz olması gerektiğini düşünmüştüm. (Bunlar yeterli koşullardır.) Ancak dipnotumdaki koşulun yeterli olmadığını şu karşıt örnek göstererecektir: 5 düğmeden oluşan bir evren düşünelim; bunlardan dördü yuvarlak (α); ikisi hem yuvarlak hem siyah (α β); ikisi hem yuvarlak hem büyük (α γ); biri yuvarlak, siyah ve büyük (α β γ) ve biri de hem kare biçiminde hem de siyah ve büyük ($\bar{\alpha}$ β γ) olsun. Bu durumda artık üçlü bakışım olmayacaktır; çünkü $\alpha^{S''}(\gamma) - \beta^{S''}(\gamma)$'dır.

1* Bu nedenle, öğelerin belirli özelliklere sahip olduklarına ilişkin her türlü bilgi, ancak ve ancak ilgili özellikler bağımlı ya da bağımsız olduklarında *önemlidir* (ya da *önemsiz*). "*Önemlilik*" bu yüzden "bağımlılıkla" tanımlanabilir; ama tersini tanımlamak mümkün değildir. (Bkz. bir sonraki dipnot ve kesim *55*, dipnot 1*.)

[5] Keynes'in, sıklık kuramına karşı çıkma nedeni, "*önemlilik*" sözcüğünün bu biçimde tanımlanamayacağını düşünmesidir. *Oysa aslında öznel kuram, (öznel) *bağımsızlığı* tanımlayabilecek nitelikte değildir. Getirdiğim bu eleştiriyi oldukça çarpıcı bulduğumdan, *Postscript*'imin *II. bölümünde, özellikle de *40.-*43. kesimleri arasında ele aldım.

54. Sonlu Diziler. Sıra Seçimi ve Komşu Seçimi. Sonlu bir α referans kümesinin elemanlarını numaralanmış olarak düşünelim (örneğin: her düğmenin üzerine bir numara yazalım) ve bunların bir *dizide* [bu numaralara ya da sıral sayılara göre] sıralandığını varsayalım. Böyle bir *dizide* öğeler arasında farklı özel seçimler yapabiliriz. Bunlardan, sıra ve komşu seçimi dikkate değer olacaktır.

Sıra seçiminden kastedilen, bir dizide [sıra ya da] öğe numarasını (örneğin: çift sayı oluşunu) bir özellik (örneğin: β özelliği) olarak algılamak ve öğeleri bu özelliğe göre seçmektir. Bu biçimde seçilen öğeler, "seçilmiş bir altdiziyi" oluşturmaktadır. Bir γ özelliği, β'ya göre yapılmış bir sıra seçiminde bağımsız ise, (γ'yla ilgili olarak) *bağımsız bir sıra seçiminden* söz ederiz; bununla birlikte, α dizisinin de (γ özelliğine bağlı olarak) β'ya göre yapılmış bir seçim karşısında duyarsız olduğunu söyleriz.

Komşu seçimi, bir diziye ait elemanların sıralanmasıyla, öğeler arasında belirli bir komşuluk ilişkisinin doğmasına dayanmaktadır. Buna göre örneğin, öncelleri γ özelliği taşıyan –ya da öncel çifti ya da ikinci ardılı λ özelliği taşıyan öğelerin hepsini seçebiliriz vb.

Bir olay dizisinde (örneğin: yazı-tura atışları dizisinde) ise, farklı iki özelliği göz önünde bulundurmalıyız: Bunlardan biri, dizi içersinde sıradan bağımsız olarak öğeye ait olan temel özelliklerdir (örneğin: "yazı" ve "tura" özellikleri); diğeri ise, öğenin dizi içersindeki sırası nedeniyle, öğenin *dizi sırası özelliğidir* (örneğin: "yazı-atışından sonra gelen atış" [ya da "çift sayı oluşu"] vb.).

İki temel özelliği olan bir diziyi *almaşık* olarak adlandırıyoruz. v. Mises'in ortaya koyduğu gibi, olasılık hesaplarında yatan temel düşüncelerin –genel geçerlilikleri korunarak– "almaşıklarda" gösterilmesi olanaklıdır (ancak burada oldukça dikkatli olunmalıdır). Bir almaşığın her iki temel özelliğine "1" ya da "0" rakamlarını verdiğimizde, her bir almaşık birler ya da sıfırlardan oluşmuş bir dizi olarak gösterilebilir.

Almaşıklar, "düzenli" ya da az çok "gelişigüzel" yapılandı-

rılmış olabilir. Aşağıdaki kesimde bazı sonlu almaşıkların yapısını daha ayrıntılı olarak tartışacağız[1]*.

55. Sonlu Dizilerde n-Serbestlik. Sonlu bir α almaşığını düşünelim. Bu almaşık, örneğin ardarda sıralanmış bin tane bir ve sıfır özelliğiyle tanımlanmış olsun:

(α) 1 1 0 0 1 1 0 0 1 1 0 0 1 1 0 0

Bu almaşıkta *eşdağılım* söz konusudur; yani birler ve sıfırların göreli sıklığı eşittir. "1" özelliğinin göreli sıklığını $\alpha\mathcal{S}''(1)$ ile ve "0" özelliğinin göreli sıklığını $\alpha\mathcal{S}''(0)$ ile tanımladığımızda, şunu yazabiliriz:

(1) $$\alpha\mathcal{S}''(1) = \alpha\mathcal{S}''(0) = \frac{1}{2}.$$

Şimdi α'dan, dizi sırası özelliği [komşu özelliği] olarak "birin hemen ardılı olan" tüm öğeleri (α düzeni içersinde) seçtiğimizde ve bu özelliği "β" ile tanımladığımızda, seçilmiş altdiziyi "α·β" şeklinde adlandırabiliriz. Bu dizi şu biçimde karşımıza çıkacaktır:

(α·β) 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 ...

Bu dizi de eşdağılımlı bir almaşıktır. Böylece ne "1" ne de "0" temel özelliğin göreli sıklığı değişmiştir; yani şu geçerlidir:

(2)
$$_{\alpha\cdot\beta}\mathcal{S}''(1) = {}_{\alpha}\mathcal{S}''(1); \qquad {}_{\alpha\cdot\beta}\mathcal{S}''(0) = {}_{\alpha}\mathcal{S}''(0)$$

Kesim 53'e göre, α almaşığının temel özelliklerinin –ya da kısaca: α almaşığının– β özelliğine göre yapılan seçimde *duyarsız* olduğunu söyleyebiliriz.

[1]* Kitabımın ilk okunmasında, *55*'ten *64*'e kadar, ya da en azından *56*'dan *64*'e kadar olan kesimlerin atlanmasını öneriyorum. Hatta buradan, ya da *55.* kesimin sonundan, doğrudan X. Bölüme geçilmesinin daha da iyi olacağı kanısındayım.

α'nın tüm öğeleri ya "birin ardıl özelliğine" ya da "sıfırın ardıl özelliğine" sahip olduğundan, bu ikinci özelliği "$\bar{\beta}$" ile betimleyebiliriz. $\bar{\beta}$'ya göre bir seçim yaptığımızda şu almaşığı elde ederiz:

$(\alpha \cdot \bar{\beta})$ 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 ...

Bu dizi, 0 ile başlayıp 0 ile bitmekle eşdağılımdan küçük bir sapma göstermektedir (çünkü α almaşığı eşdağılım nedeniyle "0 0" ile bitmektedir). α, 2000 elemandan oluştuğunda, $(\alpha \cdot \bar{\beta})$ kümesi 500 "sıfır" ve 499 "bir" özelliği içerecektir. Eşdağılımların (ve başka dağılımların) bu tür sapmaları –bunlar yalnızca ilk ve son öğelerde karşımıza çıkar– dizinin uzatılmasıyla istendiği kadar azaltılabilir. Bunları burada ve aşağıda dikkate almayacağız; çünkü araştırmalarımızı bu sapmaların yer almayacağı sonsuz dizilere genişleteceğiz. Bu nedenle, $(\alpha \cdot \beta)$ almaşığının da eşdağılımlı olduğunu ve α almaşığının $\bar{\beta}$ özelliğinin seçiminde *duyarsız* olduğunu söyleyebiliriz. Böylelikle α (daha doğrusu α'nın temel özelliklerinin göreli sıklığı), β *ve* $\bar{\beta}$'nın seçilmesi karşışında duyarsızdır. Aynı şekilde şunu da söyleyebiliriz: "α, *hemen öncellik* özelliğine göre yapılan seçim karşısında da duyarsızdır".

Kuşkusuz bu duyarsızlık, α almaşığının yapısındaki bazı özellikler için ayırt edicidir. Bu özellikleriyle α, başka almaşıklardan farklılık göstermektedir: örneğin; $(\alpha \cdot \beta)$ ve $(\alpha \cdot \bar{\beta})$ almaşıkları öncellik özelliğine göre yapılan seçimde duyarsız *değildir*.

Şimdi α almaşığının başka seçimler karşısında, özellikle de *önceller-çiftine* göre yapılan seçimde duyarsız olup olmadığına bakalım; örneğin a'dan, "1 1" çiftinin ardılları olan tüm öğeleri seçelim. Bunu yaparken α'nın, olası dört çiftten ("1 1"; "1 0"; "0 1"; "0 0") birinin seçilmesi karşısında duyarsız *olmadığını* hemen görürüz; çünkü bu durumlarda ortaya çıkan altdiziler eşdağılımlı olmayıp, "yinelenen değerlerden" –yani birçok sıfır ya da birden– oluşmaktadır.

α dizisinin, tekil öncellere göre yapılan seçmeler karşısında duyarsız, öncel-çiftlere göre yapılan seçmeler karşısında duyarlı olduğunu –öznel kuramın bakış açısından– şu biçimde yine ifade edebiliriz: α dizisindeki bir öğenin önceli hakkındaki bilgi,

öğenin özelliğinin ne olduğu şeklindeki bir soru için "önemsizdir". Öte yandan, öncel-*çift* özellikleri hakkında verilen bilgi büyük "önem" taşımaktadır: Bu bilgi, α'nın oluşum yasası yardımıyla söz konusu herhangi bir öğenin özelliğinin *kestirilmesini* sağlamaktadır. Bununla birlikte öncel-çiftin özellikleri hakkındaki bilgi, tümdengelimli kestirim için bir "sınır koşuludur". (α'nın oluşum yasası için, "sınır koşulu" olarak çiftin özelliklerinin verilmesi gerekmektedir; bu da şu anlama gelir: Oluşum yasası, özellikler karşısında "iki boyutludur". Yalnızca *tek* bir özelliğin verilmesi "önemsiz" bir bilgidir; çünkü bu özelliğin karmaşıklık derecesi sınır koşulu için çok azdır[1]*; bkz. kesim *38*.)

"Etki" (nedensellik) ve tümdengelimli kestirim kavramları arasındaki benzerliği göz önünde bulundurarak aşağıdaki terminolojiyi kullanmak istiyoruz: "*Tekil* öncellere göre yapılan seçmeler karşısında α almaşığı duyarsızdır" demek yerine, "tekil öncellere bağlı olarak α, sonraki etkiden bağımsızdır"; ya da kısaca: "a, 1-*serbesttir*" diyeceğiz. Aynı şekilde, "öncel-çiftlere göre yapılan seçmelerde α duyarsız *değildir*" yerine şunu söyleyeceğiz: "α, 2-serbest *değildir*"[2]*.

"1-serbest" α almaşığı örneğini kullanarak, eşdağılımlı başka dizileri kolayca yapılandırabiliriz; bunlar yalnızca sonraki etkiden bağımsız 1-serbest diziler değil, aynı zamanda 2-serbest, 3-serbest vb. dizilerdir. İşte bu biçimde, aşağıdaki açıklamaların

[1]*Buradan da anlaşılıyor ki, öznel kuramda önemli bir yeri olan "önemli" ve "önemsiz" sözcükleri fazlasıyla akıl karıştırmaktadır; çünkü p ve q *önemsiz* olduklarında, $p \cdot q$'nun fazlasıyla *önemli* olabileceğini duymak çok şaşırtıcı olacaktır. Bununla ilgili olarak bkz. Ek *IX, özellikle de ilk bildirinin 5. ve 6. noktaları.

[2]*Komşular arasında büyüklüklerine göre bir ayrımın yapılması ve komşu öğelere göre gerçekleştirilen seçimlerin doğru tanımlanarak yapılması düşüncesi benden çıkmıştır. "Sonraki etkiden bağımsız" anlatımını da Smoluchowski ortaya atmıştır ("sonraki etkiden yoksun"). Ancak Smoluchowski ve Reichenbach, bu deyişi mutlak anlamda kullanarak, "*herhangi* bir öncel-grubun seçilmesi karşısında duyarsızlığı" kastetmektedir. 1-serbestlik, 2-serbestlik, ... ve n-serbestlik gibi *yinelgen tanımlanabilen* bir kavramın yerleştirilmesi; ve böylelikle komşu seçimlerin çözümlemesi, özellikle *rastlantısal dizilerin yapılandırılması* için yinelgen yöntemin işlerlik kazandırılması düşüncesini de ben önerdim. (Aynı yinelgen yöntemi, n olayların birbirleriyle bağımsız olduklarını tanımlayabilmek için de kullandım.) Bu yöntem Reichenbach'ın yönteminden çok farklıdır –her ne kadar benim kastettiğim yöntemde, Reichenbach'ın kullandığı kavram değiştirilmiş olarak yer alsa da. Bununla ilgili olarak bir de bkz. kesim *58*, dipnot 4 ve özellikle de kesim 60, dipnot 2.

temelini oluşturan *n-serbestlik* kavramına geliyoruz: Yalnızca tekil öncellere *ve* öncel-çiftlere *ve* ... öncel-n-katlara göre yapılan seçmelerde bir dizinin temel özelliklerinin göreli sıklıkları duyarsız olduğunda, dizinin *n-serbest* olduğunu söyleriz[1].

1-serbest α almaşığı, istenildiği kadar sürekli yinelenen

(A) 1 1 0 0 ...

"üretken periyotla" yapılandırılabilir. Benzer şekilde (eşdağılımlı) 2-serbest almaşığı,

(B) 1 0 1 1 1 0 0 0 ...

biçimindeki üretken periyotla; 3-serbest almaşığı,

(C) 1 0 1 1 0 0 0 0 1 1 1 1 0 1 0 0 ...

ya da 4-serbest almaşığı,

(D) 01100011101010010000010111110011

biçimindeki periyotlarla yapılandırabiliriz.

Yukarıda da görüldüğü gibi, n-serbestliğin n-katı artmasıyla dizinin "gelişigüzelliği" de artmaktadır.

Genelde (eşdağılımlı) n-serbest almaşığın üretken periyodu en az 2^{n+1} öğe içermelidir. Verilen periyotlar kuşkusuz herhangi başka bir sıradan da başlayabilir; örneğin (C)'nin dördüncü sırasından:

(C′) 1 0 0 0 0 1 1 1 1 0 1 0 0 1 0 1 ...

Periyotdaki n-serbestliğin bozulmadığı başka dönüştürümler de vardır. Üretken periyodun yapılandırılmasına (herhangi

[1] Dr. K. Schiff'in bana söylediği gibi, bu tanımı basite indirgemek mümkündür: Bunun için yalnızca herhangi bir öncel n-katına göre yapılan öğe seçimi karşısında (n önceden verilmiş olmalıdır) duyarsızlık aramak yeterli olacaktır; bu durumda, n-1-katına (vb.) göre yapılan seçmelerde duyarsızlık basitçe tanıtlanabilecektir.

bir n için) getireceğimiz düzenlemeyi başka bir kesimde ortaya koyacağız[3]*.

Böyle bir 1-serbest almaşığın üretken periyoduna sonraki periyodun n-öğesi yerleştirildiğinde, $2^{n+1}+n$ uzunluğunda bir dizi elde edilir. Bu dizinin özelliklerinden biri de şu olur: n+1 kadar sıfır ve birin her bir düzeni, yani her bir n+1 katı, en az *bir kez* ortaya çıkar[4]*.

56. Parça Dizileri. Birinci Newton Formülü. Sonlu bir α dizisi verildiğinde, hemen birbirleriyle ardışık *n* öğeden oluşan bir α altdizisini, α'nın n uzunluğundaki parçası ya da kısaca, α'nın *n-parçası* olarak adlandırıyoruz. α'dan başka bir de belirli bir n sayısı verildiğinde, α'nın n-parçaları bir dizi biçiminde, yani α'nın *n-parça dizisi* olarak yine sıralanabilecektir. Bu diziyi oluştururken α'nın n-parçalarını aşağıdaki biçimde sıraladığımızda, α'nın *örtüşen parça dizisini* elde ederiz: Bunun için n-parça dizisinin birinci öğesi olarak, α'nın 1'den n'e kadar kapsadığı n-parçasını; ikinci öğe olarak, 2'den n+1'e kadar olanı seçeriz; genelleştirecek olursak: x'inci öğe olarak, a'nın x ile x+n-1 numaraları arasındaki öğeleri kapsayan n-parçasını alırız. "Örtüşen parça dizisi", α dizisinin n-1 öğelerinin, ardışık parçalar birbirleriyle örtüşecek şekilde iki ardışık parçada yer aldığına işaret etmektedir.

Örtüşen parça dizisinden sıra seçimi yardımıyla başka n-parça dizileri; özellikle de *bitişik parça dizileri* elde edilebilir. Bu diziler, yalnızca α'da birbirlerine bitişik olan n-parçalarını kapsar; örneğin bunlar; α dizisinin öğelerinden 1'den n'e, n+1'den

[3]*Bkz. Ek IV, dipnot 1*. Sonuçta elde edilen dizi 2^n+n-1 uzunluğundadır. Bu da öyle yapılandırılmıştır ki, dizinin en son n-1 öğelerini dışarıda bıraktığımızda, m-serbest almaşığın üretken bir periyodunu elde ederiz; burada $m=n$-1'dir.

[4]*Verilmiş uzun ama sonlu eşdağılımlı her *A* almaşığına uygulanabilir olan aşağıdaki tanımın uygun olduğunu düşünüyorum. *N*, *A*'nın uzunluğu ve n, $2^{n+1} \leq N$ biçimindeki en büyük tam sayı olsun. Bu durumda *A*, eğer verilmiş herhangi bir çiftin, 3-lünün, ... m-linin (m=n olana kadar) göreli sıklığı, herhangi başka bir çiftin, 3-lünün, ... m-linin göreli sıklığından her seferinde en fazla $m/\frac{1}{2}$ sapma gösterdiğinde, *tamamıyla rastlantısal* demektir. Bu tanımlama, *A* almaşığının rastlantısallığa yaklaştığını söyleyebilmemizi sağlayacak ve yine bu tanımla yaklaşma derecesi tanımlanabilecektir. Farklı bir tanımı, Ek *IX'da yeniden yayımlanan üçüncü bildirinin 8vd. konularda verilmiş yöntemin (*E*-fonksiyonunun en üst değerinin hesaplanması) yardımıyla getirebiliriz.

2n'e, 2n+1'den 3n'e vb. kadar uzanan numaralarla oluşan parçalardır. Bitişik parça dizisi genelde, α dizisinin k'ıncı öğesiyle başlar ve parçaları, k'dan n+k-1, n+k'dan 2n+k-1, 2n+k'dan 3n+k-1 vb. numaralı α öğelerini içermektedir.

α'nın örtüşen n-parça dizilerini $\alpha_{(n)}$ imiyle, bitişik n-parça dizilerini de a_n ile aşağıda göstereceğiz.

Şimdi, $\alpha_{(n)}$ örtüşen parça dizilerini biraz daha yakından irdeleyelim. Böyle bir parça dizisinin her bir öğesi α'nın bir n-parçasıdır. Bu öğenin "özelliği" olarak, örneğin parçayı oluşturan sıralı birler ve sıfırların dizisini ele alabiliriz; ya da daha da basitleştirip, (birler ve sıfırların sırasını dikkate almadan) *parçadaki birlerin sayısını* parçanın "özelliği" olarak inceleyebiliriz. Bu sayıyı m ile betimlediğimizde, $m \leq n$ olacaktır.

Artık böyle bir $\alpha_{(n)}$ dizisini *almaşık* olarak düşünebiliriz. Buna göre belirli bir "m" sayısı seçilir ve ilgili parça tam olarak m tane birden (bu nedenle de n-m sıfırdan) oluştuysa, $\alpha_{(n)}$ dizisinin her bir öğesine bu "m" özelliği; tersi durumunda "$\bar{m}$" özelliği yüklenir. Bu şekilde $\alpha_{(n)}$ dizisinin her bir öğesi bu özelliklerden birini alır.

Şimdi özellikleri "1" ve "0" olan sonlu bir α almaşığını düşünelim; birlerin sıklığı, ${}_{\alpha}S'(1)$, p'ye ve sıfırların sıklığı, ${}_{\alpha}S'(0)$, q'ya eşit olsun; bu dizinin eşdağılımlı olması koşulunu öne sürmüyoruz.

α almaşığının *en azından* n-1-serbest olduğunu varsayalım (n isteğe göre seçilebilen herhangi bir doğal sayı olabilir). Artık bu aşamada kendimize şu soruyu sorabiliriz: $\alpha_{(n)}$ dizisinde "m" özelliği hangi sıklıkta ortaya çıkar? Başka bir deyişle; ${}_{\alpha_{(n)}}S'(m)$'in değeri nedir?

Bu soru[1], eğer α'nın en azından n-1-serbest olması dışında başka bir koşul öne sürülmediyse, oldukça basit cebirsel işlemlerle yanıtlanabilecektir. Sorunun yanıtı, aşağıdaki formülde (Ek III'te formülün tanıtlanmasına yer verdik) yatmaktadır:

[1] Sonsuz bitişik parça dizilerine ilişkin soruyu (v. MISES'e göre, *Wahrscheinlichkeitsrechnung*, 1931, s.128) Bernoulli problemi olarak; sonsuz örtüşen parça dizilerine ilişkin soruyu da sanki-Bernoulli problemi olarak adlandırıyoruz. (Bkz. kesim *60*, dipnot 1.) Buna göre burada tartışılan soru, başka bir deyişle *sonlu dizilerin sanki-Bernoulli problemidir.*

Denklemin sağındaki formülleştirme –başka bir bağlamda– Newton tarafından öne sürülmüştür; bu nedenle bu eşitliği *birinci Newton formülü* olarak adlandırıyoruz.

Bu formülün türetilmesiyle, *sonlu* referans kümelerindeki sıklık kuramına ilişkin açıklamalarımıza son veriyoruz. Bu formül bize gelişigüzellik belitinin tartışılmasına dayanak oluşturmuştur.

57. Sonsuz Referans Kümeleri. Varsayımsal Sıklık Tahminleri. Sonlu n-serbest dizilerde elde ettiğimiz sonuçları, sonsuz n-serbest referans dizilerine kolaylıkla genelleştirebiliriz. Bu diziler, örneğin "üretken bir periyotla" tanımlanmıştır (bkz. kesim *55*). [Bu tür sonsuz bir referans kümesi hemen hemen von Misses'in kolektifine benzemektedir[1*].]

n-serbestlik kavramının önkoşulu göreli sıklık kavramıdır; çünkü bazı öncellerin seçilmesi karşısında duyarsız kalması ge-

[1*] Şimdi burada, tasarladığım programın yürütülmesinde başarısız olduğum noktaya girmiş bulunmaktayım. Programıma başlarken amacım, rastlantısallığın çözümlemesini önce *sonlu* dizilerde elverdiğince yapmak ve daha sonra göreli sıklığın *sınır-değerleri*ne gereksinim duyduğumuz *sonsuz* referans dizilerine geçmekti. Bu şekilde programımı yürütmemin amacı, sıklık sınır-değerlerinin, dizinin rastlantısal özelliğinden çıkarsandığı bir kuramı geliştirmekti. Çözümlemenin bir sonraki aşaması olarak, –aynı ilk Ekin IV. bölümünde işlediğim gibi– artan *n* için (sonlu) *en kısa* n-serbest dizilerin yapısını seçseydim, kuşkusuz bu programı kolayca gerçekleştirebilirdim. Bu biçimde, n sınırsız olarak arttığında, dizilerin sonsuz olacağı ve ortaya çıkan sıklıkların başka hiçbir tahmin yürütmeden sıklık sınır-değerlerine dönüşeceği görülebilecekti. (Bkz. Ek IV, dipnot 2*, aynı zamanda Yeni Ek *IV.) Tüm bunlar sonraki kesimlerin daha kolay irdelenmesini sağlayacaktı: Yine de kesimlerde işlenen konular, önemini korumaktadır. Ancak program sözü edildiği gibi yürütülebilseydi, *63.* ve *64.* kesimlerde yer alan sorunlar, ek bir tahmin yürütülmeksizin bütünüyle çözülebilirdi; çünkü var olan sınır-değerler tanıtlanabilir olacağından, sıklığın yoğunlaştığı noktaların belirtilmesine gerek duyulmazdı.

Yaptığım tüm bu düzeltmelerin, salt sıklık kuramı kapsamında olduğu düşünülmelidir. Bunlar, nesnel olan düzensiz sıralanmışlığın ideal bir ölçeğini tanımlamadığı sürece, neo-klasik (ölçü-kuramsal) biçimciliğe, olasılığın gerçekleşebilirliğin ölçüsü anlamında bir yorumu verdiğimizde, vazgeçilebilir açıklamalardır (bkz. *Postscript*'im kesim *53vd.). Ancak bu durumda da sıklık varsayımlarına –yani varsayımsal tahminlere ve onların istatistiksel sınamalarına– değinmemiz her zaman gerekli olacaktır. Bu nedenle bu kesim ve büyük oranla *64*'e kadar olan kesimler dikkate değerdir.

reken, bir özelliğin göreli sıklığıdır. Sonsuz referans dizilerine ilişkin ileri süreceğimiz kanıtsavlarda öncelikle (*64.* kesime kadar) sonlu kümelerin göreli sıklık (S') kavramı yerine *göreli sıklıkların sınır-değer* (S') kavramını kullanacağız. Böyle bir kavrama başvurmak, araştırmalarımızı *matematiksel oluşum yasası* verilmiş referans dizileriyle sınırlandırdığımız sürece, sorun yaratmayacaktır; çünkü sonsuz referans dizilerine ait göreli sıklıklar dizisinin yakınsak olup olmadığını her zaman saptayabiliriz. Sorun, oluşum yasası ya da "matematiksel bir yapılanma kuralı" yerine yalnızca "*görgül bir yapılanma kuralının*" verildiği durumlarda karşımıza çıkacaktır [örneğin; yazı-tura atışlarıyla tanımlanmış bir oluşumda]. (Böyle durumlarda (bkz. kesim *51*) sınır-değer kavramı tanımlanmamıştır.)

Matematiksel bir yapılanmaya şöyle bir örnek verebiliriz: "α dizisinin n'inci öğesi, n, 4'e bölünebildiğinde yalnız ve yalnız 0 özelliğine sahiptir." Buna göre sonsuz α almaşığı,

(α) 1 1 1 0 1 1 1 0 ...

${}_{\alpha}S'(1)=3/4$ ve ${}_{\alpha}S'(0)=1/4$ göreli sıklıkların sınır-değerleriyle tanımlanmıştır. Matematiksel bir yapılanmaya göre tanımlanmış dizileri, kısaca, matematiksel diziler olarak adlandırıyoruz.

Görgül bir yapılanmaya şöyle bir örnek verebiliriz: "α dizisinin n'inci öğesi, *P* parasıyla yapılan n'inci atış yazı olduğunda yalnız ve yalnız 0 özelliğine sahiptir." Bu demek değildir ki, görgül yapılandırmalar yalnızca "rastlantısal dizilerde" karşımıza çıkar. Sözgelimi, "S sarkacı, n'inci saniyede (şu ya da bu sıfır noktasına göre hesaplanmış) gösterge ibresinin solunda bulunduğunda, dizinin n'inci öğesinin özelliği yalnız ve yalnız 1'dir", biçimindeki bir yapılandırmayı da "görgül" olarak nitelendirmekteyiz.

Örnekten de anlaşılacağı gibi, gerektiğinde –örneğin; varsayımlara dayanarak ve sarkaca ilişkin bazı ölçümler yaparak– görgül bir yapılandırmanın yerine matematiksel bir yapılandırma geçebilir; daha doğrusu, görgül dizi için, amaçlarımıza uygun olan ya da olmayan matematiksel tamlıkla yaklaşık bir değer elde edebiliriz. Zaten bizim için önemli olan da, görgül bir dizide-

ki *farklı sıklıkların* yaklaşık bir değerini matematiksel sıklıklarla ortaya koyabilmektir (bunu örneğimiz açıkça göstermektedir).

Dizilerde yaptığımız matematiksel ve görgül ayrım, "kaplamsal" değil "içlemsel" bir ayrımdır. Bir dizinin herhangi bir parçasında yer alan öğeleri –ne kadar uzun olursa olsun– "kaplamsal olarak" tek tek sıraladığımızda ve listelediğimizde, parçadaki özelliklere bakarak, dizinin matematiksel ya da görgül bir yapıda olup olmadığına hiçbir zaman karar veremeyiz. Ancak –içlemsel– bir yapılandırma kuralı verildiğinde, dizinin matematiksel ya da görgül bir yapıda olduğunu saptayabiliriz.

Göreli sıklığın sınır-değer kavramını sonsuz dizilere uyarlamayı düşündüğümüzden, incelemelerimizi matematiksel dizilerle sınırlandırmalıyız; yani kendimizi sınırlandırdığımız dizi, ona ilişkilendirilmiş parçaların göreli sıklıklara yakınsak olduğu dizilerdir. Bu sınırlandırma, örtük olarak bir *sınır-değer belitinin* getirilmesi anlamına gelmektedir. Söz konusu belite bağlı sorulara ancak *63.* ile *66.* kesimler arasında yer vereceğiz; çünkü soruların, "büyük sayılar yasasının" türetilmesi konusuna bağlanarak ele alınması amaca daha uygun olacaktır.

Bu nedenle *yalnızca matematiksel dizilerle* ilgilenmekteyiz. Yalnızca bunlar yardımıyla, bizim özellikle önemsediğimiz "rastlantısal" görgül dizilerdeki sıklıkların yaklaşık bir değerine ulaşılabileceğini; yani görgül dizilerdekine benzer sıklıkların matematiksel dizilerde görülebileceğini sanıyoruz. İşte bu biçimde ortaya atılan bir "tahmin"; başka bir deyişle, görgül bir dizinin yaklaşık sıklığının matematiksel bir diziyle bulunması, görgül dizideki sıklıklar konusunda yürütülen bir *varsayımdan*[1] başka bir şey değildir.

Görgül, "rastlantısal" diziler hakkında yürütülen sıklık tahminlerinin varsayımlar olması, bu sıklıklarla yapılan *hesaplamaları* etkilememektedir. Aynı şekilde, *sonlu* kümelerdeki sıklık hesabı için de sıklık tahminlerine nasıl varıldığı bütünüyle önemsizdir. Bu tahminler, görgül kaynaklara, matematiksel verilere ya da herhangi başka varsayımlara dayanarak yürütebilir;

[1] Bu tahminin ya da varsayımın sınanabilir olup olmadığı ve nasıl sınanabildiği (kendisini bir biçimde kanıtlayabilir ya da yanlışlanabilir olup olmadığı sorusuna ("karar verebilme sorununa") ileride tekrar döneceğiz; bkz. kesimler *65-68.* *Aynı zamanda bkz. Ek *IX.

hatta kolayca uydurulabilir. Sıklık hesabında, varsayımlar dikkate alınır ve bunlardan eşsözel olarak başka sıklıklar türetilir.

Benzer durum, *sonsuz* referans dizilerindeki sıklık tahminleri için de geçerlidir. O halde, tahminlerin hangi koşullar altında yürütüldüğü sorusu, her ne kadar olasılıklar *hesabını* ilgilendirmese de, olasılık problemlerinin tartışılmasında göz ardı edilmemelidir.

Görgül sonsuz dizilerde özellikle iki farklı varsayımsal sıklık tahmini yürütebiliriz: Bunlardan biri, eşdağılım varsayımına göre yürütülen tahminler; diğeri ise, istatistiksel ekstrapolasiyonlarla yapılan tahminlerdir.

Eşdağılım varsayımları genelde bakışımlılık ilkesine dayanmaktadır[2]: Farklı temel özelliklere varsayımsal olarak aynı göreli sıklıkların değerleri biçilir. (Zar oyununda, altı zar yüzeyinin bakışımlı eşdeğerliliğine dayanarak eşdağılımın olacağı varsayımı, buna tipik bir örnektir.)

İstatistiksel ekstrapolasiyonlara göre yapılan sıklık varsayımlarına örnek olarak, ölüm olasılıklarına ilişkin tahminler getirilebilir. Görgül bulgulara dayanarak elde edilen ölüm olaylarının istatistiği ekstrapolasiyonla çıkarılır; başka bir deyişle, geçmişte görgül bulgularla belirlenmiş ölüm sıklığının gelecekte de en azından fazla bir değişiklik göstermeyeceği varsayımına dayanarak tahmin yürütülür.

Olaylara tümevarım mantığı ile yaklaşan kuramcılar, bu tür tahminlerde yatan varsayımsal özelliği genelde gözden kaçırmışlardır. Onlar, varsayımsal tahminleri ya da istatistiksel ekstrapolasiyona dayanarak yapılan sıklık kestirimlerini, bunların temelini oluşturan olaylarla –yani geçmişteki olay dizilerinin görgül bulgularıyla– karıştırmaktadır. Oysa böyle bir bulgudan –örneğin, ölüm istatistiğinden– yola çıkarak olasılık tahminlerini ya da sıklık kestirimlerini "türettiğimizde", mantıksal açıdan savunulabilir bir çıkarımdan söz edemeyiz. Tersine elde ettiğimiz sonuç, mantıksal olarak hiçbir şekilde savunulamayan; sıklıklar, ekstrapolasiyona uygun belirli *sabit bir değer* gösterdiğinden, doğrulanamayan bir *varsayımdır*. Öte yandan tümevarımcı

[2] Bu tür düşüncelere Keynes, *Belirsizlik İlkesinin* <Indeferenz Prinzip> çözümlenmesinde başvurmuştur.

kuramcılar, eşdağılım tahminlerini de genelde görgül olarak açıklamak isterler. Onlara göre eşdağılımın temelinde yatan, istatistiksel deneyimlerin görgül olarak gözlemlenmiş sıklıklarıdır. Oysa ben, varsayımsal sıklık tahminlerini yürütürken, kendimizi genelde doğrudan bakışımlılık ve benzeri düşüncelerle yönlendirdiğimiz kanısındayım. Bizi yönlendirenin, her zaman özellikle tümevarımsal deneyim bulguları olduğuna ilişkin bir neden görmüyorum. Zaten süregelen bu alışkanlığı da dikkate almıyorum (bkz. kesim *2*). Önemli olan yalnızca, görgül sonsuz referans dizileri için yürütülen her bir sıklık tahmininin ne olduğunun açıklığa kavuşturulmasıdır; buna göre istatistiksel ekstrapolasiyonla elde edilmiş sıklık tahmini de, varsayımsal özellik taşımaktadır; yani yürüttüğümüz bu tahmin, gözlemlerimize dayanarak ileri sürebileceğimizin ötesine gitmektedir.

Burada ortaya koyduğumuz, eşdağılım varsayımlarıyla istatistiksel ekstrapolasiyon arasındaki ayrım, "önsel-olasılık" ve "sonsal-olasılık" arasındaki klasik ayrıma benzemektedir. Ancak bu kavramlar birçok farklı anlamda kullanıldıklarından[3] ve aynı zamanda felsefi açıdan da yoğun bilgi içerdiklerinden, bu sözcükleri, bizim amaçladığımız anlamda kullanmak istemiyoruz.

Aşağıdaki kesimde tartışacağımız gelişigüzellik beliti konusu, rastlantısal görgül dizilerdeki yaklaşık sıklık değerinin, matematiksel dizilerle biçilmesine ilişkin bir deneme niteliğindedir. Bu nedenle bu kesim sıklık varsayımlarının tartışılması olarak algılanabilir[2*].

58. Gelişigüzellik Belitinin Tartışılması. Sıra ve komşu seçimi kavramlarını, *54.* ve *55.* kesimlerde ayrıntılı bir biçimde ele almıştık. Artık bu kesimde, sözü edilen konulardan yola çıkarak von Mises'in "gelişigüzellik belitini" ("hesaba katılmayan şans oyunu yönteminin ilkesini") tartışmak ve yerine daha zayıf bir koşul getirmek istiyoruz. v. Mises, bu belit yardımıyla "kolek-

[3] Bu sözcükler, eşdağılım varsayımı anlamında, örneğin BORN-JORDAN, *Elementare Quantenmechanik* (1930), s. 308, tarafından da kullanılmaktadır. Buna karşın, örneğin A. A. Tschuprow, "önsel-olasılık" kavramını, varsayımların görgül bulgularla ("sonsal") sınanmalarına karşıt olarak tüm sıklık varsayımları için kullanmaktadır.

[2*] İşte dipnot 1*'de değinilen ve IV. ve *VI. Eklerde gerçekleştirilen programın içeriği de zaten budur.

tif" kavramını tanımlamakta; bir kolektif kapsamındaki sıklık sınır-değerlerinin, dizgesel seçimler karşısında duyarsız olmaları gerektiğini şart koşmaktadır. (Her bir "oyun yöntemi" seçme yöntemi olarak ortaya konulabilir.)

Bu belite getirilmiş olan eleştiri oldukça önemsiz olup, daha çok tanımlamanın yüzeyine yönelik olmuştur: Örneğin tüm beş-atışlarını diziden ayırmak da zaten bir "seçim" olduğundan ve böyle bir seçimle doğal olarak sıklık sınır-değerleri büyük oranla değişeceğinden, v. Mises, gelişigüzellik belitini betimlerken[1], ilgili zar atışının "sonucundan bağımsız" olarak; yani seçilecek öğenin [temel] özelliği kullanılmaksızın tanımlanmış olan "ayırmalardan" (= seçimlerden) söz etmektedir. Fakat v. Mises'in gelişigüzellik beliti, tartışmalı sözcük olmaksızın[2], örneğin şu biçimde betimlenebildiğinden, belite yönelik tüm saldırılar[3] kendiliğinden ortadan kalkacaktır: Bir kolektifin sıklık sınır-değerleri, herhangi bir sıra ya da komşu seçimi karşısında, aynı zamanda da her iki seçim yönteminin birleştirimleri karşısında duyarsız olmalıdır[1*].

Belki böyle bir betimlemeyle sözü edilen güçlükler ortadan kalkacaktır; ancak başka sorunlar hâlâ var olacaktır. Bununla özellikle kastettiğimiz, böyle bir gelişigüzellik belitiyle tanımlanmış "kolektif" kavramının çelişmez olduğunu; ya da başka bir deyişle, "kolektiflerin" oluşturduğu kümenin *boş olmadığını* tanıtlayamayacağımızdır (bu tür bir tanıtlamanın gerekliliğini özellikle Kamke[4] şart koşmaktadır). En azından olanaksızmış gibi görünen, "kolek-

1 Bkz. örneğin v. MISES, *Wahrscheinlichkeit, Statistik und Wahrheit* (1928), s. 25.

2 Dörge'nin de daha önce belirttiği gibi; ancak Dörge bunu açık olarak ortaya koymamıştır.

3 Bkz. örneğin FEIGL, *Erkenntnis 1* (1930), s. 256. Burada, söz konusu betimlemenin, "matematiksel olarak ifade edilemez" olduğu vurgulanmaktadır. Benzer bir eleştiriyi REICHENBACH, *Mathematische Zeitschrift 34* (1932), s. 594vd., getirmiştir.

1*Burada şunu da dile getirmem gerekirdi: "... bir oyun yönteminin yapılandırılmasında bu tür birleştirimler kullanılabilindiği sürece." (Bkz. aynı kesim, dipnot 5 ve kesim 60, dipnot 3*.)

4 Bkz. KAMKE, *Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie* (1932), örneğin s. 147 ve *Jahresbericht der Deutschen mathem. Vereinigung 42* (1932). Kamke'nin getirdiği eleştiri, Reichenbach'ın, *"yasal dizilere"* başvurarak gelişigüzellik belitini düzeltme çalışmasına yöneltilmiş bir eleştiri olarak da düşünülmelidir; çünkü Reichenbach, bu kavramın *boş olmadığını* tanıtlayamamıştır. Bkz. REICHENBACH, *Axiomatik der Wahrscheinlichkeitsrechnung, Mathematische Zeitschrift 34* (1932), s. 606.

tife" bir *örnek* vermek ve bu şekilde kolektiflerin var olduğunu tanıtlamaktır; çünkü belirli koşulları doyuran, sonsuz bir dizinin örneği ancak oluşum yasasıyla verilebilir. Oysa, v. Mises'in "kolektifi", tanımlarla verilmiş bir oluşum yasasına sahip olamaz; çünkü bu, her zaman "şans oyunu yöntemi" (seçme yöntemi) olarak kullanılabilecektir. *Tüm* oyun yöntemlerini dışarıda bıraktığımızda, bu eleştiriyi geçersiz kılmak mümkün olamayacaktır[2*].

Tüm oyun yöntemlerinin hesaba alınmaması ilkesine karşı bir başka eleştiri de gelebilir; bu da, söz konusu koşulun *çok şey* bekliyor olmasıdır: Önermelerden oluşan bir dizgeyi belitselleştirecek olursak –burada kastedilen, olasılıklar hesabının bilimsel önermeleri, özellikle de özel çarpım teoremi ya da Bernoulli teoremidir–, belitselleştirilmiş bu koşullar, dizgenin türetilmesi için yalnızca yeterli değil, aynı zamanda da *gerekli* olmalıdır. Oysa, Bernoulli teoremini ve bundan çıkan ek önermeleri tümdengelimle türettiğimizde, *tüm* seçme yöntemlerinin dışarıda bırakılmasının gerekli olmadığını gösterebiliriz; ilgili önermelerin türetilmesinde, yalnızca komşu seçimlerinden oluşmuş özel bir kümenin dışarıda bırakılması yeterli olacaktır: Dizi, herhangi önceller-n-li-dizgesiyle yapılmış tüm seçimler karşısında duyarsız olmalıdır; başka bir deyişle, dizi, *her bir n için n-serbest*, ya da kısaca: *"serbest"* –yani, *sonraki etkiden bağımsız*– olmalıdır.

İşte bu nedenle v. Mises'in "hesaba katılmayan şans oyunu yöntemi ilkesi" yerine, daha zayıf bir koşul olan, sonraki etkiden bağımsız olma (mutlak-serbestlik) koşulunu getirmeyi ve "rastlantısal" özellikteki matematiksel dizileri bu koşul yardımıyla tanımlamayı öneriyoruz. Bunun bize sağlayacağı üstünlük, *tüm* "oyun yöntemlerini" dışlamamaktır. Böylece, mutlak-serbest-dizilerin yapılanma kurallarını ya da örneklerini verebilir (bkz. Ek IV, a) ve yukarıda sözünü ettiğimiz (Kamke'nın getirdiği) eleştiriyle karşı karşıya kalmayız: Bu biçimde, "rastlantısal" özellikteki matematiksel dizilerinin

[2*] Ancak, oyun yöntemlerinden oluşan verilmiş *sayılabilir* her küme dışarıda bırakılacaksa, bu eleştiri ortadan kalkabilir; çünkü böyle olduğunda bu tür bir dizinin (köşegen-yöntemi biçimiyle) bir örneğini vermek mümkün olacaktır. Bkz. *Postscript*, kesim *54 (5. dipnotu izleyen metin); orada A. Wald referans alınmıştır.

kavramının *boş olmadığını* ve bu nedenle de çelişmez olduğunu tanıtlayabiliriz[3*].

Rastlantısal dizilerin gelişigüzelliğini, matematiksel düzenli diziler yardımıyla yeniden yapılandırmaya çalışmamız belki de yadırganacaktır. Bu anlamda, v. Mises'in gelişigüzellik belitini ele almamız başlangıçta daha akla yatkın olacaktır: Rastlantısal dizilerin düzenlilik göstermeyeceği, ya da dizinin diğer parçalarının incelenmesiyle yaklaşık olarak tahmin edilen düzenliliğin yanlışlanması için yürütülen deneylerin sonuçta başarılı olacağı aşikârdır. İşte bu durum, getirdiğimiz öneriye yarar sağlayacaktır; çünkü rastlantısal diziler, [hiçbir biçimde düzenlilik göstermediklerinde], asla düzenli yapılanmış *belirli bir türdeki* diziler gibi *olamayacaktır*. Ancak, sonraki etkiden bağımsız olma koşulu, düzenli dizilerin yalnızca belirli bir türünü dışlamaktadır; gerçi bu da önemli olanıdır.

Bunun önemini, "sonraki etkiden bağımsız olma" koşuluyla dışarlanmış şu üç oyun yöntemine baktığımızda anlayacağız (bkz. bir sonraki kesim): Dışarıda bırakılan yöntemlerden biri, "alışılagelmiş" [ya da daha doğrusu: "salt"[4*]] çevre seçimleridir –yani seçilecek öğelerin, değişmez ayırt edici çevre özelliklerine göre belirlendiği çevre seçimleridir; yöntemlerden diğeri, "alışılagelmiş" sıra seçimleridir –bunlar, sabit aralıklardaki öğeleri diğerlerinden ayırır (örneğin: k, n+k, 2n+k ... vb. öğe numaralarını); son olarak, dışarıda bırakılan, bu iki seçim türünde ortaya çıkan [birçok[5*]] birleştirimdir (örneğin: çevresi ancak şu ya bu biçimde yapılanmış [ya da daha açık bir anlatımla: çevresi, ayırt edici sabit bir özellikte] olduğunda, n'inci her bir öğe seçilir). Bu tür seçimlerdeki en önemli özellik, seçimlerin dizinin mutlak bir başlangıç öğesine dayanmayıp, ilk dizideki öğelerin numaralanması, başka herhangi bir öğeden başladığında da, seçilmiş aynı altdiziyi oluşturmasıdır. O halde bizim *dışladığımız oyun yöntemleri*, uygulamalarında (mutlak başlangıç öğesi olarak) öne çıkarılmış bir elemanın tanımını gerektirmeyen yöntemlerdir. Bu yöntemler, belirli (doğrusal) dönüştü-

[3*]Bu bağlamda Ek IV'te yer verdiğim bilgiler çok önemlidir. Öte yandan kuramıma yöneltilmiş çoğu eleştiriye de, bir sonraki paragrafta yanıt verilmiştir.

[4*]Bkz. *60.* kesimdeki son paragraf.

[5*]Burada geçen "birçok" sözcüğü, ilk olarak kitabımın İngilizce çevirisinde eklenmiştir; bunu izleyen köşeli parantezdeki ekleme de o zaman yapılmıştır.

rümler altında değişmez olup, *yalın (ya da basit) oyun yöntemleridir* (bkz. kesim *43*). Getirdiğimiz mutlak-serbestlik koşuluyla dışarlanmayan oyun yöntemleri, yalnızca[6*], mutlak bir (başlangıç) öğesinden yola çıkarak, öğelerin mutlak aralıklarının göz önünde bulundurulduğu yöntemlerdir[4].

Son olarak, mutlak-serbestlik koşulu ayrıca, rastlantısal bir dizide, sözgelimi, sonraki zar atışının önceki atışa bağımlı olmayacağı şeklindeki (bilinçli ya da bilinçsiz) varsayımsal beklentimizi de karşılamaktadır. (Zar sallamanın anlamı: Atışların birbirinden "bağımsız" olma durumunu sağlamaktır.)

59. Rastlantısal Diziler. Nesnel Olasılık. Tüm bu açıklamalardan sonra artık şu tanımı getirebiliriz:

Dizinin temel özelliklerinin sıklık sınır-değerleri, sonraki etkiden bağımsız –yani herhangi öncel-n-li dizgelere göre yapılan seçimler karşısında duyarsız– olduğunda, böyle bir özellik dizisi, özellikle de bir almaşık, *rastlantısal* demektir. Sonraki etkiden bağımsız olan sıklık sınır-değerini, referans dizisindeki ilgili özelliğin *nesnel olasılığı* olarak adlandırıyor ve bunu S imiyle gösteriyoruz. Diğer bir deyişle:

Rastlantısal bir α *dizisi* ve onun β temel özelliği için geçerli olan şudur:

$$_{\alpha}S'(\beta) = {}_{\alpha}S(\beta).$$

Başlangıçta ortaya koymamız gereken, bu tanımın, matematiksel olasılık kuramının ana önermelerinin –yani büyük ölçüde Bernoulli teoreminin– tümdengelimle türetilmesine olanak sağladığını göstermektir. Buradaki tanımı, daha sonra da *–64.* kesimde– sıklık sınır-değer kavramından arındırılmış biçimde yeniden değiştireceğiz[1*].

6*Burada geçen "yalnızca" sözcüğü, *ancak* (*kesitirilen*) oyun yöntemleri söz konusu olduğunda doğrudur; bkz. kesim *60*, dipnot 3* ve *Postscript*'imde kesim *54, dipnot 6.

4 Örneğin: Öğe numarası asal sayı olan tüm öğelerin seçimi.

1*Bugünkü koşullarda, "nesnel olasılık" kavramını farklı bir anlamda kullanır ve kavrama, *biçimsel olasılık hesabının tüm "öznel" yorumlarını* kapsayacak bir anlam yüklerdim; bu yorumlar, sıklık yorumunu ve özellikle de *Postscript*'imde geliştirdiğim, gerçekleşebilirliğin ölçüsü olarak olasılığın yorumunu da kapsamaktadır. Bu kesimde söz konusu kavram, yalnızca belirli bir biçimdeki sıklık kuramının geliştirilmesine yardımcı olmaktadır.

60. Bernoulli Problemi. 56. kesimde tartışılan, sonlu örtüşen parça dizileri için ele alınan birinci Newton formülü,

$$(1) \qquad \alpha_{(n)}S'(m) = \binom{n}{m} p^m \; q^{n-m}$$

sonlu α-dizisinin en az n-1-serbest olması durumunda türetilebilmektedir; aynı koşul sağlandığında formül, doğrudan *sonsuz* diziler ve onların sıklık sınır-değerlerine (S') aktarılabilir; buna göre en az n-1-serbest *sonsuz* α dizileri için şu geçerlidir:

$$(2) \qquad \alpha_{(n)}S'(m) = \binom{n}{m} p^m \; q^{n-m}$$

Rastlantısal diziler, sonraki etkiden bağımsız (yani, n-serbest) olduklarından, bu dizilerin her bir n öğesi için geçerli olan formül (2)'dir; yani *ikinci Newton formülü.*

Şimdi, *rastlantısal* α referans dizileri için (geliştirdiğimiz tüm yaklaşımlar bunlara yöneliktir) yalnızca formül (2)'nin değil, *üçüncü Newton formülünün* de geçerli olacağını göstermek istiyoruz:

$$(3) \qquad \alpha_{(n)}S(m) = \binom{n}{m} p^m \; q^{n-m}$$

Formül (3)'ün (2)'den ayrıldığı iki nokta vardır: Bunlardan biri, (3)'üncü formülün, örtüşen $\alpha_{(n)}$ parça dizileri için değil, bitişik α_n parça dizileri için kullanıldığı, diğeri ise, formülün, S' imini değil de S imini içermesidir. Bu biçimde, formül örtük olarak, *bitişik parça dizilerinin rastlantısal* özellikte ya da n-serbest olduklarını ileri sürmektedir; çünkü nesnel olasılık S, yalnızca rastlantısal diziler için tanımlanmıştır.

$\alpha_n S(m)$'in sorgulanmasını, başka bir deyişle, bitişik parça dizisi içersinde "*m*" özelliğinin nesnel olasılığının ne olduğu sorusunu (v. Mises'e göre) "Bernoulli problemi"[1] olarak adlandırıyo-

[1] *Örtüşen* parça dizileriyle ilgili olan soruyu, yani formül (2) yardımıyla yanıtlanmış $\alpha_{(n)}S(m)$'in ne olduğu sorusunu, *sanki Bernoulli problemi* olarak adlandırabiliriz; bkz. kesim *56*, dipnot 1 ve kesim *61*.

ruz. Bunun çözümü için; yani üçüncü Newton formülünün (ya da bitişik parça dizilerinin özel çarpım-teoreminin) türetilmesi için, α'nın n-serbest olması koşulu yeterli[2] olacaktır.

Formül (3)'ün tanıtlanması[1]* iki aşamada gerçekleştirilebilir. İlk olarak tanıtlanması gereken, formül (2)'nin yalnızca örtüşen $\alpha_{(n)}$ parça dizileri için değil, aynı zamanda bitişik α_n parça dizileri için de geçerli olduğu; sonra da bunların n-serbest olduğudur. (Tanıtlamayı ikinci aşamadan başlatmak yanlış olur; çünkü örtüşen $\alpha_{(n)}$-dizileri n-serbest değildir; onlar daha çok *sonraki etkiye bağımlı olan dizilere*[3] tipik bir örnektir.)

(Tanıtlamanın birinci aşaması.) Bitişik α_n parça dizileri, $\alpha_{(n)}$'in altdizileridir; bunlar $\alpha_{(n)}$-dizilerinden alışılagelmiş sıra seçimiyle elde edilir. Örtüşen dizilerin $\alpha_{(n)}S(m)$ sıklık sınır-değerlerinin, alışılagelmiş sıra seçimleri karşısında duyarsız olduklarını göstermeyi başardığımızda, tanıtlamanın birinci aşamasını (hatta daha da fazlasını) gerçekleştirmiş olacağız ve şunu ileri sürebileceğiz:

$$(4) \qquad \alpha_n S'(m) = \alpha_{(n)} S'(m).$$

Bu tanıtlamayı ilk olarak n = 2 için yapmak; yani şu formülün geçerli olduğunu göstermek istiyoruz:

$$(4a) \qquad \alpha_2 S'(m) = \alpha_{(2)} S'(m). \qquad (m \leq 2)$$

Bundan sonra, formülü tüm n'ler için genelleştirebiliriz.

$\alpha_{(2)}$-dizisinden tam olarak farklı iki bitişik α_2-dizisini seçe-

[2] REICHENBACH *(Axiomatik der Wahrscheinlichkeitsrechnung, Mathematische Zeitschrift 34*, 1932, s. 603), şöyle yazarak buna örtük olarak karşı çıkmıştır: "... normal dizilerde de n-serbesttir, *buna karşın tersinin gerekli olmadığını* söyleyebiliriz." Oysa Reichenbach'ın "normal dizileri", formül (3)'ün geçerli olduğu dizilerdir. (Getirdiğimiz tanıtlamanın yapılabilmesinin nedeni, "sonraki etkiden bağımsız" (yani, "n-serbestlik") ifadesinin, şimdiye kadar yapılmış gösterimlerden farklı olarak doğrudan değil de, "mutlak-serbestlik" kavramının yardımıyla tanımlamış ve böylelikle sözcüğün bütünüyle tümevarımsal işlemlerde kullanılabilirliğini sağlamış olmamızdır.)

[1]* Tanıtlama işlemi burada yalnızca kabaca ortaya konulmuştur. Bu tanıtlamaya ilgi duymayan okuyucular, doğrudan kesimin son paragrafına geçebilir.

[3] von Smoluchowsky, BROWN-Hareketler-Kuramını bu dizilere, yani sonraki etkiye bağımlı örtüşen parça dizilerine dayandırmaktadır.

biliriz: Bunlardan biri –bunu (A) ile betimleyeceğiz– $\alpha_{(2)}$ dizisinin birinci, üçüncü, beşinci, ... öğesini, yani α-dizisinin 1,2; 3,4; 5,6; ... öğe numaralı öğe çiftlerini içermektedir; diğeri ise –bunu (B) ile gösteriyoruz– $\alpha_{(2)}$-dizisinin ikinci, dördüncü, altıncı, ... öğesini, yani *a*-dizisinin, 2,3; 4,5; 6,7; ... numaralı öğe çiftlerini içermektedir. Formül (4a), (A) ya da (B) dizilerinden herhangi *biri* için geçerli olmadığında –sözgelimi, 0,0-parçası (çifti) (A) dizisinde *sıkça* ortaya çıktığında– (B) dizisinde tümleyici bir sapmanın ortaya çıkması beklenir; başka bir deyişle: 0,0-parçası *seyrek* olarak görünür olacaktır (öğelerin "sıkça" ya da "seyrek" ortaya çıkması, Newton formülüne göre yorumlanmaktadır). Ne var ki bu durum, α'nın sonraki etkiden bağımsız olma koşuluyla çelişmektedir; çünkü 0,0-çifti (A) dizisinde (B) dizisine göre daha sık göründüğünde, 0,0-çifti, yeterince uzun α-parçalarında, başka aralıklarda olduğundan daha sık olarak *ayırt edici özellikteki aralıklarda* ortaya çıkacaktır: 0,0-çiftinin, her iki α_2-dizisinden *birine* ait olacağı aralıklar daha sık; 0,0-çiftinin, *her iki* α_2-dizisine ait olacağı aralıklar daha seyrek olacaktır. Bu durum da, α'nın n-serbestliğiyle ters düşmektedir; çünkü, $\alpha_{(n)}$-dizisi içersinde, n uzunluğundaki belirli bir parçanın sıklığı, mutlak-serbestlik ilkesine göre (ikinci Newton formülünde de görüldüğü gibi), yalnızca içinde geçen birlere ve sıfırlara bağımlı olabilir, parçadaki *düzenine* değil[2*].

Böylece (4a) formülü tanıtlanmıştır. Tanıtlamayı tüm n'ler için kolayca genelleştirebileceğimizden, (4)'üncü formülün de geçerli olduğunu söyleyebiliriz. Bunu yapmakla, tanıtlamanın birinci aşaması tamamlanmıştır.

(Tanıtlamanın ikinci aşaması.) α_n-dizilerinin n-serbest olmaları gerektiğini yukardakine benzer bir biçimde gösterebiliriz. Kendimizi önce yine α_2-dizileriyle sınırlandıralım ve buradan yola çıkarak onların 1-serbest olduklarını tanıtlayalım. α_2-dizilerinin birinde –örneğin; (A) dizisinde– 1-serbestliğin yer

[2*] Bu yaklaşım, şu yorumlamalarla belki biraz daha anlaşılır olacaktır: 0,0-çiftleri, belirli ayırt edici özellikteki aralıklarda, başka aralıklarda olduğundan daha sık ortaya çıktığında, buna dayanarak, oyuncunun şansını bir ölçüde düzeltebilecek basit bir oyun yöntemini kolaylıkla yapılandırabilir. Ancak, böyle ileri sürülen oyun yöntemleri, dizi parçasının "mutlak n-serbest" olduğu koşuluyla bağdaştırılamaz. Tanıtlamanın "ikinci aşaması" da aynı düşüncelere dayanmaktadır.

almadığını varsayalım. Bu durumda, (A) dizisinde görünen en azından *tek bir* ikili parçayı (belirli bir α-çiftini) –örneğin; 0,0-parçasını–, başka bir parça –örneğin; 1,1-parçası–, n-serbestliğin yer aldığı bir (A) dizisinde olduğundan, daha sık izliyor olmalıdır. Başka bir deyişle: (A) dizisinden 0,0-öncel parçalarına göre seçilmiş altdizide yer alan 1,1-parçası, Newton formülünden beklediğimizden, daha fazla sıklıkla ortaya çıkıyor olacaktır.

Ne var ki, yürüttüğümüz bu tahmin, α-dizisinin mutlak-serbestliğiyle çelişmektedir: (A) dizisinde, 0,0-parçasını 1,1-parçası sıkça izleyecek olduğunda, (B) dizisinde bunu karşılayan tersi bir durum ortaya çıkmalıdır, aksi halde α-dizisindeki 0, 0, 1, 1 dörtlü-değer sıkça görünür. Böyle olduğunda, α-dizisinin yeterince uzun parçaları içerisinde, 0, 0, 1, 1 dörtlü-değer belirli *ayırt edici özellikteki aralıklarda* fazlasıyla görülmektedir. Bu aralıklar, ilgili ikili-çiftin *tek ve aynı* α_2-dizisine ait olmasıyla belirlenmiştir. Buna karşın, başka ayırt edici özellikteki aralıklarda –yani, ikili-çiftin *her iki* α_2-dizisine ait olmasıyla oluşan aralıklarda–, dörtlü-değer daha seyrek ortaya çıkacaktır. Görülüyor ki, daha önce de olduğu gibi, aynı sorunla karşı karşıya kalmış bulunmaktayız ve benzer düşüncelerle, öğenin ayırt edici özellikteki aralıklarda ortaya çıkmasını beklememizin, α-dizisinin sonraki etkiden bağımsız olması koşuluyla bağdaşmaz olduğunu gösterebiliriz.

Bu tanıtlama da genelleştirilebilir; öyle ki, α_n-dizileri için yalnızca 1-serbestlik değil, her n için n-serbestlik koşulu –yani dizinin *rastlantısal özellikte* olduğu ileri sürülebilir.

Böylece, tanıtlamanın her iki aşaması da gerçekleştirilmiştir: (4)'üncü formülde yer alan S^v simgesi yerine S imini yerleştirebiliriz; yani üçüncü Newton formülünü, Bernoulli probleminin çözümü olarak düşünebiliriz.

Bu işlemlerle ayrıca, örtüşen $\alpha_{(n)}$- dizilerinin, α, sonraki etkiden bağımsız olduğunda, "alışılagelmiş sıra seçimi" karşısında duyarsız olduklarını tanıtladık.

Aynı durum bitişik α_n-dizileri için de geçerlidir; çünkü α_n-dizisinden "alışılagelmiş her bir sıra seçimi", aynı zamanda $\alpha_{(n)}$'den yapılmış bir seçim olarak da algılanabilir. Tüm bunları

α-dizisi için de söyleyebiliriz; çünkü bu da hem $\alpha_{(1)}$ hem de α_1 biçiminde yazılabilir.

Öte yandan şunları da tanıtlamış olduk: Dizinin, n-serbestlik koşuluyla; yani çevre seçimlerinin özel bir türü karşısındaki duyarsızlığıyla, "alışılagelmiş sıra seçimleri" karşısında da duyarsız olduğu; ayrıca kolayca anlaşılacağı gibi, çevresinin sabit (öğe numarasına bağlı olarak değişmez) ayırt edici bir özelliğine göre öğenin seçildiği "salt" çevre seçimleri karşısında, dizinin duyarsız olduğu; ve son olarak, dizinin her iki seçme biçiminin tüm3* birleştirimleri karşısında da duyarsız olduğu gösterilmiştir.

61. Büyük Sayılar Yasası (Bernoulli Teoremi). Bernoulli teoremi ya da (birinci[1]) "Büyük Sayılar Yasası", üçüncü Newton formülünden salt cebirsel işlemlerle, n ile, $n\to\infty$ sınırına gidilebileceği koşulu var olduğunda türetilebilir. Bu nedenle Bernoulli teoremi, yalnızca sonsuz α-dizileri için türetilebilir; çünkü α_n-dizilerinin n-parçaları, ancak böyle dizilerde sınırsız bir biçimde büyüyebilir; ve mutlak-serbest α-dizileri için türetilebilir; çünkü ancak herhangi bir n için n-serbestlik koşulu ileri sürüldüğünde, sınır geçişini n ile yapmak mümkün olacaktır.

Bernoulli teoremi, Bernoulli problemi diye adlandırdığımız, $\alpha_n S(m)$'in sorgulanmasıyla yakından ilintili olan bir problemin çözümüdür. *56.* kesimde de belirttiğimiz gibi, bir n-parçası m sayıda sıfır içerdiğinde "m" özelliğine sahiptir; böyle olduğunda, bu (sonlu) dizideki birlerin göreli sıklığı doğal olaral $^m/_n$'dir. Buna göre şu tanımı getirebiliriz: parçadaki birlerin göreli sıklığı, α-dizisi içersindeki birlerin $_\alpha S(1)=p$ olasılık değerinden, önceden verilmiş küçük seçilebilen herhangi bir δ-değerine oranla daha az sapma gösterdiğinde; yani $|^n/_m - p|<\delta$ olduğunda, α'nın bir n-parçası, "Δp" özelliğine sahiptir; diğer durumda parçanın özelliği, "$\overline{\Delta p}$" (Δp değildir). Görüldüğü gibi, Bernoulli teoremi,

3*Şimdi artık, "tüm" sözcüğünün buradaki yerini yanlış buluyorum. Bunun yerine, "oyun yöntemleri olarak kullanılabilen tüm ..." biçiminde, biraz daha açık bir tanımlama getirilmeliydi. Bkz. kesim *58*, dipnotlar 1* ve 6*; aynı zamanda *Postscript*'imde A. Wald'a yaptığım gönderme, kesim *54, dipnot 6.

1 von Mises, Bernoulli'nin (ya da Poisson'un) teoremiyle, bunun tamçevriği diye adlandırdığı Bayes teoremini, "Büyük Sayıların İkinci Yasası" olarak karşı karşıya getirmektedir.

sıklığın ya da α_n-dizileri içersindeki "Δp" özelliğindeki parçaların olasılık değerinin ne olduğu sorusunu yanıtlamaktadır; başka bir deyişle, $\alpha_n S(\Delta p)$'yi sorgulamaktadır.

Kesin bir δ-değeri (δ>0) belirlendiğinde, bu parçaların sıklıklarının; yani $\alpha_n S(\Delta p)$ değerinin, n'le tekdüze artacağı aşikârdır. Bernoulli'nin türettiği formül (bunu, olasılık hesabının yer aldığı tüm ders kitaplarında bulabilirsiniz), Newton formülüne dayanarak, söz konusu artışın bir kestirimidir. Bernoulli, sınırsız olarak artan n ile, $\alpha_n S(\Delta p)$ değerinin, çok daha küçük olarak belirlenmiş δ-değeriyle, 1'e yakın en büyük olasılık değerine doğru sınırsız yaklaştığını bulmuştur. Bunu sembollerle gösterdiğimizde şu formülü elde ederiz:

(1)

$$\lim_{n\to\infty} \alpha_n S(\Delta p) = 1$$

(her bir "Δp" değeri için).

Bu formül, *bitişik* parça dizileri için üçüncü Newton formülünün bir türevidir. Buna benzeyen ve *örtüşen* parça dizileri için kullandığımız ikinci Newton-Formülü de, bizi doğrudan

(2)

$$\lim_{n\to\infty} \alpha_{(n)} S'(\Delta p) = 1$$

formülüne götürür. Bu formül, örtüşen parça dizileri ve onların alışılagelmiş sıra seçimleri, yani (özellikle Smoluchowski tarafından incelenen) *sonraki etkiye bağımlı olan diziler*[2] için geçerli olup, örtüşmeyen ve bu nedenle n-serbest olan parça dizileri için başvurulduğunda formül (1)'e dönüşür. Formül (2)'yi "sanki"-Bernoulli teoremi diye adlandırıyoruz. Bernoulli teoremi için aşağıda getireceğimiz tüm açıklamalar, "sanki"-Bernoulli teoremine de içeriksel olarak uyarlanabilir.

Bernoulli teoremini –yani formül (1)'i– sözel olarak şu biçimde ifade edebiliriz: [Birlerinin sıklığı, p-değerindeki α-olasılığından verilmiş herhangi küçük bir δ-değeri kadar sapma gös-

[2] Bununla ilgili olarak bkz. kesim *60*, dipnot 3; ve kesim *64*, dipnot 5.

teriyorsa, böyle bir rastlantısal α-dizisinin sonlu bir parçasını, "*belirgin özellikleri yansıtan bir örnek*" (daha doğrusu: "δ-değerinin örneği") olarak adlandıralım. Bu durumda şunu söyleyebiliriz: Yeterince uzun olan neredeyse tüm parçalar "*örnek-parçalardır*"; ya da böyle bir tanımlama yapmayarak daha ayrıntılı olarak[1*:] Rastlantısal bir α-dizisinin sonlu ve yeterince uzun parçasındaki göreli sıklıkların, bu dizinin p-olasılık-değerinden gösterdiği herhangi az bir sapmaya ilişkin, 1'e yakın herhangi bir olasılık vardır.

Bu tanımlamada "olasılık" (ya da "olasılık-değeri") sözcüğü iki kez geçmektedir. Peki bu sözcük burada nasıl *yorumlanmalıdır*? Bunun yanıtı, getirdiğimiz sıklık tanımı anlamında, aşağıdaki çeviri olacaktır: [Yeterince uzun tüm parçaların birçoğu, "*örnek-parçalardır*"; bu da şu anlama gelmektedir:] Yeterince uzun, sonlu tüm parçaların çoğunda, göreli sıklık, ilgili dizideki (varsayımsal olarak belirlenmiş) p-sıklık-sınır-değerinden az herhangi bir sapma gösterir; ya da kısaca: p-sıklık-değeri, yeterince uzun parçaların hemen hemen hepsinde yaklaşık bir değerde "kendini göstermektedir".

Bundan başka bir de, Bernoulli'nin ortaya attığı $\alpha_{n}S(\Delta p)$ sıklık-değerinin, artan n-parça-uzunluğuyla tekdüze arttığını ve bu nedenle azalan n-parça-uzunluğuyla da tekdüze azaldığını –yani kısa parçalarda sıklık sınır-değerinin oldukça seyrek "kendini gösterdiğini"– düşündüğümüzde, şunu söyleyebiliriz:

Bernoulli teoremine göre, "mutlak-serbest" ya da "rastlantısal" diziler, kısa parçalarda sık sık p'den oldukça büyük sapmalar; yani oldukça büyük "dalgalanmalar" gösterecektir; uzun parçaların çoğunda ise, dizinin artan uzunluğuna bağlı olarak sapmalar, genelde p-değerinden daha küçük olacaktır –öyle ki, söz konusu parçaların yeterince uzun olmalarıyla çoğu sapma, herhangi bir küçük değerde olacak; ya da büyük sapmalar, seyrek biçimde ortaya çıkacaktır.

Buna göre, rastlantısal bir dizinin oldukça büyük, sonlu bir parçasında yer alan sıklıkları, görgül bulgularımıza dayanarak, istatistiksel olarak çıkardığımızda, hemen hemen çoğu durumlar-

[1*]Kitabımın ilk baskısında, "örnek-parça" kavramına yer verilmediğinden, burada, sözcüğe ilişkin "ayrıntılı bir tanımlama" yapmış bulunmaktayım.

da şu sonucu elde edebiliriz: Söz konusu diziye ait, ayırt edici özellikte bir ortalama sıklık-değeri görülmektedir; öyle ki, tüm parça içerisinde ve hemen hemen tüm büyük altparçalarda ortaya çıkan göreli sıklıklar, bu ortalama değerden çok az bir sapma gösterirken, daha küçük altparçalarda görülen göreli sıklıklar, parçalar küçüldükçe, ortalama değer etrafında daha büyük dağılmalar göstermektedir. İstatistiksel olarak saptanabilen sonlu dizilerdeki bu durumu, kısaca dizinin, *"sanki"-yakınsak davranışı* [ya da, *istatistiksel olarak kararlı davranışı*[2*]] olarak nitelendirmek istiyoruz.

Bernoulli teoreminde ileri sürülen durumlar –yani rastlantısal dizilerdeki küçük parçaların genelde daha büyük sapmalar; buna karşın büyük parçaların yakınsaklığa benzer bir davranış göstermesi; başka bir deyişle, küçük parçalarda, düzensizlik ya da gelişigüzelliğin; büyük parçalarda ise, düzenlilik ya da değişmezliğin yer alması– genelde *Büyük Sayılar Yasası* olarak adlandırılmaktadır.

62. Bernoulli Teoremi ve Yorumlama Sorunu. Bir önceki kesimde de değindiğimiz gibi, Bernoulli teoremini sözcüklerle ifade ettiğimizde, "olasılık" sözcüğü iki kez karşımıza çıkmaktadır.

Sıklık kuramı, hiçbir kuşkuya yer vermeksizin, her iki yerde geçen bu sözcüğü tanıma uygun başka sözcüklere anlatabilmekte ve "Büyük Sayılar Yasası" çerçevesinde, Bernoulli'nin formülünü anlaşılır bir yorumla ortaya koyabilmektedir. Peki, aynı yorulamayı öznel (mantıksal) kuram da yapabilir mi?

"Olasılığın, akıl yürütmenin" bir "derecesi" olduğunu ileri süren öznel yorumlamaya göre, kuramcının: "... nın olasılığı, 1'e yakın herhangi bir değerdedir", biçimindeki anlatımı, haklı olarak: "... *neredeyse kesindir*[1]" anlatımıyla yorumlaması, kendi içinde tutarlıdır; ama kuramcı, örneğin Keynes[2] gibi: "Göreli sıklık-

[2*] Keynes, "Büyük Sayılar Yasasıyla" ilgili olarak, "istatistiksel sıklıkların kararlılığı" biçimindeki betimlemenin, söz konusu yasa için çok daha iyi bir tanımlama olduğunu vurgulamaktadır. (Bkz. onun, *Treatise* adlı çalışması, s. 336.)

[1] von Mises de, "neredeyse kesindir" ifadesini kullanmaktadır; ancak onun kullandığı anlamda, ifadenin doğal olarak, 1'e yakın *(ya da 1'e eşit) bir değerdeki sıklıkla *tanımlanmış* olduğu düşünülmelidir.

[2] KEYNES, *Über Wahrscheinlichkeit* (1926), s. 279.

ların, *p olasılık değerinden* gösterdikleri herhangi az bir sapma(nın) ...", biçiminde sözlerine başladığında, "olasılık" sözcüğü yerine başka anlatımlara başvurmak, belirgin bir sorun yaratacaktır. Bu haliyle, söylenenler oldukça anlaşılır niteliktedir; oysa "*olasılık*" sözcüğü kaldırılıp, yerine öznel kuramcıların yorumundaki anlatım yerleştirildiğinde, söylenenler tümüyle anlaşılmaz olacaktır[1*]: "Göreli sıklıkların, akıl yürütmenin derecesi (!) olan p-değerinden gösterdikleri herhangi az bir sapma neredeyse kesindir." Göreli sıklıkların yalnızca göreli sıklıklarla karşılaştırılabileceği ve yalnızca göreli sıklıklara bağlı olarak sapma gösterebileceği ya da gösteremeyeceği aşikârdır. Bu nedenle de Bernoulli teoreminin tümdengelimine dayanarak, p-değerini önceden kararlaştırılmış anlatımdan farklı bir biçimde yorumlamak (burada kastedilen, "göreli sıklık" yerine, "akıl yürütmenin derecesi" anlatımın kullanılmasıdır), kuşkusuz kabul edilebilir değildir[3].

Görülüyor ki, öznel kuram, Bernoulli'nin formülünü, büyük sayıların *istatistiksel* yasası anlamında yorumlayamamaktadır. İstatistiksel yasalardan, ancak sıklık kuramı çerçevesinde bir türetim elde etmek mümkündür. Buna karşın, doğru, öznel bir ku-

[1*] Bu noktayı biraz daha ayrıntılı ele almak belki de iyi olacaktır. Keynes (bir önceki dipnotta anılan kesimin başında), şöyle yazmaktadır: "Belli bir olayın belirli koşullar altında ortaya çıkma olasılığı p ise, olayın ortaya çıktığı durumların sayısıyla, durumların toplam sayısı arasındaki oranın en olasılı değeri p'dir ..." Keynes'in bu yazdıkları kendi kuramına göre, şu anlatımlara dönüştürülebilecektir: "Belli bir olayın ortaya çıkışına ilişkin ussal beklentinin derecesi p ise, bu durumda olayların sayısal bir orantısı, başka bir deyişle, göreli sıklığı yine p'dir –yani olayların ortaya çıkışına ilişkin ussal beklentimiz en üst derecede olabilir görünmektedir." Burada "ussal beklenti" anlatımının kullanımına karşı çıkmıyorum. (Bu kullanımı, "neredeyse kesindir" ifadesiyle yine anlatabiliriz.) Burada getireceğim tek eleştiri, p'nin bir yandan ussal beklentinin derecesi, sonra da sıklık-değer olmasıdır. Başka bir deyişle, görgül olarak verilmiş bir sıklığın, ussal bir beklentinin derecesiyle eşanlamlı tutulması gerektiğini ve daha da derinliğine giren bir kuramın, bunu tanıtlayabileceğini kabul etmiyorum. (Bununla ilgili olarak bkz. kesim *49* ve Ek *IX.)

[3] Benzer bir bağlamda ilk olarak von Mises bu noktaya işaret etmiştir: *Wahrscheinlichkeit, Statistik und Wahrheit* (1928), s. 85.

Buna ek olarak bir de şunu söylemek istiyoruz: Göreli sıklıklar, "bildiklerimizin kesinlik dereceleriyle" karşılaştırılamaz; çünkü kesinlik derecelerinin sayısal düzenlenimi uzlaşıma bağlıdır; ve 0 ile 1 arasındaki ondalık sayıların ilişkilendirilmesiyle yapılamaz. *Ancak (ve ancak)*, öznel kesinlik derecelerinin metriği, göreli sıklıkların ilişkilendirilmesiyle *tanımlandığında*, öznel kuram çerçevesinde büyük sayılar yasasının bir türetimi mümkün olabilecektir (bkz. kesim *73*).

ramdan –örneğin Bernoulli teoremini[2*] "köprü" olarak kullanarak– istatistiğe ulaşmak, olanaksızdır.

63. Bernoulli Teoremi ve Sınır-Değer Sorunu. Büyük sayılar yasasının –yani Bernoulli teoreminin– türetilmesiyle ilgili olarak, yukarıda betimlediğimiz tümdengelim, bilgikuramsal açıdan doyurucu değildir. Bunun da nedeni, şimdiye kadar üzerinde durduğumuz *sınır-değer belitinin* üstlendiği işlevin yeterince belirgin olmayışıdır.

Araştırmalarımızı, sıklık sınır-değerlerinin yer aldığı matematiksel dizilerle sınırladığımızdan, böyle bir beliti örtük olarak şart koşmuştuk (bkz. kesim *57*). Buna göre, araştırmalarımızın sonucunda vardığımız nokta; yani büyük sayıların –ya da mutlak-serbest dizilerin yakınsaklığı andıran davranışlarının– tümdengelimle türetilmesi, belki de anlamsız olarak nitelendirilebilir; çünkü getirdiğimiz belitsel önkoşul yakınsaklıktır.

Böyle bir yaklaşımın doğru olmayacağını, v. Mises şu biçimde ortaya koymuştur[1]: Sınır-değer belitini doyuran diziler vardır; ama Bernoulli teoremi bunlar için geçerli değildir; çünkü bu dizilerde, herhangi uzun bir n-parçası, p'den büyük herhangi bir sapma göstererek 1'e yakın bir sıklıkla ortaya çıkmaktadır. (p-sınır-değeri, yukarıya ve aşağıya doğru sınırsız büyüyen dalgalanmaların birbirlerini götürmesiyle oluşmaktadır.) Bu tür diziler, onlara bağlı sıklık dizileri yakınsak da olsa, herhangi uzun bir parçada sık sık "ıraksaklığı andıran" bir davranış göstermektedir. O halde, büyük sayıların yasası, sınır-değer belitinin "alelade" bir vargısından başka bir şey değildir; çünkü bu belit, onun tümdengelimle türetilmesi için yeterli değildir: Değişiklikler getirerek ortaya koyduğumuz gelişigüzellik belitinden ya da mutlak-serbestlik koşulundan vazgeçemeyiz.

Burada yapılandırdığımız, bizi, büyük sayılar yasasının sınır-değer belitinden kesinlikle *bağımsız* olabileceği düşüncesine gö-

[2*] Buna karşın, Bernoulli teoremini, "gerçekleşebilirliğin" ölçüsü olarak olasılığın *nesnel* yorumundan, istatistiğe uzanan bir "köprü" olarak kullanabiliriz. Bkz. *Postscript*'im, *49.-*57. kesimler.

[1] v. MISES, buna örnek olarak, altı basamaklı bir karekök tablosunun sonunda yer alan rakamlar dizisini getirmektedir. Bkz. örneğin *Wahrscheinlichkeit, Statistik und Wahrheit* (1928), s. 86vd.; *Wahrscheinlichkeitsrechnung* (1931), s. 181vd.

türmektedir. Bu düşüncenin akla yatkın olması, Bernoulli teoreminin doğrudan Newton formülünden çıkarsanan cebirsel bir vargı olmasındandır. Ancak daha önce gösterebildiğimiz kadarıyla (birinci) Newton formülü –doğal olarak hiçbir sınır-değer beliti olmaksızın– yalnızca *sonlu* diziler için türetilebilmektedir; bunun türetilmesinde de, α referans dizisinin en az n-1-serbest olması gerektiğini şart koşmuştuk –bu aslında, özel çarpım teoreminin ve bununla birlikte birinci Newton formülünün geçerliliğini sağlayan bir koşuldur. Bir sınır geçişi yapmak, yani Bernoulli teoremine varmak, ancak n sayısını sınırsız büyüklükte seçebileceğimizi varsaydığımızda mümkün olacaktır. Buradan da anlaşılıyor ki, Bernoulli teoremi, yalnızca yeterince büyük bir n için n-serbest olan *sonlu* dizilerde yaklaşık olarak geçerlidir.

O halde, Bernoulli teoreminin tümdengelimle türetilmesinde önemli gibi görünen, bir sıklık sınır-değerinin var olması değil, dizinin n-serbest olmasıdır. Burada sınır-değer kavramının işlevi pek de önemli değildir: Bu kavram adeta, göreli sıklık kavramının (bu, başlangıçta yalnızca sonlu kümeler için tanımlanmıştır ve onsuz mutlak-serbestlik kavramı formüle edilememektedir), sınırsız devam ettirilebilen dizilere uyarlanabilmesi için kullanılan yardımcı bir "araçtır".

Öte yandan Bernoulli'nin, teoremini, sınır-değer beliti tanımayan klasik kuram çerçevesinde özel çarpım teoreminden tümdengelimle türettiğini ve ayrıca sıklık *sınır-değeri* olarak olasılığın tanımlanmasının klasik biçimciliğin bir *yorumu* (kaldı ki bu kabul edilebilen tek yorum değildir) olduğunu da unutmamalıyız.

Aşağıda, Bernoulli teoreminin sınır-değer belitinden bağımsız olabileceğini tanıtlamaya çalışacağız. Bunu yaparken izleyeceğimiz yol şudur: Temel özelliklerinde *sıklık sınır-değeri* olmayan matematiksel diziler için de *mutlak-serbestlik* koşulunu ileri sürerek, bu teoremi tümdengelimle türetmek[1*].

[1*]Bir sınır-değer belitine başvurulmasıyla ilgili olarak o zamanlar duyduğum kaygıları ve hesaplamaların, böyle bir belit olmadan da yürütülebileceği biçimdeki savımı hâlâ haklı buluyorum; bu da, Ek IV, dipnot 2* ve Ek *VI'da geliştirilen düşüncelere dayanmaktadır. Anılan kesimlerde, yakınsaklığın (yakınsaklık, "rastlantısal özellikte olan en kısa dizi" ile tanımlandığında) rastlantısal özellikten *ortaya çıktığı* ve bu nedenle kendi başına var olmayacağı gösterilmektedir. Öte yandan, klasik biçimciliğe

Ancak bunları tanıtlayabildiğimizde, büyük sayılar-yasasının tümdengelimini bilgikuramsal açıdan doyurucu olarak nitelendirebiliriz; çünkü rastlantısal görgül dizilerin, *61.* kesimde değindiğimiz, kendine özgü *sanki-yakınsak* davranışını gösterdiklerini "deneyimlerimizden" biliyoruz: Uzun parçalardan elde ettiğimiz istatistiksel kayıtlarla, göreli sıklıkların her zaman sabit bir değere yaklaştığını, sapmalarının yer aldığı aralıkların sürekli küçüldüğünü saptayabiliriz. Uzun uzun tartışılan bu "deneyim olgusu" –büyük sayılar yasasının görgül olarak doğrulanması– farklı biçimlerde yorumlanabilir. Tümevarım mantığını güden kuramcılar, bu olguyu daha çok, temel alınan ya da daha yalın bir önermeye dayanmayan bir doğa yasası, tartışmasız kabul edilmesi gereken, dünyamızın kendine özgü bir özelliği olarak değerlendirmektedir; onlara göre, bu doğa yasası, örneğin "sınır-değer beliti" biçiminde olasılık kuramının en üstünde yer almalıdır; böylece olasılık kuramı, doğabilimsel bir kuram niteliğine bürünebilecektir.

Bizse söz konusu bu "deneyim olgusuna" farklı bir şekilde yaklaşmaktayız: Bu olgunun, tümdengelimsel olarak ya da geriye dönerek çıkarsanabilir olduğunu; yani deneyim olgusunun, dizinin rastlantısal özelliğinden –başka bir deyişle, mutlak-serbestliğinden– eşsözel olarak türetilebilir olduğunu varsayıyoruz. Bize göre, zaten Bernoulli-Poisson teoreminin önemli bir başarısı, söz konusu "deneyim olgusunun" eşsözel bir önerme olarak tanıtlanmasına ışık tutmasıdır –yani küçük dizilerdeki düzensizliğin, belli koşullar altında (eğer düzensizlik, kendisine göre tanımlanmış mutlak-serbestlik koşuluna karşılık geliyorsa), *mantıksal olarak* büyük dizilerde düzeni ya da yakınsaklığı *doğurduğunu* göstermesidir.

İşte, sınır-değer beliti koşulu olmaksızın, Bernoulli teoremini tümdengelimle türetebilmeyi başardığımızda, büyük sayılar yasasının bilgikuramsal sorununu, belitsel bir bağımsızlığa

yaptığım göndermenin geçerliliği, olasılığın neo-klasik (ölçü-kuramsal) kuramında görülmektedir; bu konu, *Postscript*'imin *III. bölümünde geliştirilmiştir. Ayrıca Borel'in "normal sayıları" da bunu doğrulamaktadır. "Temel özelliklerinde *sıklık sınır-değeri olmayan* matematiksel diziler..." sözlerinde ileri sürdüğüm savın, artık geçerli olmadığını düşünüyorum; ama bu kesimdeki diğer paragraflarda söylediklerimi halen savunuyorum.

(yani salt mantıksal olan bir soruya) dayandırmış olacağız. Bu tümdengelimle, ayrıca tüm pratik uygulamalarda (görgül dizilerin yaklaşık değçrinin bulunmasında), sınır-değer belitinin neden bu denli işlerliği olduğu da açıklanmış olacaktır. Yakınsaklık gösteren dizilerle kendimizi sınırlandırmamız gerekli olmasa da, yine de mantıksal nedenlerden dolayı sanki-yakınsak davranışı göstermesi gereken görgül dizilerin yaklaşık bir değerinin bulunması için, öncelikle *yakınsaklık gösteren* matematiksel dizilere başvurmamız, anlamsızmış gibi düşünülmemelidir.

64. Sınır-Değer Belitinin Dışlanması. Şans Oyunları Kuramındaki Temel Sorununun Çözülmesi. Şimdiye kadar geliştirdiğimiz olasılık kuramında, sıklık sınır-değerinin üstlendiği işlev, sonsuz referans dizilerine uygulanabilen (ve belirgin olan) göreli sıklığın bir kavramından başka bir şey değildir. Mutlak-serbestlik kavramı, bu sözcüğün yardımıyla tanımlanabilmektedir; anımsayacak olursak, öncellerin seçimi karşısında duyarsız olması gereken, göreli sıklık-değerdir.

Sınır-değer belitini ortaya koyarken, araştırmamızda kendimizi sıklık sınır-değerleri olan almaşıklarla sınırlandırmıştık. Artık bu beliti dışlamak için getirdiğimiz sınırlandırmayı, başka bir sınırlandırma getirmeksizin ortadan kaldırmak istiyoruz. Bu da, sıklık sınır-değer kavramının işlevini üstlenecek ve bununla birlikte istisnasız *tüm* sonsuz referans dizilerine uygulanabilecek bir sıklık kavramını oluşturmamız gerektiği anlamına gelmektedir[1*].

Böyle bir sıklık kavramı, *dizideki göreli sıklıkların yığılma noktasını* dile getiren kavramdır. (Bir dizinin yığılma noktasının değeri d demek, dizide "sürekli" –yani her öğeden sonra– değerleri d'den herhangi az bir sapma gösteren öğelerin olması anlamına gelir.) Bu kavramın, hiçbir kısıtlama getirmeksizin tüm sonsuz referans dizilerine uygulanabilir olduğunu, sonsuz her almaşığa ait göreli sıklıkların yer aldığı dizide *en az bir* yığılma noktasının olması gerektiği gerçeğini göz önünde bulundurduğumuzda gö-

[1*]Yakınsaklığı *baştan şart koşmamak* için bir sonraki paragrafta, *tanıtlanabilir* bir durum olan, sıklık noktalarının varoluşunu ortaya koymayı amaçladım. Tüm bunlar, 57. kesimdeki dipnot 1* ve Ek *VI'da gösterilen yöntemi uyguladığımızda gerekli olmayacaktır.

receğiz; çünkü, göreli sıklıklar hiçbir zaman 1'den daha büyük ve 0'dan daha küçük olamayacağından, onların yer aldığı dizi 1 ve 0 değerleriyle "sınırlandırılmış" olacaktır; ama sonsuz sınırlandırılmış bir dizi olarak, bu dizinin (Bolzano-Weierstraß'a göre) *en az bir* yığılma noktasına sahip olması gerekmektedir[1].

Burada getirmiş olduğumuz anlatım –yani, "bir α almaşığına ilişkilendirilmiş dizinin göreli sıklıklarının her bir yığılma noktası"–, yerine kısaca, *α'nın ortalama sıklığı* diyeceğiz. Bu durumda artık şu geçerli olacaktır: α almaşığına ait *yalnız ve yalnız tek bir* ortalama sıklık değeri varsa, bu değer aynı zamanda söz konusu almaşığın sıklık *sınır-değeridir;* ya da tersini söylecek olursak: α-almaşığının bir sıklık sınır-değeri yoksa, almaşığın birden fazla[2] ortalama sıklık değeri olmalıdır.

Ortalama sıklık kavramı, burada tanıtlamak istediğimiz durum için çok işimize yarayacaktır: Nasıl, bir α-dizisinin sıklık sınır-değerinin p olabileceği şeklinde (örneğin varsayımsal) bir *tahmin* yürütebiliyorsak, aynı biçimde, bir α-dizisinin ortalama sıklık değerinin p olabileceği şeklinde bir *tahmin* de yürütebiliriz; ayrıca, –belirli önlemler aldığımızda[3]– bu biçimde ortaya koyduğumuz ortalama sıklık değerini hesaba katarak, sıklık sınır-değeriyle yaptıklarımıza benzer *hesaplamalar* yapabiliriz. Hepsinden önemlisi, ortalama sıklık kavramı, hiçbir kısıtlama getirmeksizin, akla gelebilecek tüm sonsuz referans dizilerine uygulanabilir bir kavramdır.

Daha önce, sıklık sınır-değeri için kullandığımız $_{\alpha}S'(\beta)$ simgesini, ortalama sıklık değeri için yorumlamaya çalıştığımızda ve nesnel olasılığın tanımını (kesim *59*) buna göre değiştirdiğimizde, formüllerimizin çoğu yine türetilebilecektir; ama karşımıza şöyle *bir* sorun çıkacaktır: Ortalama sıklıklar *belirgin değildir.* Örneğin, varsayımsal olarak $_{\alpha}S'(\beta)=p$ biçiminde bir ortalama sıklık değeri belirlediğimizde, $_{\alpha}S'(\beta)$'nın p'den başka değerleri de *ola-*

[1] Bu, şimdiye kadar var olan olasılık kuramı tarafından nedense dikkate alınmamış bir durumdur.

[2] Bir referans dizisine ait *birden* fazla ortalama sıklık değeri olduğunda, bu değerler, kolayca da görülebileceği gibi, süreklilik oluşturacaktır.

[3] "Bağımsız seçim" kavramını daha önce düşündüğümüzden daha kesin bir biçimde yorumlamalıyız; aksi halde, özel çarpım teoreminin geçerliliği tam olarak tanıtlanamayacaktır. Bununla ilgili olarak getirdiğim ayrıntılar, kesim *51,* dipnot 3'te değindiğim çalışmada yer almaktadır. *(Bu çalışma, şimdi Ek *VI'yla yeniden düzeltilmiştir.)

bilecektir. Bu durumun ortaya çıkmasını önlemek istediğimizde de, sınır-değer belitini getirmiş olacağız. Öte yandan, nesnel olasılığı, belirginlik koşulunu ileri sürmeden mutlak-serbest olan bir ortalama sıklık-değer olarak tanımladığımızda[4], bu kez (başlangıçta) *belirgin olmayan bir olasılık kavramı* karşımıza çıkacaktır; çünkü bazı durumlarda, bir diziye ait mutlak-serbest birden fazla ortalama sıklık yer alabilecektir (bkz. Ek IV, c). Her şeye rağmen tanıtlamamızın sonunda, *belirgin* olasılıklara ulaşacağımızı düşünüyoruz; başka bir deyişle: Tek bir referans dizisinde tek bir özelliğe ait yalnız ve yalnız tek bir *p* olasılık değerinin olabileceğini varsayıyoruz.

Belirgin bir olasılık kavramını, sınır-değer beliti olmaksızın tanımlayabilmek için, karşı karşıya kaldığımız sorunu, akla gelebilecek en basit biçimde ortadan kaldırabiliriz. Bunu da, belirginlik koşuluna son aşama olarak başvurarak; yani ortalama sıklık değeri için *mutlak-serbestlik* koşulunu öne sürdükten *sonra*, belirginlik koşulunu getirerek gerçekleştireceğiz (bu da zaten "en doğal" yaklaşımdır). Buna göre, rastlantısal dizinin ve nesnel olasılık tanımının (bkz. kesim *59*) araştırmalarımız sonucundaki yeni düzenlemesi aşağıdaki gibidir:

Bir α-almaşığına ait (ister *tek bir* ister daha fazla sıklık değerine sahip olsun) [sıfırlarının] yalnız ve yalnız tek bir *mutlak-serbest* p ortalama sıklık değeri varsa, bu diziyi *rastlantısal* bir dizi, p'yi de *nesnel olasılık* olarak adlandırıyoruz.

Bu tanımı, aşağıdaki iki belitsel koşula ayırmamız çok yararlı olacaktır (bkz. kesim 66)[2*].

(1) Gelişigüzellik koşulu: Rastlantısal her almaşığa ait mut-

[4] Kuramın, (belirginlik önermeleri dışında) sonlu kümeler için doğrudan ortalama sıklıklara uyarlanabilir olması gerektiğinden, bunu yapmak kuşkusuz mümkündür: Bir α-dizisinin ortalama sıklık değeri p olduğunda, dizi içerisinde (sıralamada hangi öğeden başlarsak başlayalım) sıklığı p'den herhangi az bir sapma gösteren herhangi bir büyüklükteki *sonlu* parçalar yer almalıdır. İşte bunlar için hesaplama yapılabilmektedir. Bu durumda p'nin mutlak-serbest olması demek, α'nın ortalama sıklık değerinin aynı zamanda α'nın önceller seçiminin de ortalama sıklık değeri olduğu anlamına gelmektedir.

[2*] *57. kesimdeki 1*. dipnotta ve IV ve *VI. Eklerde gösterilen yöntemle, ileri sürülen bu iki koşulu birleştirebiliriz. Bunu yaparken, koşul (1)'i olduğu gibi bırakıp, koşul (2) yerine şunu getirmeliyiz:

(+2) Sonluluk koşulu: Dizi, daha baştan en kısa sürede, olabilecek en büyük n için n-serbest olmalıdır; başka bir deyişle, dizi, en kısa sürede rastlantısal bir dizi olmalıdır.

lak-serbest olan tek bir ortalama sıklık değeri *vardır*; bu da onun nesnel olasılığı p'dir.

(2) Belirginlik koşulu: Tek bir rastlantısal almaşığın tek bir özelliğine ait, p değerinde *yalnız ve yalnız tek bir olasılık* vardır.

Bu yeni belitsel dizgenin tutarlılığı, daha önce getirdiğimiz yapılanma örneğiyle sağlanmıştır. Öte yandan, yalnızca tek bir olasılık değeri olan, ama sıklık sınır-değeri olmayan dizileri de yapılandırabileceğimizden (bkz. Ek IV, b), ileri sürdüğümüz bu yeni belitsel dizgenin gerçekten de şimdiye kadar kullanılandan daha iyi olduğu tanıtlanmaktadır; bunun böyle olduğunu, eskisini aşağıdaki biçimde formüle ettiğimizde de görebileceğiz:

(1) Gelişigüzellik koşulu: Yukarıdaki gibi.

(2) Belirginlik koşulu: Yukarıdaki gibi.

(2′) Sınır-değer beliti: Tek bir rastlantısal almaşığın tek bir özelliğine ait p olasılığından başka bir ortalama sıklık değeri yoktur.

Önerdiğimiz bu belitsel dizgeden, Bernoulli teoremi ve onunla birlikte olasılık hesabının klasik tüm teoremleri türetilebilecektir. Böylece amacımıza da ulaşmış oluyoruz: Büyük sayıların yasası, sıklık kuramı çerçevesinde sınır-değer beliti olmaksızın türetilebilmektedir. Bu arada değişmeyen, yalnızca formül (1) ve Bernoulli teoreminin (*61.* kesimde yer alan) sözel anlatımı değil[5], aynı zamanda bununla ilgili olarak getirdiğimiz yorumlar da aynı kalmaktadır: Sıklık sınır-değeri *olmayan* rastlantısal bir dizide de, yeterince uzun "hemen hemen tüm" parçalar, p-değerinden yalnızca küçük sapmalar gösterir. Doğal olarak, bu tür dizilerde (aynı sıklık sınır-değerine *sahip* rastlantısal dizilerde olduğu gibi), ıraksaklığı andıran davranışlar gösteren herhangi uzun bir parça ya da p'den herhangi bir büyüklükte sapma gösteren parçalar ortaya çıkmalıdır; ama bu tür parçalar alışılmışın dışında seyrek görülür; çünkü bu parçaların, tüm (ya da hemen hemen tüm) parçaların sanki-yakınsak davrandıkları oldukça uzun kesimlerle dengelenmeleri gerekmektedir –hesaplamada da görüleceği gibi, bu kesimler, dizinin dengelenmesi

[5] Yeni tanıma göre, sanki-Bernoulli formülleri de (S') rastlantısal diziler için –her ne kadar S' artık yalnızca ortalama bir sıklığı simgelese de– *belirgin* kalmaktadır.

gereken her bir sanki-yakınsak parçasına oranla daha uzun olan kesimlerdir[3]*.

Artık bu aşamaya geldiğimizde *şans oyunları kuramının temel sorunu* da çözüme kavuşacaktır (kesim *49*): [Başlangıçta belki de paradoksmuş gibi görünen] tek tek olayların kestirilemez oluşundan ya da onların "gelişigüzel davranışından" olasılık hesabının geçerliliğine varılması kuşkusuz mümkündür. Nasıl mı? Söz konusu "gelişigüzelliğin" niteliği, yaklaşık olarak sürekli ortaya çıkan sıklık-değerleri arasında yalnızca tek bir değerin –ortalama bir sıklığın– tüm öncellerin seçiminde de görülebileceği şeklinde varsayımsal olarak belirlenebildiğinde (ya da yaklaşık olarak hesaplanabildiğinde), bu sonuca ulaşabiliriz. [Bu durum, öncellerin sonraki öğelerde etkisiz olduğu anlamına gelmektedir.] Böyle olduğunda da, büyük sayılar yasasının artık eşsözel olarak tanıtlanması mümkündür. Demek ki, "akla gelebilecek her şeyin" bazen ya da belki de seyrek görüldüğü gelişigüzel bir dizinin çok büyük altdizilerinde, her şeye rağmen belirli bir düzenliliğin ya da belirli bir kararlılığın ortaya çıkabileceği vargısı (daha önce de ileri sürüldüğü gibi[6]) kendi içinde çelişkili değildir. Öte yandan, böyle bir vargı anlamsız da değildir; tersine özel matematiksel araçları (Bernoulli-Weierstraß'ın önermesini, n-serbetlik kavramını, Bernoulli teoremini) gerektirmektedir. Kestirilemezlikten, kestirimin uygulanabilir olduğu vargısında yatan görünürdeki bu paradoks (yani "bilgisizlikten" "bilgiye" varma), "gelişigüzellikle" ilgili olarak yürüttüğümüz tahmini, *sıklık varsayımı* ("mutlak-serbestlik") biçiminde getirebileceğimizi –hatta böyle bir çıkarıma varmak istediğimizde, getirmek zorunda olduğumuzu– düşündüğümüzde ortadan kalkacaktır.

Tüm bunlara baktığımızda, şimdiye kadar ileri sürülen kuramların, neden şans oyunu kuramının temel sorununa hakkını

[3]*Hâlâ bu metinde yer alan açıklamaların doğru olduğunu düşünüyorum. Ancak, kesim *57*, dipnot 1* ve Ek IV'te ortaya konulan yöntem uygulandığında, ortalama sıklıklara başvurulması gereksiz olacaktır.

[6] Bkz. örneğin FEIGL, *Erkenntnis 1* (1930), s. 254: "Büyük sayıların yasasında, tam bir çözümleme yapıldığında birbirleriyle çelişkili olduğu görülen şu iki koşulun geçerliliği tanıtlanmaya çalışılır: Bir yandan, her bir düzenleşim ve dağılım bir kez ortaya çıkmalıdır; öte yandan bu olgular belirli bir sıklıkla görülmelidir." (Bu iki koşulun birbirleriyle çelişkili olmadığı, örnek dizilerin yapılandırılmasıyla –bkz. Ek IV– tanıtlanmıştır.)

veremediğini daha iyi anlıyoruz. Gerçi öznel kuram, Bernoulli'nin formülünü türetebilir; ama bunu hiçbir zaman sıklık önermesi olarak (bkz. kesim *62*) ya da büyük sayıların yasası anlamında yorumlayamaz: Olasılık kestirimlerinin istatistiksel başarılarını açıklayamayacaktır. Var olan sıklık kuramı ise "çok büyük dizilerdeki düzenliliği", sınır-değer belitiyle sağlamaktadır; yani küçük parçadaki düzensizlikten büyük parçadaki kararlılığa değil, ancak büyük parçadaki kararlılıktan (sınır-değer belitinden) küçük parçadaki düzensizlikle (gelişigüzellik belitiyle) birlikte, büyük parçadaki kararlılığın belirli bir biçimine (Bernoulli teoremine, büyük sayılar yasasına) varabilmektedir[4]*.

O halde, olasılık hesabının geçerliliğinin savunulması için sınır-değer belitine gerek duymayabiliriz. İşte vardığımız bu sonuçla, olasılık *hesabının* temellendirilmesi ile ilgili tartışmalarımızı noktalıyoruz[7]. Ve artık daha çok bilgikuramsal incelemelerimize, özellikle de karar verebilme sorununa geçebiliriz.

65. Karar Verebilme Sorunu. Olasılık kavramını nasıl tanımlarsak tanımlayalım ya da hangi belitsel dizgeyi seçersek seçelim –yeter ki Newton formülü ilgili dizgeden türetilebilir olsun– *olasılık önermeleri yanlışlanamaz* önermelerdir; olasılık varsayımları gözlemlenmiş hiçbir şeyi yasaklamaz; olasılık tahmini temel bir önermeyle, aynı zamanda da sonsuz sayıdaki temel önermenin tümel-evetlemesiyle (sonsuz sayıdaki gözlem dizisiyle) mantıksal açıdan çelişemez:

Bir α-almaşığı için –örneğin aynı parayla atılan yazı-tura atışı için– varsayımsal olarak eşdağılım –yani $_{\alpha}S(1)=_{\alpha}S(0)=1/2$ oldu-

4* Bu paragraf dolaylı olarak, *nesnel* açıdan yorumlanmış neo-klasik bir kuramın, "temel sorunun" çözümünde ne denli önemli olduğunu vurgulamaktadır. Böyle bir kuram *Postscript*'imin *III. bölümünde gösterilmektedir.

7 Burada, kesim *51*'deki 3. dipnotu anımsayalım. – Geriye dönüp baktığımızda, v. Mises'in ileri sürdüğü kuramın dört özelliği karşısında (bkz. kesim *50*'nin sonu) tutucu davrandığımızı da burada belirtmek istiyoruz: Biz de olasılıkları, *rastlantısal dizilere* bağlı olarak tanımlıyor (v. Mises'de bunlar "kolektiflere" bağlı olarak tanımlanmaktadır); bundan başka (değiştirilmiş) bir *gelişigüzellik belitini* ortaya atıyoruz; ayrıca da Mises'in belirlediği *olasılık hesabının amacını* tartışmasız benimsiyoruz. O halde birbirimizden ayrıldığımız noktalar yalnızca şunlardır: Biz, sınır-değer belitinin gereksizliğini tanıtlıyor ve yerine belirginlik koşulunu getiriyoruz; gelişigüzellik belitini, örnek diziler verebilecek biçimde (EK IV) yeniden düzenleyip değiştiriyoruz –bu şekilde de Kamke'nın getirdiği eleştiriden (bkz. kesim *58*, dipnot 3) kaçınmış oluyoruz.

ğunu– beklediğimizde ve sonra da görgül olarak, sözgelimi "1" özelliğinin istisnasız tekrar tekrar ortaya çıktığını saptadığımızda, uygulamada bu tahminden belki vazgeçilecek ve tahminin "yanlışlanmış" olduğu ileri sürülecektir; ama bunun mantıksal anlamda bir yanlışlanma olduğunu söylemek doğru olmayacaktır. Kuşkusuz, atışların sonlu bir dizisini gözlemlemek her zaman mümkündür. Gerçi Newton formülüne göre, çok uzun sonlu dizilerdeki olasılık, büyük sapmalar göstererek, küçük herhangi bir değerde olabilir; ama yine de bu değer, her koşul altında 0'dan büyük olacaktır. Buna bağlı olarak, büyük sapmalar gösteren sonlu bir parçanın seyrek ortaya çıkması, yürütülen tahminle hiçbir zaman çelişkili olmayıp, tersine tahmine göre beklendik bir durum olacaktır. Öte yandan, bu tür bir dizinin oldukça *seyrek* ortaya çıkışının hesaplanabilir olmasıyla olasılık tahmininin yanlışlanabileceğini düşünmek de aldatıcı olacaktır; çünkü fazlasıyla sapma gösteren çok uzun dizilerin "sık sık" ortaya çıkması, daha uzun ve fazla sapma gösteren bir diziden farklı değildir. Bunun için de ilkesel olarak yine aynı düşünceler geçerlidir: Kaplamsal olarak saptanabilen bir olaylar dizisi yoktur –yani olasılık önermesinin yanlışlanmasını sağlayacak, temel önermelerden oluşmuş sonlu bir n'li dizge yoktur.

Ancak, sonsuz bir olay dizisiyle –içlemsel olarak oluşum yasasıyla tanımlanmış bir diziyle– olasılık tahmini çelişebilir. Bu nedenle, *38.* kesimdeki gibi (aynı zamanda bkz. kesim *43*), boyutları sonsuz (öyle ki sayılamayacak kadar sonsuz) olduğundan, olasılık varsayımlarının yanlışlanamaz olduğunu söyleyebiliriz. Buna dayanarak olasılık varsayımlarını, belki de "görgül olarak hiçbir şeyi ifade etmeyen" ya da "görgül açıdan boş içerikli" önermeler olarak tanımlamamız gerekir[1].

Ne var ki, bu yaklaşımın –aynı, olasılık önermelerinin eşsözel önermeler olduğunu ileri süren öznel kuramında olduğu gibi– tersini, fizikçilerin kestirime dayalı varsayımsal olasılık tahminleriyle ulaştıkları o büyük *başarı* kanıtlamaktadır. Bu tahminlerin, birçok durumda ("belirleyici" özellikteki) diğer fiziksel varsayımlarla karşılaştırıldığında, bilimsel açıdan onlarla aynı

[1] Ama onların "mantıksal açıdan boş içerikli" olduğunu söyleyemeyiz (bkz. kesim 35): Her bir sıklık tahmini, eşsözel olarak, her bir dizi için geçerli değildir.

değerde olmadığını söylemek, kuşkusuz hatalı olacaktır. Yine de fizikçi, olasılık varsayımını, kendisini görgül açıdan sağlayıp sağlamadığını ya da tümdengelimli kestirim için gerekli ya da gereksiz, yani "pratikte yanlışlanmış" olarak değerlendirmesi gerektiğini bilmektedir. "Pratikteki yanlışlama", ancak olasılı olmayan olgular yöntembilimsel kararla "yasaklanmış" olarak değerlendirilerek gerçekleşmektedir. Peki, bunu neye dayanarak yapacağız? Olasılı olamayan olgularla olasılı olgular arasındaki sınırı nerede koyacağız? "Olasılıksızlığın" (olasılı olmayan durumun) sınırı nerede başlamaktadır?

Olasılık önermeleri mantıksal açıdan yanlışlanamaz olduğundan, görgül-bilimsel uygulanabilirliklerinin kaçınılmaz olması, "sınırlandırma ölçütü" olarak ileri sürdüğümüz bilgikuramsal yaklaşımımızı altüst edecektir. Yine de, yukarıda yöneltiğimiz soruları –"karar verebilme sorununu"–, savunduğumuz yaklaşımın temelinde yatan ilkeleri katı bir biçimde uygulayarak çözmeye çalışacağız. Bu amaçla yapacağımız ilk şey, olasılık önermelerinin mantıksal yapısını, olasılık önermelerinin aralarındaki mantıksal ilişkileri –özellikle de onların temel önermelerle olan mantıksal ilişkilerini– dikkate alarak çözümlemek olacaktır[1*].

[1*] Olasılık varsayımlarının çürütülemez olduğu konusundaki o zamanki yaklaşımımın –bu 67. kesimde daha da kesin bir biçimde formüle edilmiştir– doğru olduğu düşüncesindeyim: Bu, daha önce hiç tartışılmamış olan bir sorunu da gündeme getirmiştir (çünkü genelde, yanlışlanabilirlikten çok doğrulanabilirliğe değer verilmiştir; bunun bir başka nedeni de, –bir sonraki kesimde de açıklandığı gibi– olasılık önermelerinin belirli bir anlamda doğrulanabilir ya da "sağlanabilir" olduklarıdır). Oysa *57.* kesimin **1*.** dipnotunda önerdiğim yeni düzenleme (bununla ilgili olarak bkz. kesim *64*, dipnot **2*)** bu durumu temelinden değiştirmiştir; çünkü –diğer yararlarını bir kenara bırakalım– bu yenilik yöntembilimsel bir kuralın (tahminin) kabul edilmesinin de ötesindedir; bu kural *68.* kesimde önerilenlerle karşılaştırılabilir olup, olasılık varsayımlarını yanlışlanabilir kılmaktadır. Karar verebilme sorunu böylece farklı bir görünüm kazanır ve şu soru karşımıza çıkar: Görgül dizilerden yalnızca, en kısa rastlantısal dizilere *yaklaşması* beklendiğinden, yaklaşma olarak, neyin kabul edilebilir neyin edilemez olduğu sorusuyla karşı karşıya kalırız. Bu soruya verilecek yanıt, daha fazla ya da daha az yakınlaşma derecelerinin var olduğu ve yakınlaşma derecesinin belirlenmesinin, matematiksel istatistiğin ve sağlama kuramının temel sorunlarından biri olduğudur. Bununla ilgili olarak bkz. Ek *IX, özellikle de getirdiğim "Üçüncü Bildiri"; ve *Ekleme* (1972), s. 500.

66. Olasılık Önermelerinin Mantıksal Biçimi. Olasılık tahminleri *yanlışlanabilir olmadığı* gibi, –aynı diğer varsayımsal tahminler gibi– *doğrulanabilir de değildir*. Ne kadar çok ve elverişli deney yaparsak yapalım, sonuçlara bakarak zar atışlarındaki göreli sıklıkların 1/2 –üstelik *sürekli* 1/2– olduğu sonucunu onaylamak hatalı olur.

Bu nedenle olasılık önermeleri ve temel önermeler ne birbirleriyle çelişebilir ne de birbirlerinden türeyebilir. Gerçi buradan, aralarında hiçbir mantıksal ilişkinin olmadığı ya da aralarında bazı mantıksal ilişkilerin var olabileceği sonucunu çıkarmamız doğru olmaz –bilindiği gibi gözlemlerden oluşan bir dizi, az çok bir sıklık önermesine karşılık gelebilir–; ama bu ilişkilerin çözümlenmesiyle, "klasik" mantık çerçevesini aşan bir "olasılık mantığının"[1] getirilmesi gerektiğini kabul etmek de hatalı olur. Söz konusu ilişkilerin, daha çok *türetilebilirlik* ve *çelişme* olgusunun "klasik"-mantıksal ilişkileri çerçevesinde bütünüyle çözümlenebileceği kanısındayım[1]*.

Olasılık önermelerinin yanlışlanamaz ve doğrulanamaz oluşlarından, yanlışlanabilir vargılarının olamayacağı; ve aynı zamanda onların doğrulanabilir önermelerden çıkan vargılar da olamayacağı sonucuna varabiliriz; ama şu iki olası ters durumu başlangıçta çıkaramayız: Bunlardan biri, (a) olasılık önermelerinin tek yönlü doğrulanabilir vargılarının olduğu ("vardır-vargıları") ve diğeri, (b) onların, tek yönlü yanlışlanabilir tümel önermelerden çıkan vargılar olduğudur.

Olası (b) durumu, olasılık önermeleriyle temel önermeler arasındaki mantıksal ilişkiyi pek fazla aydınlatamayacaktır; çünkü yanlışlanamayan (yani, çok az şey ileri süren) bir önermenin, ancak yanlışlanabilir (yani, daha fazla şey ileri süren) bir önermenin oluşturduğu vargılar kümesine ait olabileceği aşikârdır.

Burada bizim özellikle ilgilendiğimiz, olası (a) durumudur. Bu, kesinlikle anlamsız olmayıp, gerçekten de olasılık önermeleriyle temel önermeler arasındaki ilişkilere baz oluşturmakta-

[1] Bkz. kesim *80*, özellikle de 3. ve 6. dipnotlar.

[1]*Her ne kadar bu savımı hâlâ benimsiyor olsam da, "hemen hemen türetilebilir" ve "hemen hemen çelişkili" biçimindeki olasılı kavramlara başvurulmasının, buradaki sorunun çözümüne yararı olacağı inancını şimdi artık taşıyorum; bkz. Ek *IX, aynı zamanda *Postscript*'imde, bölüm *III.

dır: Her bir olasılık önermesi, vardır-önermelerinden oluşmuş sonsuz bir kümeyi tek yönlü içermektedir (ve böylece de herhangi bir vardır-önermesinin ileri sürdüğünden daha fazlasını ortaya koyar); örneğin bir almaşık için p-olasılık-değerini ($0 \neq p \neq 1$) varsayımsal olarak belirlediğimizde, bu tahminden yola çıkarak, dizide hem birlerin hem de sıfırların var olduğunu ileri süren vardır-vargısını (aynı zamanda da örneğin, p'den herhangi az bir sapma gösteren parçaların var olduğunu öne süren daha az yalın vardır-vargılarını vb.) türetebiliriz.

Yalnız bununla kalmayıp, yürüttüğümüz tahminden, sözgelimi, *sürekli olarak* her bir *x* öğe numarasından sonra *y* numaralı bir öğenin "1" özelliğiyle ve *z* numaralı bir öğenin "0" özelliğiyle ortaya çıkacağı vb. *daha başka* önermeler de türetebiliriz. Bu biçimdeki bir önerme ("*Her bir x* için gözlemlenebilir ya da kaplamsal olarak sınanabilir β özelliği taşıyan bir *y* vardır") hem yanlışlanamaz –çünkü yanlışlanabilen vargıları yoktur–, hem de doğrulanamaz bir önermedir –çünkü varsayımsal olarak "sürekli" ya da "tüm" biçiminde tahmin yürütülmektedir[2*]; ama kendisini daha iyi ya da daha az iyi olarak sağlayabilir. Bu da bizim, onun birçok, daha az ya da hiçbir "vardır-vargısının" doğrulanmasında başarılı

[2*] Kuşkusuz burada, "Her *x* için gözlemlenebilir β özelliğinde bir *y* vardır", biçimindeki *her bir* önermenin yanlışlanamaz ve bu nedenle de sınanamaz olacağını ileri sürmek istememiştim. "1" ile sonuçlanan yazı-tura atışının hemen ardından "0" ile sonuçlanan bir atış vardır", önermesinin yalnızca yanlışlanabilir değil, gerçekten de yanlışlanmış olduğu aşikârdır. Yanlışlanamazlığın nedeni, yalnızca önermenin biçiminden –"Her bir *x* için şu biçimde bir *y* vardır ..."– kaynaklanmamaktadır. Bunun asıl nedeni, "vardır" biçiminin *kısıtlanmamış* olması, yani *y*'nin ortaya çıkış sürecinin sınırsız olarak ertelenebilir olmasındandır: Olasılık kuramı açısından ele alındığında, *y, gerçekten de ne zaman isterse o zaman ortaya çıkabilir.* "0" özelliğindeki bir öğe, hemen ortaya çıkabileceği gibi, bin atıştan sonra ya da herhangi bir atıştan sonra da görülebilir. İşte yanlışlanamazlık bu gerçeğe dayanmaktadır. Ancak, *y*'nin ve *x*'in ortaya çıktığı konumlar arasındaki uzaklık *daraltıldığında*, "Her bir *x* için şu biçimde bir *y* vardır..." önermesi yanlışlanabilir olacaktır.

Metni yazarken önermeyi biraz dikkatsiz formüle edişim (hiçbir gönderme yapmadan kesim *15*'teki bilgileri önkoşul olarak ileri sürmem) bazı çevrelerde şaşırtıcı biçimde, "Her bir *x* için şu biçimde bir *y* vardır ...", biçimindeki *tüm* önermelerin –ya da "çoğu önermelerin" (buradan artık ne anlaşılıyorsa anlaşılsın)– yanlışlanamaz olduğu düşüncesini uyandırmıştır. İşte bu sav da yanlışlanabilirlik ölçütüme karşı sık sık kullanılmıştır. Bkz. örneğin *Mind 54*, 1945, s.119 vd. Bu önermelerde (J. W. N. Watkins bunları "all-and-some-statement" <"tüm-ve-bazı-önermeler"> diye adlandırmaktadır) yer alan ikilemli tüm durumlar, *Postscript*'imde ayrıntılı olarak ele alınmıştır; özellikle bkz. kesimler *24vd.

olup olmayışımıza bağlıdır. Buradan da anlaşılacağı gibi, söz konusu önermeyle temel önermeler arasında, olasılık önermeleri için ayırt edici nitelikte olan bir ilişki vardır. Bu biçimde ortaya koyduğumuz önermeleri "genelleştirilmiş vardır-önermeleri" ya da *vardır-varsayımları* olarak adlandırmak istiyoruz.

Savımız, olasılık tahminleriyle temel önermeler arasındaki ilişkinin ve onların daha iyi ya da daha az iyi olarak sağlanmalarının, "vardır-varsayımlarının" tüm olasılık tahminlerinden türetilebilir olduğu gerçeğine dayandırılabileceğidir. Böyle olduğunda da, olasılık tahminlerinin vardır-varsayımları biçiminde olup olmadığı sorusu hemen akla gelebilir.

Her bir (varsayımsal) olasılık tahmini, ilgili (görgül) dizinin (yaklaşık olarak) rastlantısal bir dizi olabileceği tahminini içermektedir; başka bir deyişle, olasılık tahmini içinde, olasılık hesabı belitlerinin kullanabilirliğini ve –yaklaşık olarak– doğruluğunu barındırmaktadır. Bu nedenle yukarıda yönelttiğimiz soru, bu belitlerin vardır-varsayımları olup olmadığı sorusuyla eşdeğerdir.

64. kesimde önerdiğimiz belitsel koşulları ele aldığımızda, gelişigüzellik koşulunun, aslında "vardır-varsayımının" mantıksal yapısında olduğunu görürüz[2]. Buna karşılık belirginlik koşulunun biçimi böyle değildir; belirginlik koşulu bu biçimde olamaz; çünkü, "*Yalnızca tek bir* ... vardır", biçimindeki bir önerme, tümel önerme yapısındadır (başka bir deyişle: "...'den daha fazla ... yoktur" ya da "...'in tümü birbirleriyle aynıdır" biçimindeki önermeler gibidir).

O halde, olasılık önermeleriyle temel önermeler arasındaki mantıksal ilişkiyi sağlayan, savımıza göre, yalnızca önermenin "vardır-bileşeni"; yani gelişigüzellik koşuludur. Böyle olduğunda da belirginlik koşulunun; yani tümel önermenin, bu anlamda kaplamsal hiçbir vargısı olamaz. Gerçekten de: istenilen özelliklerde bir p değerinin var olması (başlangıçta) kaplamsal açıdan doğrulanabilir; ama *yalnızca* böyle *tek bir* değerin var olduğu tanıtlanamaz. Ancak tümel önermeyle temel önermeler *çeliştiğinde*, yani daha fazla değerin var olduğu tanıtlandığında, tümel öner-

[2] Bu koşul, şu yapıya dönüştürülebilir: Her bir ε değeri, her bir öncel-n'li dizge ve her bir x öğe numarası için seçilmiş bir $y > x$ öğe numarası vardır; buna göre, y öğesine ait sıklık sınır-değerinin sabit bir p değerinden gösterdiği sapma ε değerinden daha küçüktür.

me kaplamsal açıdan anlam taşıyabilecektir; böyle olamayacağından da (yanlışlanamazlık ve Newton formülünü hatırlayalım) belirginlik koşulu kaplamsal açıdan bütünüyle önemsizdir[3]*.

Bu nedenle, belitsel dizgeden belirginlik koşulunu kaldırmakla, olasılık tahminiyle temel önermeler arasındaki ilişki ve onun derecelendirilmiş sağlanabilirliği hiçbir şekilde değişmeyecektir: Böylece ortaya koyduğumuz belitsel dizgeyi, salt vardır-varsayımı şeklinde biçimlendirebiliriz[3] –ama bu durumda artık olasılık tahminlerinin belirgin olma koşulunu beklememiz gerekir[4]* ve (bu anlamda) elde edeceğimiz sonuçlar, alışılagelmiş olasılık hesabının sonuçlarından farklı olacaktır.

Demek ki, belirginlik koşulu hiç de gereksiz değildir. O halde mantıksal işlevi nedir?

Gelişigüzellik koşulu, temel önermelerle olasılık önermeleri arasındaki ilişkiyi kurarken, belirginlik koşulu, olasılık önermelerinin aralarındaki ilişkiyi düzenlemektedir. Gerçi olasılık önermeleri, belirginlik koşulu olmaksızın vardır-varsayımları olarak birbirlerinden türetilebilir; ama hiçbir zaman birbirleriyle *çelişemez*. İşte ancak belirginlik koşuluyla olasılık önermelerinin birbirleriyle çelişik olmaları sağlanmaktadır; çünkü onlar bu koşul yardımıyla, vardır-varsayımıyla tümel önermenin oluşturduğu tümel-evetleme biçimindeki önermelere dönüşmektedir ve bu biçimdeki önermeler, kendi aralarında aynı bazı (örneğin; yanlışlanabilir) kuramların "normal" tümel önermeleri gibi mantıksal temel ilişkileri (eşdeğerlilik, türetilebilirlik, bağdaştırılabilirlik, tutarsızlık) gerektirmektedir.

Sınır-değer belitine gelince: Bu belit de aynı belirginlik koşulu gibi (yanlışlanamaz) tümel önerme biçimindedir; ama "içeriği" tümel önermeden daha fazladır. Ancak, bu fazla içerik de

[3]*64. kesimin 2*. dipnotundaki (+2)'inci koşul kabul edildiğinde, buradaki durum bütünüyle değişecektir: Bu koşul görgül açıdan önemli olup, (kesim *65*, dipnot 1*'de ileri sürüldüğü gibi) olasılık varsayımlarını yanlışlanabilir kılmaktadır.

[3] Olasılıklar hesabının formülleri söz konusu belitsel dizgeden de türetilebilecektir; ancak formüller "vardır-formülleri" olarak yorumlanmalıdır. Buna göre, artık Bernoulli teoremi, örneğin $_{\alpha n}S(\Delta p)$'nin (belirli bir n için: tek olan) olasılık değerinin 1'e yakın bir değerde olduğunu değil de, yalnızca $_{\alpha n}S(\Delta p)$'nın (belirli bir n için) farklı olasılık değerleri arasında en az birinin 1'e yakın bir değerde olduğunu ileri sürecektir.

[4]**64.* kesimin yeni 2*. dipnotunda da gösterildiği gibi, özel her bir belirginlik *koşulunu*, belirginlik olgusunu yok etmeden dışarıda bırakabiliriz.

kaplamsal bir anlam taşıyamacağı gibi, içeriğin mantıksal-biçimsel bir anlamı da yoktur. Fazla içerikle kastedilen, *yalnızca* içlemsel bir anlamdır: Sıklık sınır-değerleri olmaksızın içlemsel olarak verilmiş tüm (matematiksel) diziler dikkate alınmaz. Gerçi bu yasak, *uygulamada* içlemsel açıdan da anlamsız olarak değerlendirilmektedir; çünkü uygulamalı olasılık kuramında doğrudan düzenli matematiksel dizilerle değil, yalnızca görgül dizilerin varsayımsal tahminleriyle uğraşılmaktadır. Bu nedenle, sıklık sınır-değeri olmayan diziler için getirilen yasak, ancak bir uyarı niteliğinde olabilir; yani varsayımsal olarak görgül bir dizinin sıklık sınır-değerinin olmadığını düşündüğümüzde, söz konusu diziyi "rastlantısal" bir diziymiş gibi değerlendirmememiz gerektiği konusunda bizi uyarmaktadır. Peki böyle bir uyarı[4] bize ne kazandıracaktır? Görgül dizilere, yakınsaklık ölçütleri de aynı ıraksaklık ölçütleri gibi uygulanamadığından, yakınsaklık ve ıraksaklıkla ilgili olarak bu tür diziler hakkında ne tür düşünceler ya da tahminler yürütmeliyiz? İşte sınır-değer belitiyle birlikte tüm bu can sıkıcı sorular[5] birer birer ortadan kalkmaktadır.

Bu şekilde mantıksal çözümlememiz, belitsel koşulların biçimini ve işlevini tek tek açıklığa kavuşturmakta ve hangi nedenlerden dolayı sınır-değer belitinin dışlanması ve belirginlik koşulunun da benimsenmesi gerektiğini göstermektedir. Bununla birlikte, karar verebilme sorunu daha tartışmalı olacaktır: Her ne kadar ortaya attığımız [koşulları ya da] belitleri "anlamsız"[6] olarak nitelendirmesek de, onları "görgül olmayan" koşul-

[4] Hem gelişigüzellik hem de belirginlik koşulu gerçek anlamıyla bu tür (içlemsel) uyarılar olarak algılanabilir. Örneğin gelişigüzellik koşulu, (herhangi bir nedenle) bazı oyun yöntemlerinin başarısız olmayacağını varsayıp, dizileri rastlantısal bir dizi olarak ele almamamız gerektiği konusunda bizi uyarır. Belirginlik koşulu, bir p olasılık değerinin tahminiyle yakınlaştırabileceğimizi varsaydığımız diziler için, q≠p biçiminde bir değerin verilmemesi gerektiği konusunda bizi uyarır, vb.

[5] Benzer nedenlerden dolayı SCHLICK (*Die Naturwissenschaften 19*, 1931, s. 158) sınır-değer belitine karşı çıkmaktadır.

[6] Olgucular burada tüm bir "anlamsızlıklar" silsilesini ayırt etmek zorunda kalacaktır: Onlara göre, doğrulanamayan doğa yasaları zaten "anlamsızdır" (bkz. örneğin kesim *6*, 1. ve 2. dipnotlarda yapılan alıntılar); bu durumda, ne doğrulanabilen ne de yanlışlanabilen olasılık önermeleri onlar için daha da anlamsız olacaktır; bir de getirdiğimiz belitleri düşündüğümüzde; kaplamsal anlamı olmayan belirginlik koşulu, en azından kaplamsal vargıları olan "anlamsız" gelişigüzellik belitinden "daha anlamsız" olacak ve içlemsel anlamı bile olmadığından, sınır-değer beliti "daha da anlamsız" olacaktır.

lar olarak tanımlamak zorundayız. Peki, böyle olduğunda –hangi sözcükleri kullanırsak kullanalım– olasılık önermelerinin bu biçimde betimlenmesi, tüm araştırmamızın amacıyla çelişmeyecek mi?

67. Fizikötesinde Olasılık. Olasılık önermelerinin fizikte en önemli kullanımı, belirli fiziksel yasaların (etkilerin) kitlesel görüngülere dayandırılabilir –yani *makro yasalar*– olarak yorumlanabilir olmasıdır [bu yasaların temelinde, varsayımsal olan ve doğrudan gözlemlenemeyen mikro olgular yatmaktadır]. Bu fiziksel yasalar ya da etkiler, olasılık önermelerinden tümdengelimle türetilmektedir: İlgili yasaya karşılık gelen gözlemlerin, 1 değerinden herhangi az bir sapma gösteren olasılıkla ortaya çıkabileceği gösterilmektedir. Bu durumda artık etkinin, olasılık tahminiyle makro etki olarak "açıklandığını" söyleriz.

Olasılık tahminlerini *başka özel önlemler almaksızın* gözlemlenebilen yasaların "açıklanması" için kullandığımızda, doğrudan genel dil kullanımında "fizikötesi" olarak tanımladığımız kurgusal yorumlara gireriz.

Çünkü, olasılık önermeleri yanlışlanamaz olduklarından, herhangi bir yasayı olasılık tahminleriyle "açıklamak" mümkündür. Örneğin yerçekimi yasasını ele aldığımızda, yasayı açıklayan olasılık önermelerini şu biçimde yapılandırabiliriz: Herhangi bir olguyu –sözgelimi küçük bir parçacığın hareketini– elemanter olgu olarak betimleyelim ve onun temel özelliğini –örneğin bu hareketin yön ve hızını– tanımlayalım. Burada rastlantısal bir dağılımın olacağı varsayımından yola çıkarak, belirli (sonlu) bir uzay bölgesindeki tüm parçacıkların verilmiş belirli bir zaman aralığında –yani belirli bir "evren periyodu" süresince– [rastlantısal olarak] belirli bir tamlıkla yerçekim yasasının öngördüğü biçimde hareket edeceği olasılığını hesaplayalım. Sonuçta, hareketin çok küçük bir olasılıkla böyle olacağı çıkacaktır [ancak ne kadar küçülse de bu olasılık hiçbir zaman 0 değildir]. Şimdi de, dizinin n-parçasının uzunluğunu hesaplayalım; yani böyle bir evren periyodunun ya da yerçekimi yasasına uygun gözlemlerin [rastlantısal] bir yığılmasının, 1 değerinden ε kadar herhangi küçük bir sapma gösteren bir olasılıkla ortaya

çıkması için, sürecin zaman aralığının ne kadar olması gerektiğini düşünelim. Bunun sonucunda, seçilmiş her bir değer için belirli, hatta sonlu, çok büyük bir sayı elde ederiz. Bu durumda şunu söyleyebiliriz: Dizi parçasının yeterince uzun olduğunu varsaydığımızda –yani "dünya" var olduğu sürece–, rastlantıya ilişkin yürüttüğümüz tahmine göre, –her ne kadar "gerçekte" rastlantısal dağılım söz konusu olsa da– içinde yerçekim yasası varmış gibi görünen evren periyodunun ortaya çıkması beklenmektedir. Rastlantısal tahminlerle getirdiğimiz bu tür bir "açıklamayı" başka fizik yasaları için de yapabiliriz. Hatta bu biçimde tüm "dünyamızı", gözlemlediğimiz yasalar ışığında, rastlantısal kaosun bir aşaması; yani *yığılmış rastlantılar silsilesi* olarak değerlendirebiliriz.

Bu tür kurgusal yaklaşımların "fizikötesi" olup, doğabilimsel bir anlam taşımadığı aşikârdır. Öte yandan bu anlamsızlığın, önermelerin yanlışlanamazlıklarına –her zaman bu tür yaklaşımların yürütülebilmesine– bağlı olduğu da açıktır. Görülüyor ki, getirdiğimiz sınırlandırma ayracımız, "fizikötesi" kavramının genel anlamdaki kullanımına karşılık gelmektedir.

Olasılık kuramları hiçbir kısıtlama getirilmeksizin uygulandıklarında, doğabilimsel kuramlar olarak tanımlanamaz. Bu tür önermelerden görgül açıdan yararlanılmak istenildiğinde, içlerinde yer alan fizikötesi boyutun dışlanması gerekmektedir[1**].

[1**] Bunu yazarken, bu tür kurgusal yaklaşımların, kısıtlama getirilmediğinde, uygulamalarında çıkan bu sorunları nedeniyle, başkaları tarafından işe yaramaz olarak değerlendirileceğini düşünmüştüm. Öyle anlaşılıyor ki, yazdıklarım düşündüğümün tersine, daha da ilgi toplamıştır; çünkü aşağıdaki yaklaşım savunulmuştur (örneğin: J. B. S. HALDANE, *Nature 122*, 1928, s. 808; aynı zamanda bkz. yazarın *Inequality of Man*, s.163vd. adlı yapıtı): Dönmezlik derecesinin (entropinin) olasılık kuramını benimsediğimizde, uzun süre bekledikten sonra, dünyanın rastlantısal olarak adeta tekrar büzüleceğine kesin ya da hemen hemen kesin bir gözle bakmalıyız. Geçen süre içersinde bu sav doğal olarak başkaları tarafından da sıkça yinelenmiştir. Yine de bu savın metinde eleştirilen kurgusal yaklaşıma çok iyi bir örnek olduğunu düşünüyorum; bu yaklaşımla adeta herhangi bir beklenti, hemen hemen tam bir kesinlikle türetilebilir. Tüm bunlar, olasılık önermeleriyle birlikte çoğu fizikötesi önermelerinde var olan, vardır-önermesi biçiminden kaynaklanan sakıncaları açıkça ortaya koymaktadır. (Bkz. kesim *15.*) (Haldane'nin yaklaşımı Boltzmann'ınkine dayanmaktadır.)

68. Fizikteki Olasılık Önermeleri. Karar verebilme, yalnızca bilgi kuramcıları için bir sorundur, fizikçiler için değil[1]*. Fizikçiler, kolayca uygulanabilir bir olasılık kavramının ne olması gerektiği sorusuna belki de aşağıdaki *fiziksel tanımı* önereceklerdir:

Belli koşullar altında yapılmış bazı deney sonuçları sapmalar gösterir; bir deney sık sık yinelendiğinde, bu tür bazı deneylerin sonunda –[örneğin yazı-tura atışı gibi] "rastlantısal" olanlarda– tek tek deney sonuçlarında ortaya çıkan göreli sıklıkların her biri, deney ne kadar çok tekrarlanırsa, sabit bir değere yaklaşmaktadır. Bu değeri, "olasılık değeri" olarak adlandırıyoruz. Bu değer, "... uzun deney dizileriyle, herhangi yaklaşık bir değerde görgül olarak belirlenebilir"[1]; böylelikle, varsayımsal bir olasılık tahmininin yanlışlanması da mümkün olur.

Kuşkusuz, matematikçiler ve mantıkçılar, fizikçilerin getirdiği bu tanıma, özellikle aşağıdaki görüşleri ileri sürerek karşı çıkacaklardır:

(1) Bu tanım, olasılık hesabı tanımına karşılık gelmemektedir; çünkü Bernoulli teoremine göre, çok uzun parçaların yalnızca *hemen hemen* tümü sanki-yakınsak davranmaktadır. İşte bu nedenle de olasılığı sanki-yakınsak davranışıyla tanımlayamayız; çünkü tanımlamada doğru olarak ortaya çıkması gereken "hemen hemen tüm" ifadesi, yalnızca "çok yüksek olasılık" anlamında

[1]* Burada tartışılan sorun uzun bir zaman önce bütünüyle açık ve ayrıntılı olarak fizikçi P. ve T. EHRENFEST (*Encycl. d. Math. Wiss.*, cilt 4, sayı 6 (12.12. 1911), kesim 30) tarafından irdelenmiştir. Onlar bu soruna *kavramsal ve bilgikuramsal* açıdan yaklaşmışlar ve "olasılık varsayımlarının birinci, ikinci, ... k'ıncı düzeni" kavramını ortaya atmışlardır: İkinci düzendeki bir olasılık varsayımı, sözgelimi, kümelerin bir öbeğinde ortaya çıkan belirli sıklıkların sıklık tahminidir. Gerçi P. ve T. Ehrenfest *yeniden üretilebilir bir etki* kavramına karşılık gelen bir kavrama başvurmamışlardır; ama bizim için böyle bir kavram, her iki fizikçinin çok iyi ortaya koydukları sorunun çözümünde önemli bir rol oynamaktadır. Bu arada, Boltzmann ve Planck arasındaki farklı yaklaşımları hatırlatmakta yarar görüyorum. Bu farklı eğilimleri P. ve T. Ehrenfest anılan çalışmalarının 247 ve 248. dipnotlarında ele almışlardır ve bana göre bu durum, etkinin yeniden üretilebilir olgusuyla da açıklanabilir; çünkü, uygun bir deney yönergesi verildiğinde, dalgalanmalar bizi yeniden üretilebilir etkilere götürebilir –aynı Brown hareketlerini görkemli bir şekilde ortaya koyan Einstein'ın kuramı gibi. Bununla ilgili olarak bir de bkz. kesim *65*, dipnot 1* ve *VI ve *IX. Ekler.

[1] Bu alıntı, BORN-JORDAN, *Elementare Quantenmechanik* (1930), s. 306'dan yapılmıştır; ayrıca bkz. DIRAC'ın yapıtının başındaki açıklamalar, *Quantum Mechanics* (1930) –alıntılara kesim *74*'te yer verdik–; bir de WEYL, *Gruppentheorie und Quantenmechanik* (2. baskı [1931], s. 66).

kullanılmış bir anlatım biçimidir. Tanımda yer alan bu ikilem –"hemen hemen" ifadesi kullanılmadığında– belki gizlenebilir, ama bütünüyle ortadan kaldırılamaz. Oysa fizikçiler tanımlarında bunu yapmaktadır; işte bu nedenle de tanım geçersizdir.

(2) Bir deney zinciri ne zaman "*uzun*" diye nitelendirilecektir? Bir ölçüt verilmediğinde, olasılık değerine yaklaşıp yaklaşmadığımızı bilemeyiz ki.

(3) İstenilen *yaklaşık değere* ulaşıp ulaşmadığımızı nasıl anlayacağız?

Burada sıralanan eleştirilerin haklı olduğunu kabul etsek bile, fiziksel tanımı kullanabileceğimiz inancındayız. Bunun da dayanağı, bir önceki kesimde tartıştığımız yaklaşımlardır. Bunlar olasılık varsayımlarının, kısıtlama getirmeksizin yapılan uygulamalarda hiçbir şeyi ifade etmeyen önermeler olacağını göstermektedir. Fizikçi de zaten olasılık önermelerini bu anlamda kullanmayacaktır. Bu nedenle, olasılık önermelerinin kullanımıyla ilgili olarak kısıtlama getirilmesi gerektiği konusunu *–etkilerin ve yeniden üretilebilir yasaların, hiçbir zaman sık sık ortaya çıkan rastlantılara dayandırılamayacağı şeklindeki yöntembilimsel karar nedeniyle–* tartışmamızın dışında tutuyoruz. Bu kararla doğal olarak olasılık kavramının anlamını daraltmış[2*] ve onu değiştirmiş oluyoruz. Bu nedenle, fiziksel tanıma yöneltilen (1)'inci eleştiri artık geçerli olmayacaktır; çünkü fiziksel ve matematiksel anlamdaki olasılık kavramlarının özdeş olduklarını zaten savunmuyor, tersine daha çok yadsıyoruz; ama bunun yerine başka bir eleştiri getiriyoruz:

(1') Yığılmış rastlantılardan "ne zaman söz ederiz? Her halde küçük bir olasılık söz konusu olduğunda. Peki "*küçük*" sözcüğü ile ne kastedilmektedir? Bir önceki kesimde tartıştığımız yöntemi –yani [matematiksel] soruyu değiştirerek küçük bir olasılığı herhangi büyük bir olasılığa dönüştürmeyi– ortaya atılan karara dayanarak uygulamak istemediğimizi baştan belirtmeliyiz; ama bu kararı uygulayabilmek için de, "küçük bir olasılıktan" ne anlaşıldığını bilmek zorundayız.

[2*] *En kısa* rastlantısal dizilerin, görgül dizilerin matematiksel modelleri olarak algılanması gerektiği kararı, olasılık kavramının anlamını nasıl daraltılıyorsa, burada betimlenen yöntembilimsel karar da aynı şekilde olasılık kavramının anlamını daraltmaktadır. Bkz. kesim *65*, dipnot 1*.

Artık, sözü edilen yöntembilimsel kuralın, fiziksel tanıma karşılık geldiğini ve onun yardımıyla (1′), (2) ve (3)'üncü maddelerde yer alan soruların yanıtlanabileceğini aşağıda göstermek istiyoruz. Bunu yaparken, ilk başta olasılık hesabının yalnızca tipik olan *tek bir* uygulama alanını göz önünde bulunduracağız: Bununla kastettiğimiz, bazı katı yasalarla ("makro yasalarıyla") betimlenebilen *makro etkileri* (örneğin: gaz basıncını), bir yığın mikro olgu birikimine (örneğin: moleküllerin çarpışmasına) dayandırmaktır. Diğer uygulama alanları (istatistiksel dalgalanmalar ya da rastlantısal tek tek olguların istatistiği) uç [ve yeniden üretilebilir] kitlesel görüngülerin bu tür önemli durumlarına kolaylıkla indirgenebilecektir[3]*.

O halde, çok iyi sağlanmış bir yasayla betimlenen bir etkiyi, bazı mikro olguların rastlantısal dizilerine indirgememiz gerektiğini düşünelim. Yasa, fiziksel bir büyüklüğün, belirli koşullar altında, bir p değerine sahip olacağını öne sürsün. Etkinin "kesin olarak doğru" olduğunu düşünelim; başka bir deyişle, ölçülebilir dalgalanmalar; yani [ilgili] ölçme tekniğine göre belirlenmiş $\pm\varphi$ aralığı dışında kalan sapmalar görünmesin. [Bkz. kesim *57*.] p değerinin, mikro olgulardan oluşmuş bir α-dizisinin olasılık değeri olarak yorumlanabileceğini; bundan başka bir de etkinin oluşumunda, örneğin n sayıda mikro olgunun yer aldığını varsayalım. Bu durumda (bkz. kesim *61*) her bir δ değeri için $\alpha_{„}S(\Delta p)$ olasılığını hesaplamak mümkün olacaktır. Ölçme sonucunda olasılık değerinin, Δp aralığında olacağı beklenmektedir. Tümler olasılığı, ε ile gösterdiğimizde, $\alpha_{„}S(\overline{\Delta p})=\varepsilon$ geçerli olacaktır. Bernoulli teoremine göre ε, sınırsız artan n ile sıfıra doğru gitmektedir.

ε'nin, hesaba katmaya gerek duyulmayacak kadar "küçük" olduğunu düşünelim. ("Küçük" sözcüğünden ne anladığımıza ilişkin olarak yönelttiğimiz (1′)'inci soruya az sonra değineceğiz.) Bu durumda Δp, ölçümlerin p değerine yaklaştığı aralık olarak yorumlanır. Buradan da, bu üç niceliğin $-\varepsilon$, n, Δp'nin– (1′), (2), (3)'üncü soruların karşılığı olduğunu anlıyoruz. Δp ya da

[3]*Bugün artık "kolaylıkla" sözcüğü konusunda kuşku duyuyorum; çünkü burada tartışılan uç makro etkiler dışındaki her durumda, oldukça karmaşık istatistiksel yöntemler uygulanmalıdır. Bununla ilgili olarak bkz. Ek *IX, özellikle de sunduğum "Üçüncü Bildiri".

δ değerini istediğimiz gibi seçebiliriz; böylece de, ε ve n'in isteğe göre seçimini kısıtlamış oluruz. Amacımız "kesin olarak doğru" olan p makro etkisini tümdengelimle (±φ) türetmek olduğundan, δ değerini φ'den daha büyük olarak belirleyemeyiz. Söz konusu tümdengelim –p-etkisiyle ilişkili olduğu sürece–, herhangi bir δ≤φ için gerçekleştirilebildiğinde, başarılı olacaktır [burada φ, ölçme tekniğiyle verilmiştir]. İşte bu tür bir d değerini seçeriz. Böylelikle (3)'üncü soruyu diğer iki soruya dayandırmış oluyoruz.

Δp'nin seçilmesiyle n ile ε arasında bir ilişki kurmuş oluyoruz (her bir n'e tek bir ε değeri ilişkilendirilmiştir). Böylece, soru (2) –yani ne zaman bir n'in yeterince uzun olacağı sorusu– soru (1')'e –yani ne zaman bir ε değerinin küçük olacağı sorusuna– temellendirilmiş olacaktır (ya da tersi).

İşte, *ε'un belirli bir değerini* hesaba katmamaya karar verdiğimizde, her üç sorunun yanıtını vermiş oluyoruz. Zaten yöntembilimsel kural uyarınca biz de şimdi ε'un küçük değerlerini hesaba katmama konusunda kararlıyız. Öte yandan, *belirli bir* ε değerine bağlı kalmayı da düşünmüyoruz.

Fizikçiye, hangi ε değerini hesaba katmayacağını soralım: Hesaba katmayacağı değer 0.001 mi yoksa 0.000001 mi yoksa ... mi? Kuşkusuz vereceği yanıt, ε değeriyle hiç ilgilenmediği biçiminde olacaktır; çünkü o, ε'u değil n'i seçmiştir; öyle ki, n ile Δp arasındaki bağıntı, e değerinin herhangi bir *değişikliğine* hiç de *bağımlı değildir.*

Bu yanıtın doğru bir yanı vardır. Bunun da nedeni, Bernoulli dağılımının matematiksel özellikleridir: Her bir n için, ε ve Δp arasındaki fonksiyonel bağımlılığı belirleyebiliriz[4*]. Bu fonksiyo-

[4*]Bu paragrafta yer alan düşüncelere (ve kesimin sonuna doğru getirilen açıklamalardan bazılarına) Ek *IX'da daha da açıklık getirilmiş ve açıklamaların düzeltilerek yeniden ele alınmış olduğu kanısındayım; özellikle de bkz. Üçüncü Bildirimin 8. ve onu izleyen kısımları. Orada uygulanan yöntemin yardımıyla, büyük n'le rastgele alınmış, mantıksal açıdan olası tüm istatistiksel örneklerden hemen hemen tümünün, verilmiş bir olasılık varsayımını sarsacağını; daha doğrusu, olasılık varsayımına fazlasıyla *olumsuz* bir sağlanmışlık derecesi yükleyeceğini gösterebileceğiz. Bu tür rasgele alınmış bir örneğin bulunmasını, varsayımın çürütülmesi ya da yanlışlanması olarak yorumlayabiliriz. Diğer pek çok örnek, varsayımı destekleyecektir; yani varsayıma fazlasıyla *olumlu* bir sağlanmışlık derecesi yükleyecektir. Büyük n ile yapılmış örneklerin yalnızca çok azı ise, olasılık varsayımına kararsız (ne olumlu ne olumsuz) bir sağlanmış-

nu incelediğimizde, *her bir* ("büyük") n için Δp'nin ayırt edici bir değerinin var olduğunu buluruz; öyle ki Δp, bu değer civarında ε'un değişimleri karşısında fazlasıyla duyarsızdır. Bu duyarsızlık n büyüdükçe artmaktadır. Kitlesel görüngülerde ortaya çıkan nicelikteki bir n için, ε'un değişimleri karşısında Δp'nin ayırt edici değeri civarındaki duyarsızlığı o kadar büyüktür ki, ε'un değeri değişse de, Δp'nin değeri hemen hemen hiç değişmeyecektir. Fakat fizikçiler Δp'nin kesin sınırlarını önemsemeyeceklerdir; çünkü Δp, (burada kendimizi sınırladığımız uç kitlesel görüngülerde) ±φ aralığına düşebilir ve bunun da, *37.* kesimde gördüğümüz gibi, kesin sınırları olmayıp yalnızca "yoğunlaşma sınırları" vardır. Bu nedenle, belirleyebileceğimiz ayırt edici değer civarındaki Δp'nin duyarsızlığının yer aldığı bir n aralığını (n→∞ için bütünüyle duyarsızlık söz konusudur), ε'un değişimleri, belirgin olmayan "yoğunlaşma sınırları" içersinde Δp'ye en azından ±φ kadar sapmalara izin verdiği ölçüde, "büyük" olarak adlandıracağız. İşte bu durumda gerçekten de ε'un tam olarak belirlenmesinde kayıtsız kalabiliriz; yani, "küçük" sözcüğünün anlamını kesin olarak belirlemeksizin, *küçük ε'u dikkate almama kararını getirebiliriz.* Bu karar, hesaplamaların, sözü edilen Δp'nin ayırt edici, ε'un değişimleri karşısında duyarsız olan değerleriyle yapılabileceği kararına karşılık gelmektedir.

Bununla birlikte, rastlantısal uç durumların dikkate alınmaması gerektiği kuralı (bu kural ancak yukarıdaki açıklamalarla belirginlik kazanmaktadır), bilimsel nesnellik koşuluna da karşılık gelmektedir. Olasılı olmayan durumların da, çok küçük bir olasılık olsa bile, yine bir olasılığı olduğu; yani dikkate almadığımız olasılı olmayan olguların bir zaman ortaya çıkacağına ilişkin karşı görüş, nesnellik düşüncesine sıkı sıkı bağlı olan fiziksel etki (bkz. kesim *8*) kavramıyla çürütülebilir. Olasılı olmayan olayların ortaya çıkabileceğini yadsımıyoruz; örneğin küçük gaz

lık derecesi verecektir. O halde, buradaki anlamda verilmiş bir olasılık varsayımını çürütebileceğimizi düşünebiliriz; hatta belki de bunu, olasılı olmayan bir varsayımda olduğundan daha büyük bir kesinlikle yapabiliriz. Söz konusu bu yöntembilimsel kural ya da karar; yani (büyük bir n parçasında) olumsuz bir sağlanmışlık derecesini, varsayımın yanlışlanması olarak kabul etmek, bu kesimde tartışılan yöntembilimsel kararın; yani olasılı olmayan bazı uç durumların dikkate alınmaması kararının, kuşkusuz özel bir durumudur.

hacmi moleküllerinin kısa bir süre için birden bire hacmin bir bölümünde büzüleceğini; ya da büyük gaz hacimlerinde birden bire basınç dalgalanmalarının ortaya çıkmayacağını (vb. durumları) hiçbir zaman ileri sürmüyoruz. Ancak burada söylemek istediğimiz, bu tür olguların fiziksel etki olarak hiçbir zaman görülemeyeceğidir; çünkü bunlar, uçsuz bucaksız olasılıksızlıkları nedeniyle, *keyfi olarak yeniden üretilemeyen* olgulardır. Bir fizikçi böyle bir olguyu gözlemlese bile, bunu hiçbir biçimde yeniden üretemez ve bu nedenle de gözlem hatası yapıp yapmadığına karar veremez: Tümdengelimle, bu biçimde türetilmiş makro etkiden sapmalar *yeniden üretilebildiğinde*, olasılık tahmininin *yanlışlanmış* olduğunu düşünürüz.

Tüm bunlardan sonra, artık Eddington'un[2] aşağıda yaptığı farklı iki fiziksel yasa arasındaki ayrımı daha iyi anlayacağız: "Yasaların bir bölümü, bazı şeylerin ortaya çıkmasını yasaklar; çünkü bunların ortaya çıkması *olası değildir*. Diğerleri ise *olasılı olmayan* şeylerin ortaya çıkmasını yasaklar." Bu tanımlama belki geçerli olmayabilir –biz söz konusu rastlantısal uç durumların ortaya çıkıp çıkmayacağı biçimindeki sınanamayan savlardan daha çok kaçınmak isterdik–; ama olasılık kuramının fizikteki kullanımına karşılık gelmektedir.

Olasılıklar hesabının diğer uygulama durumları –istatistiksel dalgalanmalar, rastlantısal tek tek olayların istatistiği– tartışılan "kesin doğru" makro etki durumuna dayandırılabilir. Ölçme tamlığının oynama payı ($\pm\varphi$), etkinin ortaya çıkışında katkıda bulunan mikro olayların n sayısı için gerekli Δp "ayırt edici" aralığından daha küçük olduğunda, yani p'nin ölçülebilen sapmaları "büyük" bir olasılıkla beklendiğinde, "istatistiksel dalgalanmalardan" (örneğin Brown hareketlerinden) söz ederiz. Bu tür sapmaların ortaya çıktığı da sınanabilecektir: Sapmanın kendisi yeniden üretilebilir etki olacaktır; ancak bu etki için yine, daha önce ortaya koyduğumuz koşullar geçerli olacaktır: Örneğin, [yöntembilimsel kurallarımıza göre] belirli büyüklükteki dalgalanmalar (Δp'nin dışında kalan dalgalanmalar); aynı şekilde, tek ve aynı yöne doğru giden dalganmaların uzun uzun yinelenme-

[2] EDDINGTON, *Das Weltbild der Physik* (Almanca çevirisi: Rausch von Traubenberg ve Dissclhorst, 1931), s. 79.

leri, vb. durumlar yeniden üretilemez. – Rastlantısal tek tek olayların istatistiği için de aynı durum söz konusudur.

Şimdi karar verebilme sorununa getirdiğimiz düşüncelerimizi özetleyelim.

Yanlışlanamaz olasılık tahminleri, görgül bilimde nasıl doğa yasalarının rolünü üstlenebilir? sorusunu şu biçimde yanıtlayabiliriz: Olasılık önermeleri, yanlışlanamadıkları sürece, "fizikötesidir" ve görgül açıdan da değersizdir; yalnızca görgül önermeler olarak ortaya çıktıklarında, yanlışlanabilir önermeler olarak kullanılabilir.

Ancak bu yanıt karşımıza yeni bir soruyu çıkarmaktadır: Yanlışlanamayan olasılık önermeleri nasıl olur da yanlışlanabilir önermeler olarak kullanılabilir? (Onların bu biçimde kullanılabildiği şüphe götürmez: Fizikçi, bir olasılık önermesini ne zaman yanlışlanmış olarak değerlendirmesi gerektiğini bilmektedir.) Bu sorunun iki boyutu vardır: Bir yandan, olasılık önermelerinin yanlışlanabilir önermeler olarak kullanılabilirliklerini, mantıksal biçimlerinden yola çıkarak anlaşılır kılmak zorundayız; öte yandan, bu tür kullanımın nasıl düzenleneceğini çözümlememiz gerekmektedir.

66. kesime göre, kabul edilmiş temel önermeler olasılık tahminine daha iyi ya da daha kötü karşılık gelebilmektedir. Bunlar, bir olasılık dizisinin az çok tipik olan bir parçasının "yerini tutabilir". İşte bu durum, yöntembilimsel kuralın uygulanabilirliğini sağlamaktadır; bu kural belki de, örneğin temel önermelerin olasılık tahminine şu ya da bu biçimde karşılık gelmesi gerektiğini şart koşabilir; yani kendince bir sınır çekebilir ve bazı parçaları izinli, diğerlerini ise –örneğin tipik olmayanları– yasaklanmış olarak ortaya koyabilir.

Daha ayrıntılı bir çözümlemeye girişiğimizde, başta düşünüldüğü gibi, izin verilmiş durumların sınırlarının kesinlikle keyfi çekilmemesi gerektiğini görürüz; özellikle de sınırın "hoşgörülü" çekilmesine gerek yoktur. Aynı diğer yasalarda olduğu gibi, sınırın erişilebilen ölçme tamlığıyla sınırın belirlenebileceği bir düzenleme yapılması gerekmektedir.

Sınırlandırma ayracımıza göre geliştirip, önerdiğimiz bu

yöntembilimsel kural, tipik olmayan parçaların ortaya çıkmasını yasaklamadığı gibi, yinelenen sapmaların ortaya çıkmasını da yasaklamamaktadır (bu da zaten olasılık önermeleri için tiptiktir). Kural, kestirilebilen ve yeniden üretilebilen belirli yöndeki sapmaların –ya da tipik olmayan parçaların– ortaya çıkmasını yasaklamaktadır. Buna göre kural, yalnızca yaklaşık bir uygunluğu değil, tersine yeniden üretilebilir ve sınanabilir her şey –tüm *etkiler*– için en iyi uygunluğu şart koşmaktadır.

69. Yasa ve Rastlantı. Gezegenlerin katı yasalara göre hareket ettiği, zar oyununda da rastlantının (şansın) söz konusu olduğu söylenir. Bizse, bu iki olgu arasında şöyle bir ayrım yapıyoruz: Biz (şimdiye kadar) gezegenlerin hareketini başarıyla kestirebildik; ama zar oyunundaki tek tek atışları asla.

Tümdengelimli kestirim için yasalara ve sınır koşullarına gereksinim duyulmaktadır; elimizde uygun yasalar yoksa, ya da sınır koşulları belirlenemediyse, kestirimde başarılı olamayız. Zar oyununda eksik olan da kuşkusuz sınır koşullarıdır: Belki bir zar atışı tam olarak ölçülmüş sınır koşullarıyla önceden kestirilebilir; ama "hilesiz" atışın oyun kuralları öyle seçilmiştir ki (atıştan önce zarın sallanması!), sınır koşullarının tam bir ölçümüne izin vermemektedir. Rastlantısal bir dizide, farklı olayların yer almasını sağlayan koşulları belirleyen oyun kurallarını ve diğer kuralları, *çerçeve koşulları* olarak adlandırıyoruz. Bunlar örneğin, zarın (türdeş bir maddeden yapılmış) "hilesiz bir zar" olması, zarın sallanması gibi koşulları kapsamaktadır.

Kuşkusuz, tümdengelimli kestirimde başarısız olunan başka durumlar da vardır. Bunun da nedeni, belki (şimdiye kadar) uygun yasaların tanımlanamamış olmasıdır; bir yasanın ortaya atılmasında gösterilen tüm çabalar, belki de kestirimin yanlışlanmasıyla başarısızlıkla sonuçlanmıştır. Bu durumda da, işe yarar bir yasanın bulunmasında umutsuzluğa düşebiliriz (gerçi yasa arayışından vazgeçmeyiz; ama soru bizi ilgilendirmediğinde –örneğin, sıklık kestirimlerini iyi yürüttüğümüz durumlarda– bu arayışa son veririz). Fakat hiçbir zaman bu alanda yasaların olmadığını kesin olarak söyleyemeyiz (bunun da nedeni; doğrulamanın olanaksız oluşudur). Görüldüğü gibi, yaklaşımımız rast-

lantı kavramını *öznelleştirmektedir*[1]*. Bildiklerimiz, kestirimler için yetersiz kaldığında, rastlantıdan söz ederiz; çünkü zar oyununda sınır koşullarının olmayışını, bilgimizdeki eksiklik olarak algılayabiliriz (iyi araçlarla donanmış bir fizikçinin, başka insanların kestiremediği zar atışlarını kestirebileceği akla yatkındır).

İleri sürdüğümüz yaklaşımın yerine, sık sık nesnel bir yaklaşımın getirilmesine çalışılmıştır. Bu görüş, fizikötesi düşüncelere başvurduğu sürece –buna göre, olgular kendiliğinden belirlenmiş ya da belirlenmemiştir– burada, bunu daha ayrıntılı tartışmayı düşünmüyorum (bkz. kesimler *71* ve *78*). Yalnızca kestirimlerimizde başarılı olduğumuz zaman yasalardan söz ederiz; bunun dışında yasaların var olduğu ya da olmadığı konusunda hiçbir şey bilemeyiz[2]*.

Ancak daha dikkate değer bir eleştiri de şu olacaktır: Nasıl ki biz, yasalardan tümdengelimle türetilmiş kestirimler sağlandığında, uygun yasalardan söz ediyorsak; olasılık tahminlerimiz sağlandığında da, nesnel anlamda bir rastlantının söz konusu olduğunu ileri sürebiliriz.

Böyle bir tanımlamanın gereksiz olduğunu düşünmüyoruz; ama önemli olan bir konuya değinmeden de geçemeyiz: Yukarıdaki gibi tanımlanmış "rastlantı" kavramı, "yasa" kavramının karşıtı değildir. Zaten biz de bu nedenle olasılık dizilerini, "*şansa bağlı rastlantısal*" diziler olarak tanımladık. Böyle bir diziyi tanımlayan çerçeve koşulları sınır koşullarıyla aynı olmadığında, deney sonuçları rastlantısal özellikte olacaktır; yani çerçeve koşulları aynı olup farklı sınır koşullarıyla yürütülen deneylerde, değişik sonuçlar elde edilecektir. Öğeleri hiçbir şekilde kestiri-

[1]*Burada bunu söylemekle, *olasılığın* öznel yorumuna, *kararsızlığa* ya da *gelişigüzelliğe* bazı ayrıcalıklar tanıdığım düşünülmemelidir.

[2]*Bu paragrafta, fizikötesi bir kuramı reddetmekteyim (bunun da nedeni çok basit: kuram fizikötesi bir özellik taşımaktadır). Oysa bunu artık *Postscript*'imde hararetle savunmaktayım; çünkü bu kuram bana göre, çok önemli sorunların çözülmesine yardımcı olacak ve hatta çözülmünü mümkün kılacak yeni bakış açıları getirmektedir. *Bilimsel Araştırmanın Mantığını* yazarken, fizikötesine ilişkin inançlarımın olduğunu bilmeme ve fizikötesi yaklaşımların bilime getirdiği katkı ve önemini vurgulamama rağmen, yine de bazı fizikötesi kuramların ussal olarak kanıtlanabilir ve –çürütülemez olmalarına rağmen– eleştirilebilir olduklarını anlayamamıştım. Bununla ilgili olarak bkz. *Postscript*'imde yer alan son bölüm. Orada, *fizikötesi bilimsel araştırma programları* tartışılmaktadır.

lemeyen rastlantısal dizilerin var olup olmadığını bilmiyorum. Dizinin rastlantısal özelliğinden, [öğelerinin kestirilemez olduğu sonucuna ya da] eksik bilgilerden kaynaklanan öznel anlamda bir "rastlantıya" varamayız; kaldı ki (fizikötesi anlamında) nesnel anlamda yasaların var olmadığı sonucunu hiç çıkartamayız[3]*.

Yalnızca dizinin rastlantısal özelliğine dayanarak, onun tek tek olaylarındaki yasal olan ya da olmayan durumlarının türetilmesi olanaklı değildir: Olasılık tahminlerinin sağlanmış olmalarından yola çıkarak, dizinin tümüyle rastlantısal özellikte olduğu sonucuna da varamayız; çünkü rastlantısal özellikte matematiksel düzenli diziler de vardır (bkz. Ek IV). O halde Bernoulli dağılımının görünmesi, eksik olan yasanın bir *göstergesi ya da belirtisi* değildir; yasayla "... tanıma göre, *özdeş*"[1] hiç değildir. Olasılık önermeleriyle elde ettiğimiz başarıda göreceğimiz tek şey, dizinin [öğelerinden farklı olarak] yapısında eksik olan *yalın* yasaların bir belirtisi olacaktır (bkz. kesimler *43* ve *58*). Yalnızca, bu tür yalın yasaların görülemeyeceği varsayımına eşdeğer olan mutlak-serbestlik tahmini sağlanmıştır – başka bir şey değil.

70. Makro Yasaların Mikro Yasalardan Tümdengelimle Türetilmesi. Bütün olguların toplamlar olarak açıklanabilir olduğu; yani tüm makro olguların mikro olgulara dayandırılması gerektiği düşüncesi, son zamanlarda sık sık ortadan kaldırılmaya çalışılan bir yargıdır (bunun mekanikçilikle benzer yönleri vardır). Ancak birçok başka öğreti gibi, bu da kendi içinde tutarlı olan, kusursuz

[3]*Şimdi, kanıtlamaları şu biçimde yürütseydim, savıma belki daha da açıklık getirebilirdim diye düşünüyorum. Bir deneyi asla tam olarak yeniden tekrarlayamayız – yapabileceğimiz tek şey, *belirli* deney koşullarını belirli sınırlar içersinde aynı tutmaktır. Bu nedenle deney sonuçlarımızın belirli yönlerinin tekrarlanması, nesnel olgunun rastlantısallığına ya da yasaların var olmadığına bir kanıt değildir. Başka deneylerde ise, sonuçlar gelişigüzel değişkenlik gösterir – bu durum, özellikle deney koşullarının değişken olacak biçimde hazırlanmış deney yönergelerinde ortaya çıkar (aynı yazı-tura atışında olduğu gibi). Metinde ileri sürdüklerimi buraya kadar halen savunuyorum; ama nesnel rastlantıların *başka* çok daha önemli nedenleri vardır. Özellikle de Alfred Landé'nin ortaya attığı "Landé-Bıçağı", bu bağlamda çok büyük bir önem taşımaktadır. Bu düşünce, *Postscript*'imin *90. ve onu izleyen kesimde ayrıntılı olarak işlenmektedir.

[1] Aynı SCHLICK'in, *Die Kausalität in der gegenwärtigen Physik, Naturwissenschaften 19* (1931), s. 157'de söylediği gibi.

bir yöntembilimsel kuralın bir tür fizikötesi dayanağı gibi düşünülebilir. Burada kastettiğim kural, toplam ya da bütün oluşturma ile basitleştirmelerin ya da genelleştirmelerin oluşturulmasına çalışılmasıdır; ama yanlış olan, bunu yaparken *yalnızca mikro varsayımlarla* yetinebileceğimiz düşüncesidir. Oysa daha çok *sıklık tahminlerinin* göz önünde bulundurulması gerekmektedir: İstatistiksel sonuçları ancak istatistiksel tahminlerle elde edebiliriz. Bu tür sıklık tahminleri her zaman varsayım niteliğindedir; gerektiğinde mikro olgularla açıklık kazandırılabilir; ama hiçbir zaman mikro olgulardan türetilemez. Onlar, varsayımların özel bir kümesidir; adeta büyük dizilerdeki yasaları düzenleyen yasaklardır[1]. Çok açık bir ifadeyle von Mises[2] şöyle der: "İstatistiksel nitelikteki varsayımları katmadan, klasik fizikten, kinetik gaz kuramının en küçük bilimsel önermesini bile türetemeyiz."

O halde, istatistiksel tahminler, sıklık önermeleri hiçbir zaman "belirlenmiş" yasalardan kolayca türetilemez; çünkü bu tür yasalardan bir kestirimin türetilmesi için, başta sınır koşullarına gereksinim duyulmaktadır. İstatistiksel yasaların, ("belirli" ya da "belirgin" özellikteki) mikro tahminlerden türetilmesinde, sınır koşullarının *dağılımı* hakkında bilgi veren türsel-istatistiksel nitelikteki tahminler yer almaktadır[1*].

[1] MARCH, *Die Grundlagen der Quantenmechanik* (1931), s. 250'de şunu yazmaktadır: Bir gazın parçacıkları, davranışlarını "... kendine göre değil, diğer parçacıkların davranışlarına göre ayarlamaktadır. Bunu, kuantum mekaniğinin en temel ilkesi olarak düşünebiliriz. Bu ilkeye göre, parçaların toplamlarından çok, tümü daha fazladır".

[2] v. MISES, *Über kausale und statistische Gesetzmäßigkeiten in der Physik, Erkenntnis 1*, s. 207 (yine bkz. *Naturwissenschaften 18*, 1930).

[1*] R. von Mises'in ileri sürdüğü ve benim de ondan etkilenerek benimsediğim bu sav, bazı fizikçilerce kabul edilmemiştir. Bunlardan biri örneğin P. JORDAN'dır (bkz. *Anschauliche Quantentheorie*, 1936, s. 282. Burada Jordan, ergodik varsayımının bazı biçimlerinin yakın zamanda tanıtlandığını göstererek, benim savıma karşı çıkmıştır). *Olasılık çıkarımlarının, olasılık öncüllerini gerektirdiği* –burada kastedilen, örneğin belirli eşdağılım tahminlerini kapsayan ölçü-kuramsal öncüllerdir– biçiminde ortaya atılan savla ileri sürdüklerim, Jordan'ın örneğiyle çürütülmeyip, tersine destek görecektir. Einstein da ortaya attığım savı eleştirenlerden biriydi: Savıma karşı olarak getirdiği görüşlerini, bana yazdığı ilginç bir mektubun son paragrafında belirtmiştir. Bu mektup Ek *XII'de yer almaktadır. Sanıyorum, o zamanlar Einstein, olasılığın öznel bir yorumunu ve bir değişmezlik ilkesini düşünmüştü (öznel kuramda bu ilke, sanki eşdağılımlara ilişkin bir tahmin değilmiş gibi yer almaktadır). Ancak çok sonraları Einstein, –en azından bir deneme olarak– (kuantum kuramının) bir sıklık yorumunu kabul etmiştir.

Kuramsal fizikteki sıklık tahminlerinin büyük oranda *eşdağılım varsayımları* olduğu dikkat çekmektedir. Bu, onların hiçbir şekilde "önsel olarak geçerli" olduğu anlamına gelmez; bunu, örneğin klasik Bose-Einstein istatistiği ile Fermi-Dirac istatistiği arasındaki farklılıklarda görebiliriz: Özel varsayımsal tahminler, referans dizisi ve özelliklerin –ki bunlar için eşdağılım öngörülmektedir– farklı tanımlarını verecek biçimde, eşdağılım varsayımıyla birleştirilmektedir.

Aşağıdaki örnek, sıklık tahminlerinin – onlarsız da yetinebiliriz diye düşündüğümüz durumlarda bile– ne denli vazgeçilmez olduğunu gösterecektir.

Bir şelale düşünelim. Burada kendine özgü düzenlilik gösteren durumları gözlemleyebiliriz: Gerçi su akıntılarının şiddeti farklılık gösterecek, zaman zaman sağa sola sıçrayacaktır; ama tüm bu değişiklikler içersinde kendine özgü düzenli bir durum saptanabilecektir. Bu kurallılık, bizde tamamen istatistiksel bir izlenimi uyandıracaktır. Hidrodinamiğin çözümlenmemiş bazı sorularını dikkate almadığımızda (özellikle de girdap oluşumuna ilişkin vb. soruları dikkate almadığımızda), sınır koşulları verildiğinde, herhangi bir su kütlesinin –yani bir grup molekülün– yolu ilkesel olarak istenilen tamlıkta kestirilebilir. Demek ki, daha şelalenin yukarısından, bir su molekülünün şelalenin neresinden aşağıya düşeceğini, nerede ayrışacağını vb. tahmin etmek mümkün olacaktır. Bu biçimde, istenildiği kadar çok parçacığın yolunu (ilkesel olarak) hesaplayabiliriz; bir de, yeterli sayıda sınır koşulları varsa, (ilkesel olarak) şelalenin yukarıda değinilen bazı istatistiksel dalgalanmaları bile türetebiliriz; ancak çıkarsayabileceğimiz dalgalanmalar, yalnızca şu ya da bu biçimdeki *bireysel* dalgalanmalar olacaktır –genel kuralların, ya da bu anlamda, genel istatistiksel dağılımların türetilmesi olanaksızdır. Bunları açıklayabilmek için istatistiksel tahminlere –en azından, bazı sınır koşullarının *her zaman* filan sayıdaki su kütlesi için ortaya çıkabileceği varsayımına (yani evrensel bir önermeye)– gereksinim duyarız: Ancak *türsel-istatistiksel* tahminler yürüttüğümüzde, örneğin sınır koşulları için sıklık dağılımlarını öngördüğümüzde, istatistiksel bir sonuca varabiliriz.

71. "Biçimci" Olasılık Önermeleri. "Biçimci" [yani "yalnızca biçimi yönünden tekil olan"] olasılık önermesi diye nitelendirdiğimiz, tek bir olaya ya da bazı olaylar kümesinin tek tek elemanlarına, "olasılık" yükleyen bir önermedir[1]*. Sözgelimi: "Bir sonraki zar atışında 5 atmanın olasılığı 1/6'dır" ya da: "Beş atmanın olasılığı (aynı zarla yapılmış) her atış için 1/6'dır" biçiminde bir önermedir. Sıklık kuramına göre, bu tür önermeler doğru olarak değerlendirilmemektedir; çünkü kurama göre, tek tek olaylara değil, yalnızca (sonsuz) olaylar dizisine bir "olasılık" yüklenmelidir. Bizse, biçimci olasılığı, nesnel olasılık (göreli sıklık) kavramı yardımıyla uygun bir biçimde tanımladığımızda, bu önermeleri doğru olarak kabul edebiliriz. Bir a-dizisinin elemanı olarak tanımlanmış belirli bir k olayının –imsel olarak[1]: $k \varepsilon \alpha$–β özelliğine sahip olacağı biçimindeki biçimci olasılığı, $\alpha O_k(\beta)$ ile gösterip,

$$(Tanım) \qquad {}_{\alpha}O_k(\beta)={}_{\alpha}S(\beta) \qquad (k \varepsilon \alpha)$$

şeklinde tanımlıyoruz. Sözcüklerle ifade edecek olursak: α-kümesinin elemanı olarak k-olayının, β özelliği taşıyacağı şeklindeki biçimci olasılık, tanıma göre, α-referans dizisindeki β özelliğinin nesnel olasılığına eşittir.

Bu basit ve açık denebilecek tanımlama oldukça işlevseldir; öyle ki, modern kuantum kuramının karmaşık olan bazı problemlerinin aydınlatılmasında bize yardımcı olacaktır (bkz. *75.* ve *76.* kesimler).

Tanımdan da anlaşıldığı gibi, biçimci bir olasılık önermesi, referans dizisini açıkça ortaya koymadığında, eksiktir. Genelde α'nın açıkça belirtilmemesine rağmen, hangi α'nın kastedildiği anlaşılmaktadır. Buna göre, burada örnek olarak getirilen ilk önermede α-referans dizisine ilişkin bir açıklamaya yer verilmemiştir; ama yine de önermenin "hilesiz" zarlarla yapılmış atışları kastettiği de oldukça açıktır.

Genelde bir k olayının yer aldığı birden fazla referans dizi-

[1]* Metinde yer alan "biçimci" ifadesi, her ne kadar anlamı istatistiksel anlatımlarla tanımlanabilse de, biçimsel olarak tekil olan bir önermeyi akla getirmelidir. Bununla ilgili olarak bkz. aynı kesim, dipnot 3* ve s. 543-544'teki *Ekleme.*

[1] "...ε..." imi (koşacı), "... ... kümesinin bir elemanıdır" anlamındadır.

si vardır. Bu nedenle de söz konusu olaya ilişkin farklı (biçimci) olasılık önermelerini ortaya atmak doğal olarak mümkündür. Buna göre, örneğin belli bir zaman dilimi içinde yaşamın sona erme olasılığı, belirli bir kişi [k] için –ister o kişi, aynı yaş grubunun oluşturduğu kümenin bir elemanı, ister aynı işte çalışanların oluşturduğu kümenin bir öğesi olsun vb.– farklı olacaktır. Olası referans kümeleri arasından hangisinin seçilmesi gerektiği biçiminde genel bir kural getirmek olanaksızdır. (Genelde referans kümelerinden en dar kapsamlısının uygun olduğu düşünülmektedir; yeter ki, küme, istatistiksel ekstrapolasiyona göre yürütülen olasılık tahminini yeterince sağlam ve güvenilir gösterebilecek büyüklükte olsun.)

Farklı referans kümelerinin elemanı olarak, yalnızca tek ve aynı olaya farklı olasılıkların yüklenebileceğini düşündüğümüzde, olasılık kuramında sözü edilen "paradoksların" birçoğu ortadan kalkar. Sözgelimi, ${}_{\alpha}O_k(\beta)$ olasılık değerinin k-olayından *önce*, başka, sonra daha başka olduğu zaman zaman söylenmektedir: Olaydan önce olasılık 1/6 iken, olaydan sonra yalnızca 1 ya da 0 olabileceği ileri sürülmektedir. Bu düşünce doğal olarak tamamen hatalıdır. ${}_{\alpha}O_k(\beta)$ değeri, olaydan önce ve sonra aynı kalmaktadır. Değişen tek şey referans kümesidir; yani biz, $k \varepsilon \beta$ (ya da $k \varepsilon \bar{\beta}$) bilgisine dayanarak –bu, k-olayının gözlemlenmesiyle elde edilmiş bir bilgidir– yeni bir referans kümesi, yani β (ya da $\bar{\beta}$'yı seçebilir ve buna göre ${}_{\beta}O_k(\beta)$ olasılık değerini sorgulayabiliriz. Elde edeceğimiz olasılık değeri kuşkusuz 1 olacaktır; aynı şekilde ${}_{\bar{\beta}}O_k(\beta)$ için de 0 değerini elde ederiz. Sıklıklar hakkında değil de, "$k \varepsilon \varphi$" biçiminde tekil olaylara ilişkin bilgileri içeren önermeler, olasılık değerlerini değiştirmez; ancak başka bir referans kümesinin seçilmesi konusunda bize akıl verir.

Biçimci olasılık kavramı, *öznel* kurama (ve böylece de bir sonraki kesimde göstereceğimiz gibi, hareket serbestliği kuramına) bir köprü oluşturmaktadır; çünkü biçimci olasılık değerinin, Keynes'in ifade ettiği gibi, "akla yatkın bilginin derecesi" biçiminde yorumlanması, bizce de uygundur –yeter ki, "akla yatkın bilgilerimizi" nesnel bir *sıklık önermesiyle* saptamış olalım. Böyle olduğunda bu önerme, "bilginin derecesini" belirleyen "bilgidir". Başka bir deyişle: Bir olay hakkında bildiğimiz tek

şey, yalnızca onun, belirli bir olasılık değerinin sağlandığı belli bir referans dizisine ait olduğu ise, bilgimiz, olayın özelliğini kestirmek için yeterli olmayacaktır; ama bildiklerimizi, biçimci bir olasılık önermesiyle ifade edebiliriz – bu önerme, *ilgili tekil olay hakkında yürütülen belirsiz bir kestirime* benzemektedir[2]*.

Bu nedenle, –belirsiz kestirimler yapmak (sıklık önermesinden, olay hakkında zaten hiçbir şey çıkartamayız) ya da söz konusu tekil olayla ilgili eksik bilgiye sahip olduğumuzu söylemek yerine– tekil olaylara ilişkin olasılık değerlerinin öznel açıdan yorumlanmasına karşı değiliz; yeter ki *nesnel sıklık önermeleri esas* alınsın (*çünkü onlar görgül olarak sınanabilen önermelerdir*). Karşı olduğumuz, biçimci olasılık önermelerinin ya da belirsiz kestirimlerin, istatistiksel-nesnel yorumlara girmeden *doğrudan nesnel önermeler* gibi yorumlanmasıdır; örneğin, zar atışında 1/6 olasılığın var olduğunu ifade eden önermenin, yalnızca belirli bir şeyi bilmediğimizin (öznel) bir itirafı değil, aynı zamanda (nesnel anlamda) bir sonraki zar atışıyla ilgili bir önerme olup, atış sonucunun nesnel açıdan belirsiz ya da belirlenmemiş olduğunu –önce karar verilmesi gerektiğini– öne sürdüğü şeklindeki görüşü kabul etmiyoruz[3]*. Bu biçimdeki nesnel yorumlamaları (bunları örneğin Jeans ayrıntılı bir biçimde ele almıştır), ne kadar "belirlenmez" olursa olsun, yanlış buluyoruz: Tüm bunların temelini fizikötesi yaklaşımlar oluşturmaktadır; yani kestirimleri tümdengelimle türetebileceğimiz ve sınayabileceğimiz

[2]*Şimdi artık, olasılık kuramıyla ilgili olarak getirilen farklı yorumlar arasında yatan sorunun, daha kolay biçimde ele alınabileceğini düşünüyorum –bunu da, belitlerden ya da koyutlardan oluşan biçimsel bir dizge verip, farklı yorumlarla dizinin geçerliliğinin tanıtlanmasıyla ortaya koyabiliriz. Bu nedenle bu bölümün son iki kesimini (*71* ve *72*), yaklaşımımızın büyük bir oranda yeniden gözden geçirildiği kesimler olarak değerlendiriyorum. Bkz. Ek *IV, aynı zamanda *Postcript*'im *II., *III. ve *V. bölümler. Yine de burada yazdıklarımı halen kabul ediyor olduğumu söylemeliyim – yeter ki, "referans kümelerim" deneyi belirleyen koşullarla öyle tanımlanmış olsun ki, "sıklıklar" gerçekleşebilirliğin sonucu olarak yorumlanabilsin.

[3]*Bir olay hakkında karar verilememesi görüşünü, şimdi artık reddetmiyorum ve olasılık kuramının da en iyi şekilde, (şu ya da bu duruma bağlı olarak) *olayların gerçekleşebilirliğin kuramı* olarak yorumlanabileceğini savunuyorum; ama olasılık kuramının bu biçimde yorumlanması *gerektiği* düşüncesine bugün de karşı çıkarım. Başka bir deyişle ben, olasılığın, gerçekleşebilirliğin ölçüsü olarak yorumlanmasını, yalnızca dünyanın yapısına ilişkin yürütülen tahminler olarak değerlendiriyorum. (Bkz. s. 543-544'teki *Ekleme*.)

görüşünün dışında, bir de, doğanın az çok "belirli" ya da "belirlenmiş" (ya da "belirlenmemiş") olduğu düşüncesi yatmaktadır; öyle ki, kestirimlerdeki başarı (onların gerçekleşmesi ya da gerçekleşmemesi), türetildikleri yasalarla değil, bundan da öte, doğanın gerçekten ilgili yasalara uygun şekilde yapılanmış olmasıyla (ya da olmamasıyla) açıklanmaktadır[4*].

72. Oynama Payı Kuramı. 34. kesimde, diğerine göre en üst derecede yanlışlanabilen bir önermeyi, aynı zamanda "mantıksal açıdan olasılı olmayan"; yanlışlanabilirlik derecesi daha az olan önermeyi de, "mantıksal açıdan daha olasılı" bir önerme olarak tanımlamıştık. Mantıksal açıdan olasılı olmayan önerme, mantıksal açıdan daha olasılı olanı kapsamaktadır[1]. Söz konusu *mantıksal olasılık* ve (nesnel ya da biçimci) *sayısal olasılık* kavramları arasında sıkı bir benzerlik vardır. Olasılıklar hesabını, mantıksal oynama payı kavramına –yani mantıksal olasılık kavramıyla aynı olan bir kavrama (bkz. kesim *37*)– dayandırmak isteyen bazı olasılık kuramcıları (Bolzano, v. Kries, Waismann), iki kavram arasındaki bu benzerliği ortaya koymaya çalışmışlardır.

Waismann[2], farklı önermelerin mantıksal oynama payları arasındaki bağıntının (ya da oranın), bunlara karşılık gelen göreli sıklıklarla *ölçülmesini*; sıklık değerlerinin adeta *metrik* olarak onlara ilişkilendirilmesini önermiştir. Olasılık kuramının bu biçimde yapılandırılmasının uygun olabileceğini düşünüyoruz: Göreli sıklıkların –bir önceki kesimde, biçimci olasılığın tanımıyla yaptığımız gibi– bazı "belirsiz önermelere" (belirsiz kestirimlere) ilişkilendirilmesinin, Waismann'ın önerdiğiyle aynı olduğunu söyleyebiliriz.

Olasılıkların tanımlanmasında, bu yöntemin tamamıyla doğru olduğunu söyleyemeyiz. Bu yöntem, ancak sıklık kuramı yapılandırıldığında geçerli olabilecektir; aksi halde metrik için

4*Burada, az çok yererek getirdiğim tanımlama, şimdiki yaklaşımımla bütünüyle uyuşmaktadır. Bu düşüncelerimi *Postscript*'imim "Fizikötesi Önsözü"nde tartışmaya açtım ve bunu, "gerçekleşebilirliğin ölçülsü olarak olasılığın yorumlanması" şeklinde nitelendiriyorum. (Bkz. s. 543-544'teki *Eklem*).

1 Genel olarak bkz. kesim *35*.

2 WAISMANN, *Logische Analyse des Wahrscheinlichkeitsbegriffes* (*Erkenntnis 1*, 1930, s. 128vd.)

kullanılan "sıklık değerlerinin" kendi aralarında nasıl tanımlanmış olabileceğini sorgulamamız gerekecektir. Fakat böyle bir yapılandırmama varsa, oynama payı kuramına başvurulması da gereksizdir. Yine de, Waismann'ın önerisini anlamlı buluyoruz: Sorunun farklı bakış açılarından ele alınmasında, başlangıçta bir araya gelemeyecekmiş gibi görünen ikilemlerin –özellikle de öznel ve nesnel yorumlar arasındaki farklı yaklaşımların– daha kapsamlı bir kuramla ortadan kaldırılabilmesi düşüncesi oldukça doyurucudur. Ancak Waismann'ın önerisi bazı düzeltmeleri gerektirmektedir: Waismann'ın getirdiği oynama payı kavramı (bkz. kesim *48*, dipnot 2), yalnızca altküme ilişkileri (koşullu önermeler) için tanımlanmış değildir; daha genel olarak şunu şart koşmaktadır: Oynama payları da, birbiriyle yalnızca kısmen örtüşen önermeler de, bu aralıkları yönünden karşılaştırılabilir olmalıdır (*32.* ve *33.* kesimlere göre karşılaştırılamaz önermeler). Oysa büyük sorunlarla karşı karşıya kalan bu öngörü bizce gereksizdir. Bunun yerine başlangıçta, söz konusu ("gelişigüzel") durumlarda, altkümelerin ve sıklıkların karşılaştırılmasının *eşit* yürütülmesi gerektiğini göstererek işe koyulabiliriz. Böylece sıklıkların, oynama paylarına (onların *metriği* olarak) doğru yerleştirilip yerleştirilmediği tanıtlanmış olur; metriğin ilişkilendirilmesinden sonra da, doğal olarak altküme ilişkisi içerisinde karşılaştırılamayan önermeler, kendiliklerinden karşılaştırılabilir önermelere dönüşür. Burada tanıtlama işlemine şöyle bir kısaca değinmek istiyoruz.

γ ve β özellik kümeleri arasında,

$$\gamma \subset \beta$$

altküme ilişkisi olduğunda,

(bkz. kesim *33*)

$$(k)\ [Yan(k \in \gamma) \geq Yan(k \in \beta)]$$

geçerli olur; öyle ki $(k \in \gamma)$'nın oynama payının mantıksal olasılığı, $(k \in \beta)$'nın aralığından *daha küçük ya da* onunla *aynı büyük-*

lükte olmalıdır; ancak bir α referans kümesine (α, tümel küme de olabilir) bağlı olarak (doğa yasası biçimindeki) şu kural geçerli olduğunda:

$$(x)\{ [x \varepsilon(\alpha . \beta)] \rightarrow (x \varepsilon \gamma) \}.$$

($k \varepsilon \gamma$)'nın oynama payının mantıksal olasılığı, ($k \varepsilon \beta$)'nın aralığıyla *aynı büyüklükte* olacaktır. Bu "doğa yasası" geçerli olmadığında, "gelişigüzelliğin" yer aldığı düşünülecektir; bu durumda *eşitsizlik* geçerli olacaktır; ama o zaman, α'nın sayılabilir (referans dizisi olarak kullanılabilir) olma koşuluyla:

$$_{\alpha}S(\gamma) < _{\alpha}S(\beta).$$

geçerli olmak zorundadır; başka bir deyişle: "Gelişigüzellik" söz konusu olduğunda, karşılaştırılabilir önermelerin oynama paylarının karşılaştırılmasıyla, göreli sıklıkların karşılaştırılması *eşit* yürütülmelidir. Demek ki, "gelişigüzelliğin" yer aldığı durumlar söz konusu olduğunda, oynama paylarının karşılaştırılmasında, *metrik* olarak sıklıkları ilişkilendirebiliriz – bunu biçimci olasılığın tanımıyla *71.* kesimde dolaylı olarak yapmıştık; çünkü verilmiş bilgilerden yola çıkarak doğrudan

$$_{\alpha}O_k(\gamma) < _{\alpha}O_k(\beta)$$

yı çıkarabilirdik.

Böylece çıkış noktamız olan, yorumlama sorununa geri dönmüş oluyoruz: Başlangıçta uzlaşma sağlanamayacakmış gibi görünen öznel ve nesnel kuram arasındaki karşıolumlar, artık biçimci olasılığın açık bir şekilde tanımlanmasıyla bütünüyle ortadan kaldırılabilecektir.

Bölüm IX

KUANTUM MEKANİĞİNE İLİŞKİN AÇIKLAMALAR

Şimdiye kadar edindiğimiz bilgiler –özellikle de olasılık probleminin incelenmesiyle kazandıklarımız– bilimsel araştırmanın güncel bir sorununda sınanacaktır. Bunların yardımıyla, modern kuantum fiziğinin bazı karanlık noktalarını çözümleyip aydınlatmaya çalışacağız.

Mantıksal ya da felsefi yöntemlerle fizik sorunlarının odağına inmek, kuşkusuz fizikçilerde büyük endişeler uyandıracaktır. Doğal olarak ortaya çıkabilecek kaygıları ve haklı karşıolumları, konunun tartışılması sonucunda yok edebileceğimizi umuyoruz. Bununla ilgili olarak hemen şunu söylemeliyim: Bilimin her alanında, daha çok mantıksal nitelikte sorular ortaya çıkmaktadır. Ayrıca kuantum fizikçilerinin bilgikuramsal tartışmalara getirdikleri önemli katkılara dayanarak, kuantum mekaniğindeki açıklanamamış bazı problemlerin çözümünün mantık ve fizik arasındaki sınır bölgesinde aranması gerektiği görüşünü onların da paylaşacaklarını düşünüyoruz.

Konuya girmeden önce, varmak istediğimiz asıl sonuçları kısaca özetleyelim:

(1) Heisenberg'in *belirsizlik bağıntıları*; yani erişilebilen ölçme kesinliğindeki sınırlamalar ile açıklanan bazı kuantum mekaniği formülleri, biçimci olasılık önermeleridir (kesim *71*) ve bu nedenle *istatistiksel* olarak ele alınabilir. Biz, bu biçimde yorumlanan formülleri, "istatistiksel dağılım bağıntıları" olarak adlandıracağız.

(2) Belirsizlik bağıntılarının izin verdiğinden daha doğru öl-

çümler, kuantum mekaniğinin formüllerine ve onun istatistiksel yorumuna ters düşmemektedir; buna göre, doğruya yakın kesin ölçümler yapılabilse bile, kuantum mekaniğinin ilkeleri çürütülmemektedir.

(3) Bu durumda Heisenberg'in kısıtladığı tam doğru ölçme, kuramdan türemiş değildir; bağımsız, ek bir öngörüdür.

(4) Hatta bunun da ötesinde: Heisenberg'in bu ek öngörüsü, kuantum mekaniğinin istatistiksel açıdan yorumlanan formülleri ile *çelişmektedir*. Çünkü, kuantum kuramına uygun olarak çok hassas ölçümlerin yapılabilmesi yanında, çok kesin ölçümlerin olabileceğini gösteren düşünsel deneyler de ortaya konabilir. (İşte modern kuantum fiziğinin o muhteşem yapıtının sakatlanmasına neden olan sorunların ortaya çıkmasında, bu çelişkinin büyük payı olduğu kanısındayız – o denli sakatlanmıştır ki, Thirring[1] konuyla ilgili olarak şunu söyleme cesaretini bulmuştur: "Kuantum fiziği, kendilerinin de daha önce ifade ettikleri gibi, yaratıcılarının bile çözemediği bir bulmaca olarak kalmıştır.")

Belitsel olarak nitelendirilebilecek bu incelememiz[2], matematiksel tümdengelimlere ve (biri hariç) matematiksel formüllere yer vermemektedir. İncelememizi bu şekilde yürütmemizin nedeni, matematiksel formüllerin doğruluğundan şüphe duymamız değil, yalnızca formüllerin Born'a kadar uzanan fiziksel yorumlarının mantıksal vargılarıyla ilgileniyor olmamızdır.

"Nedensellik" üzerinde yapılan tartışmalardan dolayı, günümüzde çok tutulan belirlenimci olmayan fizikötesini dışlamayı öneriyoruz. Bunun belki de, yakın zaman öncesinde fizik çevrelerinde kullanılan belirlenimci fizikötesinden çok büyük bir farkı yoktur; ama ona göre fazlasıyla verimsizdir.

1 THIRRING, *Die Wandlung des Begriffssystems der Physik* (Mark, Thirring, Hahn, Nöbeling, Menger tarafından hazırlanan, *Krise und Neuaufbau in den exakten Wissensch aften, Fünf Wiener Vorträge*'de yer almaktadır, Deuticke Yayınları, Viyana ve Leipzig, 1933), s. 30.

2 Bundan sonra kuantum mekaniğinin yorumlanmasıyla ilgileneceğiz; bunu yaparken dalga alanları sorununu (Dirac'ın yayınım ve soğurma kuramı, Maxwell-Dirac alan denklemlerinin süper kuantumlanması) dışarıda bırakacağız. Burada bu kısıtlamalara değinmemizin nedeni, yaklaşımımızın ancak bazı önlemler alındığında, örneğin kuantumlanmış dalga alanı ile tanecikli gaz arasındaki eşdeğerliliğe dayanan yorumlama sorunlarına aktarılabilir olmasıdır.

Konuyu bütün açıklığıyla ortaya koymak amacıyla, genelde getirdiğim sert eleştirilerin yanlış değerlendirilmemesi için şunu söylemek istiyorum: Modern kuantum fiziğinin yaratıcılarının başarılarını, bilimsel bir dehanın şimdiye kadar gösterdiği başarıların en büyüğü olarak değerlendiriyorum[1*].

73. Heisenberg'in Programı ve Belirsizlik Bağıntıları. Heisenberg, atom mekaniğinin[1] yeniden temellendirilmesinde bilgikuramsal bir programdan yola çıkmıştır: O, deneysel bir gözlemle ölçülemeyecek büyüklükleri (yani, kuramın fizikötesi öğeleri gibi) kuramdan dışlamak istemişti. Gözlemlenemeyen bu büyüklükler, Heisenberg'in hareket noktası olan Bohr kuramında yer alıyordu. Elektron yörüngelerine ya da daha doğrusu, elektronların dönme frekanslarına deneysel gözlemlerde karşılık gelen hiçbir şey yoktu (çünkü spektral çizgilerde gözlemlenebilen ışıma frekansları, dönme frekanslarıyla uyuşmamaktaydı). Heisenberg, gözlemlenemeyen bu büyüklükleri dışarlayarak, Bohr kuramının sakatlanmasına neden olan boşlukları gidermeyi umuyordu.

Bu, Einstein'ın Lorentz-Fitzgerald büzülme varsayımında ortaya çıkardığı duruma bir ölçüde benzemektedir. Michelson deneyinin olumsuz sonucunu açıklamak amacıyla, bu kuramda da deneysel bir sınamayla ölçülemeyecek büyüklüklere yer verilmişti –bunlar, durağan Lorentz eterindeki göreli hareketlerdi. Her iki durumda da yeniden düzeltilmesi gereken bu kuramlar, gözlemlenebilir bazı doğa olgularını açıklıyordu; ama her ikisi de, doğanın, araştırmacının gözünden sakladığı fiziksel olguların ve tanımlanmamış fiziksel büyüklüklerin olabileceği şeklindeki pek de doyurucu olmayan bir öngörüye gereksinim duymaktaydı.

[1*] Ne bu konuyla ne de eleştirimde değindiğim pek çok noktayla ilgili olarak yaklaşımımı değiştirmiş değilim. Ancak olasılık kuramını yorumlarken getirdiğim değişiklikler gibi, kuantum kuramını yorumlarken de yaptım. Bugünkü yaklaşımım *Postscript*'imde yer almaktadır; orada kuantum kuramından bağımsız olarak *belirlenmezciliği* savunmaktayım. Yine de IX. bölümü –hata üzerine kurulmuş *77.* kesim hariç– hâlâ doğru buluyorum, özellikle de *76.* kesimi.

[1] W. HEISENBERG, *Zeitschrift für Physik 33* (1925), s. 879; bundan sonra artık daha çok HEISENBERG'in, *Die physikalischen Prinzipien der Quantentheorie* (1930), adlı yapıtını esas alacağız.

Einstein, Lorentz kuramında gözlemlenemeyen olguların dışarıda bırakılabileceğini göstermişti. Aynısını, Heisenberg'in kuramı için de –en azından kuramın matematiksel içeriğine dayanarak– söyleyebiliriz. Ancak, burada hâlâ yapılması gereken bazı işler var gibi görünmektedir: Heisenberg'in kuramıyla ilgili olarak getirdiği yoruma baktığımızda, programının bütünüyle tamamlanmadığı anlaşılıyor; doğa, hâlâ kuramda ortaya çıkan bazı büyüklükleri kurnazca bizlerden gizlemektedir.

Bu durum, Heisenberg'in ortaya koyduğu, *belirsizlik bağıntısı* olarak adlandırılan ilkeyle ilişkilidir. Bağıntıyı oluşturan temel düşünceler şunlardır: Her fiziksel ölçümün temelinde, ölçülecek olan cisim ve ölçüm cihazı (ya da gözlemci) arasındaki enerji alışverişi yatmaktadır; örneğin cisim, ışıkla aydınlatılmış ve ondan saçılan ışık demetinin bir bölümü ölçüm cihazı tarafından soğurulmuş olabilir. Enerji alışverişi cismin durumunu değiştirecektir; öyle ki cisim ölçümden sonra, ölçüm öncesindekinden farklı bir durumdadır. Bu nedenle ölçüm, ölçme olgusuyla o an bozulmuş bir durumu karşımıza çıkarır. Bu tür etkileşimlerdeki değişimleri makroskopik cisimlerde göz ardı edebiliriz; ama örneğin, ışık saçılmasıyla önemli ölçüde etkilenen atomik cisimlerde dikkate almak zorundayız. Bu nedenle atomik bir cismin ölçümden *sonraki* durumunu, bu ölçme sonucunda çıkartamayız; yani ölçme işlemini, *kestirimlere temel olacak biçimde kullanamayız.* Belki yapılan her bir yeni ölçümle, bir önceki ölçümün sonucuna dayanarak cismin durumu hakkında bilgi sahibi olabiliriz; ama sistem bütünüyle etkilenmiş olacak ve kestirimlere izin vermeyecektir. Gerçi ölçme işlemi, bazı büyüklükler (örneğin parçacığın *momentumu*) ölçümden etkilenmeyecek şekilde gerçekleştirilebilir; ama buna bağlı olarak başka büyüklükler (bu durumda, parçacığın *konumu* ya da *yeri*) fazlasıyla etkilenecektir. Birbirlerine bu biçimde bağlı olan iki büyüklük için şu önerme geçerlidir: Bu büyüklükler (her ne kadar ayrı ayrı kesin doğrulukla ölçülebilse de) aynı anda kesin bir doğrulukla ölçülemez: Onlardan herhangi biri, örneğin p_x momentum bileşeni, ne kadar doğru ölçülürse; yani Δp_x hata aralığı ne kadar küçük olursa; x yer koordinatı ölçümü de o denli belirsiz, Δx hata aralığı o denli büyük olmalıdır. Bu durumda Heisenberg'e göre erişilebilir en büyük kesinlik,

$$\Delta x \cdot \Delta p_x \geq \frac{h}{4\pi}$$

bağıntısıyla[2] sınırlanmıştır (benzer bağıntılar y– ve z– koordinatları için de geçerlidir). Buna göre: Belirsizliklerin çarpımı, en azından *h* büyüklüğünde bir değerdir (*h*, Planck sabitidir). Bu formülden de anlaşılacağı gibi, bir değerin tam olarak doğru ölçümü, bütünüyle diğer değerin belirsizliği pahasına yapılmak zorundadır.

"Heisenberg'in belirsizlik bağıntısına" göre, her bir yer ölçümü, momentum ölçümünü etkilediğinden, ilke olarak, *bir parçacığın yörüngesini* kestiremeyiz. "Bu nedenle 'yörünge' kavramının yeni mekanikte bir anlamı yoktur..."[3]

Ancak burada bir sorun ortaya çıkmaktadır: Belirsizlik bağıntıları, parçacığın yalnızca ölçüm *sonrası* büyüklükleriyle ilgilidir; ölçüm anına kadar, bir elektronun yerini ve momentumunu sınırlandırılmamış bir kesinlikle ilkesel olarak saptayabiliriz. Bu amaçla ardışık birçok ölçüm yapılabilir; buna göre (a) iki konum ölçümü, (b) momentum ölçümü öncesindeki konum ölçümü ve (c) momentum ölçümünü izleyen konum ölçümü sonuçlarını birleştirerek, iki ölçüm *arasındaki* zaman aralığı için (en azından bu iki zaman için[4]) yer ve momentum koordinatlarını kesin olarak hesaplayabiliriz. Ne var ki, bu biçimde yapılan kesin hesaplamalar Heisenberg'e göre, kestirimde kullanılamaz: Burada görgül bir sınama yapmak olanaksızdır; çünkü hesaplama yalnızca, aralarında başka bir büyüklüğün ölçülmediği, birbirini doğrudan izleyen iki deney arasındaki yörünge için geçerlidir (öngörülen başka bir büyüklüğün sınanması amacıyla hazırlanan deney, elektronun yörüngesini etkileyecek ve bu nedenle bulgularımız geçersiz olacaktır). Heisenberg, tam doğru ölçümlere ilişkin şunları yazmaktadır: "... Elektronun geçmişiyle ilgili hesaplamalarda, herhangi bir fiziksel gerçeği göz önünde bulundurup bulun-

2 Formülün türetilmesiyle ilgili olarak bkz. kesim *75*, dipnot 2.

3 MARCH, *Die Grundlagen der Quantenmechanik* (1931), s. 55.

4 (b) şıkkının, belli durumlarda elektronun ilk ölçüm yapılmadan *önceki* durumuyla ilgili bir hesaplamayı da olanaklı kılacağını (Heisenberg de bunu ima etmişti), *77.* kesimde ve Ek VI'da daha ayrıntılı olarak göstereceğiz. *77. kesim gibi bu dipnotu da artık yanlış olarak değerlendiriyorum.

durmamak, keyfe kederdir"[5] –sanıyorum Heisenberg bunu yazmakla, sınanamayan yörünge hesaplamalarının fiziksel açıdan anlamsız olduğunu vurgulamak istemiştir. Schlick de[6] Heisenberg'in buradaki görüşlerine şöyle bir yorum getirmiştir (benzer yaklaşımları March[7], Weyl[8] ve başkalarında da görürüz): "Kesin olarak Bohr ve Heisenberg'in, bana göre tartışma götürmez temel yaklaşımlarına bütünüyle katıldığımı söylemeliyim. Atomik ölçekte, bir elektronun yeri konusunda ileri sürülen bir önerme doğrulanamadığında, önermenin hiçbir anlamı yoktur; iki noktada gözlemlenmiş bir parçacığın, bu iki nokta arasındaki 'yörüngesinden' söz etmemiz olanaksızdır". Oysa bu tür "anlamsız" ya da fizikötesi yörüngeleri yeni mekaniğin formülleri kapsamında hesaplamak olanaklıdır. İşte buradan da anlıyoruz ki, Heisenberg, programını başarıyla sonuçlandırmamıştır. Çünkü, burada yalnızca şu iki yoruma yer verilmiştir: Bunlardan biri; parçacığın tam doğru bir yeri ve tam doğru bir momentumu (böylece de tam doğru bir yörüngesi) olduğu, ama onları aynı anda ölçemeyeceğimiz yaklaşımıdır: Bu durumda doğa, hâlâ bazı fiziksel büyüklükleri gözlemlerimizden gizlemektedir –gözlemleyemediğimiz, paçacığın yeri ya da momentumu değil, her iki büyüklüğün birlikte oluşturduğu, "yer-momentum"dur. (Bu yorumlamayla belirsizlik bağıntıları, bilgilerimizdeki kısıtlanmışlık olarak değerlendirilmektedir. Bu nedenle de *özneldir.*) Diğeri ise *nesnel* bir bakıştır; buna göre, parçacığa böyle kesin bir "yer-momentum" ya da bir "yörünge" yüklemek, tamamıyla yasaktır, yanlıştır, fizikötesidir – nedeni çok basit: parçacığın yörüngesi *yoktur*, bunun yerine parçacığın yalnızca tam kesin olmayan bir momentumuyla birlikte tam kesin bir yeri vardır ya da tersi. Kuramı bu biçimde yorumladığımızda, formüller fizikötesi öğeler taşımaktadır; çünkü "yer-momentum", daha önce gördüğümüz gibi –ilkesel olarak gözlemlerle sınanamayan iki zaman aralığı için– kuramın yardımıyla kesin olarak hesaplanabilmektedir.

[5] HEISENBERG, *Die physikalischen Prinzipien der Quantentheorie* (1930), s. 15.
[6] SCHLICK, *Die Kausalität in der gegenwärtigen Physik, Die Naturwissenschaften 19* (1931), s. 159.
[7] MARCH, a.g.y. ve başka kesimler (örneğin s. 1vd., s. 57 vb.).
[8] WEYL, *Gruppentheorie und Quantenmechanik*, s. 68 (bkz. kesim 75'teki en son alıntı: "... Bu kavramların anlamı...").

Belirsizlik bağıntısıyla ilgili olarak yürütülen tartışmanın, bu iki yaklaşım arasında kalması ilginçtir; örneğin Schlick, gördüğümüz kadarıyla, nesnel bakışı benimsedikten sonra şunları yazmıştır: "Doğa olgularına anlamlı olarak herhangi bir "pusluluk" ya da "belirsizlik" yüklemek olanaksızdır; ancak düşüncelerimiz devreye girdiğinde belirsizlikler söz konusu olabilir (özellikle de, hangi önermelerin doğru ... olduğunu kesin olarak bilmediğimiz zaman)". Aslında bu yaklaşım, tam bir yer ölçümüyle bilgilerimizin değil de, parçacığın momentumunun belirsiz ya da "bulanıklaşmış"[1*] olacağını ileri süren nesnel bakışa karşılık olarak getirilmiş olmalıdır. Benzer kararsızlıkları başka yazarlarda da görmekteyiz. Belirsizlik bağıntılarıyla ilgili olarak ister nesnel ister öznel yaklaşım benimsenmiş olsun, yine de Heisenberg'in programının fizikötesi öğelerin ortadan kaldırılması konusunda başarılı olup olmadığı ele alınmış değildir. Bu nedenle Heisenberg gibi her iki yaklaşımı şu biçimde birleştirmek, bize hiçbir şey kazandırmayacaktır[9]: "..."nesnel" fiziğin öngördüğü biçimde dünyayı kesin olarak özne ve nesneye ayırmak artık mümkün değildir". Heisenberg, kuantum kuramını fizikötesi öğelerden nasıl arındırması gerektiği sorununu henüz çözmüş değildir.

74. Kuantum Mekaniğinin İstatistiksel Yorumuna Kısa bir Bakış. Heisenberg, belirsizlik bağıntılarını türetirken, (Bohr'u izleyerek) atomfiziksel olguların hem "kuantumkuramsal tanecik imgesiyle" hem de "kuantumkuramsal dalga imgesiyle" betimlenebilir olduğu düşüncesinden yola çıkmıştır.

Modern kuantum kuramının geliştirilmesinde farklı iki yol izlenmiştir. Heisenberg, klasik tanecik (elektron) kuramından yola çıkarak bunu kuantumkuramsal açıdan yorumlamıştır; Schrödinger de (aynı şekilde "klasik") de Broglie dalga kuramından hareket etmiştir: O, her bir elektronu bir "dalga paketi"

[1*] Burada geçen "bulanıklaşmış" sözcüğü Schrödinger'e aittir. Elektron "yolunun" nesnel olarak var olup olmadığı –yolun "bulanık" mı yoksa tümüyle bilinmiyor mu olduğu– sorunu bana göre temelde çok önemlidir. Bu sorunun önemi, Ek *XI ve *XII'de ele alınan, Einstein, Podolsky ve Rosen'in yürüttükleri düşünsel deneyle vurgulanmaktadır.

[9] HEISENBERG, *Physikalische Prinzipien*, s. 49.

–bir grup kısmi dalga– ile ilişkilendirmiştir; bu dalgalar küçük bir bölgede girişim yaparak güçlenirken, bölgenin dışında ise birbirlerini söndürmektedir. Bu biçimde Schrödinger, kendi dalga mekaniğinin, Heisenberg'in kuantum kuramıyla eşdeğer olduğunu gösterebilmiştir.

Temelde çok farklı iki imgenin –parçacık ve dalga imgesinin– eşdeğerliliğinde yatan paradoksu Born, her iki kuramın istatistiksel yorumuyla ortadan kaldırmış ve dalga kuramının da parçacık kuramı olarak ele alınabileceğini göstermiştir. Buna göre Schrödinger dalga denklemi, elektronun belirli bir yerde bulunma *olasılığını* veren bir denklem biçiminde yorumlanabilir. (Bu olasılık, dalga genliğinin karesiyle belirlenmiştir; olasılık, dalga paketi içersinde büyüktür –çünkü orada dalgalar birbirlerini güçlendirmektedir– dışında ise sıfırdır.)

Kuantum mekaniğinin, *istatistiksel bir kuram* olarak yorumlanması gerektiği, farklı problem durumlarına işaret edilerek önerilmişti; örneğin Einstein'ın ışık kuantumları varsayımından beri, kuramın en önemli görevlerinden birinin, atom spektrumlarının tümdengelimini istatistiksel açıdan değerlendirmek olduğu savunulmuştu; çünkü bu varsayım gözlemlenebilen ışık etkilerini, birçok fotonun oluşturduğu kitlesel görüngüler olarak yorumlanıyordu. "Atom fiziğinin deneysel yöntemleri, deneyimle yönlendirilmiş olup, yalnızca istatistiksel sorulara yönelmiştir. İşte gözlemlenen kuralların sistematik kuramını getiren kuantum mekaniği, bugünkü deneysel fiziğe tamamıyla karşılık gelmektedir; bunun için de istatistiksel soru ve cevaplarla uğraşmaktadır."[1]

Kuantum mekaniği, yalnızca atom fiziğindeki problemlere uygulandığında, klasik mekanikten farklı sonuçlar verir; makroskopik olgulara uygulandığında ise, formüller klasik mekaniğin formülleriyle hemen hemen aynıdır. "Yasaları, istatistiksel ortalama değerler arasındaki ilişkiler olarak algıladığımızda, klasik mekanik, kuantum kuramına göre de geçerli olur" (March[2]). Başka bir deyişle: Klasik mekaniğin formülleri makro yasalar olarak türetilebilir.

Bazı betimlemelerde atomik ölçekteki fiziksel büyüklüklerin ölçümlerinin, Heisenberg'in belirsizlik bağıntılarıyla sınır-

[1] BORN-JORDAN, *Elementare Quantenmechanik* (1930), s. 322vd.
[2] MARCH, *Die Grundlagen der Quantenmechanik* (1931), s. 170.

landırılmış olduğu görüşüne dayanılarak, kuantum mekaniğinin istatistiksel yorumu yapılmaya çalışılmıştır: Kesin ölçümlerin yapılamaması nedeniyle, her bir atomik deneyde "... sonuç genelde belirsiz olacaktır"; yani, aynı koşullar altında birçok kez tekrarlanan deneyden farklı sonuçlar elde edilecektir; deneyi sıkça tekrarlarsak, ele alınan her özel sonuç, tüm durumların belirli bir kesrinde ortaya çıkacaktır; öyle ki, deney bir kez daha yapıldığında, belli bir sonucun elde edilebileceğine ilişkin belirli bir olasılığın olduğunu artık söyleyebiliriz" (Dirac[3]). Belirsizlik bağıntılarına işaret ederek March[4] da benzer şeyleri yazmıştır: "Bugün ve gelecek arasında ... yalnızca olasılık ilişkileri vardır; işte buradan da açıkça anlaşılıyor ki, yeni mekaniğin karakteri bir *istatistik kuramı* biçiminde olmalıdır."

Belirsizlik bağıntılarıyla kuantum mekaniğinin istatistiksel yorumları arasında bu tür ilişkilendirmeleri doğru bulmuyoruz. Mantıksal açıdan ele aldığımızda, bunun tersi olması gerektiğini düşünüyoruz; çünkü belirsizlik bağıntıları (istatistiksel olarak yorumlanabilen) Schrödinger dalga denkleminden türetilebilir – ama Schrödinger denklemi belirsizlik bağıntılarından türetilemez. Ancak, bu tür türetilebilirlik ilişkilerini hesaba katmak istiyorsak, belirsizlik bağıntılarının yorumunu değiştirmeliyiz.

75. Belirsizlik Bağıntılarının İstatistiksel Açıdan Yeniden Yorumlanması. Heisenberg'den bu yana, belirsizlik bağıntılarının izin verdiğinden daha kesin olan aynı anlı yer ve momentum ölçümlerinin, kuantum mekaniğiyle çelişeceği doğal olarak kabul edilmişti; yani tam doğru ölçümlerdeki bu "yasağın" mantıksal olarak kuantum kuramı ya da dalga mekaniğinden türetilebileceğine inanılmıştı: Yasaklanmış kesinlikte sonuçlanan ölçümler, kuramı yanlışlamış olacaktı[1].

[3] DIRAC, *Quantum Mechanics* (1930)'in baş tarafları. [1. Baskı, s. 10; buna benzer bir yaklaşım kitabın 3. baskısında da yer almaktadır (1947, s. 14)].

[4] MARCH, a.g.y., s. 3.

[1] Burada, Heisenberg'in kuramıyla bu tür ölçümlerin kesinlikle yapılamayacağının tanıtlanmış olduğunu benimseyen, oldukça yaygın ve biraz da saf yaklaşımın ayrıntılı bir eleştirisine girmek istemiyoruz (bkz. örneğin JEANS, *Die neuen Grundlagen der Naturerkenntnis*, 1934, s. 254: "Bu ikilemden kurtulmanın yolunu bilim bulamamıştır. Tersine, bir çıkış yolu olmadığı tanıtlanmıştır"). Elbette böyle bir tanıtlamanın hiçbir zaman yapılamayacağı ve belirsizlik bağıntılarının en azından kuantummekaniksel ya

Bu yaklaşımı yanlış buluyoruz. Belki Heisenberg'in formülleri ($\Delta x \cdot \Delta p_x \geq h/4\pi$ v.b.) kuramdan kesin olarak çıkartılabilir[2]; ama bu formüllerin, Heisenberg'in düşündüğü anlamda kesinlik sınırlaması olarak *yorumlanması* gerektiği sonucu çıkarılamaz. Bu nedenle, tam doğru ölçümler, mantıksal açıdan kuantum ya da dalga mekaniğiyle çelişemez. Buna göre, artık kısaca "Heisenberg-Formülleri" olarak adlandıracağımız, *formüllerle*, bunların –yine Heisenberg'den çıkan– belirsizlik bağıntıları –yani erişilebilir ölçme kesinliğinin sınırlanması– olarak *yorumu* arasında kesin bir ayrım yapmak zorundayız.

Heisenberg-Formüllerinin matematiksel tümdengeliminde, dalga denklemi ya da buna eşdeğer başka bir koşul kullanılmalıdır; yani, (bir önceki kesimdeki gibi) istatistiksel yorumlanabilen bir koşula başvurulmalıdır. Ancak bu yorumda tek bir parçacığın dalga paketiyle betimlenmesi, kuşkusuz *biçimci olasılık önermesi* (bkz. kesim *71*) olarak tanımlanmalıdır. Bilindiği gibi dalga genliği, parçacığın belirli bir yerde bulunma olasılığını belirlemektedir; işte bu şekilde, tek bir parçacığa ilişkin getirilen olasılık önermesi, biçimcidir. Kuantum mekaniğinin istatistiksel yorumunu kabul edersek, onun biçimci önermelerinden türetilmiş Heisenberg-Formülleri de bu durumda olasılık önermeleri olarak değerlendirilmelidir – önermeleri tek tek parçacıklarla ilişkilendirdiğimizden, onlar aynı zamanda biçimcidir. Bu nedenle onlar da, aslında, *istatistiksel* olarak yorumlanmalıdır.

"Bir parçacığın konumunu ne kadar doğru ölçersek, momentumu hakkında o kadar az bilgi edinebiliriz", biçimindeki öznel yoruma karşı, temelde istatistiksel olan nesnel bir yorum getirmekteyiz; buna göre ortaya koyacağımız önerme aşağı yukarı şöyle olacaktır: Taneciklerin oluşturduğu bir kümeden, öngörülen bir kesinlikle, belli bir zamanda, belirli bir x-yer koordinatı ilişkilendirilebilecek tanecikleri fiziksel koşullarla seçmek istediğimizde, x-yönündeki momentum bileşenleri, Δp_x aralığında rastlantısal olarak dağılacaktır; bu arada Δx –yani yer-ko-

da dalgamekaniksel varsayımlardan türetilebilir ve yine onlarla görgül açıdan çürütülebilir olması gerektiği son derece aşikârdır. Konuyu böyle basite indirgemek, doğal olarak bize hiçbir şey kazandırmayacaktır.

[2] Kesin bir çıkarımı WEYL, *Gruppentheorie und Quantenmechanik*'te vermektedir (2. Baskı, 1931), s. 68 ya da 345.

ordinatındaki dağılma– ne kadar küçük seçilmişse, Δp_x dağılması da o kadar büyük olacaktır. Aynı şekilde: x-yönündeki momentum bileşenleri verilmiş bir Δp_x aralığına düşen tanecikleri fiziksel koşullarla seçmek istediğimizde, yer koordinatları, Δx aralığında rastlantısal olarak dağılacaktır; bu dağılma, Δp_x –yani momentumdaki dağılma– ne kadar küçük seçilmişse, o kadar büyük olur. Son olarak: Hem Δx hem de Δp_x özelliği taşıyan tanecikleri seçmek istediğimizde, ancak her iki aralığı yeterince büyük belirlediğimiz zaman –öyle ki, $\Delta x \cdot \Delta p_x \geq h/4\pi$ geçerli olsun– fiziksel açıdan bir seçim yapmak mümkün olacaktır. – Bu biçimde yorumlanmış Heisenberg-Formüllerini, *istatistiksel dağılma bağıntıları* şeklinde adlandıracağız[1]*.

Getirdiğimiz istatistiksel yorumda her şeyden önce ölçmeler değil, fiziksel seçimler[3] söz konusudur. Şimdi artık, bu iki kavram arasındaki ilişkiye açıklık getirelim.

Örneğin, parçacıklar kümesinin oluşturduğu bir ışın demetini, parçacıklar yalnızca dar bir Δx yarığından geçecek şekilde perdelediğimizde, *fiziksel bir seçmeden* bahsedebiliriz. Konumlarındaki dağılmayı Δx yapacak şekilde kümeden fiziksel ya da teknik olarak yalıtılmış bu perdelenmiş ışına, "fiziksel seçme" nitelemesini getiriyoruz. – Bu tür bir seçim, yalnızca *düşünsel* olarak yapılmış bir seçimden, perdelenmiş parçacık kümesi içersinden Δx aralığından geçmiş ya da geçecek olan parçacıkların düşünsel olarak bir araya getirilmesinden farklıdır.

Her fiziksel seçme, doğal olarak, deneysel *ölçme*[4] anlamında düşünülebilir ve bu amaçla kullanılabilir: Bir parçacıklar ışını perdelemelerle seçildiğinde (yer seçimi) ve daha sonra örneğin

[1]* Burada geliştirilen nesnel yorumu hâlâ savunuyorum; ancak önemli bir değişiklik getirmek istiyorum. Bu paragrafta, "taneciklerden oluşan küme" yerine, şimdi: "*Bir* parçacıkla (ya da *tek bir* parçacık sistemiyle) yapılan deneyin tekrarlarının bir kümesi –ya da bir dizisi–" biçiminde ifade ederdim. Benzer bir düzenlem, bunu izleyen paragraflar için de geçerlidir. Buna göre, sözgelimi, parçacıkların "ışını", bir ya da birden fazla parçacıkla tekrarlanan deneylerden oluşmuş bir ışın –istenmeyen parçacıkların karartılmasıyla yapılan bir seçimin sonucu– olarak yorumlanmalıdır. (Bkz. *Ekleme*, s. 543-544.)

[3] WEYL, *Gruppentheorie und Quantenmechanik* (2. Baskı, 1931), s. 67vd. da "seçimlerden" bahsetmektedir; ancak o, bizim gibi, ölçme ve seçme arasında bir fark görmemektedir.

[4] "Ölçme" sözcüğünden anladığımız, fizikteki genel kullanımla aynı olup, yalnızca doğrudan yapılan ölçümler değil, aynı zamanda dolaylı olarak yapılan hesaplamalardır (fizikte hemen hemen hep bu tür ölçümler yapılmaktadır).

bir parçacığın momentumu ölçüldüğünde, yer seçimini yer ölçümü olarak değerlendirebiliriz; çünkü bu seçimle, parçacığın nerede bulunduğunu biliyor olacağız (yalnız, parçacığın *ne zaman* orada olduğunu bilemeyiz; ancak başka bir ölçümle bunu belirleyebiliriz). Fakat bunun tersini düşünüp, her bir ölçümü fiziksel seçme olarak değerlendirmek yanlış olur. Örneğin, x-yönünde ilerleyen elektronların oluşturduğu tek renkli bir ışın düşünelim; bu durumda, bir Geiger sayacı yardımıyla belirli bir konuma ulaşan elektronları saptayabiliriz. Saymalar arasındaki zaman aralığıyla birlikte konumsal uzaklıkları da ölçebiliriz; yani tam sayma anındaki (x-yönündeki) elektron konumlarını ölçebiliriz. Ancak bu ölçümlerle, parçacıkların x-yönündeki konumlarına bağlı olarak fiziksel bir seçim yapmıyoruz. Fakat ölçüm sonunda, yine x-yönündeki konumlarla ilgili tamamıyla rastlantısal dağılımlar karşımıza çıkacaktır.

O halde, istatistiksel dağılım bağıntılarımız fizik uygulamalarında şunu ortaya koymaktadır: Herhangi bir yolla *elverdiğince homojen bir parçacık kümesini* oluşturmaya çalıştığımızda bu çaba, dağılım bağıntıları engelleriyle karşı karşıya kalmaktadır. Gerçi tek renkli paralel bir ışın fiziksel seçimle elde edilebilir –örneğin aynı momentumdaki elektronlar ışını–; ama bu elektronlar kümesini –(ışını perdeleyerek) yalnızca aynı momentumda olanları değil, aynı zamanda dar bir Δx konum aralığında bulunan elektronları içerecek şekilde– daha da homojenleştirmeye çalışmak başarılı olmayacaktır; çünkü perdeleme, sisteme yapılan bir müdahale anlamına gelmektedir; bunun sonucu ise, (yasa uyarınca [yani Heisenberg-Formüllerine göre]) perdelemenin keskinleştirilmesiyle, p_x momentum bileşenlerinin daha fazla dağılmaya uğramalandır. Bunun tersine, perdelenmiş bir ışını paralel ve tek renkli yapmak istediğimizde, ışını etkileyerek (ideal durumda –örneğin, tüm parçacıkların p_x bileşenleri 0 olacaksa– ışını sonsuz yaymak gerekecektir) Δx'in büyümesine yol açarız. Bir seçimdeki homojenlik mümkün olduğunca arttırıldığında (öyle ki, Heisenberg-Formüllerindeki eşitsizlik değil de, eşitlik işareti geçerli olsun), bu seçim *salt durum* olarak nitelendirilir[5].

[5] Bu terim, WEYL, *Zeitschrift für Physik 46* (1927), s. 1 ve J. v. NEUMANN'dan *Göttinger Nachrichten* (1927), s. 245, çıkmıştır. Salt durumu (WEYL'e göre, *Gruppentheorie und*

Buna göre, istatistiksel dağılım bağıntılarını şu biçimde de formüle edebiliriz: Salt durumdan daha homojen parçacıklar kümesi yoktur[2*].

Temel kuantummekaniksel denklemlerden Heisenberg-Formüllerinin matematiksel türetilebilirliğin, aslında bu temel denklemlerin *yorumundan* Heisenberg-Formüllerinin *yorumunun* da türetilebilirliği anlamına gelmesi gerektiği konusu, bugüne kadar hiç dikkate alınmamıştır. Örneğin, bir önceki kesimde değindiğimiz gibi, March bu durumun tam tersini ortaya koymuştur: Tanımlamasında, kuantum mekaniğinin istatistiksel yorumu, Heisenberg'in kesinlik sınırlamalarının bir sonucu olarak yer almaktadır. Öte yandan Weyl, Heisenberg-Formüllerini dalga denkleminden kesin bir biçimde türetmesine ve dalga denklemini istatistiksel olarak yorumlamasına rağmen, türetilen Heisenberg-Formüllerini kesinlik sınırlamaları olarak yorumlamaktadır – üstelik, bu şekilde yorumlanan formüllerin, Born formülünün istatistiksel yorumuyla belirli bir ölçüde çeliştiğini fark etmesine rağmen, yine de bu yorumu getirmiştir. Weyl'e göre Born formülünde, belirsizlik bağıntıları ışığında "... belli bir düzeltme ..." yapılmalıdır. "Buradaki durum, bir taneciğin konumunun ve hızının yalnızca istatistiksel yasalara bağlı olmadığını –çünkü bunlar, ayrı ayrı ele alındığında, kesin bir şekilde saptanabilir– ortaya koymaktadır. Tersine bu kavramların anlamı, onların belirlenmesine yarayan ölçümlere bağlıdır; ve kesin bir konum ölçümü bizi, taneciğin hızının saptanması olanağından yoksun bırakmaktadır"[6].

Gerçekten de, Born'un kuantum mekaniği istatistiksel yorumuyla, Heisenberg'in kesinlik sınırlamaları arasında, Weyl'ın

Quantenmechanik, s. 70; aynı zamanda bkz. BORN-JORDAN, *Elementare Quantenmechanik*, s. 315), "hiçbir şekilde ondan farklı istatistiksel iki bütünlüğün kombinasiyonuyla üretilemez", biçiminde betimlendiğinde, o zaman bu anlatıma uyan salt durumlar, salt momentum ya da yer seçimleri olmak zorunda değildir; bunun yerine onlar, örneğin *önceden verilmiş* tamlıkla yerin ve *o an erişilebilmiş* tamlıkla momentumun seçilmesiyle de ortaya çıkabilir.

2*Bunun, 1*. dipnot bağlamında yeniden formüle edilmesi gerekmektedir: "Sonuçları salt durumdan daha homojen olan deneyler kümesi ya da dizisini oluşturabilen bir deney düzeni yoktur."

6 WEYL, *Gruppentheorie und Quantenmechanik*, s. 68.

bulduğu gibi farklılık vardır; gerçi bu farklılık Weyl'ın düşündüğünden daha da keskindir. Bunun nedeni yalnızca, kesinlik sınırlamalarının, istatistiksel yorumlanmış dalga denkleminden türetilmesinin olanaksız olması değildir: Deney sonuçlarının ve olanaklarının Heisenberg'in yorumuyla uyuşmadığı gerçeğini (bunu biz henüz daha tanıtlamadık), sonucu belirleyen bir kanıt, adeta kuantum mekaniğinin istatistiksel yorumu yararına yapılmış çapraz deneyler olarak düşünebiliriz.

76. Heisenberg Programını Ters Çevirerek Fizikötesinin Dışlanması. Uygulamalar. Özel kuantum mekaniği formüllerinin, olasılık varsayımları ve bu nedenle istatistiksel önermeler olduğu düşüncesinden yola çıktığımızda, bu tür istatistiksel bir kuramdan (1 ve 0 olasılıkları olan uç durumlar dışında) tek tek hangi yasakların çıkarsanması gerektiğini anlamak oldukça zordur; nasıl ki, biçimci olasılık önermesiyle: $_{\alpha}O_{k}(\beta)=p$ (k atışı 1/6 olasılıkla bir beş atıştır) şu iki önermeden biri arasında: $k \varepsilon \beta$ (k atışı bir beş atıştır) ya da $k \varepsilon \bar{\beta}$ (k atışı beş atış değildir) bir çelişki olabileceğini düşünemiyorsak, tek tek ölçüm sonuçlarıyla kuantum fiziğinin formülleri arasında da bir tutarsızlık yaratmak mantıksal açıdan mümkün değildir.

Bu tür basit düşünceler, kesin yer ve momentum ölçümlerinin kuantum mekaniği ile çeliştiğini ya da bu tür ölçümlerin yapılabileceği düşüncesiyle, kuramda çelişmeler ortaya çıkarması beklenen görünürdeki "tanıtların" çürütülmesi için elimize fırsat vermiş olmaktadır. Bu biçimdeki her bir tanıt, *tek tek* parçacıklara uygulanmış kuantummekaniksel düşünceleri; yani biçimci olasılık önermelerini kullanması gerektiğinden, adeta sözcük sözcük istatistiksel anlatım biçimine çevrilebilir olmak zorundadır. Bunu yaptığımızda, olabileceği öngörülen tek tek kesin ölçümler ile kuantum mekaniğinin istatistiksel yorumu arasında bir tutarsızlığın yer almadığını görebiliriz; ortaya çıkacak tek çelişki –bu da görünürde bir çelişkidir– tam doğru ölçümlerle biçimci önermeler arasındadır. (Ek V'te bu tür bir "tanıtın" tartışıldığı bir örnek vermekteyiz.)

O halde, kuantum mekaniğinin tam doğru ölçümleri *yasakladığı* yorumu doğru değildir; ama doğru olan, istatistiksel yo-

rumlanan özel kuantum mekaniği förmüllerinden (bunlara momentum ve enerjinin korunumu önermelerini katmak istemiyoruz), tam olarak *tek tek kestirimler türetemeyeceğimizdir*; özellikle de, belirli sınır koşullarını ortaya çıkarmak için sisteme yapılan müdahaleler –örneğin fiziksel seçimlerle yapılan işlemler– dağılım bağıntıları nedeniyle başarılı olmayacaktır. Şüphesiz alışılagelmiş deney tekniğinde amaç, yalnızca belirli sınır koşullarını oluşturmaktır; bu nedenle de dağılım bağıntılarımızdan şu bilimsel önermeyi çıkartabiliriz (ama *yalnızca* bu biçimde "*yapılandırılmış*"[1] deney tekniği için): Kuantum mekaniği yardımıyla tek tek kestirimler değil, yalnızca sıklık kestirimlerini ortaya koyabiliriz.

Bu önerme, işte tüm düşünsel deneylere ilişkin yaklaşımımızı ortaya koymaktadır; burada kastettiğimiz, Heisenberg'in (bir ölçüde Bohr'u izleyerek), belirsizlik bağıntılarının yasakladığı tamlıktaki ölçümlerin yapılamayacağını tanıtlamak için tartıştığı deneylerdir: Bu gibi durumlarda hep gündeme gelen, istatistiksel dağılım nedeniyle, ölçme işleminden sonra parçacığın yörüngesinin artık *kestirilemeyeceğidir*.

Kuşkusuz belirsizlik bağıntılarını yeniden yorumlamakla fazla bir şey kazanılamadığı sanılabilir; zaten Heisenberg de (bizim de yukarıda göstermeye çalıştığımız gibi) özde, *kestirimlerin* belirsiz olduklarından başka bir şey ileri sürmemektedir. Bu anlamda onun yaklaşımına belirli bir ölçüye kadar katıldığımızdan, bizim özde yalnızca terminolojide bir değişiklik yaptığımız, içeriksel olarak hiçbir yenilik getirmediğimiz düşünülebilir. Ancak bu, haksız bir yargıdır: Bizim yaklaşımımızla Heisenberg'in yaklaşımı birbiriyle büyük ölçüde çelişmektedir. Bu çelişkileri bir sonraki kesimde ortaya koyacağız. Bu kesimde öncelikle amaçladığımız, Heisenberg'in yaklaşımındaki tipik güçlüklerin bizim yaklaşımımızla ortadan kalkabileceğini ve bu güçlüklerin nasıl ortaya çıktığını tüm ayrıntılarıyla göstermektir.

İlk olarak, daha önce gösterdiğimiz gibi, Heisenberg-Programının başarısızlığına neden olan sorunu tartışacağız: yani, förmüllerde ortaya çıkan tam doğru yer ve momentum ölçümlerini ya da tam doğru yörünge hesaplamalarını (bkz. kesim *73*). Hei-

[1] WEYL'ın bir ifadesidir, *Gruppentheorie und Quantenmechanik*, s. 67.

senberg, bunların "fiziksel gerçekliklerini" çaresizlikten sonuçlandıramazken, diğer bilim adamları (örneğin Schlick) bunları doğrudan yadsımaktadır. Söz konusu (a), (b) ve (c) deneylerini, istatistiksel olarak yorumlayabiliriz; bu durumda (c) kombinasyonunu, yer ölçümü ve onu hemen izleyen momentum ölçümünü, örneğin şöyle bir deneyle gerçekleştirebiliriz: Bir ışın demetini perdeleriz (yer ölçümü); sonra da belirli bir yöne hareket etmiş olan parçacıkların momentumlarını ölçeriz (yapılan bu momentum seçimiyle doğal olarak yer koordinatında yeniden dağılmaya neden olunacaktır). Bu iki deneyle, ikinci seçimle kaydedilen parçacıkların iki ölçüm arasındaki yörüngesi kesin olarak belirlenir; aynı zamanda iki ölçüm arasındaki yerler ve momentumlar tam olarak hesaplanabilir.

Heisenberg'in, kuramın gereksiz öğeleri diye yorumladığı bu ölçümler ve hesaplamalar, bizim kuramı yorumlayışımızda o kadar da gereksiz değildir: Onları, belki sınır koşulları olarak kullanamayacağız, kestirimin tümdengelimi için onlarla bir temel oluşturamayacağız; ama kestirimlerimizi, daha doğrusu *sıklık kestirimlerimizi* sınamak istediğimizde onlardan vazgeçemeyiz: Bilindiği gibi istatistiksel dağılım bağıntıları, konumda perdeleme yapıldığında momentumların dağılım gösterdiklerini ileri sürer. İşte yukarıdaki gibi düzenlenen deneylerle, farklı momentumları yer seçiminin hemen ardından ölçemeyecek ya da hesaplayamayacak olsaydık, bu kestirimi sınayamaz ve yanlışlayamaz olurduk[1*].

[1*]Bu paragrafı (ve onu izleyen paragrafın ilk tümcesini) bu bağlamda en önemli paragraflardan biri olarak değerlendiriyor ve burada anlatılanlara hâlâ baştan sona katılıyorum. Sürekli yanlış anlamaların ortaya çıkması nedeniyle, konuyu burada biraz daha ayrıntılarıyla ele almak istiyorum. *Dağılım bağıntılarına* göre, (örneğin dar bir yarıkla yapılmış) kesin bir yer seçimi, momentumların dağılmasına neden olmaktadır. (Tek tek momentumlar aslında "belirsiz" değil, "kestirilemez" olacaklardır; öyle ki, dağılacaklarını önceden söyleyebiliriz.) Zira bu, *tek tek momentumları ölçerek* ve onların istatistiksel dağılımlarını saptayarak sınamak zorunda olduğumuz bir kestirimdir. Momentumların ayrı ayrı ölçümlerinden (ki bu ölçümler yeni bir dağılıma neden olmaktadır –ama bu durumu burada dikkate almıyoruz) elde edeceğimiz sonuçların, tek tek herhangi belirgin bir değeri olacaktır; hatta bu değerler Δp'den; yani ortalama dağılım aralığından daha da belirgindir. Şimdi artık farklı momentumların ayrı ayrı ölçümlerinden elde ettiğimiz değerlerin ışığında, konumun dar bir yarıkla seçildiği ve ölçüldüğü noktaya kadar geri giderek momentumların değerlerini hesaplayabiliriz. İşte, parçacığın böylece "geçmişinin hesaplanması" (bkz. kesim *73*, dipnot 4) özde çok

Bu nedenle istatistiksel yorumlanmış kuram, ayrı ayrı kesin ölçümlerin yapılabilmesi olanağıyla çelişmemektedir; kaldı ki; böyle bir olanak olmasaydı, kuramın sınanması mümkün olmazdı ve böylece de kuram "fizikötesi" olurdu. Heisenberg'in programının tamamlanması; yani kuramda yer alan fizikötesi öğelerin dışlanması işlemi, buna göre Heisenberg'in izlediği yolun tersi yönünde gerçekleştirilecektir: Heisenberg, gözlemlenemez diye düşündüğü büyüklükleri dışarlamaya çalışmıştır (gerçi bunu tamamlayamamıştır); bizse, Heisenberg'in aksine, bu değerleri içeren formüllerin doğru olduğunu göstermeye çalışıyoruz; çünkü *bu değerler fizikötesi değildir.* Heisenberg'in getirdiği kesinlik sınırlaması biçimindeki kesin yargıyı ortadan kaldırdığımızda, bu değerlerin fiziksel öneminden kaygılanmamıza gerek kalmayacaktır. Dağılım bağıntıları yörüngeler hakkındaki sıklık kestirimleridir; işte bu kestirimlerimizi sınamak istediğimizde, –nasıl ki, beş atışları görgül olarak saptamak zorundaysak– bu yörüngeler de ölçülebilmelidir.

Heisenberg'in yörünge kavramını kabul etmeyişi ve "gözlemlenemeyen değerler" hakkında ileri sürdükleri, kuşkusuz felsefi, özellikle de olgucu akımların etkisinin bir göstergesidir. Bununla ilgili olarak March'ın[2] yapıtında şu görüşler yer almaktadır: "Yanlış anlaşılmaktan çekinmeyerek, belki şunlar söylenebilir: Fizikçi için cismin gerçekliği, yalnızca onu gözlemlediği anlarda vardır. Doğal olarak hiç kimse, cisme sırtını döndükten sonra onun artık var olmayacağını ileri sürecek kadar deli değildir; ama cisim, o andan sonra fizikçi için araştırmanın bir nesnesi olmaktan çıkar; çünkü artık onun hakkında deneysel temellere dayanan herhangi bir şey söylemek mümkün değildir". Başka bir deyişle: Gözlemlenmediğinde artık bir cismin şu ya da bu yörüngede hareket edeceği varsayımı *doğrulanamaz.* Bu da za-

önemlidir; bu olmaksızın, momentumları hemen yer seçiminden sonra ölçtüğümüzü ileri süremezdik; aynı zamanda, dağılım bağıntılarını da sınadığımızı iddia edemezdik –ve bunu da doğrusu, dağılım artışını, yarık genişliğinin bir daralmasının sonucu olarak gösteren her deneyle yapıyoruz. Bu nedenle dağılım bağıntılarının sonucu olarak, yalnızca *öngörünün* belirginliği "kararmaktadır" –ya da "keskin olmamaktadır"–; ama bir *ölçümün* belirginliği, asla. (Bkz. *Ekleme*, s. 543-544.)

2 MARCH, *Die Grundlagen der Quantenmechanik*, s. 1. *Reichenbach'ın tutumu da aynıdır; yaklaşımı *Postscript*'imde eleştirilmektedir, kesim *13.

ten aşikârdır fakat o kadar da önemli değildir; önemli olan aslında, bu tür bir varsayımın *yanlışlanabilir* olduğudur: Yörüngesine ilişkin getireceğimiz varsayımla cismin şu ya da bu yerde gözlemlenebileceğini kestirebilir, sonra da bu kestirimi çürütebiliriz. Kuantum mekaniğinin de böyle bir işlemi *reddetmediğini* bir sonraki kesimde göstereceğiz. [Gerçi burada söylediklerimiz aslında tek başına da yeterlidir[2*].] Böylece, yörünge kavramının "anlamsızlığı" ile ilgili olan tüm güçlükler bize göre artık ortadan kalkmaktadır. Bu biçimde durumun nasıl aydınlatıldığını, yörünge kavramının reddedilmesinden çıkan uç vargıları düşündüğümüzde, belki daha iyi anlayacağız. Schlick[3] bunu şu biçimde ortaya koymaktadır: "Söz konusu durumun en uygun betimlemesi, belki de (kuantum problemlerinin en ünlü araştırmacılarının da açıkladıkları gibi) alışılmış uzay-zaman kavramlarının geçerlilik alanının makroskopik düzeydeki gözlemlerle sınırlanmış olduğunu ve bunların atomik boyutlara uygulanamadığını söylemektir. Schlick burada herhalde Bohr'un yazdıklarını[4] kastetmektedir: "Bu nedenle, kuantum kuramının temel probleminin, alışılmış fiziksel kavramlara dayanarak mekaniğin ve elektrodinamiğin değişitirilmesi değil, bugüne değin doğal görüngülerin betimlenmesinde kullanılan uzayzamansal imgelerin bütünüyle reddedilmesi olduğunu düşünebiliriz". Heisenberg, Bohr'un bu değerlendirmesini –uzay-zaman betimlemelerinden vazgeçme eğilimini– araştırma programının temeli olarak almıştır. Amacı, bu değerlendirmenin olduğunu göstermekti; ancak programını sonuçlandıramadı. Uzayzamansal kavramların vazgeçilmez, ancak gizlice kullanımı, bizim çözümlememizle adeta tanıtlanmış olmaktadır; bu çözümleme de zaten, istatistiksel da-

2* Bu tümce ("Gerçi burada ... yeterlidir") kitabımın ilk baskısında yer almamıştı. Buraya eklememin nedeni, bir önceki tümcede, "bir sonraki kesime" (kesim 77) yaptığım göndermedeki düşünceleri artık doğru bulmayışım ve bu kesimde yer alan tüm kanıtlamaların bütünüyle 77. kesimden bağımsız olmasıdır: Bu kanıtlamalar az önce geliştirdiğim düşüncelere; yani elektron yörüngesinin geçmişiyle ilgili hesaplamaların, istatistiksel kestirimlerin sınanması için gerekli olduğu görüşüne dayanmaktadır; öyle ki bu hesaplamalar hiçbir şekilde "anlamsız" değildir. (Aynı zamanda bkz. s. 543-544'teki *Eklemede* anılan çalışmam.)

3 SCHLICK, *Die Kausalität in der gegenwärtigen Physik, Die Naturwissenschaften 19* (1931), s. 159.

4 BOHR, *Die Naturwissenschaften 14* (1926), s. 1.

ğılım bağıntılarının, yer ve momentumun dağılımına ilişkin önermeler –yani yörüngeler hakkında bilgi veren önermeler– olduğunu ortaya koymaktadır.

Belirsizlik bağıntılarının, biçimci olasılık önermeleri olduğu konusunda getirdiğimiz saptamayla, onların artık öznel mi yoksa nesnel açıdan mı yorumlanması gerektiği sorusu da açıklığa kavuşturulmuş olacaktır: Biçimci her olasılık önermesini, –belirsiz bir kestirim ya da bilgilerimizdeki belirsizliğin ifadesi olarak– öznel yorumlayabileceğimizi *71.* kesimden biliyoruz; bundan başka, bu tür bir önermenin nesnel yorumlanması için gösterilen haklı ve gerekli çabaların ne zaman başarısız olacağını da biliyoruz: İstatistiksel olan nesnel yorumlama yerine doğrudan nesnel [tekil] bir yorumlama getirmeye çalıştığımızda ve belirsizliği tek tek olgulara yüklediğimizde başarılı olamayız[3]*. İşte Heisenberg-Formüllerini (doğrudan) öznel yorumladığımızda, fiziğin nesnel yapısı artık tartışmalı olacaktır; çünkü bu durumda tutarlılığı korumak amacıyla, Schrödinger olasılık dalgalarını da öznel yorumlamak gerekecektir. Bu sonucu Jeans[5] çıkarmıştır: "Özetleyecek olursak, parçacık imgesi, bir elektron hakkındaki bilgimizin belirsiz kalması gerektiğini bize öğretmektedir; oysa dalga imgesinin anlamı, belirsizliğin –ister ölçüm yapalım ister yapmayalım– elektrondan kaynaklandığıdır. Bu nedenle, belirsizlik ilkesinin içerdiği anlam her iki durumda da aynı olmak zorundadır. Bunu da tek bir yolla elde edebiliriz: Dalga imgesinin, gerçek doğanın değil, tersine yalnızca doğa hakkındaki bilgilerimizin bir betimlemesi olduğunu kabul etmeliyiz." Buradan da anlaşılacağı gibi, Jeans'e göre, Schrödinger dalgaları *öznel olasılık dalgalarıdır*; yani bilgilerimizin dalgaları. Böylece de tüm öznel olasılık kuramı fiziğin içine girmektedir; reddettiğimiz vargılar –istatistiğe bir "köprü" olarak Bernoulli-Teoremi vb. (bkz. kesim *62*)– vazgeçilmez gibi görünmektedir. Jeans, mo-

3* Bu, artık farklı yaklaştığım sorulardan biridir. Bununla ilgili olarak bkz. *Postscript*'im bölüm *V. Fakat nesnel bir yorum için getirdiğim kanıtlamanın ana hatları bundan etkilenmemektedir. Bugünkü yaklaşımım artık şudur: Schrödinger kuramı, yalnızca nesnel ve tekil olarak değil, aynı zamanda da olasılı olarak yorumlanabilir ve yorumlanmalıdır.

5 JEANS, *Die neuen Grundlagen der Naturerkenntnis* (1934), s. 257vd.; bir sonraki alıntı yine JEANS'in aynı yapıtından alınmıştır. Bkz. anılan yapıt, s. 258vd.

dern fiziğin öznel olan bu yanını şöyle açıklamaktadır: "Heisenberg, fiziksel dünyanın bulmacasını çözmeye çalışırken, asıl sorunu –gerçek evrenin doğasını– çözülemez olarak bırakmış ve kendini daha önemsiz bir işe vermiştir: Evrenle ilgili gözlemlerimizi bir araya toplayarak ortak bir sonuca ulaşmak istemiştir. Bu nedenle, en son elde edilen dalga imgesinin, yalnızca doğa ile ilgili bilgimize bağlı olduğu; yani gözlemlerimizle algıladığımız şekilde ele alındığı görüşü, çok da şaşırtıcı değildir." Bu tür vargılar herhalde olguculların hoşuna gidiyor olmalıdır; ancak nesnellikle ilgili düşüncelerimize burada değinilmeyecektir: Kuantum mekaniğinin istatistiksel önermeleri, fiziğin diğer önermelerinde olduğu gibi, öznelerarası sınanabilmelidir. (Ortaya koyduğumuz basit çözümleme yalnızca uzay-zaman betimlemesinin güvenirliğini değil, aynı zamanda fiziğin nesnel yapısını da korumaktadır.)

Schrödinger dalgalarına ilişkin Jeans'in getirdiği öznel yorума karşı, istatistiksel olmayan, doğrudan nesnel [tekil] bir yorumun varlığı ilginçtir. Schrödinger bile, ünlü, *Dalga Mekaniği Üzerine Bildiriler*'inde kendi dalga denkleminin istatistiksel olmayan bu tür nesnel bir yorumunu önermiştir (bu denklem, gördüğümüz kadarıyla biçimci olasılık önermesidir): Schrödinger, taneciği doğrudan dalga paketiyle özdeşleştirmeye çalışmış; ancak bu tür yorumlamanın kendine özgü güçlükleri ortaya çıkmıştı: Nesnelleştirilmiş belirsizlikler. Schrödinger, elektron yükünün uzayda (dalga genliğiyle belirlenmiş bir yük yoğunluyla) "bulanıklaşmış" olduğunu varsaymak zorunda kalmıştı; bu düşünce, elektriğin atomik yapısıyla bağdaşmayan bir yaklaşımdır[6]. Daha sonra Bohr'un getirdiği istatistiksel bakış sorunu çözdü; ancak istatistiksel olan ve olmayan yorumlar arasındaki mantıksal ilişkiler aydınlığa kavuşturulamadı. Böylece diğer biçimci olasılık önermeleri –belirsizlik bağıntılarında gördüğümüz gibi–, kuramın temelini dinamitleyebilecek şekilde varlıklarını sürdürdü.

Bu kesimde, bir de Einstein'ın ortaya attığı düşünsel bir deneyi[7] tartışmak istiyoruz. Jeans[8] bunu "yeni kuantum kuramı-

[6] Bkz. örneğin WEYL, *Gruppentheorie und Quantenmechanik*, s. 193.
[7] Bkz. HEISENBERG, *Physikalische Prinzipien*, s. 29.
[8] JEANS, *Die neuen Grundlagen*, s. 264.

nın en zor bölümlerinden biri" biçiminde nitelendirse de, bizim yorumumuzla bütünüyle açık, hatta neredeyse aşikâr olmaktadır[4*].

Yarı saydam bir ayna düşünelim. Belirli bir ışık kuantumunun bu aynadan geçme olasılığı, (biçimci) $_{\alpha}O_k(\beta)$, yansıma olasılığıyla aynı değerde; yani $_{\alpha}O_k(\beta)=_{\alpha}O_k(\bar{\beta})=1/2$ olsun. Bilindiği gibi bu olasılık tahmini, nesnel istatistiksel olasılıkla tanımlanmaktadır; yani ışık kuantumlarının oluşturduğu belirli bir α kümesinin yarısının aynadan geçeceği, diğer yarısının ise yansıyacağı varsayımını içermektedir. Şimdi belirli bir k fotonunu, aynaya düşürelim, sonra da bir deneyle fotonun yansıdığını saptayalım. Bu durumda olasılıklar herhalde birdenbire değişecektir; olasılıklar deneyden önce $1/2$'ye "eşit iken", yansımanın saptanmasından sonra birdenbire 1'e ya da 0'a "eşit olur". Bu örneğin, *71.* kesimde tartışılan sürecin sonucuyla mantıksal olarak aynı olduğu aşikârdır[5*]. Heisenberg'in[9] deneye ilişkin getirdiği şu betimleme de herhalde pek aydınlatıcı değildir: "Paketin yansıyan yarısının olduğu yerde yapılan deneyle, paketin diğer yarısının bulunduğu yere bir tür etki uygulanmaktadır (dalga paketlerinin indirgenmesi!) ve bu etki ışıkötesi hızla yayılmaktadır". Başlangıçta tahmin edilen olasılıkların –yani $_{\alpha}O_k(\beta)$ ve $_{\alpha}O_k(\bar{\beta})$– böylece $1/2$ değerinde kaldığını ve yapılan bir belirlemenin mantıksal vargılarına bakarak (bu belirleme deney sonucuna –ya da $k \in \beta$ ya da $k \in \bar{\beta}$) bilgisine– dayanarak, α referans kümesi yerine β ya da $\bar{\beta}$'nın seçimidir), "onların ışıkötesi bir hızla yayıldığını"

4* Burada ortaya atılan problem, son zamanlarda "(kesikli) *dalga paketinin indirgenmesi* problemi" olarak ün kazanmıştır. Önde gelen bazı fizikçiler, getirdiğim aşikâr çözüme katıldıklarını 1934'te bana bildirmişlerdir; neredeyse otuz yıl geçmesine rağmen bu problem hâlâ kuantum kuramı tartışmalarında akıl karıştırmaktadır. Bunu *Postscript*'imin *100. ve *115. kesimlerinde ayrıntılarıyla yeniden ele aldım. (Aynı zamanda bkz. s.530-531, 534, 543-544.)

5* Yani olasılıklar, α'nın yerine $\bar{\beta}$ geçecek şekilde "değişir". Bu nedenle $_{\alpha}O(\beta)$ olasılığı değişmez olarak $1/2$ değerinde kalırken, $_{\bar{\beta}}O(\beta)$ eşit 0 ve $_{\bar{\beta}}O(\bar{\beta})$ eşit 1 değerini alır.

9 HEISENBERG, *Physikalische Prinzipien*, s. 29. Buna karşın v. LAUE (*Korpuskular- und Wellentheorie. Handbuch d. Radiologie 6*, 2. baskı, s. 79, özel baskı) yapıtında bu soruyla ilgili olarak şunları yazmaktadır ve söylediklerinde hiç de haksız değildir: "Dalgayla tek bir tanecik arasında bir ilişki kurmak belki de bütünüyle yanlıştır. Ne zaman ki dalgayı ilke olarak birbirinden bağımsız olan benzer birçok cisimle ilişkilendiririz, ikilemli sonuç ortadan kaybolacaktır". *Einstein da benzer bir yorum getirmiştir: Bkz. bir sonraki kesim, dipnot 1* ve Ek *XII.

söylemek herhalde iki kere iki ışıkötesi hızla dört eder demekten daha anlamlı değildir; öte yandan *böyle* bir "etki yayılmasının", bir fiziksel etkinin aktarımında geçerli olmayacağı biçimindeki, aslında yanlış olmayan açıklama da, doyurucu bir yanıt oluşturmamaktadır.

Bu düşünsel deney, istatistiksel ve biçimci olasılık kavramları arasında belirgin ayrımların ve tanımların ne denli gerekli olduğununun bir göstergesidir. Bu deney ayrıca, kuatum mekaniğinin yorumlama sorununun, olasılık önermelerinin yorumlanmasında uygulanan mantıksal çözümlemeye dayandırılarak ele alınması gerektiğini de açıkça göstermektedir.

*77. Kayda Değer Deneyler**. Buraya kadar *73.* kesimden önceki giriş bölümünde ortaya koyduğumuz programın ilk iki konusunu irdeledik: Bunlardan (1) Heisenberg-Formüllerinin istatistiksel olarak yorumlanabileceğini gösterdik ve bu nedenle (2) onların kesinlik sınırlaması olarak yorumlanmasının kuantum mekaniğinin mantıksal vargıları olmadığını ve tam doğru ölçümlerin kuantum mekaniğiyle çelişmediğini ortaya koyduk[1]*.

"Buraya kadar her şey iyi. Evet, kuantum mekaniği belki bu biçimde algılanabilir; ancak getirdiğin kanıtlarla Heisenberg yaklaşımının fiziksel özünün; yani tam doğru tek tek *kestirimlerin*, olanaksız olduğu düşüncesine ulaşılabileceğini sanmıyorum", şeklinde bir karşılık alabiliriz.

* Bu kesimde betimlediğim düşünsel deneyi geri çekiyorum; çünkü bütünüyle bir hata üzerine kurulmuştur. (Bu hatanın çıkış noktası için bkz. eski Ek VI, dipnot 1* ve yeni Ek *XI, madde 10. Bu hata ilk olarak C. F. von WEIZSÄCKER tarafından (*Die Naturwissenschaften 22*, 1934 s. 807)'de ve Ek *XII'de yayımlanan Einstein'ın mektubunda eleştirilmiştir.) Bu deneyi artık ne doğru ne de kayda değer buluyorum; çünkü getirdiğim savlarla ilişkili olarak bu deneyin yerini, Einstein, Podolsky ve Rosen'in düşünsel deneyi alabilmektedir. (Bkz. bu kesim, dipnot 4* ve *XI. ve *XII. Ekler.) Ancak bu kesimden önceki tüm düşünceler ve irdelemeler hâlâ geçerliliğini korumaktadır: Bu deneyin iptal edilmesiyle çürütülmüş değillerdir. 77. kesimin yeniden yayımlanması birçok eleştiri aldığından burada hemen şunu belirtmeliyim: Evet, bu durum aslında benim de hoşuma gitmemişti; ama belki bazı okurların hangi hataları yaptığımı bilmek isteyeceklerini düşünmüştüm; ayrıca, bu kesimi yeniden yayımlatmasaydım, belki hatamı örtbas etmek ve ortadan kaldırmak istediğimi düşünenler olabilecekti. (Bununla ilgili olarak bkz. s. 543-544.)

[1]*Programımda yer alan (3)'üncü madde de böylece tamamlanmış olmaktadır.

Bizim görüşümüzde olmayanlardan, fiziksel bir örnek yardımıyla kendi bakış açılarını ortaya koymalarını isteseydik, şu örneği verebilirlerdi:

"Katot tüpünde olduğu gibi, gözünüzün önüne düzgün bir elektron demetini getirin; demet x yönünde olsun. Şimdi bu demetten farklı seçimler yapabiliriz; örneğin x yönündeki konumlarına (yani belirli bir andaki x-koordinatlarına) göre bir elektron demetini seçebiliriz. Bunu, örneğin şöyle yapabiliriz: Bir yarığı hızla açıp kapayarak, ışının çok kısa bir süre için yayılmasını sağlar ve böylece x yönünde yalnızca çok küçük bir yayılma gösteren bir grup elektronu elde ederiz. Bu durumda, gruptaki farklı elektronların momentumları (ve böylelikle de enerjileri), dağılma bağıntılarına göre artık x yönünde dağılım göstermek zorundadır. Sizin de söylediğiniz gibi –ki bu da doğrudur– tek tek elektronların momentumlarını ya da enerjilerini ölçerek, dağılımla ilgili önermeleri sınayabiliriz; elektronların yerlerini de zaten bildiğimizden, artık yer *ve* momentum bizim için biliniyor olacaktır. Böyle bir ölçümü şu biçimde gerçekleştirebiliriz: Elektronları, atomlarını uyarabilecekleri cam bir levha üzerine düşürürüz. Bunu yaptığımızda, elektron demetinin ortalama enerjisinden daha fazla enerjiye gereksinim duyan bazı atomların da uyarıldığını göreceğiz. Sizin de doğru olarak ifade ettiğiniz gibi, bu tür tam doğru ölçümlerin yapılamayacağı ya da anlamsız olacağı biçimindeki yargı artık söz konusu olamayacaktır. Ancak –işte şimdi eleştirime geliyorum– bu biçimde ölçüm yaparak, incelediğimiz yapıyı; yani tek tek elektronları ya da (örneğimizdeki gibi) çok sayıda elektron ölçtüğümüzde, tüm ışın demetini bozmuş oluruz. Evet, yapıyı bozmadan önce hareket eden grubun farklı elektronlarının momentumlarını biliyor olmamızın (yasaklanmış bir seçimi üretmek için onları bilgilerimizde kullanmak olanaksız olduğu sürece), mantıksal açıdan kuramla çelişmeyeceğini biz de kabul ediyoruz; ama tek tek elektronlarla ilgili, onları etkilemeden böyle bilgilere ulaşmamız için başka bir yolun olacağını sanmıyorum. O halde, ayrı ayrı [kesin] kestirimlerin yapılamayacağı gerçeğini kabul etmemiz gerekmektedir".

Bu eleştiriye karşılık şunu anımsatmakta yarar görüyoruz:

Doğru olsaydı şaşırmazdık. Elbette istatistiksel kuramdan kesin doğru olan ayrı ayrı kestirimler değil, yalnızca ayrı ayrı "belirsiz" (yani biçimci) kestirimler türetmek mümkündür. Bizim başlangıçta savunduğumuz yalnızca, kuramın bu tür kestirimlere elvermediği gibi, aynı zamanda da *yasaklamadığıdır.* Ancak etkileşme nedeniyle kestirimlere elveren ölçümlerin olanaksız olduğu tanıtlanabildiğinde, tek tek kestirimlerin "olanaksız" olduğundan söz edebiliriz.

Bize karşı olan, hemen şunları söyleyecektir: İşte ben de zaten bunu kastetmekteyim; bu tür ölçümlerin olanaksız olduğunu savunuyorum. Siz, hareket halindeki elektronlardan birinin enerjisini, konumunu bozmadan ya da elektronlar grubundan dışlamadan ölçebileceğimi düşünüyorsunuz. İşte bu düşünce bana hiç de geçerli gelmiyor; zira bu tür ölçümleri gerçekleştirebileceğim cihazlarım olsaydı, bunlarla ya da benzer cihazlarla, (a) uzaysal olarak sınırlandırılmış ve (b) belirli bir momentumu olan elektron topluluklarını da *oluşturabilmeliydim.* Oysa siz de, bu tür bir topluluğun ya da fiziksel bir seçimin kuantum mekaniğiyle çelişeceği görüşünü savunuyorsunuz: Böyle bir olgu, getirdiğiniz dağılım bağıntılarıyla yasaklanmıştır. Bu nedenle, bana verebileceğiniz tek yanıt şu olabilecektir: Kuşkusuz seçim değil, yalnızca ölçüm yapabileceğimiz cihazlar vardır. Evet, kabul etmeliyim, bu yanıt mantıksal açıdan geçerlidir; ama fizikçi olarak içgüdülerim, elektron momentumlarını, verilmiş belirli bir değerden daha büyük (ya da daha küçük) momentumu olan elektronları dışarlayarak ölçebileceğimizin olanaksız olduğunu söylemektedir.

Bu tür düşüncelere başlangıçta söylenecek şey, onların belki de tamamıyla yüzeysel olduğudur; kestirimlere elveren bir ölçüm yapılabilse bile, buna bağlı fiziksel bir seçimin söz konusu olabileceği asla tanıtlanamaz (bunun da, az sonra getireceğimiz gibi, çok iyi nedenleri vardır). Bununla birlikte bu tür düşünceler, kesin doğru kestirimlerin kuantum mekaniğiyle çeliştiğini *tanıtlamamakta*; tersine yalnızca *ek bir varsayım* getirmektedir. Buna göre, ayrı ayrı tam doğru kestirimlerin olanaksız olduğu biçimindeki (Heisenberg'in yaklaşımını ortaya koyan) önerme, *kestirimlere elveren ölçümler ve fiziksel seçimlerin birbirleriyle bağlan-*

tılı olduğu[1] varsayımıyla eşdeğerdir. Bu yeni kuramsal dizge –kuantum mekaniği artı bağlantılılık varsayımı– yaklaşımımızla doğal olarak çelişmek zorundadır.

Böylece programımızda çözümlemeyi amaçladığımız (3)'üncü maddeyi de tanıtlamış olduk. Tanıtlamamız gereken tek bir konu kaldı; bu da (4)'üncü madde olup, istatistiksel açıdan yorumlanan kuantum mekaniği formüllerinden (momentum ve enerjinin korunumu yasaları dahil) oluşan dizgenin söz konusu bağlantılılık varsayımıyla birlikte çelişkiye düşmesidir. Ölçüm ve seçimin birbiriyle bağlantılı olduğunu ileri sürmek, herhalde köklü bir önyargı olsa gerek diye düşünüyorum. İşte, belki de bu nedenle, şimdiye kadar bunun tersini ileri süren daha yalın kanıtlamalar getirilememiştir.

Burada hemen şunu vurgulamakta yarar görüyoruz: Daha çok fiziksel temele dayanan düşüncelerimiz, belirsizlik bağıntılarının mantıksal çözümlemesi için bir koşul olarak algılanmamalıdır, tersine onlar bu çözümlemenin bir ürünüdür. Doğrusu, şimdiye kadar getirdiğimiz çözümleme daha sonra getireceklerimizden *bütünüyle bağımsızdır*[2]*; özellikle de belirli tek parçacık yörüngeleriyle ilgili olarak istenen tamlıktaki kestirimlerin olanaklı olduğunu tanıtlayabilmek amacıyla aşağıda vereceğimiz düşünsel fizik deneyiyle de ilgisi yoktur.

Düşünsel deneyimizi tartışmaya başlamadan önce, bunun temelini hazırlayan daha basit bazı deneyleri ele almak istiyoruz. Bu deneyler, yörüngelere ilişkin istenen tamlıktaki kestirimleri doğrudan getirebileceğimizi ve sonra da onları sınayabileceğimizi gösterecektir. Elbette bu kestirimler öncelikle yalnızca *belirli* tek parçacıklara yönelik değildir; tersine herhangi bir küçük uzay-zaman bölgesinde tanımlanmış $(\Delta x \cdot \Delta y \cdot \Delta z \cdot \Delta t)$ parçacıklardan bahseder. Ancak her bir durumda tanıma uyan parçacıkların belli bir *olasılıkla* bu bölgede yer alacağını varsaymalıyız.

[1] Burada sözü edilen ek varsayım elbette başka bir biçimde de ortaya çıkabilir. Özellikle bu biçimdeki varsayımı kullanmamızın nedeni, ölçüm ve fiziksel seçimin birbirlerinden ayrılmaz olduğu görüşü ileri sürülerek, aslında burada tartıştığımız yaklaşımımıza (gerek sözel gerekse yazılı bildirilerde) karşı çıkılmış olmasıdır.

[2]* Buradaki uyarıma rağmen, düşünsel deneyimi haklı olarak reddeden eleştirmenler, aynı zamanda önceki çözümlememi çürüttüklerini de düşünmektedirler.

X yönünde ilerleyen bir parçacık demetini (elektron ya da ışık demeti) düşünelim; ancak bu sefer demet tekrenkli olsun; yani tüm parçacıklar belirli bir momentumla x yönünde birbirlerine paralel olarak hareket etsin. Bu durumda parçacıkların diğer yönlerdeki momentum bileşenleri de bize artık yabancı değildir: Değerleri 0'a eşittir. Şimdi, x yönündeki parçacık grubunun yerini, daha önce olduğu gibi, *fiziksel* bir seçimle belirleyeceğimize –yani bir grup parçacığı teknik olarak diğerlerinden ayırmak yerine– artık *düşünsel* olarak belirlemek istiyoruz. Bunu yapmak için örneğin, (belli bir kesinlikle) belirli bir anda x-yer-koordinatına sahip olan; yani yerleri yalnızca herhangi bir küçük Δx alanı içerisinde dağılım gösteren tüm parçacıkları ayıklayalım. Bu parçacıkların her birinin momentumlarını kesin olarak bilmekteyiz. Bu nedenle de parçacıkların oluşturduğu grubun her an nerede bulunacağını da biliyor olacağız. (Böyle bir parçacık grubunun var olması kuantum mekaniğiyle çelişmeyecektir. Tersine grubun, bütünden dışarlanarak var olmasını sağlamak; yani tanecikleri fiziksel olarak seçmek kurama göre tutarsız olacaktır.) Düşünsel olarak gerçekleştirdiğimiz bu seçimi diğer yer-koordinatları için de yapabiliriz: Fiziksel koşullara göre seçilmiş tekrenkli ışının y ve z yönündeki eni çok fazla olacağından (hatta en ideal tekrenklileştirmede sonsuz genişlikte) –çünkü bu yönlerdeki momentumlar kesin olarak seçilmiş olup sıfıra eşittir ve bu nedenle yer koordinatları bu yönlerde dağılım göstermek zorundadır– herhangi dar bir ışın parçasının seçilmiş olduğunu doğal olarak *düşünebiliriz*. İşte bu durumda da demetteki her bir parçacığın yeri ve momentumu bize yine yabancı olmayacaktır. Bu nedenle, düşünsel olarak seçtiğimiz dar bir demetin her bir parçacığının, örneğin [fotoğrafla] yolunu kesen cam bir levhanın neresine ve hangi momentumla düşeceğini *kestirebilecek* ve (önceki deneyde de yaptığımız gibi) kestirimi aynı zamanda da *sınayabileceğiz*.

Burada geçerli olan, doğal olarak diğer salt durumlar –örneğin çok dar bir Δy yarığından fiziksel olarak seçtiğimiz tekrenkli ışın demeti– için de geçerli olmak zorundadır (yani daha önce yalnızca düşünsel olarak gerçekleştirilen seçimi artık fiziksel anlamda teknik koşullarla da yapmış oluyoruz): Gerçi yarıktan

geçtikten sonra, parçacıkların hangi yöne yöneleceğini önceden bilemeyecek; ama belirli bir yönü incelediğimizde, buraya yönelmiş tüm parçacıkların momentum bileşenlerini tam olarak hesaplayabileceğiz; çünkü yarığı terk ettikten sonra belirli bir yöne doğru yönelen parçacıkları yine düşünsel olarak seçebiliriz; onların yer ve momentumlarını; kısaca yörüngelerini, kestirebilir ve yollarını cam bir levhayla keserek, kestirimimizi sınayabiliriz.

Bu durumun görgül bir sınaması zor olsa da, bunun, hareket yönündeki [fiziksel] yer seçimiyle ilgili daha önce tartıştığımız durumla ilke olarak benzer yönleri vardır. Bu durumda fiziksel bir seçim öngördüğümüzde, farklı parçacıklar, momentum dağılımı nedeniyle, farklı hızlarda hareket edeceklerdir. Bu nedenle parçacıkların oluşturduğu grup, uçuşları süresince x yönünde gittikçe büyüyen bir alanda dağılım gösterecektir (paket adeta ayrışacaktır). Böyle olduğunda, o an x yönünde belirli bir yerde bulunan, düşünsel olarak seçilmiş parçacıkların momentumlarının ne kadar olduğunu her an için saptayabiliriz: Bir grubun seçimi ne kadar "önde" gerçekleştirilirse, parçacıkların momentumları da o kadar büyük olacaktır (ya da tersi). Bu biçimde ortaya çıkan kestirimlerin görgül sınaması, örneğin şu biçimde gelişmektedir: Cam levhanın yerine hareketli bir film şeridi yerleştirelim; film şeridindeki izlere dayanarak, elektronların bu yerlere hangi aralıklarla düştüklerini belirleyebilir ve aynı zamanda her yer için elektronların düşme momentumlarını *kestirebiliriz*. Bu kestirimleri artık *sınamak* için hareketli film şeridinin ya da bir Geiger sayacının önüne bir *filtre* (ışık kuantumlarında filtre; elektronlarda ise hareket yönüne dik bir elektrik alanı) yerleştiririz. Böylece, yalnızca verilmiş belirli bir momentuma sahip olan parçacıkların buradan geçmesi sağlanmış olur. Sonra da bu parçacıkların öngörülen zamanda o yere varıp varmadıklarını saptayabiliriz.

Belirsizlik bağıntısı, sınamayı gerçekleştiren ölçümlerin tam olmasını kısıtlamamaktadır. Bilindiği gibi kestirimlerin sınanmasında değil de, türetilmesinde kullanılan ölçümler söz konusu olduğunda belirsizlik bağıntısına başvurulmaktadır; yani bu bağıntı özellikle "*kestirimsel*" ölçümler söz konusu olduğun-

da geçerlidir, "*kestirime elvermeyen*" *ölçümlerde* değil. *73* ve *76*. kesimlerde "kestirime elvermeyen" ölçümlerin üçünden bahsetmiştik; bunlar (a) iki kez yapılan yer ölçümü, (b) önceki ve (c) sonraki momentum ölçümüyle yapılan yer ölçümleriydi. Burada ele aldığımız ölçüm; yani film şeridi ya da Geiger sayacı önüne bir filtre yerleştirerek gerçekleştirdiğimiz ölçüm, (b) durumuna –yani sonraki yer ölçümüyle yapılan momentum seçimine– girmektedir. Bu, herhalde Heisenberg'in kastettiği (bkz. kesim *73*), "elektronun geçmişiyle ilgili hesaplamanın" yapılabileceğini ortaya koyan durumdur; çünkü (a) ve (c)'de yalnızca iki ölçüm *arasındaki* zamanla ilgili hesaplamalar yapılabilirken, (b)'de ise ilk ölçüm momentum *seçimi* olduğunda, ilk ölçümden *önce* elektronun yörüngesi de hesaplanabilir; çünkü momentum seçimi parçacığın konumunu bozmamaktadır[3]*. Daha önce de belirttiğimiz gibi, Heisenberg bu tür ölçümlerin "fiziksel gerçekliğinden" kuşku duymaktadır; bunun da nedeni bu ölçümün, yalnızca kesin olarak ölçülmüş bir anda kesin olarak ölçülmüş *yere vardığında* parçacığın momentumunun tam olarak hesaplanmasını sağlamasıdır. Bu nedenle ölçüm, Heisenberg'e göre kestirimsel içerikten yoksun olup, bizi sınanabilir vargılara götüremeyecektir. İşte görünürde "kestirime elvermeyen" bu ölçümler üzerine sözünü ettiğimiz düşünsel deneyimizi kuracağız. Bu deneyle, belirli bir taneciğin konumunun ve mometumunun tam olarak kestirilebileceği tanıtlanacaktır.

"Kestirime elvermeyen" bu tür ölçümlerin tam olarak yapılabileceği koşulunu ileri sürerek daha başka çıkarımlara varacağımızdan, koşulun geçerliliğini daha ayrıntılı tartışmanın yerinde olacağı kanısındayım; buna Ek VI'da yer verilmiştir.

Aşağıda getirdiğimiz düşünsel deney, Heisenberg-Formüllerinin, Bohr ve Heisenberg tarafından kesinlik sınırlaması ola-

[3]*Bu sav (bunu Ek VI'da getirdiğim çözümlemeden çıkarmaya çalışmıştım) Einstein tarafından çok sert bir şekilde eleştirilmiş (bkz. Ek *XII) ve böylece de düşünsel deneyim çürütülmüştür. Buradaki esas konu, kestirime elvermeyen ölçümlerle, yalnızca iki ölçüm –örneğin momentum ölçümü ve onu izleyen yer ölçümü (ya da tersi)– *arasında* parçacığın yörüngesinin saptanabilir olduğudur. Kuantum kuramına göre, yörüngenin geriye dönük –yani bu ölçümlerin ilkinin önceki zamana dönük– izdüşümünü hesaplamak mümkün değildir. Bu nedenle Ek VI'nın son paragrafı yanlıştır ve *x*'e varan parçacıkların (bkz. Şekil 2) *S* yönünden mi yoksa başka bir yönden mi geldiklerini bilemeyiz.

rak yorumlanmasında temel oluşturmuş kanıtlamaları doğrudan hedef almaktadır. Daha önce de gördüğümüz gibi, Heisenberg-Formüllerinin bu biçimde yorumlanması, tam (kestirimsel) ölçümlerin elde edilebileceği düşünsel bir deneyin ortaya konamayacağı görüşüyle doğrulanmaya çalışılmıştır. Bu biçimde getirilen yorumlamada, her şeye rağmen (bilinen etkilerin ve yasaların kullanılmasıyla) bu tür ölçümlerin olabileceğini tanıtlayan bir düşünsel deneyin bulunabileceği şüphesiz yasaklanmış olamaz. Bugüne değin böyle bir deneyin kuantum mekaniğinin formülleriyle *çelişeceği* düşünüldüğünden, hep bu anlayışla başka deneyler aranmıştır. Ancak bizim getirdiğimiz mantıksal çözümleme –yani programımızdaki (1) ve (2). maddelerin gerçekleştirilmesi– sözü edilen tam ve kesin ölçümlerin kuantum mekaniğiyle *tutarlı olabileceğini* tanıtlayan düşünsel bir deneyin yapılabileceğini göstermektedir.

Böyle bir deneyi geliştirmek için daha önce başvurduğumuz "düşünsel seçimleri" kullanacağız. Ancak bunu yaparken, seçimle betimlenen bir parçacık var olduğunda, ondan bilgi alabileceğimiz bir düzenleme seçeceğiz.

Deneyimiz, Compton-Simon ve Bothe-Geiger'in[2] deneylerinin bir ölçüde idealleştirilmesini ortaya koymaktadır; ancak sonuçta ayrı ayrı kestirimler elde etmek istediğimizden, doğal olarak salt istatistiksel koşullara dayanamayacaktır. Düşünsel deneyimizin temelini, istatistiksel olmayan momentum ve enerjinin korunumu yasaları oluşturmaktadır. Bunlara başvurmamızın nedeni, iki parçacığın çarpışmasını, çarpışmayı betimleyen dört değerden –yani çarpışma öncesi a_1 ve b_1, çarpışma sonrası a_2 ve b_2 momentumlarından– ikisi ve üçüncünün tek bir bileşeni[3] verildiğinde bunlar yardımıyla hesaplayabilmemizdir. (Bunun nasıl hesaplandığını Compton etkisi kuramından biliyoruz[4].)

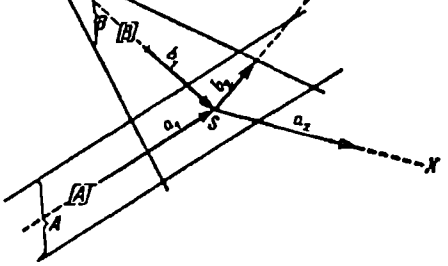
Şimdi aşağıdaki düşünsel deneyi irdeleyelim (bkz. Şekil 2): İki parçacık demetini kesiştirelim (bunların en fazla birisi ışık

2 COMPTON ve SIMON, *Physical Revue 25* (1924), s. 439; BOTHE ve GEIGER, *Zeitschrift für Physik 32* (1925), s. 639; ayrıca bkz. COMPTOM, *X-Rays and Electrons* (New York, 1927); *Ergebnisse der exakten Naturwissenschaften 5* (1916), s. 267vd.; HAAS, *Atomtheorie* (1929), s. 229 vd.

3 Burada kastedilen "bileşen" en geniş anlamdadır (yani hem yön hem de mutlak büyüklük anlamındadır).

4 Bkz. örneğin HAAS, a.g.y.

demeti olsun, en fazla birisi elektriksel bakımdan nötr olmasın[5]). Her ikisi de *salt durumları* içersin; öyle ki A demeti tekrenkli olsun –yani a_1 momentumuna göre salt momentum seçimini betimlesin–, B demeti ise B1'deki dar bir yarıkta yer seçimine uğratılmamış olsun; B-parçacıklarının momentum değerleri $|b_2|$ olacaktır. Demetlerin bazı parçacıkları birbirleriyle çapışacaktır. Şimdi [A] ve [B] şeklinde iki dar demet parçasını düşünelim ve onların S kesişim noktasını arayalım. [A]'nın momentumunu biliyoruz, a_1. [B] demet parçasının momentumunu da, [B] için belirli bir yön saptadığımızda hesaplayabiliriz, bu durumda bunun değerini b_1 diye nitelendiriyoruz. Şimdi bir yön seçelim, bu SX olsun. Çarpışmadan sonra bu yöne uçan [A] demetinin parçacıklarını gözlediğimizde, a_2 ve b_2 değerlerini hesaplayabiliriz. S kesişim noktasında a_2 momentumuyla X yönüne doğru saçılan [A]'nın her bir parçacığına, S kesişim noktasında b_2 momentumuyla SY yönüne doğru saçılan bir [B] parçacığına karşılık gelmelidir. Artık X yönüne bir cihaz –örneğin bir Geiger sayacını ya da hareketli film şeridini– yerleştirelim; bu cihaz, S yönünden gelen parçacıkları X'deki momentumlarına



(Şekil 2) Deneysel Düzen

[5] Burada düşündüğümüz, özellikle bir ışık ışını ve herhangi bir tanecik ışınıdır (eksi yüklü elektron <negaton>, artı yüklü eletron <positon>, proton ya da nötron); ancak ilke olarak, içlerinden en azından *biri* nötron ışını olan iki tanecik ışını da kullanılabilir. (Bu arada şunu hatırlatalım: şu sıralar dilde yaygın olarak kullanılan "negatron" ve "positron" sözcükleri, dilbilimsel açıdan olanaksız türetimlerdir; zaten hiç kimse "positrif" ya da "protron" demez.)

göre kaydetmektedir. Buna göre şunu söyleyebiliriz: Yapılan kayıtları incelediğimizde, S bölgesinden gelen bir parçacığın b_2 momentumuyla Y yönüne doğru gittiğini öğreniriz; ayrıca onun şu anda nerede hareket ettiğini de belirleyebiliriz; çünkü parçacığın X yönünde cihaza çarptığı an ve çarpma anındaki hızına dayanarak, S'deki saçılma anını hesaplayabiliriz. Şimdi Y'de bir Geiger sayacı (ya da film şeridi) kullanarak kestirimleri sınayabiliriz[4*].

Kestirimlerin ve onları sınayan ölçümlerin *kesinliği*, SY yönündeki yer koordinatları ve momentum bileşenleri ile ilgili olduğunda, *belirsizlik bağıntılarının ilke olarak getirdiği kısıtlamalardan* etkilenmemektedir; çünkü düşünsel deneyimizle S'de saçılan bir [B]-parçacığı ile ilgili *kestirimlerin* kesin olup olmadığı sorusu, X'e *ulaşan* [A]-parçacığının (başlangıçta "kestirime elvermeyecekmiş" gibi görünen) ölçümlerinin tam olup olmadığı sorusuna dayandırılmıştır. Bu nedenle, örneğin Geiger sayacının önüne yerleştirilen [bir elektrik alanı ya da] bir filtre yardımıyla, yer ölçümünden önce bir momentum seçimi yapıldığında, parçacığın SX-yönündeki momentumu ve onun çarpma anı (= SX-yönündeki yeri) artık istenildiği kadar tam olarak ölçülebilecektir (bkz. Ek VI). Fakat bunun sonucunda, SY-yönündeki [B]-parçacığı ile ilgili kestirimlerin kesinliği sınırlandırılmamış olacaktır (bu Ek VII'de daha ayrıntılı ele alınmıştır).

Bu düşünsel deney, yalnızca ayrı ayrı tam doğru kestirimlerin olabileceğini değil, aynı zamanda tam doğru kestirimlerin hangi koşullar altında yapılabileceğini –yani kuantum fiziğiyle

[4*]Einstein, Podolsky ve Rosen *daha zayıf* ama buna karşın *daha geçerli* bir sav ileri sürmüşlerdir: Heisenberg'in yorumunu doğru olarak kabul edelim; buna göre X'e varan ilk parcacığın *ya* yalnızca yerini *ya da* momentumunu belirli bir doğrulukta ölçebiliriz. Bu durumda şu geçerli olacaktır: İlk parçacığın yerini *ölçtüğümüzde*, ikinci parçacığın yerini *hesaplayabiliriz*; aynı şekilde, ilk parçacığın momentumunu *ölçtüğümüzde*, ikinci parçacığın momentumunu *hesaplayabiliriz*. Ancak yeri mi yoksa momentumu mu ölçeceğimiz kararını daha sonra –hatta iki parçacığın çarpışmasından *sonra*– verdiğimizden, ikinci parçacığın verilen karar doğrultusunda deneysel ölçümden herhangi bir şekilde etkileneceğini ya da bozulacağını varsaymak anlamsız olacaktır. Buna göre, *ikinci parçacığı etkilemeden*, onun *ya* yerini *ya da* momentumunu ancak belirli bir doğrulukta ölçebiliriz. Bu durumu şu biçimde de ifade edebiliriz: İkinci parçacığın hem kesin bir yeri hem de kesin bir momentumu "*vardır*". (Einstein, yer ve momentumun "gerçek" olduğunu söylemiştir ve bunun üzerine "gerici" olmakla suçlanmıştır.) Bununla ilgili olarak aynı zamanda bkz. Ekler *XI ve *XII.

hangi koşullar altında bağdaşabileceğini– göstermektedir. Buna göre kestirimler, ancak parçacığın durumu hakkında bilgi edindiğimiz zaman mümkündür – ama bununla ilgili keyfi bir müdahalede bulunamayız. Bu bilgiyi hemen olgudan sonra elde ederiz. Başka bir deyişle, bilgiyi elde ettiğimizde, parçacık çoktan hareket durumuna geçmiştir; ama kestirimleri türetmek ve sınamak için bu bilgi yine de yeterli olacaktır. (Örneğin [B]-demetinin parçacığı bir ışık kuantumu olduğunda, parçacığın siryüse ne zaman varacağını hesaplayabiliriz.) X bölgesinde, rastlantısal aralıklarla çarpmalar gerçekleştiğinden, kestirim için kullandığımız [B]-demetinin rastlantısal dağılım gösteren paçacıkları da birbirlerinden uzak olacaktır. Bu durumu değiştirmek; yani parçacıkların düzenli aralıklarda hareketini sağlamak, herhalde kuantum mekaniğine ters düşecektir. Bu nedenle yapabileceğimiz tek şey, adeta hedef saptamak ve bununla birlikte atış şiddetini kesin olarak önceden belirlemektir; bundan başka (Y hedefine varmadan önce) (S'deki) atış anıyla ilgili kesin bilgiler edinebiliriz; ama atış zamanını keyfi saptayamayız, tersine atışın yapıldığı zamana kadar beklemeliyiz; ayrıca örneğin (S bölgesinden) aynı yöne doğru yapılmış kontrolsüz atışlara da engel olamayız.

Yukarıda anlatılan deneyin Heisenberg'in yaklaşımıyla çeliştiği aşikârdır; ama deneyin olanaksız olmadığı sonucunu, istatistiksel olarak yorumlanan kuantum fiziğinden (aynı zamanda momentum ve enerjinin korunumu yasalarından) çıkartabiliriz. Böyle olduğunda da Heisenberg'in yorumu bunlarla ters düşecektir. Compton-Simon ve Bothe-Geiger deneylerine göre olanaklı görünen bu tür deneysel bir çalışma çapraz deney olarak algılanabilir; yani bu deney adeta, Heisenberg yaklaşımı ve kuantum mekaniğinin istatistiksel yorumu arasında bir tercih yapmayı getirmektedir.

78. Belirlenimci Olmayan Fizikötesi. Doğa araştırmacısının görevi, kestirimlerden tümdengelime ulaştıran yasaları bulmaktır. Bunu gerçekleştirirken araştırmacı, hem ayrı ayrı kestirimlerin tümdengelimini mümkün kılan yasaları (yani "nedensellik yasasına bağlı", "belirlenimci özellikteki" yasaları ya da "belirginlik önermeleri") bulmak, hem de sıklık kestirimlerini türetebil-

mek için sıklık varsayımlarını ve olasılık yasalarını ortaya atmak zorundadır. Bu iki görev arasında herhangi bir tutarsızlık yoktur: Belirginlik önermelerini ortaya attığımızda *sıklık varsayımlarını* geliştiremeyiz diye bir durum söz konusu değildir; çünkü hepimizin de bildiği gibi, bazı belirginlik önermeleri makro yasalar olarak sıklık tahminlerinden tümdengelimle türetilebilir; aynı şekilde, herhangi bir alandaki sıklık önermelerinin sağlanmışlıklarına dayanarak, artık aynı alanda *belirginlik önermeleri* ortaya atılamaz diye bir sonuç çıkaramayız. Her ne kadar bu ilişkilendirmelerde durum açıklık kazanmışsa da, en son söylediğimiz sonuç yine de çıkarılmaktadır. Rastlantının söz konusu olduğu her yerde, kurallı yasalardan hiçbir zaman söz edilemeyeceği görüşü vardır. Bu önyargıyı daha önce, *69.* kesimde ele almıştık.

Bilimsel araştırmalardaki gelişmelerde bugün gelinen noktaya bakıldığında, makro ve mikro yasalar arasındaki ikilemin [bunların her ikisi de kendini sağlamıştır] kolayca aşılamayacağını kabul etmek hiç de zor olmayacaktır. Bilinen tüm belirginlik önermeleri, makro yasalar olarak sıklık önermelerine temellendirildiğinde, mantıksal açıdan bu ikilemin kaldırılması belki de mümkün olabilir; ancak tersini gerçekleştirmek hatalı olur; çünkü *70.* kesimde de gördüğümüz gibi, sıklık önermeleri hiçbir zaman belirginlik önermelerinden türetilemez; onlar bağımsız, özel istatistiksel koşullara gereksinim duyar: Olasılıklar yalnızca olasılık tahminlerinden hesaplanabilir[1]*.

Mantıksal durum budur; ne belirlenimci ne de belirlenimci olmayan bakış açılarına yer verilmiştir. Fizikteki araştırmalarımızı yalnızca sıklık önermeleriyle gerçekleştirmek mümkün olsa bile, belirlenimci olmayan sonuçlar çıkaramayız; yani temel olguların süreçlerini kestirebilmek için, gereksinim duyduğumuz belirgin yasaların ya da kanunların doğada "olmadığı" vargısını ileri sürmek yanlış olur; çünkü araştırmacı bu tür yasaları bulmak için hiçbir engel tanımayacaktır. Bu nedenle olasılık tahminleriyle elde edilen başarıya dayanarak, araştırmacının bu tür arayışının faydasız olacağı sonucunu da asla çıkarmamak gerekmektedir.

[1]* Buradaki yaklaşımımıza karşı olarak Einstein, Ek *XII'de yayımlanan mektubunun sonunda görüşlerini bildirmiştir. Yine de yaklaşımımızı doğru buluyorum.

Bu yaklaşımlar, hiçbir şekilde 77. kesimde yapılandırılan düşünsel deneyin bir sonucu olarak algılanmamalıdır; tersine şöyle düşünelim: Belirsizlik bağıntılarının bu deneyle çürütülemediğini varsayalım (örneğin bunun da nedeni, Ek VI'da ortaya atılmış çapraz deneyin kuantum mekaniğini yadsımasıdır). Böyle olduğunda belirsizlik bağıntıları, ancak sıklık önermeleri olarak sınanabilir; yani kendilerini sıklık önermeleri olarak sağlayabilir. Bu durumda onlardan hiçbir koşul altında belirlenimci olmayan sonuçlar çıkaramayız[2*].

Dünyanın katı yasalarla yönetilip yönetilmediği sorusunu fizikötesi olarak değerlendiriyoruz; çünkü bizim bulduğumuz yasalar, varsayımlar olup, her zaman yeniden değiştirilebilir ve gerektiğinde olasılık tahminlerinden de türetilebilir yasalardır. Bunun yanı sıra, nedenselliği yadsımanın, araştırmacıya daha fazla araştırma yapmaması gerektiğini söyleme girişiminden başka bir şey olmadığını ve böyle bir girişimin, kendini tanıtlasa bile, geçersiz olacağını az önce göstermiştik. Buna göre, söz konusu olan "nedensellik ilkesi" ya da "nedensel önerme" –nasıl formüle edilirse edilsin– doğa yasasından çok farklı bir özelliğe sahiptir. İşte bu nedenle de Schlick'in, "nedensel önermenin doğru olup olmadığının sınanması, *aynı* herhangi bir doğa yasasının sınanması *gibidir*"[1], şeklindeki görüşüne karşı çıkmak zorundayız.

Nedenselliğe inanmak fizikötesidir. Nedensellik, zaten *geçerliliği* olan yöntembilimsel bir kuralın –araştırmacının yasaları arayıp bulma kararından vazgeçmeme kuralının– tipik fiziköte-

[2*] Hâlâ bu çözümlemenin özde doğru olduğu kanısındayım: Yazı-tura atışlarına ilişkin getirdiğimiz sıklık kestirimlerinden elde ettiğimiz başarıya dayanarak, tek tek atışların belirlenimci olmadığı sonucuna varamayız. Ancak belirlenimci olmayan bir fizikötesini benimseyebiliriz; öyle ki ortaya çıkan güçlükler ve tutarsızlıklar bu biçimdeki fizikötesi öğretilerle çözülebilsin.

[1] SCHLICK, *Die Kausalität in der gegenwärtigen Physik, Die Naturwissenschaften 19*, s. 155. Yukarıda değinilen konunun tamamı şöyledir (bununla ilgili olarak bkz. kesim *4*, dipnotlar 7 ve 8): "Nedensellik ilkesine eşdeğer olan sınanabilir bir önerme bulma çabalarımız bu nedenle boşa gitmiştir; betimleme çabalarımız bizi yalnızca sözde-önermelere götürmüştür. Bu, aslında beklenmedik bir sonuç değildi; çünkü daha önce de söylediğimiz gibi, nedensel önermenin doğru olup olmadığının sınanmasının, *aynı* herhangi bir doğa yasasının sınanması *gibi* olması, katı bir çözümleme getirdiğimizde, doğa yasalarının doğru ya da yanlış olan önermelerin yapısında olmadığını, tersine bu tür önermelerin yapılandırılmasına daha çok ışık tuttuğu anlamına gelmektedir."

si dayanağından başka bir şey değildir[3]*. Nedensellikteki fizikötesi inanç, sonuçlara bakıldığında, örneğin Heisenberg'in savunduğu gibi, belirlenimci olmayan fizikötesinden daha verimlidir; Heisenberg-Formüllerinin aslında bilimsel gelişmeleri aksattığını görüyoruz. Oysa bizim çalışmamız, araştırmalarda bu tür ilişkilendirmelerin aranmasının "anlamsız" olduğu başımıza kakıldığında, bunların göz ardı edilebileceğini açıkça göstermektedir.

Yalnızca istatistiksel sonuçları yönünden sağlanmış olan Heisenberg-Formüllerinin ve benzer önermelerin belirlenimci olmayan vargıları olması, benzer sonuçların çıkarılmasını sağlayan başka görgül önermelerin olamayacağına –örneğin yasaların ve tek tek kestirimlerin araştırılmasının amaçsız, anlamsız ya da "olanaksız" olacağından (bkz. kesim *12*, dipnot 2) böyle bir yöntembilimsel kuralın hatalı olduğuna– tanıt olamaz. Yasaların aranıp bulunmasının engellenmesini, *yöntembilimsel* vargısıyla belirleyen *görgül bir önerme* zaten olamaz; çünkü bu önerme fizikötesi unsurlar taşımayacaksa, önermenin belirlenimci olmayan vargısı da yanlışlanacaktır[4]*. Buna göre, yasaların konulmasında ve kendini sağlayan kestirimlerin türetilmesinde başarılı olduğumuzda, bu vargı yanlışlanabilecektir. Söz konusu belirlenimci olmayan vargının, *görgül bir varsayım* olmasını istediğimizde, önce onu sınamak ve yanlışlamak için çaba harcamalıyız; başka bir deyişle, yasaları ve kestirimleri *aramalıyız*; bu nedenle de bu arayıştan vazgeçme çağrısını, varsayımın görgül özelliğini yadsıyana kadar, yerine getirmeyiz. O halde, yasa arayışından vazgeçmemizi sağlayacak görgül bir varsayımın olabileceğini düşünmek tutarlı değildir.

Belirlenmezciliğin tanıtlanması için gösterilen çabaların,

–Nedensellik ilkesinin doğa yasalarıyla aynı düzeyde tutulması gerektiği görüşünü, Schlick daha önceleri de ileri sürmüştü. Ancak Schlick, daha önce doğa yasalarını gerçek önermeler olarak algıladığından, "nedensellik ilkesini de görgül açıdan sınanabilir varsayımlar" olarak kabul etmiştir (bkz. *Allgemeine Erkenntnislehre*, 2. Baskı, 1925, s. 374).

3* Burada ve aşağıdaki paragraflarda savunulan görüş için bkz. *Postscript*'im bölüm *IV.

4* Bu yaklaşım belki *bir olgucuya karşılık olarak getirildiğinde* doğrudur; ama buradaki biçimiyle akıl karıştırmaktadır; çünkü yanlışlanabilen bir önermenin mantıksal olarak farklı birçok zayıf, hatta yanlışlanamayan vargısı olabilir. (Bkz. kesim *66*, 4. paragraf.)

"belirlenimci olmayan" değil de daha çok belirlenimci fizikötesine ilişkin bir düşüncenin göstergesi olduğuna burada ayrıntılarıyla girmek istemiyoruz (örneğin Heisenberg, nedensel açıklamanın olamayacağını nedenleriyle birlikte açıklamaya çalışmıştır[5*]). Burada yalnızca, belirsizlik bağıntıları hakkında araştırmalarımızda, aynı ışık hızı sabitini ortaya koyan önermede olduğu gibi, benzer bir sürgü çektiğini göstermek amacıyla harcanan çabaları hatırlatmak yeterlidir. Her iki sabit arasındaki benzerlik –*c*, ışık hızı ve *h*, Planck sabiti– araştırma olanaklarımızın ilkesel bir kısıtlaması olarak algılanmıştır; bu engellerin ötesine geçebilecek sorular, "sözde sorunlarda" olduğu gibi, anlamsız diye nitelendirilerek reddedilmiştir. Gerçi biz de, *c* ve *h* sabitleri arasındaki benzerliği yadsımıyoruz; ama bize göre aralarındaki tek benzerlik, *h* sabitinin de aynı *c* sabiti gibi, araştırmalarımızda bir kısıtlama olarak yorumlanamayacağıdır. Işık hızı sabitine [ve bu sınırın aşılamaz olduğuna] ilişkin önerme, ışık hızı ötesi bir hızın olup olmadığının araştırılmasını yasaklamamakta; tersine yalnızca, böyle bir hızı bulamayacağımızı ve özellikle de *c*'den daha hızlı olan sinyalleri üretemeyeceğimizi ileri sürmektedir. İşte bu anlamda Heisenberg-Formüllerini de, "bütünüyle salt durumların" aranmaması gerektiğini ileri süren bir yasak olarak yorumlamamak gerekir; formüllerden çıkan sonuç, yalnızca bu tür durumlara ulaşamayacağımız ve aynı zamanda da onları üretemeyeceğimizdir. Kaldı ki bu iki yasak, araştırmacıyı –aynı diğer görgül önermelerde olduğu gibi– özellikle yasaklanmış olguları aramaya zorlar; çünkü görgül önermeleri, ancak onları yanlışlamaya çalışırken, sınayabilecektir.

Tarihsel açıdan bakıldığında, söz konusu belirlenimci olmayan fizikötesinin gerekliliğini anlamak zor olmayacaktır. Belirlenimci fizikötesinin, fizikçiler tarafından büyük bir ilgiyle benimsenmesinin nedeni ise, yukarıda anlattıklarımıza bakıldığında son derece açıktır. Bu ana kadar ikisi arasındaki mantıksal ilişki yeterince aydınlatılmadığından, spektrumların istatistiksel etkilerini atomun mekanik modelinden türetmedeki başarısız-

5* Bakış açısı kısaca şöyledir: Gözlemlenen nesneyi etkilediğimizden nedensellik olanaksızdır. Bunun anlamı: Karşılıklı belirli bir nedensel etkileşimdir. Bununla ilgili olarak bkz. s. 529-544.

lık, belirlenimcilik bunalımına neden olmuştu. Bu başarısızlığın nedenini artık kolayca görebiliyoruz: İstatistiksel olmayan, atomun mekanik modelinden istatistiksel yasalar türetilemez. Oysa o tarihlerde (yaklaşık 1924'lerde; yani Bohr-Kramer-Slater kuramının geliştirildiği dönemlerde) sanıyorum, tek atomun mekaniğinde katı yasalar yerine olasılıkların yer alması gerektiği düşünülüyordu. Belirlenimci evren imgesi, özellikle olasılık önermeleri sürekli biçimci önermeler olarak ifade edildiğinden, sarsılmış; sonra da bu temeller üzerine Heisenberg'in belirsizlik bağıntıları yardımıyla belirlenmezcilik ilkesi yapılandırılabilmişti – ve şimdi de anlıyoruz ki, yalnızca Heisenberg'in belirsizlik bağıntıları değil, aynı zamanda biçimci olasılık önermelerinin yanlış anlaşılmasıyla da böyle bir yapılandırma gerçekleştirilmişti.

Buradan çıkaracağımız tek sonuç şu olmalıdır: Deneyime karşı, başarısızlığa uğratılabilecek katı, kısıtlayıcı yasaları ya da yasakları getirmeye çalışalım; yasaklardan dolayı araştırmalarımızı kısıtlamaktan vazgeçelim.

Bölüm X

SAĞLAMA

Kuramlar doğrulanamaz; ama sağlanabilir.

Kuramların "doğru" ya da "yanlış" yerine, az ya da çok "olasılı" olarak betimlenmesine sık sık çalışılmıştır. Bu nedenle özellikle tümevarım mantığı, olasılık mantığı olarak geliştirilmiştir: Tümevarımla, önermelerin olasılık derecelerinin belirlenmesi ve bir tümevarım ilkesiyle çıkarsanan önermelerin "olasılı geçerliliklerinin" korunması –ya da yeniden olasılı kılınması– amaçlanmıştı; çünkü tümevarım ilkesi belki de yalnızca "olasılıkla geçerli olacaktı". Varsayım olasılığıyla ilgili tüm problemin yanlış yöneltildiği kanısındayız: Biz "varsayımın olasılığını" tartışmak yerine, varsayımın o ana kadar hangi sınamalara direndiğini, kendisini o ana kadar nasıl *sağladığını* ortaya koymak istiyoruz[1]*.

1* "*Sağlama*", özellikle de "*sağlanmışlığın derecesi*" ("*sağlanmışlık derecesi*") anlatımlarına kitabımda yer vermekteki amacım, bir varsayımın katı sınamalar karşısında kendini koruduğu derecenin betimlenmesinde *yansız* bir kavrama gereksinim duymamdı. Burada "yansız" bir kavram olarak kastettiğim, sınamaları başarıyla sonuçlandığında, *olasılık hesabı anlamında* bir varsayımın "daha olasılı" olup olmadığı sorusunun açık bırakılmasıdır. Başka bir deyişle; "sağlanmışlık derecesi" anlatımı aslında, "sağlanmışlık derecesinin" "olasılıkla" (örneğin sıklık yorumu ya da Keynes'in kuramı anlamında) özdeşleştirilebilir olup olmadığı sorununun tartışılması konusunda bana yararlı olacaktı.

CARNAP, Viyana Çevresi'nde ilk olarak tartışmaya getirdiğim "sağlanmışlık derecesi" ifadesini İngilizce'ye "degree of confirmation" biçiminde çevirmiştir. (Bkz. onun, *Philosophy of Science* 3'teki "Testability and Meaning" adlı çalışması, 1936, özellikle s. 427.) Böylece "degree of confirmation" anlatımı kısa sürede benimsenmiştir. Ancak İngilizce'deki anlatım biçimiyle sözcüğün başka anlatımları çağrıştırması ("to confirm" Almanca'da "sağlamadan" çok "güçlendirme", "onaylama" anlamındadır) hoşuma gitmediğinden, 1939 yılında Carnap'a yazdığım mektupta, İngilizcesi için "cor-

79. Varsayımların Doğrulanması. Kuramların doğrulanamaz oluşları genelde göz ardı edilmektedir; ve kuramdan tümdengelimle türetilmiş kestirimler doğrulandığında kuramın da doğrulandığı söylenmektedir. Gerçi bu biçimde getirilen doğrulamanın mantıksal açıdan tamamıyla kabul edilebilir olduğunu; yani bir önermenin vargılarıyla sonuçta bütünüyle onaylanabileceği görüşünü savunanlar yoktur; ama bu tür kanıtlamalar genelde önemsiz ayrıntılar olarak algılanmaktadır. Çünkü, onlara göre, yarın güneşin doğup doğmayacağını bilmiyor olmamız çok doğrudur, aynı zamanda da değersizdir; ama bunu göz ardı edebiliriz: Evet, kuramların düzeltilebilir ve *en son deneylerle yanlışlanabilir* olması belki kayda değer, bilimsel araştırmalar için her zaman güncel bir konudur; ama şu da bir gerçektir ki, o ana kadar kendini sağlamış bir yasa birdenbire tutarsızlık gösterdiğinde, kuramı yanlışlamak zorunda kalmamışızdır; daha önce yapılmış deneyler bir başka gün yeni sonuçlar vermez, tersine yalnızca yeni deneyler kuramı etkilemektedir. Bu nedenle eski kuram –her ne kadar yeniden düzenlenmiş olsa da– her zaman yeni kuramın sınır durumu olarak, en azından daha önce katkı sağlayabildiği durumlar için büyük oranla geçerliliğini korumaktadır. Özetleyecek olursak: Deneysel olarak doğrudan sınanabilir yasalar değişmemektedir. Şüphesiz, onların değişmiş olabileceğini düşünebiliriz, bu da mantıksal açıdan mümkündür; ancak bunun görgül bilim ve yöntemi için hiçbir önemi yoktur; tersine, bilimsel yöntemin önkoşulu, *doğa olgularının değişmezliğidir.*

Bu yaklaşımın bir doğruluk payı vardır; ama çözümlememizde yeri yoktur. Burada yatan düşünce, dünyamızda kuralların var olduğu biçimindeki fizikötesi inançtır (buna ben de katılıyorum ve bu düşünce olmadan pratik uygulamaların yapılama-

roboration" sözcüğünün kullanılmasını önerdim (bunu bana Prof. H. N. Parton önermişti). Fakat Carnap önerimi reddetmiştir. Ben de zaten kavramlar üzerinde yürütülen tartışmaları pek de önemsemediğimden, Carnap'ın kullanım biçimini kabul ettim, hatta birçok bildirimde de "confirmation" sözcüğünü kullandım.

Oysa şimdi, ne kadar yanıldığımı görüyorum: "confirmation" sözcüğündeki çağrışımlar oldukça önemli boyuttaydı ve bu sorun sonuçta kendini göstermişti. Kısa bir zaman sonra "degree of confirmation" anlatımı –Carnap tarafından– "olasılık" sözcüğüyle eşanlamlı ("explicans") kullanılmıştır. Bu nedenle artık İngilizce yazdığım bildirilerimde "degree of corroboration" ifadesini kullanmaktayım. Bununla ilgili olarak bkz. Ek *IX, aynı zamanda *Postscript*'im kesim *29.

yacağını düşünüyorum[1*]). Fakat bu kesimde tartıştığımız konu; yani kuramların doğrulanamaz oluşlarının bizim için neden önemli olduğu sorusu, fizikötesi inançla ilgili değildir; konu başka bir açıdan değerlendirilmelidir. Bu nedenle söz konusu bu fizikötesi inanca karşı ya da onu destekleyici açıklamalar getirmenin anlamsız olacağı inancındayız – başka "fizikötesi" sorularda da benzer bir yaklaşım içinde olurduk. Bunun yerine, *kuramların doğrulanamazlıklarının yöntembilimsel açıdan önemli olduğunu* göstermeye çalışacağız ve öne sürülmüş kanıtlamaların karşısında yer alacağız.

Burada, bu kanıtlamalarda önemli bulduğumuz *bir* noktayı tartışmak istiyoruz: Bu da, sözü edilen "doğa olgularının değişmezlik ilkesi" ("doğada tekbiçimciliğin var olduğu ilkesi") dir. Bize göre bu ilke, kendisinin yeniden türetilebileceği önemli bir yöntembilimsel kuralı yalnızca yüzeysel olarak içermektedir; oysa kuramların doğrulanamazlıklarına dayanarak aslında bu kuralı çıkarmamız gerekmektedir[2*].

Güneşin artık yarın doğmayacağını (ancak yine de yaşamaya devam edebileceğimizi ve bilimle uğraşabileceğimizi) varsayalım. Böyle bir olay gerçekleştiğinde, bilim bunu *açıklamaya*, yani birtakım yasalara dayandırmaya çalışacaktır; herhalde var olan kuramların bütünüyle değiştirilmesi gerekecektir. Ancak değiştirildikten sonra ortaya atılan yeni kuram, kuşkusuz yalnızca yeni durumu açıklayabilecek nitelikte olmamalı; aynı zamanda o ana kadar kazanılan tüm deneyimler de bu kuramdan çıkarılabilmelidir. Bu durumu yöntembilimsel açıdan ele aldığımızda, doğada tekbiçimciliğin egemen olduğu ilkesi yerine, hem uzaya hem de zamana göre *doğa yasalarının değişmezliği* koşulu geçmektedir. Bu nedenle, doğada düzenin değişmediği biçimindeki söylemleri doğru bulmuyoruz (çünkü böyle bir önerme ne yadsınabilir ne de savunulabilir). Bunun yerine doğa yasalarını, söz konusu değişmezlik koşuluyla (ve onların istisnaları olamayacağı düşüncesiyle) *tanımladığımızı* söylemek istiyoruz. O

[1*] Bkz. Ek *X ve *Postscript*'imde kesim *15.

[2*] Burada kastettiğim kural, varsayımlardan oluşmuş her yeni dizgenin, daha önce sağlanmış olan eski düzenli ve kurallı oluşumları vermesi ve açıklaması gerektiği kuralıdır. Bu kural, metnin bir sonraki paragrafında yapılandırılmaktadır.

halde, sağlanmış yasaların yanlışlanabilmesi yöntembilimsel açıdan oldukça önemli olup, doğa yasalarından ne beklediğimizi iyice anlayabilmemize yardımcı olacaktır: Doğanın değişmezliği ilkesi –aynı ona çok benzeyen "nedensel önerme" gibi– yöntembilimsel bir kuralın fizikötesi yorumu olarak yine algılanabilir.

Bu tür önermeler, tümevarım yöntemini –yani kuramların doğrulanmasını– düzenleyecek olan "tümevarım ilkesiyle" yöntembilimsel açıdan değerlendirilmeye çalışılmıştır. Ancak bu çaba başarısızlıkla sonuçlanmıştır: Tümevarım ilkesi de fizikötesi niteliktedir. Bu ilkenin, görgül bir önerme olarak kabul edilmesinin, sonsuz geri gitmelere yol açacağını, bu nedenle de, bilimsel araştırmalarda başarılı olunamayacağını daha birinci kesimde vurgulamıştık; bu ilkeye yalnızca belitsel olarak başvurulabilir. Tümevarım ilkesi tüm durumlarda *yanlışlanamayan önerme* olarak ele alınmış olmasaydı, belki de o kadar başarısız olunmazdı. Çünkü, kuramların çıkarılmasını sağlayacak olan bu ilke yanlışlanabilir olsaydı, ilk yanlışlanmış kuramla birlikte kendisi de yanlışlanmış olacaktı. Bunun da nedeni çok açık: Yanlışlanmış kurama, bilindiği gibi tümevarım ilkesi yardımıyla varılmakta ve yadsıma yöntemi bu çıkarımı yanlışladığı gibi tümevarım ilkesini de yanlışlamaktadır[3]*. İşte bu da, yanlışlanabilir bir tümevarım ilkesinin tüm bilimsel gelişmelerle yeniden yanlışlanabileceği anlamına gelmektedir. Bu nedenle yanlışlanamayan bir tümevarım ilkesi getirilmelidir. Böylece önsel olarak bireşimsel bir yargının yanlış kavranmış yorumuna gelinmektedir; başka bir deyişle, gerçekle ilgili olan, çürütülemeyen bir önermeye varılır.

Buna göre, doğada tekbiçimciliğin egemen olduğu ve kuramların doğrulanabilir olduğu biçimindeki fizikötesi inancı tümevarım mantığına dayanan bir bilgi kuramına dönüştürmek için iki seçeneğimiz vardır: ya sonsuz geri gitmeler ya da önselcilik.

3*Burada tartışılan tümevarım yöntemine göre, kuramın türetilmesinde, öncüller, tümevarım ilkesi ve gözlem önermeleri rol oynamaktadır. Ancak burada, gözlem önermelerinin sarsılmaz ve yeniden üretilebilir olduğu üstü kapalı olarak düşünülmektedir; bu nedenle de onlar, kuramın hatalı olmasından sorumlu tutulamaz.

80. "Varsayımın Olasılığı" ve "Olayın Olasılığı": Olasılık Mantığının Eleştirisi. Evet, kuramlar deneyler sonucunda hiçbir zaman doğrulanamaz; peki ama, daha çok ya da daha az güvenilir –daha çok ya da daha az olasılı– olamazlar mı? İşte *varsayımın olasılığının* ne olduğu sorusu belki de *olayın olasılığına* dayandırılarak yanıtlanabilecek ve böylece matematiksel ve mantıksal araştırmalara kullanışlı hale getirilebilecektir[1]*.

Tümevarım mantığı gibi, varsayımın olasılığı öğretisinin de ruhbilimsel ve mantıksal soruların birbiriyle karıştırılması sonucunda ortaya çıkmış olabileceği kanısındayım. Kuşkusuz öznel olan kanısal yaşantılarımız farklı yoğunluktadır ve bir kestirimin yerinde olacağına ya da bir varsayımın daha kendini sağlayacağına ilişkin edindiğimiz kanının derecesi, herhalde varsayımın o ana değin kendini ne kadar sağladığına bağlıdır. Gerçi bunun bilgikuramsal sorularla hiçbir ilgisi olmadığı görüşünü olasılık kuramcıları da [örneğin Reichenbach] az çok kabul etmiştir; ancak tümevarımsal vargılara dayanarak, olasılık değerinin *doğrudan varsayımlara* yüklenebileceğini ve bu kavramın olayın olasılığı kavramına dayandırılabileceğini ileri sürmüşlerdir:

Varsayımın olasılığı daha çok yalnızca evrensel olan bir "önermenin olasılığı" olarak değerlendirilmekte ve olayın olasılığı ifadesinin başka bir anlatım biçimi olarak görülmektedir. Bununla ilgili olarak örneğin Reichenbach şunları yazmıştır[1]: "Olasılığı önermelere ya da olaylara yüklemek yalnızca terminolojiyle ilgili bir sorundur. Şimdiye kadar ilgili zar atışının olasılığını $^1/_6$ olarak değerlendirdiğimizden, bunu, olayın olasılığı biçiminde ele almıştık; oysa 'I atışı gerçekleşebilir' önermesinde, $^1/_6$ oranında bir olasılık vardır şeklinde de söyleyebilirdik."

Olayın olasılığı ve önermenin olasılığı anlatımlarının birbirlerinin yerine geçebileceğini anlayabilmek için *23.* kesimde ortaya attıklarımızı bir kez daha anımsayalım. Orada "olay" kavramını özel önermelerden oluşmuş bir küme olarak tanımlamıştık. İşte bu nedenle olayların olasılığı yerine *önermelerin olasılığından*

1* *80.* kesim ağırlıklı olarak Reichenbach'ın denemesine bir eleştiri niteliğindedir; Reichenbach, *varsayımın olasılığını olayın olasılığının sıklık kuramı* yardımıyla yorumlamaya çalışmıştı. Keynes'e karşı getirdiğim eleştiri *83.* kesimde yer almaktadır.

1 REICHENBACH, *Erkenntnis 1* (1930), s. 171vd.

söz etmek yanlış olmayacaktır. Bu başlangıçta, yalnızca anlatım biçiminde yapılan bir değişikliktir. Buna göre, referans dizilerini, önermelerden oluşmuş diziler (önerme dizileri) olarak yorumlamamız gerekmektedir. Bir almaşığın, dolayısıyla ögelerinin, önermelerle betimlenmiş olduğunu düşünelim. Bu durumda sözgelimi, yazı atışının gerçekleştiğini, "k bir yazı atışıdır" önermesiyle, gerçekleşmediğini onun değillemesiyle gösterebiliriz. Böylece, önermelerden oluşmuş şöyle bir dizi elde ederiz: p_j, p_k, $\overline{p}_l$, p_m, $\overline{p}_n$...; burada p_i önermeleri bazen "doğru" bazen de [üstündeki çizgiyle] "yanlış" diye tanımlanmıştır. Bu şekilde bir dizi oluşturduğumuzda, bir almaşık içindeki *olasılık*, bir özelliğin göreli sıklığı olarak değil, bunun yerine *önermeler dizisi içersindeki önermelerin (göreli) doğruluk sıklığı*[2] olarak yorumlanabilecektir.

Artık istenirse, bu biçimde değiştirilmiş olasılık kavramı [Reichenbach'ta olduğu gibi] "*önermenin olasılığı*" olarak adlandırılabilir ve bununla "*doğruluk*" sözcüğü eşleştirilebilir: Önermeler dizisinde yalnızca *tek bir* elemanın ya da *tek bir* önermenin yer aldığını düşünelim. Bu durumda dizideki olasılık ya da doğruluk sıklığı ancak 1 ya da 0 olabilecektir; bu da ilgili önermenin "doğru" ya da "yanlış" olmasına bağlıdır. Buna göre, bir önermenin "doğruluğu" ya da "yanlışlığı", olasılığın özel bir durumu, aynı şekilde önermenin olasılığı da (bu da yine "özel bir durum" biçimindeki yorumu içerdiği sürece) "doğruluk kavramının genelleştirilmesi" olarak algılanabilir. Sonuç olarak, klasik mantığın alışılagelmiş "doğrulama işlemlerini" özel durum olarak kapsayan doğruluk sıklıklarıyla mantıksal işlemleri tanımlayabilir ve bu işlemleri gösteren hesaplamaları *olasılık mantığı* diye adlandırabiliriz[3].

Peki, varsayımın olasılığı, bu biçimde tanımlanmış "öner-

[2] Bu anlatımı KEYNES'e göre, *Über Wahrscheinlichkeit*, s. 81vd., Whitehead getirmiştir; bkz. bir sonraki dipnot.

[3] Burada getirdiğimiz olasılık mantığı, E. L. POST (*Amer. Journal of Mathematics, XXXXI-II*, 1921, s. 184) ve von Mises'in sıklık kuramına bakarak REICHENBACH (*Wahrscheinlichkeitslogik, Sitzungsberichte der Preußischen Akademie der Wissenschaften, Physik.-mathem. Klasse*, 1932, XXIX, s. 467vd.)'ın geliştirdiği olasılık mantığıdır. KEYNES (a.g.y., s. 81vd.)'in göndermede bulunduğu Whitehead'in sıklık kuramının biçimi de buna benzemektedir.

menin olasılığı" –yani dolaylı olarak olayın olasılığı– ile özdeşleştirilebilir mi? Bize göre böyle bir özdeşleştirmenin temelinde bir yanılgı yatmaktadır: Varsayımın olasılığı anlatımı "bir bakıma önermenin olasılığını" da dile getirdiğinden, bu anlatımın yukarıda tanımlanan "önermenin olasılığı" kavramıyla özdeş olduğu düşünülmektedir. Ancak böyle bir vargı doğru değildir. Bu nedenle de getirilen terminoloji tümüyle amaçsız olmaktadır: Olayın olasılıkları için "önermenin olasılığı" kavramını kullanmamak belki de en iyisi olacaktır[2*].

Biz, varsayımın olasılığı kavramıyla ilgili soruların, olasılık mantığıyla çözülemeyeceğini savunuyoruz: Bir varsayımın doğru değil de "olasılı" olduğunu söylediğimizde, *bu* önerme hiçbir koşul altında, olayın olasılığına ilişkin bir önermeye *dönüştürülemez.*

Çünkü, temellendirmeyi önerme dizisi kavramı yardımıyla yapmaya çalıştığımızda, şu soruyu sormamız gerekmektedir: *Hangi önerme dizisine bağlı olarak* varsayıma bir olasılık değeri yüklenmelidir? Reichenbach, doğabilimsel savı; yani varsayımın kendisini, önerme dizisiyle özdeşleştirmekte ve şöyle yazmaktadır[4]: "... Doğa biliminin savları –ki bunlar hiçbir zaman tekil önermeler değildir– önerme dizilerini ortaya koyar. Ayrıntılı incelemeler sonunda bu dizilere yüklememiz gereken olasılık değeri 1 değil, tersine daha düşük bir değer olmalıdır. İşte bu nedenle, doğa biliminin bilgi kavramını kesin olarak belirleyen mantıksal yapı, yalnızca olasılık mantığıdır." Şimdi, varsayımın bir önermeler dizisi olduğu şeklindeki yaklaşımı irdeleyelim: Bu, varsayımlara ters düşen ya da onlara karşılık gelen farklı özel önermelerin, önermeler dizisinin öğeleri olduğu anlamına gelmektedir. Böyle olduğunda varsayımın olasılığı, ona karşılık ge-

[2*] Aşağıdaki görüşleri hâlâ savunmaktayım: (a) Sözü edilen "varsayımın olasılığı" kavramı, doğruluk sıklığı ile yorumlanamaz; (b) göreli sıklıkla tanımlanmış olan olasılığı –ister doğruluk sıklığı isterse olay sıklığı olsun– "olayın olasılığı" olarak betimlemek daha doğru olacaktır; (c) (varsayımın kabul edilebilir olduğu anlamındaki) "varsayımın olasılığı", "önermenin olasılığı"nın özel bir durumu *değildir.* Oysa şimdi, "önermenin olasılığı" anlatımını, biçimsel olasılık hesabının mevcut birçok yorumu arasında, mantıksal açıdan olası *tek* yorum olarak nitelendirirdim –doğruluk sıklığı anlamında değil. (Bkz. kesim *48;* Ekler *II, *IV ve *IX; ve *Postscript*'im.)

[4] REICHENBACH, *Wahrscheinlichkeitslogik* (a.g.y., s. 488), münferit baskı: s. 15.

len özel önermelerin doğruluk sıklığıyla belirlenmiştir. Buna göre, önermeler dizisinde ortalama her iki özel önermeden biri varsayıma ters düştüğünde, varsayımın olasılık değeri $^1/_2$ olacaktır. Yıkılan bu vargıyı kurtarmanın ancak iki yolu olduğu sanılmaktadır[3]*: Örneğin, daha önce başarıyla sonuçlanmış ve daha gerçekleştirilmemiş sınamalara dayanarak göreli sıklıkların tahmin edilmesiyle, varsayıma belirli –ama kesin olarak verilemeyen– bir olasılık yüklediğimizi ileri sürenler olabilir. Ancak bu biçimde, ileri sürülen savın kurtanlması olanaksızdır; çünkü böyle bir tahmin kesin olarak gerçekleşebilir ve sonunda da 0 olasılık değerine varılır. Bir de, bu tahmini elverişli sınama durumlarıyla kayıtsız –yani kesin bir sonuç vermeyen– sınama durumları arasındaki bağıntıya ilişkilendirmeye çalışanlar olacaktır (böyle yaparak belki de güvenirliğin öznel duygusunun ölçeğine benzer bir şeyi gerçekten elde edebiliriz – deneysel fizikçi deney sonuçlarını bu inançla incelemektedir); ama bu biçimde yürütülen tahminle, doğruluk sıklığı ve olayın olasılığı kavramlarından fazlasıyla uzaklaştığımız gerçeğini –bilindiği gibi bunlar doğru ve yanlış önermeler arasındaki ilişkiye dayanmaktadır ve kayıtsız bir önermeyi nesnel açıdan yanlış bir önermeyle özdeşleştiremeyiz– bir yana bıraksak da, varsayımın olasılığına ilişkin getirilen bu tanımlama, her koşul altında kavramı öznelleştirecektir: Varsayımın olasılığı artık nesnel sınanabilir sonuçlara değil, daha çok deneyselcilerin benimsedikleri ekole bağımlı olacaktır.

Sonuç olarak biz, bir varsayımın önermeler dizisi olarak algılanmasının olanaksız olduğunu düşünüyoruz. Belki tümel önermeler, "Her bir k değeri için şu geçerlidir: k bölgesinde şu ya da bu gerçekleşmektedir", biçiminde olsaydı, bu mümkün olacaktı. Tümel önermeler bu biçimde olsaydı, onlarla çelişen ve onlara karşılık gelen temel önermeler, böyle bir tümel önermeyle tanımlanmış önermeler dizisinin öğeleri olarak algılanabilirdi. Oysa daha önce de gördüğümüz gibi (bkz. örneğin *15.* ve *28.* kesimler), tümel önermeler bu biçime sahip değildir ve hiç-

3* Burada, varsayımın kesin olarak yanlışlanması durumunda, varsayıma 0 olasılık yüklemek istediğimiz; bu nedenle de tartışılan durumun, varsayımın kesin olarak yanlışlanmadığı durumları kapsadığı düşünülmektedir.

bir zaman onlardan temel önermeler türetilemez[4*]. Bu nedenle, temel önermelerden oluşmuş bir dizi olarak da algılanamazlar. Bunun yanı sıra, onlardan türetilmiş temel değillemelerin dizisini esas almaya çalıştığımızda, çelişkili olmayan *her bir* varsayım için, 1 değerinde bir olasılık tahminini elde ederiz. Çünkü, bu durumda yanlışlanmamış ve yanlışlanmış temel (ya da başka) önermelerden türetilmiş değillemeler arasındaki ilişkiyi –yani "doğruluk sıklığını" değil, "yanlışlık sıklığının" tümlenmiş değerini– esas almak zorunda kalırdık. Ancak, en fazla sonlu sayıda yanlışlayan temel önermeler kabul edilebilirken, türetilmiş önermelerin kümesi ya da türetilmiş temel önermelerin değillemeleri sonsuz olacağından, yanlışlık sıklığının tümlenmiş değeri 1'e eşit olacaktır. Öyle ki, tümel önermelerin hiçbir zaman önerme dizileri olmayacağı savını hesaba katmayıp, buna benzer bir yapılandırmayı kabul etsek ya da tümel önermelere kesin olarak saptanabilir özel önermelerin dizilerini ilişkilendirsek de, bir sonuca varamayız.

Bir de –bundan tamamen farklı olan bir yapılandırmayı– varsayımın olasılığını, önermeler dizisi kavramına temellendirmeyi düşünebiliriz. Bilindiği gibi, belirli tek bir olay, belirli bir olasılıktaki olaylar dizisinin *öğesiyse*, tarafımızdan (biçimci) "olasılı" diye nitelendirilmektedir. İşte aynı bunun gibi, bir varsayım da belirli bir doğruluk sıklığındaki varsayımlar dizisinin öğesiyse, bu varsayımı "olasılı" olarak adlandırabiliriz. Ancak böyle bir deneme –referans dizisinin belirlenmesindeki (uzlaşımcı! bkz. kesim *71*) güçlüklerin yanı sıra– başarısız olur; çünkü varsayımları "doğru" diye niteleyemediğimizden, varsayımlar dizisinde doğruluk sıklığından bahsetmemiz olanaksızdır.

[4*] 28. kesimde açıkladığımız gibi, bir kuramdan *türetilebilen* tekil önermeler–"ansal önermeler"– için geçerli olan, onların temel önermeler ya da gözlem önermeleri özelliğinde olmadıklarıdır. Yine de olasılığın, bu önermeler dizisi içersindeki doğruluk sıklığına dayanması gerektiğine karar verdiğimizde, olasılık –kuram ne kadar çok yanlışlanmış olursa olsun– her zaman 1 değerinde olacaktır; çünkü *28.* kesimin 1*. dipnotunda gösterildiği gibi, hemen hemen her kuram, bir-anlık durumu betimleyen hemen hemen tüm önermelerle (yani hemen hemen tüm ℓ bölgeleriyle) "doğrulanacaktır". İşte metinde getirilen çözümleme, benzer yaklaşımları içermektedir. Buradaki yaklaşımın temelinde de "bir-anlık önermeler" (başka bir deyişle, değillenmiş temel önermeler) kavramı yatmaktadır. Amacımız, varsayım bu ansal önermelere dayandığında, *her bir* varsayımın olasılığının 1'e eşit olduğunu göstermektir.

Varsayımları "doğru" diye nitelendirebilseydik, zaten varsayımın olasılığı kavramına gerek duymazdık. Bunun yanı sıra, yukarıda olduğu gibi, varsayımlar dizisinde "yanlışlık sıklığının" tümleyenini esas almaya çalıştığımızda –buna göre varsayımın olasılığını, varsayımlar dizisindeki yanlışlanmamış varsayımlarla diğer varsayımlar arasındaki ilişki olarak tanımlıyoruz–, *sonsuz referans dizileri* içersindeki *her bir* varsayımın olasılığı yine 1'e eşit olurdu; *sonlu* bir küme seçilmiş olsa bile durum değişmezdi. Çünkü; diyelim ki, herhangi bir varsayımlar dizisinin öğelerine, bu şekilde 0 ile 1 arasında, örneğin $^3/_4$ değerinde, bir olasılık değeri verebiliyoruz; işte bunu yine, yalnızca dizideki şu ya da bu varsayımın yanlışlanmış olduğu bilgisine dayanarak yapabiliriz. Fakat o zaman da, *edindiğimiz bilgi doğrultusunda*, yanlışlanmış varsayımlara dizinin öğeleri olarak 0 değil, $^3/_4$ olasılık değerini yüklemek zorunda kalırız. Böyle olduğunda da genel olarak, referans dizisinde n sayıda varsayım olduğunda, varsayımın yanlış olduğu bilgisine bağlı olarak olasılığı, $^1/_n$ oranında azalma gösterir ki tüm bunlar, varsayımın olasılığıyla güvenirliğin derecesine –bu bizim varsayımın tutarlı olup olmadığı bilgisine dayanarak ona yüklediğimiz bir derecedir– ulaşmak için geliştirilmiş programla açıkça çelişmektedir.

Bu nedenle, varsayımın olasılığı kavramını "doğruluk sıklığı" (ya da aynı zamanda "yanlışlık sıklığı") kavramına ve böylelikle de olayın olasılığının sıklık kuramına temellendirmek için akla gelebilecek tüm olanakların artık tükenmiş olabileceği kanısındayım[5*].

Varsayımın olasılığı ile olayın olasılığı arasında bir özdeşlik

[5*] Yukarıda getirdiğim açıklamalar, Reichenbach'ın, varsayım olasılığının doğruluk sıklığıyla ölçülebildiği şeklinde öne sürdüğü anlaşılmaz savından bir anlam çıkartmak amacıyla, şöyle özetlenebilir (benzer bir özetle birlikte getirilen eleştiri Ek *I'in sondan bir önceki paragrafında yer almaktadır):

Bir kuramın olasılığını tanımlayabilmek için (özde) iki yol vardır. Bunlardan ilkine göre, kurama ait, deneysel olarak sınanabilen önermelerin tümü sayılarak belirlenir ve ilgili önermelerin göreli sıklığı saptanır; bu göreli sıklık, kuramın olasılık değerinin bir ölçüsü olarak düşünülebilir. Bunu burada, *birinci türden olasılık* olarak nitelendirmek istiyoruz. İkinci yola göre, kuram ideolojik bir oluşum olarak, benzer türden diğer ideolojik oluşumlarla –yani bilim adamlarının ortaya attıkları diğer kuramlarla– birlikte bir kümeye yerleştirilir, daha sonra da bu kümedeki göreli sıklıklar sayılarak belirlenir. Buradaki olasılığı da *ikinci türden olasılık* olarak adlandıracağız.

Yukarıda ayrıca, Reichenbach'ın doğruluk sıklığı savına bir anlam kazandırmak ama-

kurma çabasının başarılı olmadığını kabul etmek zorundayız. Bu vargının, *fizikteki tüm varsayımların* "gerçekte" mi yoksa "titiz bir inceleme sonucunda" mı *olasılık önermeleri* (yani sürekli dağılan gözlem dizilerinin *ortalama değerlerine* ilişkin varsayımlar) olduğu düşüncesiyle [Reichenbach'ta olduğu gibi] ilgisi yoktur. Aynı zamanda doğa yasaları arasında –bir yandan belirlenimci ya da "belirgin yasalar", diğer yandan "olasılık yasaları" ya da "sıklık varsayımları" şeklinde– farklı iki *ayrım* yapmakla da ilgili değildir; çünkü her ikisi de varsayımsal tahminlerdir ve hiçbir zaman "olasılı" olamaz: ancak kendilerini sağlayabilirler.

Peki nasıl oluyor da, olasılık mantıkçıları tamamen farklı bir yaklaşımı benimsiyor? –ya da– örneğin Jeans[5], başta bizim düşündüğümüz gibi, "hiçbir zaman güvenilir bir bilgiye sahip olamayacağımızı" yazarken, nasıl bir hata yapıyor da, "... *belirli bir şeyi* asla bilemeyiz ... Öte yandan, yeni kuantum kuramının tah-

cıyla başvurulan her iki yolun, tümevarımın olasılık kuramını benimseyenleri, bütünüyle kabul edilemez sonuçlara götürdüğünü göstermeye çalıştım.

Getirdiğim eleştiriye yönelik Reichenbach'ın yanıtı, yaklaşımını savunma değil, karşı saldırı niteliğindeydi. Kitabımla ilgili olarak getirdiği yorumlarında (*Erkenntnis 5*, 1935, s. 267-s. 284), bu kitapta varılan sonuçların "bütünüyle tutarsız" olduğunu ve bunun da "yöntemimin" başarısızlığını gösterdiğini; aynı zamanda benim, kendi kavramlar sistemimde "en son vargılara kadar derinlemesine düşünmekten" kaçındığımı yazmaktadır.

REICHENBACH'ın yapıtının IV. kesiminde (s. 274vd.) bu soruna; yani varsayımın olasılığı konusuna yer verilmiştir. Kesim şu tümceyle başlamaktadır: "Bu bağlamda, kuramın olasılığı üzerine daha başka ek açıklamalar getirilmelidir. Bunlar, şimdiye kadar konuyla ilgili olarak getirdiğim kısa açıklamalarımı tamamlayıcı nitelikte olup, belki de bu soruyla ilgili olarak daha açıklanmamış bazı belirsiz noktaları aydınlatacaktır." Metnin devamını, bu dipnotun ikinci paragrafında yer alan açıklamalarla özdeş olan düşünceler izlemektedir. Burada getirdiğim tek ekleme "özde" ifadesidir.

Reichenbach, "bu soruyla ilgili olarak açıklanmamış bazı belirsiz noktaları ..." aydınlatma çabasını güderken, başvurduğu yapıtın, aslında saldırıda bulunduğu kitabın birkaç sayfasının bir özeti olduğunu belirtmeyerek sessiz kalmıştır –üstelik bu, tam bir özet de değildir. Bu suskunluğuna rağmen, olasılık kuramı alanında bu kadar deneyimli bir yazarın (bu yazar o tarihlerde bu konuyla ilgili olarak iki kitap ve bir düzine kısa bildiri yayımlamıştı), "şimdiye kadar konuyla ilgili olarak getirilen kısa açıklamaların", "en son vargılarına kadar derinlemesine düşünülmesi" şeklinde çalışmalarımın sonuçlarını desteklemesi, benim için büyük bir onurdur. Çalışmalarımdaki başarımı, "yöntemimin" bir kuralına, hiçbir değişiklik yapmadan uymama bağlıyorum; yani eleştirilerimizin yararlı ve yapıcı olmasını istiyorsak, bizimle aynı görüşte olmayanların yaklaşımlarını her zaman mümkün olabildiğine açık bir biçimde ortaya sermek ve güçlendirmek gerekmektedir.

5 JEANS, *Die neuen Grundlagen der Naturerkenntnis* (1934), s. 70vd. (orjinal yapıtta italik yazılmamıştır).

minleri o kadar doğru sonuçlanıyor ki, ilgili denklemin ya da gerçeğin *olasılığı fazlasıyla büyük* olmaktadır. Öyle ki, denklemin niceliksel açıdan *hemen hemen kesin doğru* olduğunu bile söyleyebiliriz..." şeklinde sözünü tamamlıyor?

En sık yapılan hata kuşkusuz, *olasılık varsayımlarına*; yani varsayımsal sıklık tahminlerine *varsayımın olasılığının* yüklenmesidir. Böyle hatalı bir vargıyı, *65-68.* kesimlerde işlenilen konuları hatırladığımızda daha iyi anlayacağız. Bu kesimlerde olasılık varsayımlarının yalnızca mantıksal yapıları bakımından –yani yöntembilimsel açıdan bizim getirdiğimiz yanlışlanabilirlik koşulu olmaksızın– hem doğrulanamaz hem de yanlışlanamaz olduklarını görmüştük: Doğrulanamazlar, çünkü evrensel önermedirler; katı bir şekilde yanlışlanamazlar, çünkü başka temel önermelerle hiçbir zaman mantıksal bir çelişki içinde olamazlar. Bu nedenle onlar [Reichenbach'a göre] "hiçbir şekilde saptanamaz"[6] önermelerdir. Oysa şimdi, bizim gösterdiğimiz gibi, kendilerini *daha iyi ya da daha kötü "onaylayabilirler"*; başka bir deyişle, kabul edilmiş temel önermelerle iyi ya da kötü bağdaşabilirler. İşte bu durum, olasılık mantığının çıkış noktasını oluşturmaktadır: Doğrulanabilirlik ve yanlışlanabilirlik arasındaki klasik tümevarım-mantıksal bakışıma dayanarak, saptanmaz olasılık önermelerine, basamaklı geçerlilik değerlerin verilebileceği sanılmaktadır; bu, "sınırları kesin olarak belirlenemeyen, ancak yükseldikçe doğruya, alçaldıkça yanlışa yaklaştıran kesiksiz olasılık düzeyleri vardır" [Reichenbach][7] biçiminde dile getirilmiştir. Oysa bize göre, olasılık önermeleri –eğer yöntembilimsel bir kuralla, yanlışlanabilir önermeler biçimine getirilmeleri amaçlanmıyorsa– saptanamaz olduklarından *fizikötesidir.* Yanlışlanamazlıklarının sonucu olarak da, sözü edilen önermelerin kendilerini "daha iyi" ya da "daha kötü" ya da belki de "az çok" sağladıklarını değil, tersine *görgül açıdan hiçbir biçimde kendilerini sağlamadıklarını* söyleyebiliriz; çünkü, hiçbir şeyi yasak-

[6] REICHENBACH, *Erkenntnis 1* (1930), s. 169 (aynı zamanda bkz. Reichenbach'ın *Erkenntnis 3* (1933), s. 426vd.'da bana getirdiği karşılık). Tümevarımsal bilginin olasılık ve güvenirlik derecelerine ilişkin benzer yaklaşımlara örneğin RUSSELL (*Unser Wissen von der Außenwelt* [İngilizcesi 1914], 1926, s. 295vd. ve *Philosophie der Materie* [İngilizcesi 1927], 1929, s. 143vd., s. 420vd.)'de rastlanmaktadır.

[7] REICHENBACH, *Erkenntnis 1* (1930), s. 186 (bkz. kesim *1*'deki dipnot).

lamadıklarından –yani temel önermelerle bağdaşık olduklarından– bununla ilgili olan *herhangi bir* temel önerme (hatta karmaşık bir temel önerme bile) "sağlama" olarak algılanabilir.

Fizikçilerin, aslında yalnızca olasılık kuramında ortaya koyduğumuz gibi, olasılık önermelerinden yararlandıklarını düşünüyoruz; yani onlar, özellikle olasılık tahminlerini aynı diğer varsayımlar gibi yanlışlanabilir önermeler olarak kullanmaktadır. Ancak, "gerçek" çalışmalarında izledikleri yöntemi tartışmayı reddediyoruz; çünkü vardıkları sonuçlar her zaman bir yorum ürünüdür.

İşte *10.* kesimde tartıştığımız "doğalcı" yaklaşımla bizim yaklaşımımız arasındaki karşıolumu burada bir kez daha görüyoruz: Gösterebileceğimiz, bir yandan yaklaşımımızda yatan mantık; diğer yandan yaklaşımımızda, diğer yaklaşımların başarısız olmasına neden olan zorlukların yer almadığıdır. Elbette bakış açımız tanıtlanamayacaktır ve başka bir bilim mantığını benimseyenlerle tartışmak yersiz olacaktır. Savunmada getirebileceğimiz tek tanıt, yaklaşımımızın önerdiğimiz bilim kavramının bir vargısı olduğudur[6*].

81. Tümevarım Mantığı ve Olasılık Mantığı. Varsayımın olasılığı, olayın olasılığına dayandırılamaz: Yaptığımız son irdelemelerin sonucu budur. Ama, varsayımın olasılığı kavramını belki başka bir biçimde tanımlayabiliriz.

Gerçi –"doğru" ve "yanlış" kavramları gibi– varsayımların "geçerlilik değeri" olarak yorumlanabilecek bir kavramın (bunun da ötesinde, olasılık sözcüğünü savunabilmek amacıyla, "nesnel olasılık" –yani göreli sıklık– kavramına sıkı sıkıya bağlı olan bir kavramın) yapılandırılmasının mümkün olamayacağı kanısındayım[1]. Yine de, "varsayımın olasılığına" ilişkin böyle bir kavramın

[6*] Son iki paragraf, zaman zaman Reichenbach, Neurath vb.nin benimsedikleri "doğalcı" düşünme biçimine bir tepki olarak yazılmıştır. Bkz. kesim 10.

[1] (İlk düzeltmedeki Ekleme.) Belki, sağlama değerinin tahmini için bir formül bulunabilir. Bu formül, biçimsel olarak olasılık hesabı formüllerine belirli ölçüde benzeyecektir (Bayes formülü); ama bunun dışında sıklık kuramıyla ortak hiçbir yanı olmayacaktır. Böyle bir yapılandırmanın mümkün olabileceği sonucunu Dr. J. Hosiasson'un bir bildirisinden çıkardım. Ancak bana göre burada olanaksız olan, bu tür yöntemlerle *tümevarım sorununa* ulaşmaktır. *Ayrıca bkz. *Postscript*'im kesim *57.

1938'den bu yana, "terminolojik değişikliğin" gerekliliğini tanıtlamak amacıyla, biçim-

yapılandırılmış olabileceğini *varsayalım* ve kendimize şu soruyu yöneltelim: Bu kavram tümevarım sorununu nasıl etkiler?

Buna göre, herhangi bir varsayımın, örneğin Schrödinger kuramının, "olasılı" olarak nitelendirildiğini düşünelim – öyle ki varsayım, ya "şu ya da bu derecede olasılı" ya da, hiçbir derece vermeksizin, yalnızca "olasılı" olsun. Schrödinger kuramını "olasılı" olarak niteleyen önermeyi, kuramın *takdiri (kurama biçilen değer)* olarak adlandıralım.

Şüphesiz "takdir önermesi", aynı "Schrödinger kuramı doğrudur" ya da "Schrödinger kuramı yanlıştır" biçimdeki önermeler gibi, bireşimsel bir önerme –"gerçeği" dile getiren bir önerme– olmalıdır. Tüm bu önermeler, kuşkusuz –eşsözel olmayan– kuramın "yeterliliğine" ilişkin açıklamalar getirmektedir[1]*: ya-

sel hesaplamalardaki belitlerin doyurulmuş olduğunun gösterilmesi gerektiği kanısındayım. (Bkz. Ekler *II-*V ve özellikle de *Postscript*'imin *28. kesimi.) Bu durum, kuşkusuz Bayes formülünün sağlandığını da ortaya koyacaktır. *Olasılık* ile ilgili Bayes formülü ve *sağlama derecesine* ilişkin bazı kanıtsavlar arasındaki biçimsel benzerlikler için bkz. Ek *IX, Birinci Bildirinin 9. maddesi (VII); aynı zamanda da *Postscript*'imin *32. kesiminde yer alan (12). ve (13). maddeler.

1* "$p(S, e)=r$" biçimindeki olasılık önermesi; yani sözel olarak: "Saptanan e gerçeğine bağlı olarak Schrödinger kuramının olasılığı r'dir" –bu önerme, göreli ya da koşullu olan mantıksal olasılığa ilişkin bir önermedir– şüphesiz eşsözel olabilir (yeter ki e ve r için seçilmiş değerler birbirlerine uysun: e yalnızca gözlemler hakkındaki raporlardan oluşuyorsa, bu durumda r oldukça büyük bir evrende 0'a eşit olacaktır). Fakat bizim ortaya attığımız anlamdaki "takdir önermesinin" biçimi farklıdır (bkz. kesim *84*, özellikle 2*. dipnotun yer aldığı metin) –örneğin şu biçimde: $p_k(S)=r$, burada k bugünkü tarihi ifade etmektedir; yani sözel olarak: "Schrödinger kuramının (gerçekle ilgili erişilebilmiş tüm bulgular göz önünde bulundurulduğunda) *bugünkü* olasılığı r'dir". $p_k(S)=r$ takdir önermesini, (I) eşsözel göreli olasılık önermesi olan $p(S, e)=r$'den ve (II) "Bugün gerçekle ilgili elde edilen bulguların tümü e'dir" önermesinden elde etmek için, bir *çıkarım ilkesine* başvurmamız gerekmektedir (bu ilke, *Postscript*'imin *43. ve *51. kesimlerinde "rule of absolution" –"mutlaklık kuralı"– olarak adlandırılmıştır). Bu çıkarım ilkesi, çıkarımların doğrulama yöntemine çok benzemektedir. Bu nedenle de ilkenin çözümsel olarak değerlendirilebileceği sanılabilir. Fakat ilkeyi çözümsel bir önerme olarak düşündüğümüzde, p_k'nın, (I) ve (II) ile *tanımlanmış* olduğu sonucuna –ya da en azından p_k'nın, (I) ve (II)'nin birlikte taşıdıkları anlamdan *daha başka bir anlam taşımadığı* düşüncesine varırız. Oysa bu durumda p_k'ya pratikte hiçbir anlam yüklenemez. Böyle olduğunda da p_k kabul edilebilirliğin ölçüsü olarak *asla yorumlanamaz*. Bunu, yeterince büyük bir evrende, evrensel *her bir t* kuramı için, $p_k(t, e)=0$ –burada koşul: e yalnızca tekil önermelerden oluşmaktadır– formülünün geçerliliğini düşündüğümüzde, daha iyi anlayacağız. (Bkz. Ekler *VII ve *VIII.) Ne var ki, uygulamada, bazı kuramları kabul etmek diğerlerini de yadsımak zorundayız.

Öte yandan p_k'yı *kabul edilebilirliğin ya da yeterliliğin derecesi* olarak yorumladığımızda, yukarıda sözü edilen çıkarım ilkesi –"mutlaklık kuralı" (bu kural, bu yorumda tümevarım ilkesinin tipik bir örneğini göstermektedir)– *yanlıştır* ve bu nedenle de herhalde çözümsel olamaz.

ni kuramın yeterli, yetersiz ya da belirli ölçüde yeterli olduğunu ifade etmektedir. Ayrıca, Schrödinger kuramının takdir önermesi, kuramın kendisi gibi, doğrulanamayan bireşimsel bir önerme niteliğinde olmalıdır: Bir kuramın "olasılığı" [bu da zaten, kuramın sonraki aşamalarda da kabul edilebilirliğinin olasılığı anlamına gelmektedir] bilindiği gibi, hiçbir zaman temel önermelerden *kesin olarak* çıkartılamaz. Bu nedenle şu soruyu sormalıyız: Takdir önermesi nasıl savunulabilir? Onu nasıl sınayabiliriz? (Tümevarım Sorunu! Bkz. kesim *1.*)

Takdir önermesini kendi açısından ya "doğru" ya da yine "olasılı" bir önerme olarak ortaya atabiliriz. Takdiri "doğru" olarak öne sürdüğümüzde, görgül açıdan doğrulanmamış, *bireşimsel doğru önermeler* –bireşimsel önsel yargılar– ortaya çıkar. Takdiri "olasılı" olarak getirmek, ancak *yeni* bir takdir önermesiyle; yani "takdirin takdiri" ile mümkündür; bu da daha üst basamakta bir takdir anlamına gelir: Böylece sonsuz geri gitmelere varırız. Demek ki, varsayımın olasılığına dayanmak, tümevarımdaki mantıksal işleyişi hiçbir biçimde düzeltmemektedir.

Olasılık mantıkçıları, genelde "takdirin" bir "tümevarım ilkesiyle" –bu ilke, tümevarımla türetilen varsayımlara "olasılıklar" yüklemektedir– biçildiği görüşünü savunmaktadır. Ne var ki, tümevarım ilkesine de kendi açısından olasılıklar yüklendiğinde, tümevarımcıların sonsuz geri gitmelerden kurtulmaları olanaksızdır; öte yandan, tümevarım ilkesini "doğru" olarak nitelendirdiklerinde de, iki seçenekle karşı karşıya kalırlar: ya sonsuz geri gitmeler ya da önselcilik. Heymans'ın[2] da ifade ettiği gibi, "... olasılık kuramı, artık tümevarım yöntemini açıklayamamaktadır; zira tümevarım yönteminde var olan sorun, ... diğerinde de vardır. Çünkü, gerek tümevarımda ... gerekse olasılık kuramında

[2] HEYMANS, *Gesetze und Elemente des wissenschaftlichen Denkens* (1890/1894), s. 290 vd.; *3. baskı 1915, s. 272. Heymans'ın kanıtlaması HUME tarafından, *An Abstract of a Book lately published entitled A Treatise of Human Nature*, 1740, adlı anonim kitapçıkta daha önce ele alınmıştı. Heymans'ın bu kitapçığı tanımadığından kesin olarak eminim. Bu yazı, J. M. Keynes ve P. Sraffa tarafından yeniden bulunmuş, Hume'a atfedilmiş ve 1938 yılında yayımlanmıştır. Tümevarımın olasılık kuramına karşı getirdiğim kanıtlamaların daha önce Hume ve Heymans tarafından da getirildiğini ben de bilmiyordum. Gerçeği, ancak 1931'de Viyana Çevresi'nin birçok üyesinin okuduğu bir kitapta (bu kitap da 1979'da yayımlanmıştır) bu kanıtları ortaya attığımda, öğrendim: Hume'un bu görüşleri, Heymans'dan önce ortaya attığı konusuna J. O. WISDOM dikkatimi çekmiştir; bkz. onun *Foundation of Inference in Natural Science* adlı yapıtı, 1952, s. 218. Bu konuda Hume'un yazdıklarına Ek *VII'de (bkz. 6. dipnotun yer aldığı metin) yer verilmiştir.

çıkarılan vargılar, öncüllerde verilmiş olanın dışına çıkmaktadır." O halde "doğru" sözcüğü yerine "olasılı" ve "yanlış" sözcüğü yerine "olasılı değil" demekle bir yere varılmaz: Tümevarım sorunundaki engeller, ancak kuramlarla temel önermeler arasındaki mantıksal ilişkide yatan, *doğrulama ve yanlışlama arasındaki bakışımsızlık* göz önünde bulundurulduğunda aşılabilir.

Bu tür eleştiriler karşısında olasılık mantıkçıları, kendilerinin "klasik mantık çerçevesinde" çalıştıklarını ve bu nedenle olasılık mantığına göre düşünme sistemini kavrayamadıklarını ileri sürmektedir. İtiraf etmeliyiz ki, aslında biz de bu düşünme sistemini kavramış değiliz.

82. Bir Kuramın Olumlu Sağlanmışlık Değeri. Az önce getirdiğimiz tüm eleştirileri, bize karşı kullanmak isteyenler vardır: Onlar da eleştirilerinde *takdir önermesi* kavramından yola çıkmıştır; biz de zaten bu kavrama başvurmuştuk. Çünkü, kuramın sürekli *sağlanması* gerektiğinden söz ediyoruz; bu da herhalde ancak bir takdir önermesiyle ortaya konulabilir. [*Bu* anlamda, sağlama ve olasılık arasında pek bir fark yoktur.] Bunun dışında bir de, varsayımların "doğru" önermeler olarak değil, "geçici tahminler" (vb.) olarak betimlenmesi gerektiğini savunuyoruz. İşte bu bakış açısı da, ancak bir takdir önermesiyle ifade edilebilmektedir.

Bize karşı getirilen bu eleştirinin bir diğer boyutu ise kolaylıkla çürütülebilecektir: Bilimsel kuramları geçici tahminler (vb.) olarak betimleyen takdir önermemiz, *eşsözel* bir önerme olup, tümevarımsal güçlüklerin ortaya çıkmasına izin vermemektedir; çünkü bu biçimde bir betimleme, tümel önermelerin ya da kuramların özel önermelerden türetilemez olduğunu ileri süren önermeyi yalnızca başka bir biçimde ifade etmektedir (tanımlara göre aslında ona eşdeğer bir önermedir).

Aynı kanıtlamalar, sağlama diye adlandırdığımız takdir önermesi için de geçerlidir: Sağlama bir varsayım değildir; tersine (kuramdan ya da) kabul edilmiş temel önermelerden türetilebilen bir önermedir. Bu önerme, temel önermelerin kuramla çelişmediğini ortaya koyar –bunu, kuramın sınanabilirlik derecesi ışığında, aynı zamanda da kuramın sınamalarının (belirli bir ana kadar) katı olup olmadığına bakarak saptar.

Bir kuram, bu sınamalarda kendini koruduğu sürece, onu "sağlanmış" olarak adlandırırız. Sağlamanın takdirini (sağlanmışlık yargısını) belirleyecek olan temel ilişkiler, bağdaştırılabilirlik ve bağdaştırılamazlıktır. Bağdaştırılamazlığı, kuramın yanlışlanması olarak değerlendirirken; bağdaştırılabilirliği hemen, kuramın olumlu bir sağlanmışlık değeri şeklinde yorumlayamayız: Bir kuramın yanlışlanmadığı gerçeği, hemen olumlu olarak sağlanmışlık anlamında düşünülemez; çünkü, kabul edilmiş temel önermelerin oluşturduğu dizgeyle bağdaşık olan sayısız kuram geliştirmek her zaman için mümkündür. (Bu kural, örneğin "fizikötesi" tüm dizgeler için de geçerlidir.)

Belki şöyle bir öneri getirilebilir: Kuram, yalnızca kabul edilmiş temel önermelerin dizgesiyle bağdaşık olduğunda değil, bu dizgenin bir bölümü kuramdan türetilebildiğinde, kurama olumlu bir sağlanmışlık değeri yüklenmelidir; ya da –bilindiği gibi, temel önermeler hiçbir zaman kuramlar dizgesinden tek başına türetilemediğinden (ancak değillemeleri türetilebilir)– kuram, kabul edilmiş temel önermelerle bağdaşık olup, temel önermelerin bir altkümesi, kuramdan ve kabul edilmiş diğer temel önermelerden türetilebildiğinde, ona böyle bir değerin yüklenebileceği söylenebilir[1*].

[1*] "Olumlu olarak sağlanmış" biçiminde ortaya attığım tanımlama (gerçi bir sonraki paragrafta, katı sınamaların –yani dizgeyi çürütme denemelerinin– sonuçlarıyla doğrudan ilgili olmadığından, bu ifadeyi yanlış buluyoruz) en az iki yönden dikkate değerdir. Bunlardan birincisi, tanım getirdiğim sınırlandırma ayracına, özellikle de *21.* kesimin 1*. dipnotun ilgili olduğu yorumlamaya çok benzemektedir. Hatta öyle ki, buradaki anlatımda *kabul edilmiş* temel önermeler sınırlamasını hesaba katmadığımızda, her iki tanımlama birbirinin aynısıdır. O halde, buradaki tanımda söz konusu sınırlamayı ortadan kaldırdığımızda, sınırlandırma ayracı için getirdiğim tanımı elde ederiz. İkincisi: Bu sınırlamayı ortadan kaldırmayıp, *türetilen* kabul edilmiş önermeler kümesine daha fazla bir sınırlama getirdiğimizde –öyle ki, onlar oldukça önemli gördüğümüz, dizgeyi çürütme denemelerinin sonuçları olarak kabul edilsin–, anlatımımız "olumlu olarak sağlanmış" ifadesi için uygun bir tanım ortaya koyacaktır; gerçi bununla "sağlanmışlığın derecesi" tanımlanmış olmayacaktır. Bu sav, örtülü biçimde metni izleyen paragraflarda kanıtlanmıştır. Bunun dışında, bu biçimde kabul edilmiş temel önermeler, kuramı "sağlayan önermeler" olarak yorumlanabilir.
"Ansal önermelerin" (yani değillenmiş temel önermelerin, bkz. kesim *28*), hemen, o an ortaya çıkardıkları kuramın sağlayan önermeleri olarak nitelendirilemeyeceğini anımsatmak istiyorum; çünkü *evrensel yasalar, 28.* kesimin 1*. dipnotunda gösterildiği gibi, hemen hemen her yerde *anında çıkarılabilir.* (Sağlamadaki paradoks; bkz. bir de kesim *80*, dipnot 4* ve bununla birlikte ilgili metin.)

Getirilen bu açıklamaya biz de katılıyoruz; ancak bunu, bir kuramın olumlu sağlanmışlık değerini tanımlamak için yeterli görmüyoruz. Çünkü biz, kuramların daha iyi ya da daha az iyi sağlanmış biçiminde nitelendirilmesinden yanayız. Bu nedenle de, bir kuramın sağlanmışlık derecesini, sağlanmış durumların, türetilebilir ve kabul edilmiş temel önermelerin sayısına bakarak belirleyemeyiz; çünkü kuram yardımıyla birçok temel önerme türetmiş olabiliriz ve yine de bu kuram, daha az temel önerme türettiğimiz başka bir kuram kadar sağlanmış olmayabilir. Buna örnek olarak, şu iki varsayımı karşılaştıralım: "Bütün kargalar siyahtır" ve "Elektronun yükü Millikan'ın saptadığı değerdedir" (*37.* kesimde buna değinilmişti): Her ne kadar birinci önermeye benzer varsayımlarda, onu destekleyen daha çok temel önerme kabul etmiş olsak da, Millikan'ın varsayımını daha iyi sağlanmış bir varsayım olarak görüyoruz.

O halde, sağlanmışlık derecesinin belirlenmesinde önemli olan, sağlanmış durumların sayısı değil, daha çok ilgili önermenin karşı karşıya kalabileceği ve kaldığı *sınamanın katılığıdır*. Gerçi bu da, önermenin sınanabilirlik derecesine ("yalınlığına") bağlıdır: Buna göre, en üst derecede yanlışlanabilen, daha yalın önerme, aynı zamanda en üst derecede sağlanabilen önermedir[1]. Sağlanmışlık derecesi elbette *yalnızca* önermenin yanlışlanabilirlik derecesine bağlı *değildir*. En üst dereceden yanlışlanabilir bir önerme, o ana kadar daha az sağlanmış ya da çoktan yanlışlanmış olabilir; ya da yanlışlanmaksızın, tümdengelimle türetilmesini sağlayan, ona yeterince yakın olan, daha iyi sınanabilen bir kuram tarafından değiştirilmiş de olabilir. (Böylelikle de sağlanmışlık derecesi düşmektedir.)

Aynı, önermelerin yanlışlanabilirlik derecelerinin karşılaştırılmasında olduğu gibi, iki önemenin sağlanmışlık derecesinin karşılaştırılmasını da, bütün durumlar için gerçekleştiremeyiz:

[1] İşte bu noktada da bizim ortaya attığımız yalınlık kavramıyla Weyl'ın getirildiği birbirine benzemektedir; bkz. kesim *42.* dipnot 7. *Bu benzerlik, Jeffreys, Wrinch ve Weyl'ın bakış açılarıyla (bkz. kesim *42.* dipnot 7) –onlara göre, bir fonksiyonun az sayıdaki parametresi, onun yalınlığının ölçütsü olabilir– onlara karşı getirdiğim bakış açısının (bkz. kesim *38*vd.) –yani, az sayıdaki parametrenin, sınanabilirliğin ya da *olasılı olmama durumunun* ölçütsü olarak kullanılabileceği görüşünün– bir ürünüdür. (Bununla ilgili olarak bir de bkz. kesim *43,* dipnotlar 1* ve 2*.)

Sağlanmışlık derecesine sayısal bir değer vermek olanaksızdır; ancak kabaca, önermenin olumlu ya da olumsuz sağlanmışlık değerlerinden vb. söz edebiliriz[2*]. Yine de bazı kurallar getirebiliriz: örneğin, öznelerarası sınanabilen deneylerle (yanlışlayan varsayımlarla; bkz. [kesim *8* ve] kesim *20*) yanlışlanmış bir kurama hiçbir şekilde artık olumlu bir sağlanmışlık değeri biçemeyeceğimizi; buna karşın, yanlışlanmış kurama "yakın bir yorumu" olan başka bir kurama böyle bir değeri yükleyebileceğimizi söyleyebiliriz. (Örneğin: Newton'un tanecik varsayımı ve Einstein'ın ışık kuantumu varsayımı.) Sonuçta, (yöntemsel açıdan güvenilir) öznelerarası sınanabilen bir yanlışlamaya kesin gözüyle bakıyoruz. İşte, kuramların yanlışlanmasıyla doğrulanması arasındaki bakışımsızlık aslında budur. Bu ilişkiler, kendine özgü bir biçimde, bilimsel gelişmelerin doğruya yaklaşmasına yardımcı olur. Tarihsel olarak, daha sonra getirilmiş sağlanmışlık yargısı –yani daha sonra kabul edilmiş temel önermelerin öne sürülmesiyle ortaya çıkan yargı– önermeye olumlu bir sağlanmışlık değeri yerine, olumsuz bir değer biçebilir; ama tersi olanaksızdır. Bilimsel gelişmelerde yeni bilgilere ulaşmanın tek yolu, deney değil de kuram, gözlem değil de tasarım olduğunu söylesek de, verimli olmayan yollardan kaçınmamız, daha önce izlenmiş yollardan ayrılmamız konusunda bizi uyaran ve bize, yeni yollar aramamız gerektiğini gösteren, yine deneysel çalışmalardır.

Demek ki, yanlışlanabilirlik derecesi ya da kuramın yalınlığı, kuramın sağlanmışlık yargısına girmektedir. Bu yargı, kuramla kabul edilmiş temel önermeler arasındaki mantıksal ilişkilerin bir yargısı olarak algılanabilir ve kuramın karşı karşıya kaldığı katı sınamaları da içermektedir.

[2*]Var olan kuramlara yönelik pratik uygulama kuşkulu olduğu sürece, bunun doğru olduğu kanısındayım. Fakat şimdi "sağlanmışlık derecesinin", rakip kuramların birbirleriyle *karşılaştırılarak* tanımlanabileceğini düşünüyorum (örneğin: Newton'un yer çekimi kuramıyla Einstein'ın yer çekimi kuramının karşılaştırılması). Ayrıca bu tanım, bize istatistiksel varsayımlara ve belki de başka önermelere sağlanmışlık derecesinin yüklenmesine de olanak sağlayacaktır –*ama tek koşulla*, eğer onlara ve *kendini sağlayan önermelere* (mutlak ve göreli) mantıksal olasılığın derecelerini yükleyebilirsek. Bununla ilgili olarak bkz. Ek *IX.

83. Sağlanabilirlik, Sınanabilirlik, Mantıksal Olasılık[1*]. Sağlanmışlığın yargısı, kuramın yanlışlanabilirlik derecesiyle ilgilidir: Bir kuram, ne kadar iyi sınanabilirse, kendini o kadar iyi sağlayabilir. Fakat sınanabilirlik, *mantıksal olasılık* kavramına evriktir; öyle ki, bunu, sağlanmışlığın yargısı mantıksal olasılıkla ilgilidir, biçiminde de ifade edebiliriz. Bu da zaten, *72.* kesimde gösterdiğimiz gibi, nesnel olasılık (olayın olasılığı) kavramıyla ilişkilidir. İşte, mantıksal olasılık kavramını göz önünde bulundurduğumuzda, sağlama kavramıyla, olayın olasılığı anlatımı arasında, en azından dolaylı bir ilişki kurulmaktadır. Bu ilişkinin, varsayımın olasılığı öğretisiyle ilgili olduğu da sanılmaktadır.

Bir kuramın sağlanmışlık değerini tahmin etmeye çalışalım. Bu tahmini yürütürken aşağıdaki yorumları yaparız: Kuramın sağlanmışlık değeri, sağlanan durumların sayısı oranında artacaktır. Bizim için, ilk başta sağlanan durumlar daha sonra sağlanan durumlara göre daha fazla dikkate değer olur: Kuram iyi bir biçimde sağlandığında, daha sonra sağlanan durumlar, kuramın sağlanmışlık değerini yalnızca az bir oranda arttıracaktır. Ancak bu yorum, "sonraki" durumlar "baştaki" durumlardan çok faklı olduğunda; yani kuramlar *yeni bir uygulama alanında* sağlandığında, geçerli değildir; böyle olduğunda, sonraki durumlar, kuramın sağlanmışlık değerini fazlasıyla yükseltebilir. Buna göre, *evrensellik düzeyi* yüksek olan bir kuramın sağlanmışlık değeri [kesim *38*], evrenselliği daha az olan (ve daha az yanlışlanabilen) bir kurama göre daha büyük olabilir. Aynı şekilde, *tamlık derecesi* daha yüksek olan kuramlar, tamlık derecesi daha az olan kuramlara göre kendilerini daha iyi sağlayabilir. Bu nedenle, örneğin yazıbilimcinin ya da bir falcının tipik kehanetlerine, [olumlu] bir sağlanmışlık değeri vermeyiz: çünkü onlar, haklılıklarını göstermek amacıyla, mantıksal olasılığı (önsel olarak) çok büyük olacak biçimde, kesinliği az olan dikkatli kestirimler ileri sürer. Daha kesin ve mantıksal olarak olasılı olmayan kehanetlerin doğru çıktığını duyduğumuzda da,

[1*] İlk olarak 1938'de, *Mind* adlı çalışmamda açıkladığım terminolojiden yararlanılacaksa, burada (aynı şekilde *34.* kesim ve onu izleyen kesimlerde) "mantıksal olasılık" ifadesinin önüne hep "mutlak" sözcüğünün yerleştirilmesi gerekir (bu biçimde, "göreli" ya da "koşullu" "mantıksal olasılıkla" diğeri arasında bir ayrım yapılabilir). Bununla ilgili olarak bkz. Ekler *II, *IV ve *IX.

kehanetlerin yerindeliğinden değil, onların mantıksal açıdan olasılı olmâdığından kuşku duyarız: Bu tür kehanetlerin kendilerini sağlayamayacaklarına inanıyoruz. Sağlanabilirlikleri düşük olduğundan, sınanabilirlikleri de düşük olacaktır.

Bu yorumlamaları [tümevarım ve] olasılık mantıkçılarının getirdikleri yorumlarla karşılaştırdığımızda, çok ilginç bir sonuca varırız. Biz, bir kuramın *sağlanabilirliği* ve sağlanmış kuramın *sağlanmışlık değeriyle*, kuramın mantıksal olasılığı arasında *bir bakıma*[2*] *ters orantı* kurarken –çünkü kuramın sağlanmışlık değeri onun sınanabilirliği ya da yalınlığıyla doğru orantılı artmaktadır– olasılık mantığında bunun tamamen tersi bir yol izlenmektedir: Burada bir varsayımın olasılık değeri –bunun, sağlanmışlık değeriyle[3*] yorumlamaya çalıştığımız değere karşılık geldiği düşü-

2* Metinde "*bir bakıma*" diye yazmamın nedeni, sayısal olan (mutlak) olasılıklara aslında inanmıyor olmamdır. Bu nedenle burada, sağlanmışlık derecesinin (mutlak) mantıksal olasılığı tümlediği yaklaşımıyla, her ikisinin de birbiriyle ters orantılı olduğu görüşü arasında bocaladım; yani, $C(g)$ sağlanmışlık derecesinin $C(g)=1-P(g)$ –bu tanımla *sağlanabilirlik, içerikle aynı tutulmuş olacaktır*– olarak tanımlanmasıyla, $C(g)=1/P(g)$ –burada $P(g)$, g'nin mutlak mantıksal olasılığıdır– biçimindeki tanımı arasında kararsız kaldım. Gerçekten de kabul ettiğimiz çıkış tanımlarına göre, her iki sonuçtan birine varabiliriz ve sezgisel açıdan her ikisi de akla yakındır. Kararsızlığımın nedeni de işte budur. İlk yöntem daha doğruymuş gibi görünmektedir; ama aynı zamanda logaritmik bir ölçeğin uygulanmasında ikinci yöntem de elverişlidir. Bkz. Ek *IX

3* Bu paragrafın son satırları, özellikle de italik yazılmış kesimden sonraki satırlar (bu sözcükler kitabımın ilk baskısında italik yazılmamıştı), tümevarımın olasılık kuramına ilişkin getirdiğim eleştirinin temel düşüncelerini oluşturmaktadır. Bu düşünceleri aşağıdaki gibi özetleyebiliriz:

Biz, *yalın* varsayımları –*içeriği* fazla, *sınanabilirlik* derecesi yüksek olan varsayımları– istiyoruz. Bu varsayımlar, aynı zamanda da en üst derecede *sağlanabilen* varsayımlardır; çünkü, bir varsayımın sağlanmışlık derecesi, temelde varsayımın karşı karşıya kaldığı sınamanın katılığına ve bu nedenle de onun sınanabilirliğine bağlıdır. Ama artık, sınanabilirliğin, (mutlak olarak) mantıksal açıdan fazlasıyla *olasılı olmama* ya da (mutlak olarak) mantıksal açıdan az *olasılı olma* ile aynı olduğunu biliyoruz.

Buna göre, iki varsayım $-v_1$ ve v_2, içerikleri ve bu nedenle de (mutlak) mantıksal olasılıkları yönünden karşılaştırıldığında, şu geçerlidir: v_1'in (mutlak) mantıksal olasılığı v_2'den küçük olsun. Böyle olduğunda, v_1'in (göreli) mantıksal olasılığının e durum saptamasıyla –nasıl bir bulgu olursa olsun– ilgili olarak ulaştığı değer, e ile ilgili olarak v_2'nin (göreli) mantıksal olasılığının eriştiği değere göre, daha yüksek olamayacaktır. *Bu nedenle, verilmiş bir gerçeğin saptanmasıyla ilgili olarak, daha iyi sınanabilen ve daha iyi sağlanabilen varsayımın olasılık değeri, daha az sınanabilen bir varsayıma göre, asla daha yüksek olamaz.* Böyle olduğunda da, *sağlanmışlık derecesinin olasılıkla aynı olamayacağı* sonucu çıkmaktadır.

Bu, aslında çok önemli bir sonuçtur. Yukarıdaki metnin devamına baktığımızda yalnızca şu sonucu çıkarıyorum: Eğer değeri fazla olan olasılığa önem veriliyorsa, çok az konuşmalıyız –ya da en iyisi, hiç konuşmamalıyız: Eşsözlerin olasılıkları her zaman en fazla olacaktır.

nülmektedir–, varsayımın mantıksal olasılığıyla doğru orantılı artmaktadır.

Örneğin, bizim mantıksal olasılık diye adlandırdığımızı, "önsel olasılık" olarak nitelendiren (bkz. kesim *34*, dipnot 1) Keynes, "genelleme" (varsayım) hakkında doğru olarak şunları yazmaktadır[1]: "φ koşulu ne kadar kapsamlı ve f çıkarımı da ne kadar az kapsamlı olursa, g genellemesinin önsel[4*] olasılığını o kadar büyük ölçeriz. φ'nın genişlemesiyle olasılık artar, f'in artmasıyla olasılık azalır." (Keynes, "genellemenin olasılığı" diye adlandırdığı olasılıkla –yani varsayımın olasılığıyla– önsel olasılık arasında kesin bir ayrım yapmamaktadır[5*].) Bizim getirdiğimiz sağlama ya da sağlanmışlığın tanımından farklı olarak, Keynes'in yaklaşımında varsayımın olasılığı, mantıksal olasılıkla doğru orantılı artmaktadır. Yine de Keynes'in "olasılıktan", bizim "sağlama" diye nitelendirdiğimizi kastettiğini, şuradan anlıyoruz: Keynes, bizim de vurguladığımız gibi, olasılığın, sağlanan durumların –özellikle de çok çeşitli durumların– sayısıyla arttığını ifade etmektedir. Fakat bunu dile getirirken, sanırım, kuramların –bunların onayladığı durumlar çok farklı uygulama alanlarına aittir– genelde daha büyük evrensellik derecesine sahip olabileceklerini gözden kaçırıyor;

[1] KEYNES, *Über Wahrscheinlichkeit* (Urban tarafından Almancaya çevrilmiştir, 1926), s. 253. Keynes'in φ "koşulu" ve f "çıkarımı" (bkz. 14. kesim, dipnot 6), bizim "koşullayan j açık önermesi" ve "f sonuç açık önermesine" karşılık gelmektedir; ayrıca bkz. 36. kesim. Yalnız burada dikkat edilmesi gereken bir nokta vardır: Keynes'te, (içlem-kaplam ilişkisi anlamında) kaplamı değil de içeriği (yani içlemi) daha büyük olduğunda, "koşulun" ya da "çıkarımın", *daha kapsamlı* olduğu söylenmektedir.

[4*] Diğer önemli Cambridge'li mantıkçılar gibi, Keynes de, ilke olarak "*à priori*" ("önsel") ve "*à posteriori*" ("sonsal") biçiminde yazmaktadır –*à propos de rien* ya da *à propos d'à propos* ifadelerini ancak konuşmada kullanabiliriz.

[5*] Her şeye rağmen Keynes yine de g "genellemesinin" önsel olasılığı (ya da benim şimdi ifade ettiğim gibi, "mutlak mantıksal olasılık") ile verilmiş bir gerçeğin saptamasına ilişkin, onun *v* olasılığı arasında belirli bir ayrım olduğunu bilmektedir. Bu nedenle de, ayrımla ilgili olarak yukarıda getirdiğim savı düzeltmek zorundayım. (Keynes'in getirdiği ayrım –her ne kadar belirgin olarak ortaya konmasa da, bkz. *Treatise*, s. 225.– doğru olup, şöyledir: $\varphi=\varphi_1\varphi_2$ ve $f=f_1f_2$ olduğunda, farklı g'lerin önsel olasılıkları: $g(\varphi,f_1) \geq g(\varphi,f) \geq g(\varphi_1,f)$'dir.) Ayrıca, bu g varsayımlarının (sonsal) *varsayım olasılıklarının* (herhangi bir v durumunun saptanmasıyla ilgili olarak) aynı önsel varsayımlar gibi davrandıklarını göstererek getirdiği *tanıtlama* da doğrudur. Böylelikle Keynes, olasılıkların aynı (mutlak) mantıksal olasılıklar gibi davrandıklarını tanıtlamaktadır. Oysa ben, *sağlanabilirliğin derecesinin ve varsayımların sağlanmalarının*, mantıksal olasılıklarla ters orantılı olduğunu savunuyordum ve hâlâ da savunuyorum.

öyle ki, getirdiği her iki koşul –daha düşük evrensellik ve sağlanan farklı farklı durumlar– [Keynes, bu iki koşulla daha yüksek olasılığı amaçlamaktaydı] genelde birbiriyle bağdaşmamaktadır.

Görülüyor ki, Keynes'in yaklaşımında –bizim terminolojimizle ifade edildiğinde– sağlanmışlık (varsayımın olasılığı) sınanabilirlikle ters orantılıdır. Böyle bir sonuca varmasının nedeni, onun tümevarım-mantıksal bakış açısından hareket etmesidir[6]*. Hepimiz biliyoruz ki, tümevarım mantığının amacı, bilimsel varsayımların *geçerliliğini* olabildiğince *korumaktır*. Farklı farklı varsayımlar, deneyimle savunulabildikleri sürece, bilimsel niteliktedir. Bu nedenle, kuram ve deneyim önermeleri arasındaki mantıksal ilişki ne denli yakınsa [kesim *48*], kuram da o denli bilimsel değerde olacaktır; bu da kuramın içerik açısından görgül biçimde saptanmış önermelerin dışına fazla çıkmaması gerektiği anlamına gelmektedir[7]*. Mantıksal olarak bu yaklaşım, kestirimlerin önemli olduğu görüşüne ters düşmektedir[2]: Keynes bunu, "... kestirimlerin önemli olduğuna ilişkin yürütülen görüşler tamamıyla abartılmıştır. Önemli olan, incelenen durumların ve aralarında yatan benzerliklerin sayısıdır. Bir varsayımın, incelemelerden önce ya da sonra ortaya atılmış olması hiç de önemli değildir", şeklinde ifade etmektedir. "Önsel" olarak ortaya atılmış; yani yeterince tümevarımsal temellere dayandırılmamış varsayımlar hakkındaki görüşleri de şöyledir: "...Varsayalım ki, iyi bir tahmin yürüttük. Bazı durumlarda ya da tüm durumlarda bunun ortaya çıkması, değerine değer katmaz ki." Bu belki tutarlı bir yaklaşım olabilir; ama o zaman da şu soruları sormak gerekir: Genellemeye bizi kim zorluyor? Varsayımları ve kuramları neden ortaya atıyoruz? Tümevarım-mantıksal bakış açısıyla bu sorular hep anlaşılmaz bir biçimde yanıtlanmıştır: *Oldukça güvenilir bir bilgi* değerli, [sağlama için gerekli olan] kestirimler önem-

6*Bkz. *Postscript*'im, Bölüm *II. Sağlamaya ilişkin getirdiğim kurama göre –bu, Keynes, Jeffreys ve Carnap'ın olasılık kuramlarının açıkça karşısındadır–, sağlama sınanabilirlikle *ters orantılı* değil, tersine doğru orantılı olup, onunla birlikte *artmaktadır*.

7*Bunu, asla kabul edemeyeceğimiz bir kuralla da ifade edebiliriz: "Fazlasıyla ad hoc olan varsayımı seç."

2 KEYNES, a.g.y., s. 254.

sizse, peki o zaman neden yalnızca temel önermelerle yetinmiyoruz?[8*]

Benzer sorulara, örneğin Kaila'nın[3] bakış açısı da yol açmaktadır. Biz, yalın kuramların –yani yardımcı varsayımlara fazla gereksinim duymayan kuramların (kesim *46*)– mantıksal açıdan olasılı olmadıklarından iyi sağlanabildiklerini savunurken, Kaila aynı nedenleri ileri sürerek Keynes gibi tam tersini ileri sürmektedir. O da, yalın kuramlara, özellikle de yardımcı varsayımı az olan kuramlara, kendilerini sağladıklarında, daha büyük "olasılık" (varsayımın olasılığını) yükleyebileceğimizi savunmaktadır. Kuramlara böyle bir olasılık yüklemek istemesinin nedeni, onların katı bir biçimde sınanabilir olduklarından –"mantıksal açıdan olasılı olmadıklarından"– temel önermelerle tutarsız olmaları için bir bakıma önsel olarak *birçok olanağın var olması* değil, tersine, az sayıdaki varsayımların oluşturduğu bir dizgenin çok önermeden oluşan bir dizgeye göre, gerçekle tutarsız olma olanağının (önsel olarak) *daha az* olmasıdır. Bu durumda Kaila'ya yine şunları sormalıyız: O zaman neden riskli kuramlara yanaşıyoruz? Gerçekle çelişmekten çekiniyorsak, neden birtakım savlar ileri sürüyoruz? Bu durumda en güveniliri, varsayımlardan *oluşmayan* bir dizge oluşturmak olurdu[9*].

Bizim getirdiğimiz ilkenin –"daha az sayıda varsayım kullanılması ilkesinin"– [kesim *20*] yukarıdaki yaklaşımlarla ortak hiç bir yanı yoktur: Bizim önemle üzerinde durduğumuz, önermelerin az olması değil, bunun yerine, katı bir biçimde sınanabilir-

8* Carnap, *Logical Foundation of Probability* (1950) adlı kitabında kestirimlere *pratik* değer yüklenmesini uygun görmüştür; ama yine de burada eleştirilen sonuca varmıştır; çünkü temel önermelerle yetinebileceğimiz görüşündedir. Kitabında, kuramların (bunlardan kastettiği "yasalardır") bilim için "gerekli olmadığını" –öyle ki kestirimlerin oluşturulmasında da gerekli olmadıklarını– vurgulamaktadır: "Aslında tekil önermelerle çalışabiliriz", şeklinde bunu ifade etmektedir. Fakat kitabının 575. sayfasında "yine de fizik, biyoloji, psikoloji vb. kitaplarda evrensel yasaları vermemiz iyi olur", biçiminde yazmaktadır. Aslında burada kastettiği, kitaplarda evrensel yasalardan söz edilmesinin iyi olduğu değil, bilim adamlarının öğrenme hırsının gösterilmesidir. *Bazı bilim adamları dünyayı açıklamak ister:* Açıklamaları doyurucu olan –iyi sınanabilen; yani yalın– kuramların bulunmasını ve onların sınanmasını kendilerine görev edinmişlerdir. (Bununla ilgili olarak bkz. Ek *X ve *Postscript*'imin **15.* kesimi.)

3 KAILA, *Die Prinzipien der Wahrscheinlichkeitslogik* (Annales Universitatis Aboensis, Turku 1926), s. 140.

9* Bu nedenle de daha fazla olasılıkları arayan tümevarımcı, şu özdeyişi savunmak zorunda kalırdı: "Bin işit, bir söyle."

lik anlamındaki yalınlık ilkesidir. İşte, bir yandan yardımcı varsayımların kısıtlanması, diğer yandan az sayıda belit ortaya atılması gerektiği koşulu bu ilkeye bağlıdır; az sayıda belit ortaya atılması koşulu da, mümkün olduğunca evrensel önermelerin ortaya atılması –yani elverdiğince az ve daha evrensel önermelerden çok belitli bir dizgenin tümdengelimle türetilmesi [ve böylece de açıklanması]– gerektiği koşulunun bir vargısıdır.

84. "Doğru" ve "Sağlanmışlık" Kavramlarının Kullanımı. Bilgi mantığına ilişkin getirdiğimiz yapılandırmada, "doğru" ve "yanlış" kavramlarına yer vermeyebiliriz[1]*. Bunların yerini, tü-

[1]*Bunu yazdıktan hemen kısa bir süre sonra Alfred Tarski'yle karşılaşma mutluluğuna eriştim ve o zaman Tarski bana, doğruluk kuramıyla ilgili temel düşüncelerini açıkladı. Ne yazık ki, bu kuram –*Principia Mathematica* oluşturulduğundan bu yana mantıkta gerçekleştirilmiş iki büyük buluştan biri– hâlâ yanlış anlaşılmakta ve yanlış ortaya konulmaktadır. Tarski'nin doğruluk kavramıyla (kendisi bunun tanımı için biçimsel dillerde bir yöntem ortaya atmıştır) Aristoteles'in, hatta (pragmacılar dışındaki) çoğu insanın doğruluk kavramının *–doğru, olgularla (gerçeklerle) uyuşma demektir–* yeterince örtüştüğü vurgulanamaz. Peki ama, bir *önermenin olgularla (ya da gerçeklerle)* uyuştuğunu söylediğimizde ne kastetmiş olabiliriz? Bu uyuşmanın yapısal bir benzerlik olmadığını anladığımızda, bu anlamdaki bir uyuşmaya getirilen açıklama ümitsiz bir açıklama gibi görünecektir; bunun üzerine, belki de doğru kavramına karşı kuşkucu olur ve sözcüğü kullanmamaya karar veririz. Tarski, görünürdeki ümitsiz sorunu (biçimsel diller için) çözdü. Bunu yaparken, uyuşma kavramını daha basit bir kavrama ("yerine gelme", "gerçekleşme") indirgedi ve bir üstdil düşüncesini ortaya attı.
Tarski'nin bu öğretisi yardımıyla artık bu kavramları –"doğruluk", "yanlışlık"– çekinmeden kullanıyorum. Ve bu sözcüklerin bendeki, aynı şekilde genel dil kullanımındaki yeri (pragmacıların dil kullanımı dışında) doğal olarak Tarski'nin mutlak doğru kuramıyla aynı olduğu anlaşılmıştır. Böylece Tarski'nin kuramı, biçimsel mantık ve temelinde yatan felsefesine ilişkin getirdiğim görüşler için belki bir devrim; ama bilim kuramı için yalnızca bir aydınlatma niteliği taşımaktadır, temelde köklü bir değişiklik getirmemektedir. Bana göre, günümüzde Tarski'nin kuramına getirilen eleştirilerin genelinde, hedef tamamen sapmıştır; Tarski'nin tanımının yapay ve karmaşık olduğu söylenmektedir. Oysa Tarski, doğruluk kavramını biçimsel diller için tanımladığından, elbette tanımını bu dillerde sıkça kullanılan bir formülün tanımına dayandırmak zorundadır. Böyle olduğunda da tanımlaması aynı diğer tanım gibi "yapay" ve "karmaşık" olacaktır. Başka bir eleştiri, Tarski'nin İngilizceye çevrilmiş yazısındaki terminolojiye yöneliktir. Burada, yalnızca "proposition" ya da "statement"ların doğru ya da yanlış olabileceği yazılmıştır, "sentence"ların değil. Belki "sentence", Tarski'nin asıl kullandığı terimin iyi bir çevirisi olmayabilir. (Ben kendi adıma, İngilizcede "sentence" yerine "statement" sözcüğünü kullanmayı yeğliyorum, bkz. örneğin *"Note on Tarski's Definition of Truth"*, *Mind 64*, 1955, s. 388, dipnot 1) Fakat Tarski, açık bir biçimde, yorumlanmamış bir formülün (bir simgeler dizisinin) doğru ya da yanlış olarak tanımlanamayacağını; bunun yerine bu yüklemlerin yalnızca yorumlanmış formüllere –çeviriye göre: *"meaningful* sentence"lara– uyarlanabileceğini belirtmiştir. Kuşkusuz terminolojiye ilişkin yapıcı eleştirilere her zaman kucak açarız; ancak terminoloji nedeniyle kuramın eleştirilmesi, cehaleti desteklemekten başka bir şey değildir.

retilebilirlik ilişkilerine ilişkin mantıksal yaklaşımlar almaktadır. Buna göre, t kuramı ve r temel önermesi "doğru" olduğunda, p kestirimi de "doğrudur", şeklinde ifade etmemize gerek yoktur. Bunun yerine şöyle söyleyebiliriz: p önermesi, t ve r'nin (çelişkili olmayan) tümel-evetlemesinden türemiştir. Benzer bir biçimde de, bir kuramın yanlışlanmış olduğunu ifade ederken, kuramın "yanlış" olduğunu söylemek zorunda değiliz; bunun yerine, kuram, kabul edilmiş temel önermelerden oluşan belirli bir dizgeyle çelişkilidir, şeklinde dile getirebiliriz. Söylediklerimiz, temel önermeler için de geçerlidir. Bu nedenle onlarla ilgili olarak "doğru" ya da "yanlış" kavramlarına başvurmayıp, kabul edilmelerini uzlaşımcı bir karar, kabul edilmiş önermeleri de *saptamalar* olarak yorumlayabiliriz.

Tüm bu yazdıklarımıza baktığımızda, "doğru" ve "yanlış" sözcüklerinin kullanımının *yasak* olduğu ya da onların kullanımıyla belki özel sorunların ortaya çıkabileceği şeklinde bir görüş ileri sürdüğümüz sanılmamalıdır. Tersine bu sözcükleri dışlayabildiğimizden temel sorulara meydan verilmemektedir. Bu nedenle, "doğru" ve "yanlış" sözcüklerinin kullanımı, "eşsöz", "çelişme" ya da "tümel-evetleme", "koşullu" vb. kavramların kullanımına benzemektedir. Bu kavramlar, görgüdışı, mantıksal[1] kavramlardır; görgül dünyadaki değişimleri göz önünde bulundurmadan bir önermeyi tanımlamaktadırlar. Biz, bir yandan (yapıları özdeş olan) fiziksel cisimlerin özelliklerinin zaman içersinde değiştiğini kabul ederken, mantıksal yüklemlerin, önermenin "mantıksal özelliklerinin" "zaman boyutu olmaksızın" kullanılmasından yanayız: Bir önerme eşsözelse, her zaman öyle kalacaktır. Bu olguyu –yani "zaman boyutunun hesaba katılmamasını"– genel dil kullanımıyla uyuşacak biçimde, "doğru" ve "yanlış" kavramlarının kullanımıyla da ilişkilendireceğiz: Önermenin, daha bir gün önce doğru ama bugün ise yanlış olduğunu söylemeyiz. Bunun yerine, bir gün önce doğru kabul ettiğimiz bir önermeyi, bugün yanlış olarak nitelendirdiğimizde, bir gün önce *yanıldığımızı*, aslında önermenin bir gün önce de yanlış olduğunu (hatta zaman boyutu olmaksızın hep yanlış olduğunu ve olacağı-

[1] CARNAP, (bkz. *Logische Syntax der Sprache*) belki de şöyle ifade ederdi: "dizimsel kavramlar". (İlk düzeltmede yapılan Ekleme.)

nı), ama nasıl olduysa bir gün önce yanılarak "onu doğru sandığımızı", üstü kapalı olarak (bugün) ileri sürmüş oluyoruz.

Burada getirdiğimiz açıklama, doğruluk ve sağlama kavramları arasındaki ayrımı açıkça ortaya koymaktadır. Gerçi bir önermenin sağlanmış olduğu ya da olmadığı şeklindeki betimi, aynı zamanda mantıksal bir betimdir ve bu nedenle zaman boyutu yoktur (bu betim, kabul edilerek diğerlerinden farklı olarak öne sürülmüş temel önermeler dizgesiyle kuramlar dizgesi arasındaki mantıksal ilişkiyi ifade etmektedir); ama bu biçimdeki bir önermenin, bütünüyle [onun belki de *doğru* olabileceğini söyleyebilecek kadar mutlak anlamda] "sağlanmış" olabileceğini söyleyemeyiz. Bunun yerine, önermenin yalnız belirli bir dizgeye; yani belirli bir ana kadar kabul edilmiş temel önermeler dizgesine *bağlı olarak* sağlandığını söyleyebiliriz. "Bir kuramın bir gün öncesine kadar aldığı sağlanmışlık değeri", *mantıksal açıdan*, "bir kuramın bugüne kadar aldığı sağlanmışlık değeriyle" *özdeş değildir*. Bu nedenle, her bir sağlama yargısı için temel önermelerden oluşan verilmiş bir dizgeyi niteleyen [tarihsel] bir dizin çıkartmalıyız[2*].

O halde sağlama, bir "geçerlilik değeri" değildir, (dizini olmayan) "doğru" ve "yanlış" kavramlarıyla bir tutulamaz; çünkü yalnızca tek bir önerme için sıralanmış birçok sağlanmışlık derecesi olabilecektir (bunların hemen hemen hepsi "doğru" ve "yanlış", başka bir deyişle: kuramdan ve kabul edilmiş ilgili temel önermelerden türetilmiş sağlamalardır).

Böylelikle, *doğruluğu sağlanmışlıkla tanımlamaya* çalışan *pragmacılığa* karşı olan tutumumuza da açıklık getirmiş oluyoruz: Bu öğretiyle kastedilen, bir kuramın olumlu sonucunun mantıksal değerlendirmesinin, ancak onun sağlanmışlığına ilişkin getirilen bir takdirle mümkün olabileceği ise, buna bir diyeceğimiz olmayacaktır. Fakat sağlama kavramının, "doğruluk" ile aynı tutulmasının amaca uygun olmadığı kanısındayız[3*]; genel dil kullanımında da her ikisinin eşanlamlı kullanımından ka-

[2*] Bkz. kesim *81*, dipnot 1*.

[3*] "Doğru" sözcüğünü, (bazı pragmacılar, özellikle de William James'in önerdiği gibi) "yararlı" ya da "başarılı", "onaylanmış" ya da "sağlanmış" biçiminde tanımlasaydık, bu durum, yalnızca "doğruluk" kavramının işlevini üstlenmek için, "mutlak" ve "zaman boyutu olmayan" yeni bir kavram gerektirecekti.

çınılmaktadır: Bir kuramın belki hâlâ az ya da kötü sağlanmış olduğu söylenebilir; ama "kuram hâlâ çok az doğrudur" ya da "hâlâ yanlıştır" biçiminde herhalde söylenmez.

85. Bilimin İzlediği Yol. Fizikteki araştırmalar daha az evrensel kuramlardan daha çok evrensel olanlara doğru gelişmektedir. Bu yöndeki gelişmeler, "tümevarımsal gelişme" olarak adlandırılmaktadır. Bu nedenle de, bilimsel araştırmalardaki ilerlemenin tümevarımsal yönde gelişmesinde, tümevarım yöntemi için bir kanıt olup olmayacağı sorusu akla gelebilir.

Tümevarımsal yöndeki bu gelişme, tümevarımsal çıkarımlarla sağlanmış ilerlemeler anlamına gelmemektedir. Sınanabilirlik ve sağlanabilirlik derecesine ilişkin getirdiğimiz yorumlamalarla zaten bu gelişme çoktan açıklanmıştır: Sağlanmış kuramlar, ancak daha evrensel kuramlarla; yani çok daha önce sağlanmış kuramları da en azından yaklaşık olarak içeren, daha iyi sınanabilen kuramlar yardımıyla gözden geçirilerek değiştirilebilir[0*]. Bu nedenle, bu yöndeki gelişmeyi; yani daha evrensel kuramlara doğru kaydedilen ilerlemeleri belki de "sanki-tümevarım" <"Quasiinduktion"> biçiminde adlandırmak daha iyi olacaktır.

Sanki-tümevarımda izlenilen yolu gözümüzde şöyle canlandırabiliriz: Belirli bir evrensellik düzeyindeki kuramlar kavramlaştırılır ve tümdengelimle sınanır. Buradaki sınama işlemi, evrensellik düzeyi daha düşük olan kuramlardan daha yüksek olanlara doğru yürütülerek gerçekleştirilir vb.[1*]. Başvurulan sınama yöntemleri her zaman tümdengelimsel çıkarımlara dayanmaktadır; ama kuramların evrensellik düzeyleri küçükten büyüğe doğru artmaktadır.

Peki o zaman, neden hemen evrensellik düzeyleri daha yüksek olan kuramları arayıp bulmuyoruz? Neden sanki-tümevarımsal bir gelişmeyle bu tür kuramlara ulaşmayı bekliyoruz? Böyle bir eğilimde, yine de tümevarımsal süreçler yer almıyor

0*Bkz. s. 286-288.

1*Evrensellik düzeyi daha yüksek olandan daha düşük olana doğru elde edilen tümdengelimsel çıkarımlar, *12.* kesimde sözü edilen *açıklamalar* anlamındadır. Buna göre, evrensellik düzeyi daha yüksek olan varsayımlar, daha düşük olanlara göre gerçekleri daha çok *açıklayıcı* niteliktedir.

mu? biçimindeki sorular kuşkusuz hemen akla gelmektedir. Bilimsel çalışmalarda bu tarz süreçlerin yer aldığını sanmıyoruz. Sürekli olarak akla gelen düşünceler, tahminler ve olası her bir evrensellik düzeyinden kuramlar kavramlaştırılmaktadır. Böylece de, adeta "fazlasıyla evrensel" olan ve mevcut [sınanabilir] bilime uymayan kuramlardan, belki "fizikötesi dizgeler" oluşacaktır. Her ne kadar onlardan, o an için sağlanmış dizgeye ait bilimsel önermeler tamamıyla (ya da kısmen: Spinoza) türetilebilse de, sınanabilir olan yeni bir şeyin çıkarsanması yine de mümkün olamayacaktır; hiçbir çapraz deney onları sağlayamayacaktır[2*]. Ancak, böyle bir çapraz deney türetilebilir olduğunda; yani kuram, yeni, görgül bir şey çıkarsanabilecek şekilde yaklaşık olarak sağlandığında, artık bu "fizikötesi" olarak değil, sanki-tümevarımsal gelişmede yeni bir aşama olarak algılanmaktadır. Buna göre, yalnızca belirli bir problem durumuna, belirli çelişkilere ve yanlışlamalara yönelik olan ve bunların çözülmesiyle çapraz deneyi kuran kuramlar bilimsel nitelikte olabilecektir.

Sanki-tümevarımsal gelişmeden kendimize bir imge oluşturmak istiyorsak, farklı fikirleri ve varsayımları, sanki akışkan içersinde yüzen parçacıklar olarak düşünebiliriz. Bu parçacıkların cam şişenin tabanında oluşturduğu tortu, adeta farklı evrensellikte gelişen "bilimdir". (Tortunun kalınlığı gittikçe artmaktadır –oluşan her yeni tortu katmanı, bir öncekinden daha evrensel olan bir kurama karşılık gelmektedir.) Böyle bir gelişmeyle, daha önce fazlasıyla "fizikötesi" alanlarda yüzen, ama şimdi bilimsel buluş niteliği kazanan düşüncelere ulaşabildik. Bu tür gelişmelere örnek olarak şunları getirebiliriz: Atomculuk; öz maddenin *var olduğu* düşüncesi; Bacon'un düşsel olarak savunduğu dünyanın hareketi kuramı; ışığın ilk tanecik kuramı; elektriğin akışkanlık kuramı (bu kuram metal iletkenliğin elektron gazı varsayımında yeniden ortaya atılmıştır). Tüm bu fizikötesi düşünceler ve yaklaşımlar belki de çok daha önce evren imgesinin düzenlenmesine yardımcı olabilirdi, hatta gerektiğinde kestirimlerin türetilmesini de sağlayabilirdi; ama bilimsel ni-

[2*] Burada çapraz deneyden kastettiğim, bir kuramı (gerektiğinde) çürütebilen ve özellikle de rakip iki kuramdan birini çürüterek (en azından) –tanıtlanmadan– diğerinin kabul edilmesini sağlayan bir deneydir. (Bununla ilgili olarak bkz. kesim *22*, dipnot 1 ve Ek *IX.)

teliğe, ancak yanlışlanabilir bir biçimde ortaya atıldıklarında, onlarla başka kuramlar arasında görgül bir seçim mümkün olduğunda ulaşabilirler.–

Tüm bu araştırmamız, çıkış noktası olarak saptadığımız kararların –özellikle de sınırlandırma ayracını– en ayrıntılı vargılarına kadar girmiştir. Geriye dönüp baktığımızda, bu kararların bilim ve bilimsel araştırma için nasıl bir imge oluşturduklarını açıklamak istiyoruz. Burada kastettiğimiz imge, bilimin, biyolojik görüngü, uygunluğun aracı ya da tepkisel ve üretimsel yol olarak imgesi değil, bilgikuramsal ilişkilerin bir imgesidir.

Bizim bilim olarak adlandırdığımız, sağlam önermelerden oluşan ya da sürekli bilimsel ilerlemelere rağmen değişmezliğini koruyan bir dizge değildir. Bizim kastettiğimiz bilim, bilgi öğretisi [epistémé] de değildir: ne doğruya ne de olasılığa bilim ulaşabilir.

Bilimin yalnızca biyolojik açıdan bir değeri yoktur. Değeri yalnızca kullanılabilirliği oranında da değildir: Her ne kadar bilim, doğruya ve olasılığa erişemezse de, yine de akılcı araştırma ve doğruyu bulma merakı, bilimsel buluşlar için en vazgeçilmez güdüdür.

İtiraf etmemiz gerekirse: *Aslında hiçbir şeyi bilmiyoruz; ama bulmacayı çözüyoruz.* Bulmacayı çözerken de, doğada sırrını çözdüğümüz yasaları ortaya çıkarabileceğimize ilişkin bilimsel olmayan, fizikötesi (ama biyolojik açıdan açıklanabilir) inançla kendimizi yönlendiriyoruz. Bacon gibi belki biz de, "... bugün artık doğa bilimlerinin başvurduğu yaklaşımı, ... ilk imgeler, üzerinde fazla düşünülmeden acele yürütülmüş tahminler"[1] olarak nitelendirebiliriz.

Ancak, bilimle ilgili düşsel olarak ortaya atılan cüretkâr ilk imgeler, kesin ve bilinçli bir biçimde yöntemsel sınamalarla denetlenmektedir. Bir kez ortaya atmış olmakla, bunlara dogmatik açıdan bağlanılamaz; araştırmalarda amaç, onları savunmak, onları haklı kılmak değildir: Mantıksal, matematiksel ve teknik-deneysel tüm yollarla onların çürütülmesi amaçlanmaktadır. Böylece, Bacon'un ima ettiği, savunulmamış ve savunulamayan

[1] BACON, *Novum Organum I.*, Art. 26 (Kirchmann tarafından Almancaya çevrilmiştir, 1870, s. 90).

yeni ilk imgelerin[3]*, "fazla düşünülmeden ortaya atılmış yeni tahminlerin" önüne geçilmektedir.

Bunu kuşkusuz daha da açık bir ifadeyle yorumlayabilir; bilimsel ilerlemenin "... yalnızca iki yönde gelişebileceğini söyleyebiliriz: Bunlardan biri, yeni yaşantıları bir araya toplamak, diğeri ise var olanları daha iyi düzenlemektir"[2]. Yine de bu anlatım, bana göre bilimsel ilerlemeyi yeterince karakterize etmemektedir; bana daha çok, bıkıp usanmadan "toplanmış sayısız üzümlerden"[3] bilim şarabının damla damla akıtıldığı Bacon'un tümevarımını –gözlem ve deneyden kuramın geliştiği efsanevi yöntemi (bu yönteme bazı bilim adamları hâlâ başvurmakta ve bunun, deneysel fiziğin yöntemi olduğunu ileri sürmektedirler)– anımsatmaktadır.

Zamanla yeni yaşantılar kazanmakla ya da duyularımızı daha iyi kullanmayı öğrenmekle bilimsel gelişmeye katkı getirilemez. Yaşantıları olduğu gibi alarak bilime alsa ulaşamayız –ne kadar çok birikim sağlarsak sağlayalım ve onları ne kadar özen-

3*BACON'un "ilk imge" kavramı, (bkz. *"anticipatio"*, bkz. *Novum Organum I*, 26) hemen hemen benim "varsayım" olarak nitelendirdiğim kavramla aynı anlamdadır. Bacon, ruhun tüm ilk imgelerden, önyargılardan ve "idolalardan" tamamıyla arınanarak, gerçek *varlığa* ve nesnenin *doğasına* bakması gerektiğini savunuyordu. Çünkü, Bacon'a göre, yanılgıların tüm kaynağı, ruhumuzun arınmış ve temiz olmamasıdır: Doğanın kendisi yalan söylemez. Eleyerek yapılan tümevarımın asıl görevi de zaten (Aristoteles'te olduğu gibi) ruhun arınmasına yardımcı olmaktır. (Bununla birlikte bkz. *Offene Gesellschaft* adlı yapıtım, bölüm 14, cilt II; bölüm 10, cilt I, dipnot 59. ve Aristoteles'in tümevarım kuramını kısaca anlattığım, bölüm 1, cilt II, dipnot 33.) Ruhun önyargılardan arınması, bilim adamlarından beklenen bir tür dini gelenek olarak değerlendirilmektedir. Böylece, nasıl ki gizemci, tanrı katına hazırlanabilsin diye ruhunu arındırıyorsa, bilim adamının ruhu da doğanın kitabının yorumlanmasına hazırlanmış olacaktır. Bkz. *Conjectures und Refutations*, s. 14vd.

2 FRANK, *Das Kausalgesetz und seine Grenzen* (1932). *Bilimdeki gelişmenin algısal yaşantıların birikimiyle elde edilebileceği görüşü halen birçok bilim adamı tarafından benimsenmektedir (bkz. 1959'da yazdığım *Önsöz*). Bu görüşü yadsıyorum. Bunun da nedeni, yaşantılarımız zaten birikim sağlamak ve artmak *zorunda olduğundan*, bilimin ya da bilgilerimizin de bütünüyle gelişmesi *gerektiği* şeklinde ileri sürülen savı kabul etmeyişimdir. Tersine şunu savunmaktayım: Bilimsel gelişme, hür düşünceler arasındaki rekabete ve böylelikle özgürlüğe bağlıdır; özgürlük yok edildiğinde ilerleme de duracaktır (her ne kadar bu gelişme bazı alanlarda, özellikle de teknik alanlarda bir süre daha devam etse de). Bu yaklaşımım, *Das Elend des Historizismus* (kesim *32*) adlı kitabımda geliştirilmektedir. Aynı yapıtın Önsöz'ünde de, bilgi artışının bilimsel araçlarla kestirilemeyeceği ve bu nedenle de dünya tarihinin geleceğine ilişkin tahminlerin yürütülemeyeceği görüşünü savunmaktayım.

3 BACON, *Novum Organum I.*, Art. 123 (a.g.y., s. 173).

le düzenlersek düzenleyelim, yine de bilimsel gelişmelere katkı getiremeyiz. Doğayı keşfetmenin tek yolu, kumar oynayarak, savunulmamış ilk imgeleri ve cüretkâr düşünceleri ortaya atmaktır: Çürütülmeyi ve çürütmeyi kabul etmeyen, bu bilim oyununda yer alamaz.

Sınamayı gerçekleştiren tek yol da, yine deneyimdir: Deneysel çalışma, kuramın yönettiği planlı uygulamadır. Deneyimlerimizden bir sonuç çıkarmadan yolumuza devam etmeyeceğimiz gibi onların, sanki bir yaşantı akımı gibi, önümüze geçmesine de izin vermeyiz. Tersine, bunlardan kendi deneyimlerimizi biz *oluştururuz*; doğayla ilgili soruları yönelten *biziz* ; soruları bütün açıklığıyla ortaya koyup "evet" mi yoksa "hayır" mı yanıtını bekleyen de *biziz* –soru sorulmadığında doğa yanıt vermez–; sonuçta da sorunun yanıtını bulan yalnızca *biziz*; yanıtı katı bir şekilde sınayıp, üzerinde uzun uzun titizlikle uğraştıktan sonra, doğayı kesin olarak "hayır" yanıtına zorladığımız sorunun yanıtına ilişkin kararı veren yine *biziz*. [Weyl şunları yazmaktadır:] "Kuramlarımız için daha çok HAYIR, ancak belirsiz anlamda EVET diyen boyun eğmez doğayla doğrudan ilişkili olan *açıklanabilir olguların* bulunmasında deneycinin yürüttüğü çalışmaya ve el becerisine sonsuza değin derin saygı duyacağımı söylemeliyim."[4]

Eski ideal bilim, mutlak güvenilir bilgi [epistémé] artık idola olarak kalmıştır. Bilimde nesnelliğin aranması koşulu, bilimsel önermelerin *geçici bir süre* için geçerli olabilecekleri düşüncesine dayanır. Önerme sağlanmış olabilir –ama her sağlama görelidir; yine geçici olarak saptanmış diğer önermelerle kurulan bir ilişki, bir bağıntıdır. Ancak öznel kanısal yaşantılarımızda ve inançlarımızda "mutlak anlamda emin"[5] olabiliriz.

Güvenirliğe ve aşamalılığa değer vermekle, bilimsel araştırmanın yoluna en ağır engellerden biri konulmaktadır; bu, yalnızca sorgulamadaki cüretkârlığı değil, aynı zamanda sınamanın dürüstlüğünü ve katılığını da engelleyecektir. Haklı kalma hırsı bir yanılgıya açıklık kazandırmaktadır: Bilgiye ve çürütülemez doğrulara *sahip olma* değil, vazgeçmeden, bütünüyle eleştirel doğrunun *aranması*, bilim adamını bilim adamı yapar.

[4] WEYL, *Gruppentheorie und Quantenmechanik* (1931), s. 2.

[5] Bkz. örneğin kesim *30*, dipnot 3. Bu açıklama elbette bilgimantıksal bir yorumlama değil, ruhbilimsel bir yorumdur; bkz. 7. ve *8.* kesimler.

Yaklaşımımızda bir umutsuzluk mu seziliyor? Bilim yalnızca, pratik uygulamalarda kendini sağlaması gerektiği biçimindeki biyolojik görevini mi yerine getirebilir –akılcı görevi çözümsüz müdür? Sanmıyorum. Bilim, hiçbir zaman kesin yanıtlar vermeyi ya da yanıtları olasılı kılmayı amaç edinmemiştir; tersine bilim, sonu olmayan ama hiçbir zaman çözümsüz de olmayan bir görevle tanımlanmıştır. Buna göre bilimin görevi, sürekli yeni, köklü ve daha genelleşmiş soruları bulmak ve geçici yanıtları sürekli yenileriyle ve katılarıyla sınamaktır.

Burada 1934'te yazdığım Bilimsel Araştırmanın Mantığı adlı metin noktalanmaktadır. Devamında, İlk Ek (1934), 323.-347. sayfalarda yer almaktadır. "Sağlama" adlı bölüme yaptığım Eklemeye (1968) 318. sayfada yer verilmiştir.

**Ekleme* (1968). Kitabımın (1934) son bölümünde, bir kuramın *sağlanmışlık* derecesinden ne anladığımı açıklamaya çalıştım: Bununla amacım, *yalnızca, kuramın sınamalarında nasıl başarılı ve sınamaların da ne denli katı olduğunu gösteren kısa bir özet vermekti.*

Bu bakış açısından hiçbir zaman sapma göstermedim. (Bkz. s. 428; s. 460; s. 495'teki ilk paragraflar ve özellikle de **14.* kesim, s. 497-500.) Burada birkaç noktaya daha değinmek istiyorum:

(1) *Tümevarımın mantıksal açıdan yöntemsel problemi* çözülemez değildir; kitabımda bu (olumsuz yönde) çözülmüştür: (a) *Olumsuz Sonuç. Kuramların geçerliliklerini*, ne doğru ne de olasılı olarak, *savunamayız.* Bu ve aşağıdaki sonuç birbirlerini tamamlamaktadır: (b) *Olumlu Sonuç.* Bazı kuramları *neden yeğlediğimizi*, onların sağlanmışlıkları ışığında *savunabiliriz*; başka bir deyişle, *rakip kuramlardan hangisinin doğruya yakın olup olmadığını* o anki *eleştirel tartışmaların* ışığında *savunabiliriz.* [Bkz. Ek *XV.]

(2) *Tümevarımın fizikötesi (ya da "varlıkbilimsel") sorunu* –bu sorun, bulguların doğruya yakın olduğu düşüncesiyle ortaya çıkmaktadır– şu biçimde ele alınabilir: Gerçek doğru kuramlar var mıdır? ya da: Doğa yasaları mı vardır? (Bkz. s. 286vd. ve s. 521'deki dipnot.) Benim vereceğim yanıt "*Evet*" olacaktır. Bu varsayımsal yanıta getirebileceğim bilimsel olmayan ("betimlemeyi aşan": bkz. s. 136 ve s. 435'teki dipnot) bir kanıt şudur: Yasalar yoksa, gözlemler ve dil; betimlemeler ve özellikle de kanıtlamalar da olmaz.

(3) Tümevarımın ("varlıkbilimsel") sorununun olumlu sonucu, *fizikötesi* (ya da "varlıkbilimsel") olan bir *gerçekçiliği* de içermektedir.

(4) *Tümevarımın ele alınışındaki sorun* kendiliğinden çözülmektedir: Gerçi tartışmalar ışığında doğruya yakın olan kuramın uygulamada yeğlenmesi risklidir ama gerçekçidir.

(5) *Ruhbilimsel sorun* (neden bu biçimde seçilmiş kuramın ileride de kendini sağlayabileceğini düşünüyoruz?) bana göre saçmadır: "İnancımız" uygunluğun bir görüngüsüdür ve ayıklanarak seçilir. (*Her* inanç usdışıdır, ama uygulamalarımızda önemli olabilir.)

(6) Kuşkusuz böylece, olası tüm "tümevarım problemleri"

çözülmüş değildir. ("Gelecek geçmişe benzeyecek mi?" sorusunu, bir zaman *kuramı* sorgulamaktadır; kurama göre gelecek hem benzer olmalı hem de olmamalıdır. Bkz. s. 286vd., s. 521vd.; özellikle de yeni Ek *XV.)

**Ekleme* (1982).

(7) Beni eleştirenlerin çoğu "sanki-tümevarım" kuramımı (s. 311, aynı zamanda s. 286vd.) atlamışlardır. Oysa bu kuram, bugün "tümevarım" olarak karşıma getirilen durumu tam olarak açıklamaktadır.

(8) Tümevarımsal olasılıkla ilgili olarak bkz. artık yeni Ek *XVIII.

İLK EK

I. BİR KURAMIN BOYUTUNUN TANIMI
(Kesimler 38 ve 39)

Aşağıdaki tanım[1*] yalnızca (geçici) bir deneme olarak düşünülmelidir. Burada kastettiğimiz tanım, uygulama alanının metrikleştirilmesi durumunda (yani grafiksel gösterimin bağıntı alanı için) kuram boyutunun, ilgili eğriler kümesinin boyutuyla aynı olduğudur. Ancak "bağıntı alanı" için, başlangıçta hem metriğin hem de topolojinin –özellikle de komşuluk ilişkisinin– tanımlanmasına gerek duyulmamasında yatan güçlük, önerdiğimiz tanımla aşılacağına görmezlikten gelinmiştir. Bu güçlüğü göz ardı edişimizin nedeni, kuramın her zaman ("tektip") *olguları* yasaklamasıdır. [Bkz. *23.*, *31.* kesimler.] Bu nedenle, uygulama alanını üreten kalıpta (genelde) uzay-zaman koordinatları ortaya çıkacaktır; öyle ki, göreli atomik önermelerin bağıntı alanı (genelde) topolojik, hatta metrik sıra içersinde olacaktır.

Tanımımıza gelince: Bir k kuramı [ancak ve ancak], kuramla F uygulama alanı arasında aşağıdaki ilişki varsa, "F uygulama alanına bağlı olarak, d-boyutludur": Öyle bir d sayısı vardır ki,

[1*] Daha basit ve genel tanım şudur: A ve X, iki önerme kümesi olsun. (Somutlaştıralım: A evrensel yasaların bir kümesi, X sınama önermelerinin –genelde sonsuz– bir kümesidir.) Bu durumda X'in, A'ya bağlı olarak (tektip) bir uygulama alanı olduğunu söyleriz (imsel olarak: $X=F_A$), eğer, A'daki her bir a önermesi için, aşağıdaki iki koşulu sağlayan bir doğal sayı $d(a)=n$ varsa: (I) X kümesinin n farklı önermesinden oluşan her bir tümel-evetleme c_n, a ile birleştirilebilir; (II) her bir c_n tümel-evetlemesine ait X kümesinde iki önerme $-x$ ve y– vardır; bunlar için geçerli olan şudur: $x \cdot c_n$, a ile birleştirilemez ve $y \cdot c_n$, tek başına a'dan ya da tek başına c_n'den değil, yalnızca $a \cdot c_n$'den türetilebilir.

$d(a)$, a'nın boyutu ya da $X=F_A$'ya göre a'nın karmaşıklık derecesidir; ve $1/d(a)$ ya da $1/(d(a)+1)$, a'nın yalınlık ya da sınanabilirlik ölçüsü olarak yerleştirilebilir. (Yazdığım Yeni Ek'ler *VII (özellikle s. 445vd.) ve *VIII bu sorunu daha da ayrıntılı biçimde ele almaktadır.)

(a) kuram, alanın hiçbir d-li dizgesiyle çelişmemektedir, (b) verilmiş her bir d-li dizge kuramla birlikte, alanın diğer tüm atomik önermelerini, belirgin olarak aşağıdaki özellikleri olan, A ve B biçiminde sonsuz iki altkümeye ayırmaktadır: (α) A kümesinin her bir önermesi, verilmiş d-li dizgeyle birleşmiş olarak, "yanlışlayan d+1-li dizgeyi"; yani *kuramın yanlışlama olanağını sağlayan kümeyi* oluşturmaktadır. [Bu şu anlama gelir: yanlışlayan d+1-li dizge kuramla çelişmektedir.] (β) B kümesi, kendi açısından, bir ya da sonlu sayıda birçok sonsuz altkümenin [B_i] toplamıdır; öyle ki, her bir altkümeye ait, istenildiği kadar çok önermenin tümel-evetlemesi, verilmiş d-li dizgeyle *ve* kuramla çelişmeksizin birleştirilebilir.

Bu tanımı vermekteki amacımız, bir alanın göreli atomik önermelerin, diğer bir alanın göreli atomik önermelerin tümel-evetlemesiyle oluşmasını sağlayacak, kurama ait iki uygulama alanının var olmasını engellemektir. (Uygulama alanı, grafiksel gösterimin uygulama alanıyla özdeşleştirilecekse –bkz. kesim *39*– bunun engellenmesi şarttır.) Şunu da belirtmeliyiz; bu tanımla, "atomik önerme sorunu" (bkz. *38.* kesim, dipnot 2) adeta "tümdengelimsel" yolla çözülecektir: Kuramın kendisi, hangi özel önermelerin "göreli atomik" önermeler olduğuna karar verir; çünkü ancak kuramla, uygulama alanı tanımlanır –ve bununla birlikte mantıksal biçimleri bakımında kurama bağlı eşdeğer olan önermeler saptanır. Demek ki, atomik önerme sorunu, diğer önermelerin (tümevarımsal olarak) birleştirildiği ve "doğruluk izergesi" olarak oluşturulduğu elemanter bir önerme biçiminin bulunmasıyla çözülemez; tersine göreli atomik (ve bununla birlikte tekil) önermeler, deyim yerindeyse, evrensel önermelerin ya da kuramların bir "tortusudur".

II. SONLU KÜMELERDE GENEL SIKLIK HESABI (Kesimler 52 ve 33)[1*]

Genel Çarpım Teoremi: Sonlu referans kümesini α ile; farklı iki özellik kümesini β ve γ ile gösterelim. Şimdi, hem β hem de γ özelliğine sahip olan elemanların sıklık değerini hesaplayalım. Bunun yanıtını, aşağıdaki formül (1) ve formül (1′) –çünkü β ve γ birbirleriyle yer değiştirebilir– bize verecektir:

(1) $$_{\alpha}S''(\beta.\gamma)={}_{\alpha}S''(\beta).\ {}_{\alpha.\beta}S''(\gamma),$$

(1′) $$_{\alpha}S''(\beta.\gamma)={}_{\alpha.\gamma}S''(\beta).\ {}_{\alpha}S''(\gamma).$$

Bunun tanıtı doğrudan *52.* kesimdeki tanımdan çıkacaktır: (1)'i tanıma yerleştirdiğimizde, formül (1) şu biçime dönüşecektir:

(1,1) $$\frac{N(\alpha.\beta.\gamma)}{N(\alpha)} = \frac{N(\alpha.\beta)}{N(\alpha)} \cdot \frac{N(\alpha.\beta.\gamma)}{N(\alpha.\beta)}.$$

N(a·b) ile yapılan kısaltma sonucunda özdeşlik tanıtlanacaktır. (Bunun ve $(2_{\S})$'nin tanıtı için bkz.: REICHENBACH, *Axiomatik der Wahrscheinlichkeitsrechnung, Mathematische Zeitschrift 34* [1932], s. 593.)

"Bağımsızlık" koşulunu getirdiğimizde (bkz. kesim *53*); yani

(1^{s}) $$_{\alpha.\beta}S''(\gamma)= {}_{\alpha}S''(\gamma)$$

[1*] Geçen süre içinde bu eki, olasılığın belitsel dizgesi biçiminde geliştirdim. Bkz. Ekler *III.– *V.

yı şart koştuğumuzda, formül (1) *özel çarpım teoremine* dönüşür:

$$(1_s) \qquad {}_{\alpha}S''(\beta.\gamma)={}_{\alpha}S''(\beta).\ {}_{\alpha}S''(\gamma).$$

(1) ve (1′)'nün eşdeğerliliği yardımıyla, artık bağımsızlık ilişkisindeki bakışımlılık tanıtlanabilir (bununla ilgili olarak bkz. kesim *53*, dipnot 4).

Toplama teoremleri, ya β ya da γ özelliğine sahip elemanların sıklık değerini sorgular. Bu iki kümenin tikel-evetleme birleşimini (β + γ) ile gösterdiğimizde –*iki küme simgesi* arasına konulan "+" imi, matematiksel toplama anlamında değil, ayrı olmakla birlikte aynı tutulan, "ya da" anlamındadır– *genel toplama teoremi* şudur:

$$(2) \qquad {}_{\alpha}S''(\beta+\gamma)={}_{\alpha}S''(\beta)+{}_{\alpha}S''(\gamma)-{}_{\alpha}S''(\beta.\gamma).$$

Bu önermeyi *52.* kesimdeki tanımı kullanarak çıkarsayabiliriz. Bu tanıtlama, evrensel geçerliliği olan kümeler hesabı formülü

$$(2{,}2) \qquad \alpha.\ (\beta+\gamma)=(\alpha.\beta)+(\alpha.\gamma)$$

ya da [yine evrensel geçerliliği olan] şu formül

$$(2{,}1) \qquad N(\beta+\gamma)=N(\beta)+N(\gamma)-N(\beta.\gamma)$$

dikkate alınarak yapılabilir.

α kümesinde, β ve γ'nın ayrık olmaları koşulu ileri sürüldüğünde, bu koşulu, simgesel olarak aşağıdaki biçimde ifade edebiliriz:

$$(2^s) \qquad N(\alpha.\beta.\gamma)= 0$$

formül (2)'den *özel toplama teoremi* çıkarsanabilecektir:

$$(2_s) \qquad {}_{\alpha}S''(\beta+\gamma)={}_{\alpha}S''(\beta)+{}_{\alpha}S''(\gamma).$$

Özel toplama teoremi, bir α kümesinde yer alan *temel özellikteki* tüm özellikler için geçerlidir. Çünkü, temel özellikler birbirlerini dışlamaktadır. Bu temel özelliklerin göreli sıklıklarının toplamı, doğal olarak her zaman 1'e eşittir.

Bölme teoremleri, α'dan β özelliğine göre seçilmiş bir altküme içersindeki γ özelliğinin sıklık değerinin ne olacağı sorusunu yanıtlamaktadır. Bunun genel yanıtı, doğrudan formül (1)'den çevirmeyle elde edilir:

$$(3) \qquad {}_{\alpha.\beta}S''(\gamma) = \frac{{}_{\alpha}S''(\beta.\gamma)}{{}_{\alpha}S''(\beta)} .$$

Genel bölme teoremini, özel çarpım teoremi yardımıyla değiştirdiğimizde, şunu elde ederiz:

$$(3^s) \qquad {}_{\alpha\cdot\beta}S''(\gamma) = {}_{\alpha}S''(\gamma) .$$

Bu formülde (1^s) koşulunu yine göreceğiz; yani: *Bağımsızlık koşulu seçmenin özel bir durumudur.*

Bayes kuralları da bölme teoremlerinin özel durumlarıdır. $(\alpha\cdot\gamma)$'nın, β'nın bir altkümesi olması durumunda; yani,

$$(3^{bs}) \qquad \alpha.\gamma \subset \beta$$

koşulu ileri sürüldüğünde, formül (3)'ten, Bayes kuralının *birinci* (özel) yorumunu türetebiliriz:

$$(3_{bs}) \qquad {}_{\alpha\cdot\beta}S''(\gamma) = \frac{{}_{\alpha}S''(\gamma)}{{}_{\alpha}S''(\beta)} .$$

"β" yerine, β_1, β_2 ...: β_i kümelerinin toplamını (birleşim kümesini) getirdiğimizde, (3^{bs}) koşulundan kaçınabiliriz. *Kümeler önündeki* "Σ" imini, *kümeler arası* "+" imi gibi kullandığımızda, Bayes kuralının evrensel geçerliliği olan *ikinci* yorumunu aşağıdaki gibi yazabiliriz:

(3_b) $$_{\alpha\cdot\Sigma\beta i}S''(\beta_i)= \frac{_{\alpha}S''(\beta_i)}{_{\alpha}S''(\Sigma\beta_i)}.$$

Bu formülün paydasına, β'ların (β_i'nin) α kümesinde birbirlerinden ayrık olmaları koşuluyla, özel toplama teoremi (2_s) uyarlanabilir. Bu durumda –bunu imsel olarak şöyle gösterebiliriz–

$(3/2^s)$ $$N(\alpha.\beta_i.\ \beta_j)=0 \qquad (i\neq j)$$

Bayes kuralının *üçüncü* (özel) biçimini elde ederiz –bu formül, özellikle de b_i temel özelliklerine her zaman uyarlanabilir:

$(3/2_s)$ $$_{\alpha\cdot\Sigma\beta i}S''(\beta_i)= \frac{_{\alpha}S''(\beta_i)}{\Sigma_{\alpha}S''(\beta_i)}.$$

Bayes kuralının *dördüncü* özel bir biçimini[2*] –ki bu da en önemlisidir– $(3/2_s)$'den, $(3/2^s)$ ve

(4^{bs}) $$\alpha.\gamma \subset \Sigma\beta_i$$

koşullarıyla birlikte elde ederiz. ((4^{bs}) koşulu kuşkusuz,

$$\alpha\subset \Sigma\beta_i \qquad \text{ya da} \qquad \gamma \subset \Sigma\beta_i$$

koşullarından biri sağlandığında, her zaman sağlanmış olacaktır.)

Önce, $(3/2_s)$'de "β_i" yerine "$\beta_i\gamma$" yerleştirelim ve sonucun sol tarafına (4^{bs})'den türetilen

$$\alpha.\Sigma\gamma.\ \beta_i= \alpha.\gamma$$

formülünü uyarlayalım. Sağ tarafta da (1')'ünü, hem pay hem de paydaya uyarlayalım. Bu durumda şunu elde ederiz:

2* Bayes k ralının dördüncü biçimi, kitabımın ikinci Almanca baskısında yapılmış bir eklemedir. (3), (3_{bs}), (3_b), $(3/2_s)$ ve (4_s) formüllerinin önünde, paydanın ≠ 0 olması gerektiğini kesin olarak ifade eden bir koşul olmalıydı.

$$(4_s) \qquad {}_{\alpha\cdot\gamma}S''(\beta_i) = \frac{{}_{\alpha.\beta i}S''(\gamma).{}_{\alpha}S''(\beta_i)}{\Sigma({}_{\alpha\cdot\beta i}S''(\gamma)\cdot{}_{\alpha}S''(\beta_i))}$$

O halde β_i, özellikler kümesinin birbiriyle bağdaşmayan bir dizgesini oluşturur, ve γ, (α referans kümesinde) $\Sigma\beta_i$'nin bir altkümesi olan herhangi bir özellik ise, bu durumda, α'dan γ özelliğine göre seçilmiş altküme içersinde β_i'nin *tek tek her bir özelliğinin sıklığı*, (4_s) ile belirlenmiştir.

III. SONLU ÖRTÜŞEN PARÇA DİZİLERİ İÇİN BİRİNCİ NEWTON FORMÜLÜNÜN TÜRETİLMESİ
(Kesim 56)

Birinci Newton Formülü[1]*

(1) $$\alpha_{(n)}S''(m)= \binom{n}{m} p^m q^{n-m},$$

–burada $p={}_{\alpha}S''(1)$, $q={}_{\alpha}S''(0)$, $m \leq n$'dır– α (en azından) n-1-serbest olma koşuluyla (ve son öğelerde oluşan hataların göz ardı edilmesiyle, bkz. kesim *55*)

(2) $$\alpha_{(n)}S''(\sigma_m)= p^m q^{n-m}$$

nin geçerli olduğu gösterildiğinde –"σ_m" ile, m tane bir içeren, önceden verilmiş herhangi bir n'li dizgeyi kastetmekteyiz (bu sembolle yalnızca birlerin sayısının değil, aynı zamanda dizi *düzeninin* de önceden verilmiş olduğu anlatılmaktadır)–, tanıtlanmış olacaktır. Çünkü (2), hem n, hem m, hem de σ (yani tüm sıralamalar) için geçerli olduğunda, özel toplama teoremine göre (1)'i de kanıtlayabiliriz –zira herkesçe bilinen $\binom{n}{m}$ bileştirim teoremine göre, m tane biri n farklı yere yerleştirmenin değişik yolları vardır.

Şimdi, (2)'nin herhangi bir n için; yani belirli *tek bir* n ve bu n'e uygun *tüm* m'ler ve σ'lar için tanıtlanmış olduğunu düşüne-

[1]* $\binom{n}{m}$'in, binomonal katsayısı ${}^{n}C_{m}$'nin; yani $m \leq n$ olduğunda, m tane nesneyi n yere ilişkilendirmedeki olası seçenek miktarının başka bir yazım tarzıdır.

lim. Bu koşul altında, formülün aynı zamanda n+1 için de geçerli olacağını aşağıda göstereceğiz. Başka bir deyişle,

(3,0) $$\alpha_{(n+1)}S''(\sigma_{m+0}) = p^m\, q^{n+1-n}$$

formülünü ve

(3,1) $$\alpha_{(n+1)}S''(\sigma_{m+1}) = p^{m+1}\, q^{(n+1)-(m+1)}$$

formülünü tanıtlamaya çalışacağız. Burada σ_{m+0} ya da σ_{m+1}, dizinin sonuna tek bir sıfır ya da birin eklenmesiyle σ_m'den oluşan, n+1 uzunluğundaki bir dizi anlamındadır.

İncelenecek parçada α'nın (en az) n-1-serbest; yani incelenen n+1 uzunluğundaki parçada n-serbest olması koşulunu getirelim. Böylece, "σ_m n'li dizisinin ardıllarını" –bunu "$\acute{\sigma}_m$" özelliğiyle tanımlayalım– seçtiğimizde, bu seçimin bağımsız ve özel çarpım teoreminin geçerli olduğunu ileri sürebiliriz. Başka bir deyişle,

(4,0) $$_{\alpha}S''(\acute{\sigma}_m.0) = {}_{\alpha}S''(\acute{\sigma}_m).\ {}_{\alpha}S''(0) = {}_{\alpha}S''(\acute{\sigma}_m).q$$

(4,1) $$_{\alpha}S''(\acute{\sigma}_m.1) = {}_{\alpha}S''(\acute{\sigma}_m).\ {}_{\alpha}S''(1) = {}_{\alpha}S''(\acute{\sigma}_m).p$$

formüllerini getirebiliriz. şimdi de, α dizisinde ortaya çıkması gereken "σ_m" özelliğinin, $\alpha_{(n)}$'de ortaya çıkan σ_m dizileri kadar olabileceğini düşünelim; yani

(5) $$_{\alpha}S''(\sigma_m) = {}_{\alpha(n)}S''(\sigma_m)$$

eşitliğini hesaba katalım. Bununla (4)'ün sağ taraflarını değiştirebilir ve aynı nedenlerden dolayı

(6,0) $$_{\alpha}S''(\sigma_m.0) = {}_{\alpha(n+1)}S''(\sigma_{m+0})$$

(6,1) $$_{\alpha}S''(\sigma_m.1) = {}_{\alpha(n+1)}S''(\sigma_{m+1})$$

elde ederiz. Bunlarla da (4)'ün sol taraflarını değiştirebiliriz. İş-

te (5) ve (6)'nın (4)'teki değiştirimleriyle, şunları elde ederiz:

(7,0) $\quad {}_{\alpha(n+1)}S''(\sigma_{m+0}) = {}_{\alpha(n)}S''(\sigma_m).q$

(7,1) $\quad {}_{\alpha(n+1)}S''(\sigma_{m+1}) = {}_{\alpha(n)}S''(\sigma_m).p$

(2)'nin herhangi bir n (ve buna ait tüm σ_m'ler) için geçerli olduğu koşulu getirildiğinde, bu formülden tam bir tümevarımla (3) çıkarsanır. Gerçekten (2)'nin, n=2 ve tüm σ_m'ler ($m \leq 2$) için sağlanmış olduğunu, önce m=1 sonra da m=0 yerleştirdiğimizde kolayca kanıtlayabiliriz. Böylece (3)'ü ve bununla birlikte (2) ve (1) tanıtlayabiliriz.

IV. RASTLANTISAL DİZİ MODELLERİNİN YAPILANDIRMA ÖRNEĞİ (Kesim 58, 64 ve 66)

Verilmiş herhangi sonlu bir n sayısı için *eşdağılımlı*, sonlu bir n-serbest periyodun yapılandırılabileceğini (*55.* kesimde olduğu gibi) öngörelim. Bu tür bir periyotta, içinde birlerden ve sıfırlardan oluşmuş olası bileşik x-li dizgeler ($x \leq n+1$) en az bir kez yer almaktadır[1]*.

(a) şimdi, mutlak-serbest bir örnek diziyi aşağıdaki gibi yapılandıralım: n-serbest olan herhangi bir periyodu yazalım; bu periyotta sonlu birçok öğe olacaktır –yani n_1 öğe yer almaktadır.

1* Eşdağılımlı n-serbest bir dizi için üretken bir periyodun nasıl yapılandırılabileceği sorusu farklı yöntemlerle çözülebilir. Bunlardan en basiti şudur: x için, x=n+1 öngörelim ve önce birler ve sıfırlardan oluşmuş (belirli bir kurala göre sıralanmış; büyüklüğüne göre sıralanmış olduğunu varsayalım) olası tüm 2^x x-li dizgenin *tablosunu* yapılandıralım. Sonra da, x birden oluşan x-li dizgenin sonuncusunu yazarak ve tablomuzdan yazdığımızı silerek periyodun yapılandırılmasına başlarız. Bundan sonra izleyeceğimiz yolu, şu kurala göre belirlemeliyiz: *İzin verildiğinde*, başlangıç parçasına bir sıfır ekler; izin verilmediğinde sıfır yerine bir yazar ve başlangıç periyoduna en son eklediğimiz x-li dizgeyi tablodan sileriz. ("*İzin verildiğinde*", şu anlama gelmektedir: "Başlangıç dizgesinde oluşturduğumuz en son x-li dizge daha önce geçmediyse ve bu nedenle de tabloda henüz silinmediyse".) Bu yapılandırmayı, tüm x-li dizgeler tablodan silinene kadar sürdürürüz. Bunun sonucunda elde edeceğimiz dizi, 2^x+x-1 uzunluğundadır ve (a) bir n-serbest almaşığı için $2^x=2^{n+1}$ uzunluğundaki üretken bir periyottan; (b) bir sonraki periyodun ilk n öğelerinden oluşmaktadır. Bu biçimde yapılandırılmış bir dizi, "*en kısa*" n-serbest dizi olarak adlandırılabilir; çünkü n-serbest periyodik bir dizinin, uzunluğu 2^{n+1}'den kısa olan bir periyoda sahip olamayacağı aşikârdır.

Buradaki yapılandırma yönteminin geçerliliğine ilişkin tanıtlamalar, ben ve Dr. L. R. B. Elton tarafından bulunmuştur. Bu konuyla ilgili olarak, birlikte yürüttüğümüz bir çalışmayı yayımlamak amacındayız.

şimdi de ikinci bir periyot yazalım; bu da en az n_1-1-serbest olsun ve periyodun uzunluğuna da n_2 diyelim. Bu durumda ikinci periyotta, n_1 uzuğunluğundaki birinci periyotla özdeş olan en az bir dizi yer almalıdır. Şimdi de bu yeni periyodu öyle değiştirelim ki, periyot bu diziyle başlasın (*55.* kesime göre bu her zaman mümkündür). Bir üçüncü periyot daha yazalım; bu yeni periyodun uzunluğu en az n_2-1-serbesttir. Yine bu üçüncü periyotta, n_2 uzunluğundaki periyotla özdeş olan en az bir diziyi arayalım, sonra da bu yeni periyodu bu diziyle başlayacak şekilde değiştirelim vb.: Bu biçimde, artık bir önceki periyotla başlayan, hemencecik sürekli uzayan bir dizi elde ederiz. Ancak bu periyot, yalnızca buna göre yazılmış periyodun başlangıç dizisi olarak karşımıza çıkar vb. –Belirli bir başlangıç dizisinin, ve örneğin, yazılacak diziler hiçbir zaman gerektiğinden daha uzun olmayacağı biçimindeki diğer koşulların da verilmesiyle (yani bu diziler *en az* n_i-1 değil, *tam olarak* n_i-1 uzunluğunda olmalıdır) bu yapılandırma, dizinin her bir öğesine bakılarak, onun bir mi yoksa sıfır mı olacağının *kesin* olarak hesaplanabileceği, belirli tek bir diziyi tanımlayacak biçimde tamamlanabilir[2*]. Bu nedenle, belirli matematiksel kurallı bir diziyle karşı karşıya kal-

[2*] Bu tür bir yapılanmaya –daha doğrusu, *en kısa rastlantısal dizinin* yapılandırılmasına– somut bir örnek verecek olursak, uzunluğu n_0=2 olan

(0) 0 1

periyoduyla başlayabiliriz. (Bu periyodun, 0-serbest almaşığını ürettiğini söyleyebiliriz.) Bundan sonra, n_0-1-serbest, yani 1-serbest olan bir periyot yapılandırmalıyız. Bir önceki dipnottaki yöntem yardımıyla, 1-serbest almaşığının üretken periyodu olarak "1100"ü elde ederiz. Şimdi bu periyot "01" dizisiyle başlayacak biçimde düzenlenmelidir. Bunu, dipnotumda (0) ile tanımlamıştım. Bu düzenlemenin periyodu artık n_1=4'le (1)'dir:

(1) 0 1 1 0

Sonra da dipnot 1*deki yönteme göre, n_1-1-serbest (yani 3-serbest) periyodunu yapılandıralım. Bu da

1 1 1 1 0 0 0 0 1 0 0 1 1 0 1 0

biçimindeki periyottur. Şimdi bu diziyi, başlangıç dizisi (1) olacak biçimde düzenleyelim. Bu durumda şunu elde ederiz:

(2) 0 1 1 0 1 0 1 1 1 1 0 0 0 0 0 1 0 .

n_2=16 olduğundan, bir önceki dipnota göre, 2^{16}=65536 uzunluğundaki 15-serbest periyodunu (3) yapılandırmalıyız. Bu 15-serbest periyodunu (3) yapılandırdığımızda, (2)'inci dizimizin bu uzun periyottaki yerini saptamamız gerekmektedir. Bu durumda (3)'ü, dizinin (2) ile başlayacağı biçimde düzenleriz ve 2^{65536} uzunluğunda (4)'üncü bir diziyi yapılandırırız.

maktayız. Bu dizinin sıklık sınır değerleri de aşağıdaki gibidir:

$$_{\alpha}S'(1)=_{\alpha}S'(0)=\frac{1}{2}.$$

60. kesimde izlediğimiz yolla; yani üçüncü Newton formülünün ya da (*61.* kesimdeki) Bernoulli teoreminin tanıtlanmasıyla, her bir sıklık değerine ait (nasıl bir değer seçersek seçelim) mutlak-serbest dizilerin olacağı gösterilebilir – yeter ki, mutlak-serbest dizilerin her koşul altında var olduğunu öngörelim.

(b) Yukarıdakine benzer bir yapılandırma yöntemini kullanarak, mutlak-serbest ortalama sıklık değerine sahip dizilerin var olduğunu da gösterebiliriz (bkz. kesim *64*); ancak, burada kastettiğimiz sıklık değer, *sıklık sınır-değeri* değildir. Bunun için de, (a)'daki yapılandırma yöntemini, belirli sayıdaki uzatmalardan sonra, her seferinde, sözgelimi, $^1/_2$'den farklı olan, verilmiş belirli bir p sıklık değeri elde edilebilecek uzunluktaki salt birlerin (sonlu) tekrarını diziye yerleştirerek değiştirmemiz yeterli olacaktır. Artık p sıklık değerine ulaştığımızda, yazılmış dizinin tamamı (bu dizinin uzunluğu bu durumda artık m_i'dir), eşdağı-

Bu yönteme göre yapılandırılan diziyi, "*en kısa* rastlantısal dizi" olarak adlandırabiliriz; çünkü (I) dizi yapılandırılırken, belirli bir n için en kısa n-serbest periyodunun yapılandırılmasının tüm aşamalarından geçmektedir ve (II) dizi, her bir yapılanma durumunda, en kısa n-serbest periyotla *başlayacak* biçimde yapılandırılmıştır. Bu yapılandırma yöntemi sonuçta, olası en büyük n için (yani $n=(\log_2 m)-1$ için) en kısa n-serbest periyodu olacak şekilde, başlangıç dizisinin

$$m=2^{2^{\cdot^{\cdot^{\cdot^{2^2}}}}}$$

uzunluğunda olmasını garanti etmektedir.

Rastlantısal dizinin "kısa" olma özelliği çok önem taşımaktadır; çünkü her zaman, rastlantısal özelliği olmayıp, yalnızca sıfırlardan ya da birlerden oluşan, ya da başka "kurallı" bir düzenliliği olan *herhangi* bir m uzunluğundaki sonlu bir parçayla başlayan eşdağılımlı n-serbest ya da mutlak serbest diziler vardır. Bu nedenle de, uygulamalı olasılık kuramında ileri sürülen n-serbestlik ya da mutlak serbestlik koşulu tek başına yeterli değildir. Bunun yerine, başka bir koşul getirilmelidir. Bunu da aşağı yukarı şöyle formüle edebiliriz: *n-serbestlik koşulu baştan itibaren kendini göstermelidir.* İşte bu anlatımla da zaten, olası "en kısa" rastlantısal dizi kastedilmektedir. Bu nedenle bu tür bir dizi, *rastlantısallığın ya da gelişigüzelliğin ideal bir ölçüsü* olarak ele alınabilir. Bu ekin (b) ve (c) maddelerinde verilmiş örneklerin aksine, söz konusu "en kısa" diziler için, *yakınsaklık hemen tanıtlanabilir.* Bununla ilgili olarak bir de bkz. Ek *VI.

lımlı, m_i-1-serbest periyodun başlangıç dizisi olarak yorumlanabilir, vb.

(c) Son olarak da, benzer bir biçimde bir dizi modelini (ya da örneğini) yapılandırabiliriz. Bu dizinin mutlak-serbest ortalama sıklık değeri *tek değil daha fazladır*. (a)'ya göre, içinde eşdağılımı olmayan mutlak-serbest diziler var olduğundan, birbirini izleyen bu tür iki diziyi –sıklık değerleri p ve q olan, (A) ve (B) dizisini– birleştirmekle, böyle bir modeli yapılandırabiliriz: Sıklık değeri p olan verilmiş bir (A) dizisiyle başlayalım ve (B)'de bu diziyi arayalım. (A) dizisini bulduğumuz noktaya kadar olan (B) periyodunu şimdi öyle değiştirelim ki, (B) bu diziyle başlasın ve (B)'nin bu periyodunu tamamen başlangıç dizisi olarak kullanalım [bu dizinin uzunluğunu, sıklığı q'ya eşit olacak biçimde belirleyelim]. Şimdi (A)'da (B)'yi arayalım ve bunu bulana kadar (A)'yı değiştirelim vb.: Böylece artık, belirli öğeye kadar (A) dizisinin göreli sıklığı için n_i-serbest olan, aynı zamanda da belirli bir öğeye kadar (B)'nin göreli sıklığı için n_i-serbest olan öğelerin sürekli yer aldığı bir dizi elde ederiz. Bununla birlikte, n_i'ler sınırsız uzayacağından, birbirinden farklı mutlak-serbest iki ortalama sıklık değeri olan bir dizinin yapılanma örneğini de elde etmiş oluruz. Çünkü, sıklık (sınır-) değerleri birbirinden farklı olacak biçimde (A) ve (B) dizilerini belirleyebiliriz.

Not. Özel çarpım teoremi, X ve Y zarlarıyla yapılmış zar oyununun klasik problemine (ve benzer problemlere) uyarlanması, örneğin "bileşim dizisi" α'nın –yani tek öğeleri X zarıyla ve çift öğeleri Y zarıyla atılmış atışların dizisinin– *rastlantısal* olduğu, varsayımsal olarak öngörüldüğünde, mümkündür.

V. FİZİKSEL BİR AÇMAZIN TARTIŞILMASI[1*]
(Kesim 76)

Aşağıdaki düşünsel deney (a) yardımıyla ["çift-yarık-deneyi"], istenilen kesinlikteki aynı anlı yer ve momentum ölçümlerinin, kuantum mekaniğine ters düşmeyeceği şeklindeki yaklaşımımızın çürütülmesi amaçlanmıştır.

(a) A ışıyan atom, y_1 ve y_2 de, aralarından geçerek ışığın E ekranına çarptığı iki yarık olsun. Heisenberg'e göre, ya A'nın yerini ya da momentumunu kesin bir doğrulukta ölçebiliriz. A'nın konumunu kesin bir doğrulukta ölçtüğümüzde (bu durumda momentumu "bulanıklaştırılmıştır"), A'dan *küresel* ışık *dalgalarının* saçıldığını varsayabiliriz. Momentumunu kesin bir doğrulukta ölçtüğümüzde (bu durumda atomun yeri "bulanıklaştırılmıştır"), yani ışık kuantumunun salınması esnasındaki geri tepmeler ölçüldüğünde, tam olarak ışık kuantumu yayınımının yönünü ve momentumunu hesaplayabiliriz. Bu durumda ışımayı, *nokta ışıma* olarak değerlendirmeliyiz. Demek ki, her iki ölçümde ışıma farklı farklıdır; deneysel bulgularımız da buna göre farklı olacaktır: Kesin bir yer ölçümünde ekranda girişim desenleri ortaya çıkacak (noktasal ışık kaynağı –kesin bir yer ölçümü!– eşfazlı bir ışık saçmaktadır); kesin bir momentum ölçü-

1* Bununla ilgili olarak bkz. Ek *XI ve *Postscript*'imin *V. bölümü, kesim *110. Şimdi artık, çift-yarık-deneyinin daha farklı ele alınması gerektiği görüşündeyim; ama bu haliyle de, halen ilgi gördüğünü düşünüyorum. (c) şıkkındaki açıklamalar, bana göre, dalga ve parçacık ikiciliğinin "tümlerlik" kavramı yardımıyla açıklanması girişimine yöneltilmiş olan ve halen geçerliliğini koruyan eleştiriyi içermektedir – bazı fizikçilerin, özellikle de Alfred Landé'nin, daha yakın zamanlarda bu çabadan vazgeçtiklerini sanıyorum.

münde girişim desenleri olmayacaktır (bunun yerine, yarıkların arkasında ışık parıldamaları belirecektir; bu da yerin "bulanık" olduğunu ve noktasal olmayan ışık kaynaklarının eşfazlı ışık saçmadıklarını göstermektedir). Diyelim ki, hem yeri hem de momentumu kesin bir doğrulukta ölçebiliriz; bu durumda dalga kuramına göre atom, bir yandan girişim yapan eşfazlı küresel ışık dalgaları saçacak; diğer bir yandan ise, eşfazlı olmayan nokta ışımasında bulunacaktır (her bir ışık kuantumunun yörüngesini hesaplayabilecek olsak, hiçbir girişim elde etmememiz gerekir; çünkü ışık kuantumları ne birbirlerini etkilemekte ne de karşılıklı herhangi başka bir etkileşim içinde bulunmaktadır). Görülüyor ki, kesin doğruluktaki aynı anlı yer ve momentum ölçümlerinin olabileceği düşüncesi bir tutarsızlık yaratmaktadır: Bir yandan girişim desenlerinin kestirilmesi, öte yandan girişim desenlerinin ortaya çıkmayacağının kestirilmesi durumunu getirmektedir; ki bu da çelişkilidir.

(b) şimdi de bu düşünsel deneyi istatistiksel açıdan yorumlayalım; öncelikle de kesin doğru yer ölçümünü bu biçimde ele alalım. Burada ışıma yapan atom yerine, atom *kümesini* kullanacağız. Buna göre, aynı tek atomda olduğu gibi, atom kümesinden saçılan ışık da, hem eşfazlı hem de küresel ışık dalgalarıyla yayılacaktır. Bunu sağlayabilmek için, daha önce tam olarak A atomunun bulunduğu yerde, çok küçük bir A diyaframı olan ikinci bir ekran kullanırız: Atom kümesi, ekranın önünde, A diyaframının bulunduğu konumdaki yer seçiminden sonra, ışık dalgalarının küresel olduğu eşfazlı ışıma yapacaktır; yani, tam olarak yeri saptanmış atomu, istatistiksel "salt konum durumuyla" yer değiştiriyoruz.

(c) Benzer biçimde, "atomun kesin bir doğruluktaki momentum ölçümünü ve bulanıklaştırılmış konumunu", "salt momentum durumuyla" yer değiştireceğiz; yani (noktasal olmayan) herhangi bir ışık kaynağından çıkan tekrenkli paralel ışımaları göz önünde bulunduracağız.

Her iki durumda da doğru olan deneysel sonucu elde edeceğiz: girişim desenleri ya olacak ya da olmayacaktır.

(d) Peki, çelişkiye yol açan üçüncü durumun yorumu nasıl değiştirilmelidir? Bunu saptamak için A atomunun yörüngesi-

nin, yani yerinin ve momentumunun, kesin olarak gözlemlendiğini düşünelim. Bu durumda atomun, tek tek fotonlar yayımladığı ve her bir foton ışımasında, parçacığın geri teptiği görülecektir. Böylece de atom, başka bir yere sürüklenecektir; öyle ki, atomun yönü her seferinde değişecektir. Atomun bu biçimde uzun bir süre ışımasına engel olmadığımızda [burada atomun ışığı soğurup soğurmadığını hesaba katmayalım], atom ışımaya başladıktan itibaren, büyük bir aralıkta değişik birçok konuma sahip olacaktır. Bu nedenle de atomu, noktasal bir atomlar kümesi olarak değil, tersine, oldukça büyük bir aralıkta saçılmış atomlar kümesi olarak düşünmeliyiz; bir de atom her bir yöne doğru ışıldadığından, onu tüm yönlere ışıldayan bir atom kümesi olarak değerlendirmeliyiz: Görülüyor ki, salt bir durumla karşı karşıya değiliz; bu nedenle de eşfazlı olmayan ışımalar elde ederiz, girişim desenleri yoktur.

Bu şemaya göre bu türden tüm eleştiriler istatistiksel olarak yorumlanabilir.

(e) Bu düşünsel deneyin tartışılmasına ek olarak bir de şunu hatırlatmak istiyoruz: (a) kanıtlaması hiçbir şekilde tümlerlik konusunu, dalga ve parçacık ikiciliğini aydınlığa kavuşturamaz. Belki atomun ya tanecik ya da dalga saçabildiği, *bu nedenle* de dalga ve parçacık arasında bir çelişki olmayacağı gösterilerek, konuya ilk bakışta açıklık getirilebileceği sanılmaktadır; çünkü her iki deney birbiriyle örtüşmektedir; ama bu düşünce yanlıştır. Bu deneyler, ancak "ortalama kesinlikteki" yer ölçümleriyle, "ortalama kesinlikteki" momentum ölçümünü birlikte verebilecek şekilde birbiriyle örtüşmektedir; ama atomun artık ne yaptığı, "dalga" mı yoksa "tanecik" mi saçtığı, sorusu yine yanıtlanmamış olacaktır. Gerçi bu soru karşısında istatistiksel yorumlamalar engellenmiş olmayacaktır; kaldı ki bu yorumlamalarla soruya açıklık getirmek gibi bir amacımız da yoktur. Zaten istatistiksel kuantum mekaniğinde (Born'un, Heisenberg ve Schrödinger tanecik kuramlarına getirdiği yorumuyla, 1925/26), buna doyurucu bir yanıt bulmak başlangıçta olanaksız gibi görünmektedir; ancak dalga alanlarının kuantum mekaniği kapsamında (["ikinci kuantumlanma"] Dirac'ın yayınım ve soğurum kuramı ve Dirac, Jordan, Pauli, Klein, Mie ve Wigner'in maddenin

dalga alanı kuramıyla, 1927/28; bununla ilgili olarak bkz. *73.* kesimden önceki giriş bölümünde, dipnot 2) bunu çözebiliriz. İşte ancak kuramın bu basamağında, dalga ve tanecik arasındaki ikicilik kesin olarak aydınlatılabilecektir.

VI. KESTİRİLEMEYEN BİR ÖLÇÜM HAKKINDA[1*] (Kesim 77)

x yönünde paralel yayılan tekrenkli olmayan bir parçacık demetinin –örneğin bir ışık demetinin– bir filtreyle (ya da elektron demeti söz konusu olduğunda, demet yönündeki bir elektrik alanının yardımıyla yapılan spektral çözümlemeyle) momentum seçimiyle karşı karşıya kaldığını düşünelim. Bu durum [Heisenberg'e göre], seçilmiş parçacıkların momentumlarını (ya da x yönündeki momentum bileşenlerinin) ve böylelikle de *hızlarını* (ya da onların x-bileşenlerini) değiştirmeyecektir.

Filtrenin arkasında bir Geiger sayacı (ya da hareketli bir film şeridi vb.) yerleştirilmiş olsun. Bu şekilde seçilmiş parçacıkların varış anlarını ve bununla birlikte de –parçacıkların hızı-

1* *Seçimden* değil de, *ölçüm* ya da *gözlemden* bahseden Heisenberg, durumu aşağıdaki düşünsel deney yardımıyla şöyle açıklamaktadır: Bir elektronun *yerini* gözlemek istediğimizde, yüksek frekanslı bir ışık kullanmalıyız. Bu şekilde ışık, elektronla fazlasıyla etkileşim halinde olacak ve momentumunu *bozacaktır*. Elektronun momentumunu gözlemek istediğimizde ise, alçak frekanslı bir ışık kullanmalıyız. Bu şekilde, elektronun momentumu (pratikte) gerçi değişmeyecek; ama yerin saptanmasında bize hiçbir faydası olmayacaktır. Burada önemli olan, *bu deneyde momentumun belirsizliğinin etkileşim sonucu ortaya çıktığı, yerin belirsizliğinde ise böyle bir etkileşimin söz konusu olmadığıdır*. Elektronun yerininin belirsizliği, daha çok sistemdeki fazla etkileşimden *kaçınılması* sonucunda ortaya çıkar. (Bkz. Ek *XI, 9. madde.)
Ortaya attığım ilk kanıtlama (bu da zaten yukarıdaki gerçeğe dayanıyordu) şöyleydi: Momentumun saptanması, momentumu değiştirmediğinden (çünkü bu, sistemle çok zayıf bir etkileşim halindedir), sistemin yerini de değiştirmemelidir – her ne kadar bu yer hakkında *bilgi vermese* de. Fakat bilinmeyen bu yer, daha sonra yapılan ikinci bir ölçümle bulunabilir. Ayrıca, ilk ölçüm elektronun durumunu (pratikte) değiştirmediğinden, elektronun geçmişiyle ilgili hesaplamaları yalnızca her iki ölçüm *arasında* değil, aynı zamanda ilk ölçümden önce de yapabiliriz.

nı biliyor olduğumuzdan– parçacıkların varış anına kadarki x-yer-koordinatlarını hesaplayabiliriz. Diyelim ki, parçacıkların x-yer-koordinatları momentum ölçümünden bozulmuyor olsun; bu durumda, kesin doğruluktaki yer ve momentum ölçümü *önceki* zamanı da kapsayacaktır. Momentum seçiminin x-yer-koordinatlarını bozduğunu düşündüğümüzde ise, parçacığın yörüngesini yalnızca iki ölçüm *arasındaki* zaman için kesin olarak hesaplayabiliriz.

Momentum seçimiyle parçacıkların *konumunun* uçuş yönünde hesaplanamayacak biçimde etkilendiği öngörüsü, yani bu yönde uçan bir parçacığın yer-koordinatlarının, momentum seçimi nedeniyle hesaplanamayacak biçimde değişmiş olduğu düşüncesi, parçacığın, momentum seçimi nedeniyle *kesikli* olarak (ışıkötesi hızla) yörüngesinde başka bir noktaya sıçradığı öngörüsüyle eşdeğerdir – çünkü, parçacığın hızı değişmemektedir.

Fakat bu öngörü (bugünkü) kuantum mekaniğiyle çelişmektedir. Gerçi kesikli sıçramalar kuantum mekaniğine göre yasak değildir; ama bu yalnızca atom içinde bağlanmış parçacıklar için geçerlidir (kesikli öz-değer aralığı); kesiksiz öz-değer aralığına ait, serbest parçacıklar için değil.

Metinde çıkardığımız vargılardan uzaklaşmak ve belirsizlik bağıntılarının geçerliliğini korumak amacıyla, momentum seçimi sırasında bir yer bozulmasının olacağı biçiminde ileri sürülen bir kuramla kuantum mekaniğinin yorumlanması, herhalde hiçbir çelişkiye yer vermeden mümkün olabilecektir. Fakat bu kuram da –bunu "belirsizlik kuramı" olarak adlandırmak istiyo-

Kanıtlamasını özde değiştirmeksizin, Heisenberg'in bu sonuca nasıl ulaşamamış olduğunu anlamıyorum. (Başka bir deyişle, halen getirdiğim kanıtlama ve 77. kesimdeki düşünsel deneyle, Heisenberg'in, bir elektronun gözlemlenmesiyle ilgili olarak tartıştığı konuda bir çelişkinin yer aldığını tanıtlayabileceğimize inanıyorum.) Gerçi, "seçmeyi" (ya da "seçimi"), Heisenberg'in düşündüğü "gözlem" ya da "ölçümlerle" eşanlamlı tutmakla, hata yaptığımı şimdi kabul ediyorum. Einstein'ın (Ek *XII'de) gösterdiği gibi bu, fotonu etkileyen bir filtre için geçerli değildir. Aynı zamanda aşağıda, paragrafın başında değinilen momentum seçimiyle ilgili olarak, elektron demeti yönündeki normal elektrik alanı için de geçerli değildir. Çünkü, elektronlar x-eksenine paralel hareket edecek olduğunda, ışının eni çok fazla olmak zorundadır. İşte bu nedenle de elektronların yeri, alandan etkilendiğinden, alana girmeden önce kesin olarak hesaplanamaz. Böylece, buradaki ve bir sonraki Ek'teki, aynı zamanda da 77. kesimdeki kanıtlamam çürütülmüştür: İleri sürdüğüm bu savın geriye çekilmesi gerekmektedir.

ruz– belirsizlik bağıntılarından yalnızca istatistiksel vargılar türetebilecektir; yani yalnızca istatistiksel açıdan kendini sağlayabilecektir: Belirsizlik bağıntıları yine bu kuram kapsamında yalnızca (biçimci) olasılık önermeleri olur ve kuşkusuz istatistiksel dağılım bağıntılarımızın ötesinde bir içeriğe sahip olur; çünkü bunlar, aşağıdaki örnekte göreceğimiz gibi, momentum seçiminin konumu *bozmadığı* öngörüsüyle bağdaştırılabilir: *Bu öngörüden, –dağılım bağıntılarıyla yasaklanmış– "fazlasıyla salt bir durumun" var olduğu sonucuna varmak olanaksızdır.* Sözünü ettiğimiz ölçme yönteminin, istatistiksel açıdan yorumlanmış Heisenberg-Formüllerinde hiçbir şey değiştirmediğini ortaya koyan bu sav, Heisenberg'in, kesin doğru ölçümlerin "fiziğin gerçeklerine" aykırı olduğu yorumuyla mantıksal olarak aynıdır; bu nedenle savımız, belki de Heisenberg'in ortaya attığı savın "istatistiksel çevirisi" olarak ele alınabilir.

Örneğin, deney düzenini tersine çevirerek –yani (ansal kilitlemeyle) önce (x)-uçuş yönünde yapılan bir yer seçimi, sonra ise filtreyle yapılan bir momentum seçimiyle– "fazlasıyla salt bir durumu" ürettiğimizde, teoremimizin doğru olduğu anlaşılacaktır. Bilindiği gibi, yer seçimi esnasında başlangıçta olası tüm momentum değerleri ortaya çıkacağından –ki bunlardan bazıları yeri etkilemeden filtreden geçecektir– bunun olanaklı olabileceği düşünülebilir. Fakat bu düşünce doğru olmayacaktır; çünkü bu biçimde belirli bir parçacık grubunu seçtiğimizde, (farklı frekanslı dalgaların üst üste konulmasıyla yapılandırılmış) Schrödinger dalga paketi, bize yalnızca parçacık grubu içerisinde şu ya da bu momentumdaki parçacıkların yer alacağına ilişkin, istatistiksel açıdan yorumlanabilen *olasılıkları* verecektir. Bu olasılık, dalgalanmayı sonsuz kısalıkta tuttuğumuzda (ansal kilidi kısa bir süre için açık bıraktığımızda) –yani konum istenilen kesinlikte ölçüldüğünde– incelediğimiz sonlu her bir Δp_x momentum aralığı için 0'a doğru gitmektedir. Δp_x 0'a giderken, yaklaşırken, Δx de 0'a yaklaşmaktadır. O halde, yeri ya da momentumu ne kadar tam seçersek, filtrenin arkasında başka parçacıklara rastlama olasılığı o kadar küçük olacaktır. Bu şu anlama da gelmektedir: Bu tür birçok deney yaptığımızda, kuşkusuz filtrenin arkasında da parçacıkların ortaya çıktığı deneyler ola-

caktır; ama hiçbir zaman hangi deneylerde bunun söz konusu olacağını öngörmek olanaklı değildir. Buna göre, parçacıkların yalnızca rastlantısal olarak dağılan aralıklarda ortaya çıkışlarını engellemek için başvurabileceğimiz bir araç yoktur; ve bu nedenle de, salt bir durumdan daha homojen bir parçacık kümesini de bu biçimde oluşturamayız.

Yukarıda açıklanan "belirsizlik kuramıyla" kuantum mekaniği arasında oldukça basit bir *çapraz deney* ilişkisi vardır. Kurama göre, seçici bir filtrenin [ya da spektrografın] arkasındaki bir ekrana, ışık kaynağı kapatıldıktan sonra da aslında bir süre daha ışık kuantumlarının düşmesi gerekir; ve filtrenin bu biçimde vereceği *ışıldamalar*, filtre ne kadar seçici olursa, o kadar uzun süreli olmalıdır[2*].

[2*] Einstein'e göre –ki bütünüyle haklıdır, ben ise yanılmışım (bkz. Ek *XII)– bu durum tam olarak gerçekleşmektedir. Bununla ilgili olarak ayrıca bkz. C. F. VON WEIZSÄCKER'in *Die Naturwissenschaften 22*, 1934, s. 807'de düşünsel deneyime karşı olarak getirdiği eleştiriler.

VII. DÜŞÜNSEL BİR DENEYE İLİŞKİN EK AÇIKLAMALAR[1*] (Kesim 77)

a_1 ve $|b_1|$'in kesin bir doğrulukta ölçüldüğü ya da seçildiği görüşünden hareket edebiliriz. Bunun dışında (Ek VI'ya göre), SX-yönünde X'e düşen parçacığın $|a_2|$ momentum değerinin istenildiği kadar kesin ölçülebileceğini öngörebileceğimizden, enerjinin korunumu yasasına göre $|b_2|$ de belirlenebilir – üstelik kesin bir doğrulukla saptanabilir. Bundan başka, B1 ve X konumları ve [A]-parçacıklarının X'e varış anları istenildiği kadar kesin ölçülebildiğinden, artık daha çok *yön belirsizlikleri* nedeniyle oluşan Δa_2 ve Δb_2 momentum belirsizliklerini, bir de, S'nin yer belirsizliği vektörü ΔS'yi –bu da, SX-yönünün belirsizliği sonucunda ortaya çıkmaktadır– incelememiz gerekecektir.

SX ışınını kesin bir şekilde [X'te] kararttığımızda, kırılma nedeniyle yarıkta bir φ yön belirsizliği ortaya çıkar. $|a_2|$ yeterince büyük seçildiğinde, gerçi φ açısı istenildiği kadar küçültülebilir; çünkü (yarık genişliğini r ile gösterdiğimizde) aşağıdaki bağıntı geçerlidir:

$$(1) \qquad \varphi \sim \frac{h}{r.\,|a_2|} .$$

Fakat $|\Delta a_2|$'yi bu biçimde küçültemeyiz (ancak r'nin büyütülmesiyle $|\Delta a_2|$ aşağıya çekilebilir, bunun sonucunda da daha büyük bir konum belirsizliği $|\Delta S|$ ortaya çıkar); çünkü

[1*] 77. kesime ve bu ekin temelinde yatan öngörülere ilişkin eleştiriler için bkz. Ek VI, dipnot 1*.

(2) $$|\Delta a_2| \sim \varphi \cdot |a_2|$$

ve bununla birlikte (1)'e göre:

(3) $$|\Delta a_2| \sim \frac{h}{r}$$

geçerlidir. Buradan da, $|\Delta a_2|$'nin $|a_2|$'ye bağlı olmadığını görürüz.

$|a_2|$'yi büyüterek, φ'yi (r'yi nasıl seçersek seçelim) istediğimiz kadar küçültebileceğimizden, Δa_2'nin SX-yönündeki bileşenini –bunu $(\Delta a_2)_x$ şeklinde gösteriyoruz– istenildiği kadar küçültebiliriz; bunu yaparken, S'nin istenilen kesinlikteki yer ölçümüne zarar vermeden – ki bu da zaten $|a_2|$'nin artmasıyla (ya da r'nin azalmasıyla) daha fazla kesinleşmektedir. Aynı durumun Δb_2'nin SY-bileşenleri için de geçerli olduğunu göstermek istiyoruz – bunu da $(\Delta b_2)_y$ ile tanımlayacağız.

$\Delta a_1 = 0$ diyebileceğimizden, momentumun korunumuna göre şu geçerli olacaktır:

(4) $$\Delta b_2 = \Delta b_1 - \Delta a_2 .$$

a_1, $|b_1|$ *ve* $|a_2|$ verildiğinde, Δb_1, φ'ye bağlıdır; öyle ki

(5) $$|\Delta b_1| \sim |\Delta a_2| \sim \frac{h}{r}$$

nin ve buna göre de

(6) $$|\Delta b_1 - \Delta a_2| \sim \frac{h}{r}$$

nin geçerli olduğu bir düzenleme yapılabilir. Bundan başka, ψ ile, b_2'nin yön belirsizliğini tanımladığımızda, (2)'ye bağlı olarak,

(7) $$|\Delta b_2| \sim \psi \cdot |b_2|$$

geçerlidir; ve bu nedenle (4) ve (5)'e göre,

(8) $$\psi \sim \frac{|\Delta b_1 - \Delta a_2|}{|b_2|} \sim \frac{h}{r \,.\, |b_2|}$$

geçerlidir. Bu da şu anlama gelir: r'yi nasıl seçersek seçelim, yeterince büyük $|b_2|$ momentum değerlerini kullanarak, ψ'yi ve böylelikle $(\Delta b_2)_y$'yi, S'nin istenilen kesinlikteki yer ölçümüne zarar vermeden istenildiği kadar küçültebiliriz.

Buna göre, $(\Delta S)_y \cdot (\Delta b_2)_y$ çarpanlarının her biri, diğerine bağlı olmadan istenildiği kadar küçültülebilir. İşte, Heisenberg'in kesinlik kısıtlamasını çürütebilmek için, çarpanlardan yalnızca *birini* istediğimiz kadar küçültmemiz –ancak diğerini sınırsız olarak artırmadan– yeterlidir.

Ayrıca (eğer SX-yönü uygun olarak saptandıysa), SX *mesafesini*, ΔS ve Δb_2 birbirlerine paralel olacak şekilde belirlemek de mümkündür; yani mesafeyi –φ yeterince küçükse– normal olarak SY'ye göre saptayabiliriz[1]. Gerçi bu şekilde, hem momentum ölçümünün hem de bu yöndeki yer ölçümünün kesinliği, *S'nin yer ölçümünün kesinliğine bağlı olmayacak* (çünkü bu, $|a_2|$'yi fazlaca büyük kullandığımızda, özellikle r'nin küçük oluşundan etkilenir), *yalnızca X'e varan parçacığın SX-yönündeki yer ve momentum koordinatlarının ölçüm tamlığına bağlı olacaktır* –aynı şekilde, nasıl ki X'e varan parçacık için $(\Delta a_2)_x$'in ölçüm tamlığı φ'nin küçüklüğüne bağlıysa, ψ'nin küçük olması da ölçüm kesinliğini etkileyecektir.

Buradan da açıkça anlaşılıyor ki: X'e varan [A]-parçacığının ("kestirilemez" gibi görünen) ölçümünün ve S'ye giden [B]-parçacığın yörünge kestiriminin kesinliği için kurulan ilişkiler tamamıyla *bakışımlıdır*.

[1] ΔS'e dik yöndeki kesinlik ilişkilerinin irdelenmesinin önemli olabileceği konusunda, düşünsel deneyle ilgili olarak yürüttüğümüz bir söyleşide, Schiff benim dikkatimi çekmiştir.

Bu arada, hemem hemen bir yıl boyunca yürüttüğümüz işbirliğinde getirdiği katkılardan dolayı Dr. K. Schiff'e içten teşekkürlerimi sunmak istiyorum.

YENİ EK

GERİYE VE İLERİYE BAKIŞ

30 yıl sonra da, kitabımda savunduğum hemen hemen tüm felsefi görüşleri hâlâ benimsiyor olmama rağmen –bunların arasında, yaklaşımımın diğer alanlarda olduğundan daha fazla değişiklikler gösterdiği, olasılıkla ilgili olan düşüncelerimin çoğu da yer almaktadır– geçen sürede toplanmış yeni bilgilerden bazılarını ekler biçiminde ortaya koymayı gerekli buluyorum. Bu notların oldukça ağırlıklı bir içeriğe sahip olduğu kanısındayım; çünkü, o günden bugüne kitabımda ortaya attığım sorunlar üzerinde çalışmaktan hiç vazgeçmedim. Bu nedenle de tüm önemli sonuçları bu yeni eklere aldığımı söyleyemem. Özellikle de hiç tartışılmamış olan bir sonuca burada değinmem yerinde olacaktır: Bu da, "*olasılığın doğal eğilim yorumu*" (ya da "eğilim yorumu") <*Propensitäts-Interpretation*> diye adlandırdığım kuramdır[1]; bu kuram, olasılığın neden *gerçekleşebilirliğin* ölçüsü olarak yorumlanabileceğini açıklamaktadır. Henüz yayımlanmamış bir kitabımda (*Postscript: After Twenty Years*) bu yorumu ayrıntılı olarak ele aldım; yorumun kısa bir betimi, kaynakçasıyla birlikte, MARIO BUNGES'in, *Quantum Theory and Reality* (1967) yapıtında, "Quantum Mechanics Without 'The Observer" < "'Gözlemci' Olmadan, Kuantum Mekaniği"> adlı çalışmamda yer almaktadır.

Bilimsel Araştırmanın Mantığı'na ilişkin başka düşünceler özellikle *Conjectures and Refutations* (3. Baskı 1969) adlı çalışmamda ve *Objective Knowledge* (1972; geliştirilmiş 5. Baskı 1979)

[1] Bkz. "*The Propensity Interpretation of Probability and the Quantum Theorie*", *Observation and Interpretation*, yayımcı S. Körner, 1957, s. 65-70 ve s. 88vd. adlı çalışmam. Ayrıca bkz. *British Journal for the Philosophy of Science 10*, 1959, s. 25-42'de ayrıntılı olarak yayımlanmış "Propensity Interpretation of Probability" konulu makalem.

adlı kitabımda toplanmış birçok makalemde geliştirilmiştir.

Yeni yazdığım eklerin ilk ikisi, 1933 ile 1938 yılları arasında yayımlanan ve kitaptaki konularla yakından ilişkili olan üç kısa çalışmayı içermektedir. Kokarım, bu ekler pek de kolay okunabilecek metinler değildir; çünkü konu fazlasıyla yoğundur. Tanıtsal değerini azaltabilirim kaygısıyla metni basitleştiremedim.

*II'den *V'e kadar olan ekler daha çok teknik özelliktedir– tam benim tarzım. Ancak, mantıksal-matematiksel teknikler olmadan aşağıdaki felsefe sorununu sonuçlandırmak bence olanaksızdır: Bununla kastettiğim, birçok felsefecinin ileri sürdüğü gibi, *bir kuramın sağlanmışlık derecesi ya da kabul edilebilirliği olasılık mıdır*? başka bir deyişle: *Bu derece olasılık hesaplarının kuralları için yeterli midir*? sorusudur.

Bu soruya kitabımda yanıt vermiştim ve yanıtım "hayır" idi. Bunun üzerine bazı felsefeciler bana: "Ama bizim olasılıktan (ya da sağlama ya da onaylamadan) anladığımız şey başkadır" şeklinde karşılık vermiştir. İşte bu tür kaçamak yanıtları (ki bu da bilgi kuramında bilim adamlarını kavram kargaşasına götürmektedir) neden kabul etmediğimi açıklayabilmek için, sorunu formüller yardımıyla en ince ayrıntılarına kadar çözümlemeye çalışmak zorunda kaldım: Olasılık hesaplarının kurallarını ("belitlerini") formüle etmek ve her birinin işlevini saptamak zorundaydım. Çünkü, sağlanmışlık derecesinin, olasılık hesabının olası yorumlarından biri olup olmadığı sorusuna baştan bir yargıda bulunmak doğru değildi. Bu nedenle, olasılıklar hesabının en geniş anlamıyla ele alınması gerekiyordu ve bu amaçla da yalnızca önemli olan kurallara yer verilmiştir. Bu araştırmalara 1935 yılında başladım; birkaçı hakkında kısa bir rapor ek *II'de yer almaktadır. Son yıllarda yaptığım araştırmaların sonuçları da *IV. ve *V. eklerde yer almaktadır. Tüm bu eklerde, kitabımda vurguladığım klasik, mantıksal ve sıklık yorumu dışında, *olasılığın ve matematiksel olasılıklar hesabının daha başka yorumları olduğu* ileri sürülmektedir. İşte bu şekilde ekler, "olasılığın doğal eğilim yorumu" diye adlandırdığım (*olasılığı, gerçekleşebilirliğin ölçüsü olarak yorumladığım)* kurama ulaşmama ışık tutmuştur.

Kuşkusuz, incelenmesi gereken konular yalnızca olasılıklar hesabının kuralları değildi; aynı zamanda *kuramların sınamalar*

sonucundaki değerlendirmelere –yani sağlama derecesine– *ilişkin kuralları* da formüle etmem gerekiyordu. Bu, *IX. ekte yayımlanan, birbirine bağlı üç çalışmamda sonuçlanmıştır. *VII. ve *VIII. ekler, bir bakıma, getirdiğim olasılıklar hesabı ve ileri sürdüğüm sağlama kuramı arasında bir bağ oluşturmaktadır.

Diğer eklerin, özellikle de nesnel gelişigüzellik ve fizikteki düşünsel deneylerle ilgili olanların, hem felsefecileri hem de doğa bilimcilerini ilgilendireceğini umuyorum. *XII. ekte ise, Albert Einstein'ın bir mektubu yer almaktadır.

*I. TÜMEVARIM VE SINIRLANDIRMA AYRACINA İLİŞKİN İKİ MAKALE, 1933-1934

Burada yeniden yayımlanan iki makaleden ilki, "*Erkenntnis*"in yayımcılarına yazdığım bir mektuptur; ikincisi ise, 1934'te Prag'da düzenlenmiş felsefe konferansında yürütülen bir tartışmada sunduğum bir bildiridir. Bu makale, 1935'te *Erkenntnis*'te konferans üzerine yazılmış raporun bir bölümü olarak yayımlanmıştır.

1.

Yayımcılara yazdığım mektup, ilk kez 1933'te *Erkenntnis 3* (aynı zamanda *Annalen der Philosophie* 11), sayı 4-6, s. 426vd.'da yayımlanmıştır.

Böyle bir mektubu kaleme almamın nedeni, ileri sürdüğüm görüşlerin Viyana Çevresi'nin o zamanki üyelerince fazlasıyla tartışılmış olmasıdır; öyle ki bu konu, henüz daha çalışmalarım taslak halinde olup yayımlanmamışken (gerçi Viyana Çevresi'nin bazı üyeleri bu taslağı okumuştu), makalelerde işlenmiştir (bkz. dipnot 3). Getirilen eleştiriler daha çok çalışmalarımın fazla kapsamlı olduğu yönündeydi. Bu nedenle de, basımını sağlayabilmek için, *Bilimsel Araştırmanın Mantığı* adlı kitabımın kapsamını, taslağına oranla daraltmak zorunda kaldım. Mektubumda, *sınırlandırma ayracı* ve sözde-sorun olan *anlamlılık ölçütü* (ayrıca Schlick ve Wittgenstein'ın görüşleriyle benim yaklaşımım) arasındaki ayrımı özellikle vurgulamamın nedeni, daha o zamanlar görüşlerimin Viyana Çevresi'nde bütünüyle yanlış algılanarak tartışılmış olmasıydı: Onlara göre ben, önermelerin an-

lamlarıyla ilgili olarak doğrulanabilirlik ölçütü yerine, yanlışlanabilirlik ölçütünü savunuyormuşum; oysa benim üzerinde durduğum *anlamlılık* değil, *sınırlandırmaydı.* Mektubumdan da anlaşılacağı gibi, daha 1933'te bu yanlış anlamayı düzeltmeye çalıştım. Aynı çabayı *Bilimsel Araştırmanın Mantığı*'nda da gösterdim ve bu konuyla ilgili olarak çabalarımdan hiç vazgeçmedim; ama görünen o ki, olgucu dostlarım farkı hâlâ tam olarak anlayabilmiş değildir. Bu yanlış anlama nedeniyle, mektubumda, yaklaşımımla Viyana Çevresi'nin görüşleri arasındaki farklılığı daha keskin ve kararlı ortaya koymak zorunda kaldım. Bu da, yaklaşımımı aslında Wittgenstein'a eleştiri getirmek amacıyla geliştirdiğim biçiminde, bazı yanlış anlamalara götürmüştür. Gerçek şu ki, sınırlandırma ayracını, yanlışlanabilirlik ve sınanabilirlik ölçütünü 1919 güzünde, yani Wittgenstein'ın felsefesi daha Viyana'da tartışma konusu olmadan çok önce formüle etmiştim. (Bkz. *Philosophy of Science: A Personal Report* adlı çalışmam, şimdi bu çalışma *Conjectures and Refutations*'ta basılmıştır.) İşte bu da, Viyana Çevresi'nde, *anlamlılığın* doğrulanabilirlik ölçütüyle savunulabileceği şeklinde yeni bir ilkenin benimsendiğini öğrendiğimde, göstediğim tepkinin nedenlerini açıklıyor: Bu eğilime karşı, yanlışlanabilirlik ölçütümü ortaya attım; bu ölçüt, bilimsel önermelerin oluşturduğu dizgelerle, fizikötesi önermelerin oluşturduğu oldukça anlamlı dizgeler arasında koyacağımız *sınır çizgisinin* yerini belirleyecekti. (Yanlışlanabilirliği, önermenin anlamlılığına ilişkin bir ölçüt olarak ileri sürmüş değilim. Bunun tersini düşünmek bütünüyle anlamsızdır.) İleride –*Offene Gesellschaft* yapıtımın 24. bölümünde (yani 2. cildin 14. bölümünde) ve *Conjectures and Refutations*'ın 8. bölümünde– sınırlandırma ölçütüyle ilgili olarak getirdiğim savları daha da geliştirerek, *eleştirilebilirliğin ölçütü* olarak ortaya koydum: Buna göre, ancak *gerçek olgulara ilişkin raporlarla eleştirilebilen*, yani görgül olarak çürütülebilen önermeler ya da dizgeler *görgüldür.*

İşte 1933'te yazdığım mektup:

Kuramsal Dizgelerdeki Görgül Özelliğin Bir Ölçütü
(İlk açıklama)

1. (Giriş sorusu.) Hume'un "*tümevarım probleminin*", yani doğa yasalarının geçerli olup olmadığı sorusunun çıkışı, "*görgülcülüğün temel savıyla*" (buna göre, yalnızca "deneyime" bakarak doğru önermenin, doğru ya da yanlış olduğuna karar verilir), Hume'un *tümevarımsal (genelleştirilen) tanıtlamaların geçersiz* olduğu görüşü arasındaki (görünürdeki) çelişkiye dayanmaktadır. Wittgenstein'dan etkilenen Schlick[1], doğa yasalarının "hiçbir şekilde gerçek önerme olmadıklarını", bunun yerine, onların "yalnızca önermelerin yapılandırılmasına ışık tuttuğunu" –bu nedenle onların bir tür sözde-önerme olduğunu– ileri sürerek, bu çelişkiyi ortadan kaldırabileceğini sanmıştır. Soruna bu biçimde, bana göre, salt terminolojik açıdan yaklaşmakla, daha önceki (örneğin, "önselci" ya da "uzlaşımcı") yaklaşımlar arasında ortak bir yan vardır: Bu da, tüm *gerçek önermelerin, "kesin olarak karar verilebilir"* (doğrulanabilir *ve* yanlışlanabilir) olması gerektiği koşuludur; başka bir deyişle, gerçek önermeler *mantıksal açıdan*, (sonuçta) hem görgül olarak doğrulanabilmeli hem de yanlışlanabilmelidir. – Bu koşulu ortadan kaldırdığımızda, "tümevarım problemindeki" çelişki de basit bir şekilde çözülebilecektir: Doğa yasaları ("kuramlar") hiçbir çelişkiye yer vermeden, yanlışlamalarla yöntemsel olarak sınanabilen, *"kısmen saptanır"* (yani mantıksal nedenlerden dolayı doğrulanamayan ama *tek yönlü yanlışlanabilen*) gerçek doğru önermeler olarak ele alınabilir.

Sorunu bu biçimde çözmenin avantajı, "bilgi kuramının" ikinci (ve asıl) temel probleminin ("görgül *yöntemin*" kuramının) çözümüne de ışık tutmasıdır:

2. (Asıl sorun.) "*Sınırlandırma sorunu*" (Kant'ın, "bilimsel bilginin sınırlarının nerede olduğu" sorusu), *"görgül-bilimsel" ve "fizikötesi" savlar* (önermeler, önerme dizgeleri) *arasındaki ayrımın ölçütünün* ne olduğu sorusuyla da tanımlanabilir. Wittgenstein'a[2] göre, "anlamlılık kavramı" zaten sınırlandırmayı da beraberinde getirmektedir: Her "anlamlı önerme" mantıksal olarak ("elemanter önermelerin doğruluk izergesi" olarak), (tekil) göz-

1 SCHLICK, *Die Naturwissenschaften 19*, s. 156 (1931, 7. sayı).
2 WITTGENSTEIN, *Tractatus logico-philosophicus.*

lem önermelerine dayandırılabilmelidir (bunlardan türetilebilmelidir); ama önerme türetilemezse, bu önerme, "anlamsızdır", "fizikötesidir", "sözde-önermedir": *Fizikötesi, "anlamsızlıktır"*. Böyle bir sınır çekerek olgucular, daha önceki fizikötesi karşıtlarına göre, fizikötesini daha köktenci bir biçimde ortadan kaldırabileceklerini sanır. Fakat bu köktencilik, fizikötesiyle birlikte doğa bilimlerini de yok eder: Doğa yasaları da gözlem önermelerinden mantıksal olarak türetilemez (tümevarım problemi!); Wittgenstein'ın anlamlılık ölçütü bu doğa yasalarına tutarlı bir şekilde uygulandığında, onlar, "anlamsız sözde-önermelerden", "fizikötesi önermelerden" başka bir şey olamayacaktır. İşte, bu yaklaşımla getirilen sınırlandırma çabaları başarısız olacaktır. – Anlamlılık dogması ve buna bağlı olarak nitelendirilen sözde-önermeler yerine, sınırlandırma ayracı olarak *"yanlışlanabilirlik ölçütü"* (yani en azından *tek yönlü* karar verilebilirlik ölçütü) getirilebilir: Ancak deneyimin ışığında *başarısızlığa* uğrayan önermeler (önerme dizgeleri) –daha doğrusu: bu tür *yöntemsel sınamalarla* karşı karşıya kalan (ve buna göre "yöntembilimsel vargıyla" çürütülmesine karar verilen) ve sınamaların sonuçlarına göre *çürütülebilen* önermeler– "deneyimin dünyasını" dile getirir[3].

Böylece, *kısmen karar verilebilir* önermelerin kabul edilmesi, yalnızca "tümevarım problemini" değil (bu, tümdengelimsel olup, tümevarımsal yönde gelişen *tek* çıkarsamadır; yani yadsıma yöntemidir), aynı zamanda ("bilgi kuramının" hemen hemen tüm sorularının temelinde yatan) "sınırlandırma sorununu" da çözecektir. "Yanlışlanabilirlik ölçütü" yardımıyla, "fen bilimleri" ya da görgül-bilimsel dizgeler ile fizikötesi (aynı zamanda da uzlaşımcı eşsözel) dizgeler arasında oldukça keskin bir sınır çekebiliriz; bu şekilde, fizikötesi (tarihsel açıdan bakıldığında, onun çöküşü aslında bilimsel kuramların ortaya çıkmasıyla gerçekleşmiştir) "anlamsız" diye nitelendirilmeyecektir. – Buna göre, (Einstein'ın[4] bilinen bir formülünü genelleştirerek) "fen bi-

[3] Bu tür bir sınama yöntemi CARNAP tarafından ortaya konulmuştur: *Erkenntnis III*, s. 223vd. "Yöntem B". – Ayrıca bkz. Dubislav, *Die Definition*, 3. Baskı, s. 100vd. *1957'de yaptığım bir ekleme: Burada atıfta bulunduğum doğrudan Carnap'ın çalışması değil, Carnap'ın, sözünü ettiğim makalesinde işlediği ve benimsediği bazı çalışmalarının sonuçlarıdır. Carnap, betimlediği "B yönteminin" bana ait olduğunu açık bir şekilde vurgulamaktadır.

[4] EINSTEIN, *Geometrie und Erfahrung*, 1921, s. 3vd. *1957'de yaptığım *Ekleme*: Einstein şunu yazmıştı: "Matematiğin önermeleri gerçekle ilgili olduğu sürece, kesinlik taşımaz; kesin oldukları sürece de, onların gerçekle ilişkisi yoktur."

limlerini", yaklaşık olarak şu biçimde tanımlayabiliriz: *Bilimsel önermeler gerçekle ilgili olduğu sürece, yanlışlanabilir olmalıdır; yanlışlanabilir olmadıklarında ise, onların gerçekle ilişkileri yoktur.*

Mantıksal çözümleme, görgül-bilimsel dizgelerde ölçüt olarak (*tek yönlü*) "*yanlışlanabilirliğin*", "*çelişmezlik*" gibi biçimsel yönden benzer bir rol oynadığını göstermektedir: Temel önermelerin oluşturduğu *çelişmez olmayan* bir dizge, olası tüm önermeler kümesinden, *diğerlerinden üstün olan önermeleri öne çıkarmaz*; *yanlışlanamaz* bir dizge de, olası tüm "görgül" (bireşimsel-tekil) önermelerin oluşturduğu kümeden, *diğerlerinden üstün olan önermeleri öne çıkarmaz*[5].

2.

İkinci makale, Reichenbach'ın 1934 yazında Prag'daki bir felsefe konferansında sunduğu bildirisiyle ilgili olarak yürüttüğüm tartışmada getirdiğim bazı açıklamaları kapsamaktadır. (O zamanlar daha *Bilimsel Araştırmanın Mantığı*'nın sayfa düzenlemesi yapılıyordu.) Daha sonra, *Erkenntnis*'te, benim de makalemin yer aldığı konferansla ilgili bir rapor yayımlanmıştır. (*Erkenntnis 5*, 1935, s. 170vd.) İşte tartışma konusuna getirdiğim notlar:

"Tümevarımın mantığı" ve "varsayımın olasılığı":

Reichenbach'ın yaklaşımı anlamında, "tümevarım" olarak kanıksanmış doyurucu bir kuramın geçerli olabileceğini *düşünmüyorum*; bana göre, bu tür kuramlarda (ister "klasik mantığın", ister "olasılık matığının" kullandığı kuramlar olsun), biçimsel-mantıksal nedenlerden dolayı, daha çok ya sonsuz geri gitmeler yer almaktadır ya da önsel (sınanamayan, bireşimsel) "tümevarım ilkesine" başvurulması gerekmektedir.

Reichenbach gibi, biz de, *arayıp bulma* ve *geçerliliğin savu-*

5 Ayrıntılı bir betimleme artık kitapta (*Schriften zur wissenschaftlichen Weltauffassung*, yayımlayan: Frank ve Schlick, yayınevi: Springer, Viyana) çıkacaktır. * 1957'de yaptığım *Ekleme*: Burada söz konusu olan, o zamanlar daha basımı süren kendi kitabım, *Bilimsel Araştırmanın Mantığı* idi. (Kitabım 1934 yılının sonbaharında yayımlandı ve basım yılı olarak, bir sonraki yılın tarihi verildi. Ben de alıntılarımda hep 1935 yılını temel aldım.)

nulması yöntemleri arasında bir ayrım yaptığımızda, ilk yöntemin *ussallaştırılamaz* olduğu konusunda kendisine hak vermemiz gerekir. Buna karşın, geçerliliğin savunulması (kanıtlanma) yönteminin çözümlenmesi ise, bana göre, bizi *hiçbir* şekilde *tümevarım-mantıksal* öğelere götürmeyecektir. Bu nedenle de bir tümevarım kuramı (tümevarım ilkesi) bütünüyle gereksizdir; çünkü bilimsel açıdan mantıksal hiçbir işlevi yoktur.

Bilimsel varsayımların "doğrulukları asla kanıtlanamaz", bilimsel varsayımlar hiçbir zaman "doğrulanamaz". Yine de belirli koşullar altında, herhangi bir *A* varsayımının bir *B* varsayımından *daha üstün* olduğunu söyleyebiliriz. – Burada sözünü ettiğimiz koşul, *B*'nin bazı gözlem sonuçlarıyla çelişiyor olması; yani onlarla "yanlışlanmış" olması koşuludur; buna karşın *A* yardımıyla, *B*'ye oranla örneğin daha kapsamlı kestirimler türetilmiş olmasına rağmen, *A* aynı gözlem sonuçlarıyla yanlışlanmamıştır. Demek ki, bir varsayımla ilgili olarak söyleyebileceğimiz, onun (ilke olarak hiçbir zaman savunulabileceği, doğrulanabileceği ya da belki de olasılı kabul edilebileceği değil), bugüne kadar iyi sağlanmış olduğu ve mevcut diğer varsayımlara oranla daha fazla şey ileri sürdüğüdür. Bu değerlendirmenin tek kanıtı, tamamen varsayımlardan türetilebilen *tümdengelimsel* vargılardır (kestirimlerdir). Burada artık, *"tümevarımdan" söz etmenin hiç gereği yoktur.*

Burada genelde yapılan hatanın nedeninin tarihsel bir açıklaması vardır: Bilim, önceleri olabildiğince güvenilir ve sağlam bilgilerden oluşmuş bir sistem olarak algılanmıştı; "tümevarım" da bilgilerin doğruluğunu kesin olarak ortaya koyacaktı. Daha sonraları gerçi mutlak güvenilir doğruların olmadığı anlaşılmış; ama bunun üzerine, artık bir tür "kesinliği gevşek tutulmuş doğruyla", yani "olasılıkla", bilimsel çalışmaların yürütülmesine devam edilmiştir.

Fakat "doğru" yerine "olasılıktan" söz ederek, ne sonsuz geri gitmelerden ne de önselcilikten kurtulabiliriz[1].

Bu açıdan değerlendirildiğinde, bilimsel varsayımlarda olasılık kavramına başvurulması, amaçsız ve yanıltıcı olacaktır.

Fizikte ve şans oyunları kuramında kullanılan olasılık kav-

[1] Bkz. POPPER, *Logik der Forschung <Bilimsel Araştırmanın Mantığı>*, *80.* ve *81.* kesimler.

ramı, (von Mises'in) göreli sıklık kavramı yardımıyla doyurucu bir biçimde tanımlanabilir[2]. Reichenbach'ın, bu kavramı –bir önerme dizisinin (kendi içinde hatasız olan) "doğruluk sıklığı" kavramı yardımıyla[3]– sözü edilen "tümevarımın olasılığına" ya da "varsayımın olasılığına" uyarlama girişiminin, gerçekleştirilebilir olduğu kanısında değilim: Varsayımlar, doyurucu önermeler dizisi olarak yorumlanamaz[4]; bu şekilde yorumlayabilecek olsak dahi, bizi hiçbir yere götürmeyecektir: Elde edebileceğimiz tek şey, örneğin binlerce yanlışlanmış varsayımın olasılığının –ortalama her iki sınama sonucunda biri varsayımla çeliştiğinde– 0 değil de 1/2 olduğu biçiminde, varsayımın olasılığına ilişkin kesinlikle doyurucu olmayan tanımlardır. Bunun yanı sıra, belki varsayımın bir önerme dizisi olarak değil de, varsayımlar dizisinin bir *elemanı* olarak[5] değerlendirilebileceği akla gelebilir ve buna bağlı olarak, ona (dizi içersindeki "doğruluk sıklığına" dayanarak değil de, "yanlışlık sıklığına" dayanarak) bir olasılık değerinin yüklenilebileceği düşünülebilir. Fakat bu da doyurucu olmayacaktır; daha önceki kanıtlamalar da zaten[6], bu biçimde, örneğin yanlışlayan gözlemler sonucunda varsayımın olasılık değerini düşüreceğini hesaba katan bir olasılık kavramının tanımlanamayacağını açıkça göstermiştir.

Sonuç olarak, bilimin, "bilgimizden oluşan bir dizge" değil de, varsayımlardan –yani, ilke olarak savunulamayan, ama kendilerini sağladıkları sürece, onların "doğru" ya da "az çok kesin" veya "olasılı" olduklarını ileri sürmeksizin, araştırmalarımızı yürüttüğümüz ilk imgelerden– oluşan bir dizge olduğu düşüncesine artık kendimizi alıştırmamız gerektiği kanısındayım.

2 Bkz. a.g.y. (*47.-51.* kesimler).

3 Bu kavramı Whitehead ortaya atmıştır.

4 REICHENBACH'a göre, "doğabilimsel savlar" önermeler dizisi olarak algılanabilir: *Wahrscheinlichkeitslogik*, s. 15 (*Berichte d. Preuß. Akad., phys.-mathem. Klasse, 29.* 1932, s. 488).

5 Bu, Grelling'in tartışmada savunduğu görüştür; bkz. *Erkenntnis V*, s. 168vd.

6 POPPER, a.g.y., s.293-296.

*II. OLASILIĞA İLİŞKİN 1938 YILINDA YAZILMIŞ BİR MAKALE

Bu çalışma ilk olarak *Mind*, N. S., 47, 1938, s. 275vd.'da "A Set of Independent Axioms for Probability" adı altında yayımlanmıştır. Bu benim ilk İngilizce yayınımdı. (Bu nedenle metin, üslup bakımından pek de iyi olmadı; ayrıca düzeltmeler için mektuplar da almadım – o sıralar Yeni Zelanda'daydım ve uçak ile posta henüz yoktu.)

Burada tümüyle yeniden basılan bu makalenin giriş metni, sanıyorum ilk defa, olasılığın matematiksel kuramının, "*biçimsel bir dizge*" -yani, (1) klasik yorum, (2) sıklık yorumu, (3) mantıksal yorum (bugün buna bazen "anlambilimsel yorum" da denmektedir) gibi birçok farklı yoruma izin veren bir dizge– olarak yapılandırılmış olması gerektiğini açıkça ortaya koymaktadır.

O zamanlar, biçimsel, seçilmiş yorumdan bağımsız olan bir kuram geliştirmek istememin nedeni, bundan yola çıkarak, aşağıdaki savımı tanıtlayabileceğimi umuyor olmamdı: Kitabımda "Sağlamanın Derecesi" (ya da "kabul edilebilirliğin derecesi") olarak adlandırdığım sağlanmışlık, "olasılığa" ilişkin bir yorum olamaz; çünkü sağlanmışlık derecesinin özellikleri, biçimsel olasılıklar hesabıyla bağdaşmamaktadır. (Bkz. ek *IX ve *Postscript*'imde *27.-*32. kesimler.)

Bu makaleyi yazmamın bir başka nedeni de, kitabımda tartıştığım "mantıksal olasılığın", aslında, "mutlak bir olasılığın" – yani *y* eşsözel olduğunda, *p(x,y)* olasılığının– mantıksal yorumu olduğunu göstermekti. Bir eşsözel önerme için, "(*x* ve *x'in değilinin)-değili*" ya da benim imsel anlatımımla "$\overline{x\ \bar{x}}$" yazılabileceğinden, *x*'in mutlak olasılığı [bunun için "*p(x)*" ya da

"*pa(x)*" diyebiliriz], göreli olasılığın yardımıyla şu biçimde tanımlanabilir:

$$p(x) = p(x, \overline{x\bar{x}}) \text{ ya da: } pa(x) = p(x, \overline{x\bar{x}})\, p(x, \overline{y\bar{y}}).$$

Makalem de benzer bir tanımı içermektedir.

Makalemi yazdığım sıralar, Kolmogoroff'un *Grundbegriffe der Wahrscheinlichkeitsrechnung* adlı kitabını tanımıyordum; oysa Almanca olarak ilk baskısı 1933'te çıkmıştı. Kolmogoroff'un amacı benimkine benzemekle birlikte dizgesi daha az "biçimseldir" ve bu nedenle de daha az yorum olanakları sağlamaktadır. Yaklaşımlarımız arasında yatan başlıca fark şudur: Kolmogoroff, olasılık işlevinin kanıtlarını *kümeler* olarak yorumlamakta ve buna dayanarak, kümelerde "elemanların" olduğunu kabul etmektedir. Ancak böyle bir öngörü benim dizgemde yer almamaktadır: *Kuramımda, bu kanıtlarla ilgili (bunları ben "eleman" olarak adlandırıyorum) olarak, olasılıklarının belitlere uygun davranmaları dışında, hiçbir şey öngörülmemektedir.* Yine de Kolmogoroff'un ortaya attığı dizge, benim dizgemin bir yorumu olarak değerlendirilebilir. (Aynı zamanda bkz. ek *IV'te bu konuyla ilgili olarak getirdiğim açıklamalar.)

Makalemin sonucu olarak ortaya çıkan ilk belitsel dizge, oldukça ağır bir dizgeydi. Bu nedenle makalemin yayımlanmasından kısa bir süre sonra yerine daha yalın ve kıvrak bir dizge yapılandırdım. Her ikisi de (eskisi ve yenisi) *bileşim* (tümel-evetleme) ve *tümleyen* (değilleme) yardımıyla formüle edilmişti. Burada söylediklerim, daha sonra geliştirdiğim dizgeler için de geçerlidir. 1938 yılında, basit (örneğin, ortaklaştırıcı) yasalardan dağıtım yasasını türetmeyi daha henüz başaramamıştım; bu nedenle dağıtıcılığı belit olarak kabul etmek zorundaydım. Ayrıca, dağıtım yasasını yalnızca bileşim ve tümleyen yardımıyla gösterdiğimizde, fazlasıyla ağır ve anlaşılmaz olmaktadır. Bundan dolayı, eski belitsel dizgeyi anlatan makalemin son kısmına burada yer vermedim. Bunun yerine burada, eski dizge gibi, mutlak olasılık üzerine kurulmuş daha basit ve yalın bir dizge getiriyorum (bkz. *Brit. Journal Phil. Sc. 6*, 1955). Bu dizge, doğal olarak, ek *IV'te verilmiş, göreli olasılık üzerine kurulmuş dizgeden türetilebilir. Belitleri burada, eski makalemdeki sırasıyla veriyorum. (Aynı zamanda bkz. ek *XIII.)

A1 $p(xy) \geq p(yx)$ (Yer değiştirme)

A2 $p((xy)z) \geq p(x(yz))$ (Ortaklaştırma)

A3 $p(xx) \geq p(x)$ (Eşsöz)

A4 En azından şu biçimde bir x ve bir y vardır:
$p(x) \neq p(y)$ (Var olma)

B1 $p(x) \geq p(xy)$ (Yeknesaklık)

B2 $p(x) = p(xy) + p(x\bar{y})$ (Tümleme)

B3 Her bir x için en azından şu biçimde bir y vardır:
$p(y) \geq p(x)$ ve $p(xy) = p(x)p(y)$ (Bağımsızlık[1*])

Şimdi de 1938 yılında yazdığım *makalemi* sunuyorum.

Olasılık İçin Bağımsız Belitlerin Bir Dizgesi

Biçimsel açıdan "belitsel dizgeyi" ele aldığımızda, olasılık, iki-terimli bir işlev[1] (yani aslında, sayısal değerleri gerektirmeyen iki kanıtın sayısal fonksiyonu) olarak karakterize edilebilir. Bu işlevin kanıtları değişken ya da sabit *adlardır* (bunlar seçilen yoruma göre, örneğin yüklemlerin ya da önermelerin[1] adları olarak yorumlanabilir). Her iki kanıt için, aynı değiştirim kuralları-nı ve aynı yorumu kabul etmek istiyorsak, şu işlevi yazabiliriz:

$$"p(x_1,x_2)"$$

bunu, "x_1'in x_2'ye göre olasılığı" şeklinde okuruz.

Aslında, (tanımlanmamış) temel değişken olarak "$p(x_1,x_2)$"nin yer aldığı ve önerilmiş her bir yorumla yine iyi yorumlanabilecek şekilde yapılandırılmış bir s_1 belitsel dizgeyi oluşturabilseydik, bize büyük avantaj sağlardı. En çok tartışılan yorumlar şunlardır: (1) Olasılığı, istenen durumlarla eşolası durumlar arasındaki orantı olarak yorumlayan, klasik tanım[2], (2)

1* A4 ve B3 olmaksızın bu işlem ve $0=p(x\bar{x}) \leq p(x) \leq p(\overline{x\bar{x}}) = k$ (k bir sabittir: yani alt sınır keyfi seçilmemiştir) elde edilebilir. A4 yalnızca, $0 \neq k$'yı türetmemize izin verir ve $0 \neq k$ ya da $(Ex)p(x) \neq 0$ ile yer değiştirebilir. B3 ise, $0 \neq k$'dan $k=1$ formülünün türetilmesine izin verir. Buna göre, A4 ve B3 yerine $k=1$ geçebilir. B3 bir de, $k=1$'in keyfi bir saptama olmadığını gösterir: $k=1$, (olasılı olarak) birbirinden *bağımsız* –özel çarpım teoremini sağlayan– elemanların var olduğunun bir vargısıdır. Ayrıca bkz. yeni ek *XIII.

1 Terminolojiyle ilgili olarak bkz. CARNAP, *Logische Syntax der Sprache*, (1934), ve TARSKI, *Erkenntnis 5*, s. 175 (1935).

2 Bkz. örneğin LEVY-ROTH, *Elements of Probability*, s. 17 (1936).

olasılığı, belli başka bir kümenin içindeki belirli olgular kümesinin göreli sıklığı olarak tanımlayan sıklık kuramı[3] ve (3) olasılığı, önermeler arasındaki mantıksal bir bağıntının derecesi (x_1 mantıksal olarak x_2'den çıkarsa, olasılık 1'dir ve x_1'in değillemesi x_2'den çıkarsa olasılık 0'dır) olarak tanımlayan mantıksal kuram[4].

Yukarıdaki (ve başka) yorumlara izin veren s_1 dizgesini yapılandırırken, özel bir belitler grubu yardımıyla (bkz. aşağıda grup A), kanıtların tanımlanmamış belirli fonksiyonlarını –örneğin tümel-evetlemeyi ("x_1 *ve* x_2", burada "x_1x_2" biçiminde simgeleştirilmiştir) ve değillemeyi ("x_1'in değili", "$\bar{x}_1$" olarak gösterilmektedir)– yerleştirmekte yarar vardır. Buna göre artık "x_1 *ve* x_1*'in değili*"ni "$x_1\bar{x}_1$" ile; ve bunun değillemesini de "$\overline{x_1\bar{x}_1}$" ile gösterebiliriz. ((3). yoruma; yani mantıksal yoruma karar verilirse, bu durumda "$x_1\bar{x}_1$", "x_1" diye adlandırılan önermenin değillemesiyle birlikte tümel-evetleme olan önermenin adıdır.)

Uygun değiştirim kurallarının formüle edilmesi koşuluyla, istenen her bir x_1, x_2 ve x_3 için:

$$p(x_1,\ \overline{x_2\bar{x}_2})=p(x_1,\ \overline{x_3\bar{x}_3})$$

tanıtlanabilir. Böylece $p(x_1,\ \overline{x_2\bar{x}_2})$'nin değeri, yalnızca gerçek *tek bir* değişkene, x_1'e bağlıdır. Bu, "*mutlak* olasılık" diye adlandırabileceğimiz, yeni bir "$pa(x_1)$" tek-terimli işlevin aşağıdaki belirtik tanımını haklı çıkarır[5]:

T1 $$pa(x_1)=p(x_1,\ \overline{x_2\bar{x}_2})$$

(Daha önceki bir yayınımda kullandığım "mantıksal olasılık" kavramı, "$pa(x_1)$"in (3)'teki gibi, yani mantıksal yoruma göre yorumlanmasına bir örnektir[6].)

3 Bkz. POPPER, *Logik der Forschung*, 94-153 (1935). *(Bölüm VIII.)

4 Bkz. KEYNES, *A Treatise on Probability* (1921); doyurucu bir dizgeyi de kısa bir zaman önce MAZURKIEWICZ, C. R. ortaya koymuştu, *Soc. d. sc. et de L.*, Varşova, 25, Cl. III (1932); bkz. Tarski, l.c.

5 Bkz. CARNAP, a.g.y., s. 24. *"T_1'i (geçerliliğini savunmaksızın) şöyle yazsaydık daha iyi olurdu: $pa(x_1)=p(x_1.\ \overline{x_1\bar{x}_1})$.

6 Bkz. POPPER, a.g.y., (*34.* ve *72.* kesimler).

Artık yapılandırmanın tamamını tersten de başlatabiliriz: s_1 belitler dizgesinin temel terimi (temel işlevi) olarak, "$p(x_1x_2)$" yerleştirmek ve "$pa(x_1)$"i belirtik olarak tanımlamak yerine, içinde (tanımlanmamış) temel işlev olarak "$pa(x_1)$"in ortaya çıktığı, başka bir s_2 belitler dizgesi oluşturulabilir; sonra da "$pa(x_1)$"in yardımıyla, "$p(x_1x_2)$"nin aşağıdaki belirtik tanımını formüle edebiliriz:

T2 $$p(x_1,x_2\ x_2) = \frac{pa(x_1x_2)}{pa(x_2)}$$

s_1'de belitler olarak kabul edilmiş formüller (ve aynı zamanda T1), artık s_2'nin kanıtsavlarını oluşturur; yani bu formüller, yeni s_2 belitler dizgesinin yardımıyla türetilebilir.

Belitsel dizgenin biçimi açısından bir karşılaştırma yaptığımızda, betimlenen her iki yöntemin, –s_1 ve T1'in ya da s_2 ve T2'nin seçiminin– aynı işlerlikte olmadığını gösterebiliriz. İkinci yöntem birinci yöntemden daha üstündür; özellikle s_2, (s_1'in evrenselliği kısıtlanmadığı sürece) çok daha güçlü olan bir belirginlik belitinin formüle edilmesi bakımından s_1'e göre daha elverişlidir. Bunun nedeni, $pa(x_2)=0$ durumunda, $p(x_1,x_2)$ değerinin belirsiz olmasıyla açıklanabilir[2*]

Aşağıda, yukarıdaki gibi yapılandırılmış, bağımsız belitlerden oluşan bir s_2 dizgesi yer almaktadır. (Onun yardımıyla bir s_1 dizgesini kolaylıkla oluşturabiliriz.) Bu dizge, T2 tanımıyla birlikte matematiksel olasılık kuramının türetilmesine yeterlidir. Belitleri iki grubta inceleyebiliriz. A grubu, kanıtla –tümel-evetleme ve değillemeyle– birlikte, eklemsel işlemler için gerekli belitlerden oluşur ve aslında, "mantığın cebiri[7]" diye nitelendi-

[2*] Mutlak dizge s_2, göreli dizge s_1'e oranla, $p(x,y)$ göreli olasılığını belirsiz olarak değerlendirdiğimiz sürece, $pa(y)=0$ olduğunda, bir avantaj sağlar. Geçen süre içersinde, göreli olasılıkların $pa(y)=0$'da da belirli olduğu bir dizge geliştirdim. (Bkz. Ek *IV.) Bu nedenle, şimdi, artık göreli dizgenin mutlak olandan daha üstün olduğunu düşünüyorum. (Bir de, yukarıda İngilizceden "belirginlik beliti" diye aktardığım ifadeyi, İngilizcede "axiom of uniqueness" anlatımını kullanmakla pek isabetli bir kavram seçimi yapmadığımı söylemek istiyorum. İngilizcesini tanımlarken, sanıyorum, Ek *V'teki D1 tanımını (s. 417) göz önünde bulundurmuştum.)

[7] Bkz. HUNTINGTON, *Trans. Amer. Mathem. Soc. 5*, s. 292 (1904) ve WHITEHEAD-RUSSELL, *Principia Mathematica I*, burada yer alan beş önerme, -22.51, 22.52, 22.68, 24.26, 24.1- A grubundaki beş belite karşılık gelmektedir.

rilen cebir için koyutlar dizgesinin bir uyarlamasıdır. B grubundaki belitler ise, olasılık kuramına özgü metriksel belitleri oluşturur. Bunlar da:

(Ve işte burada, birçok basım hatasıyla çıkmış, fazlasıyla karmaşık olan belitler dizgesi yer alıyordu. Bunu, geçen süre içersinde, yukarıda ortaya koyduğum biçimde daha basitleştirilmiş bir dizgeyle değiştirdim.)

Christchurch, Yeni Zelanda, 20 Kasım 1937

*III. OLASILIĞIN KLASİK TANIMININ BULGUSAL, ÖZELLİKLE DE GENEL ÇARPIM TEOREMİNİN TÜRETİLMESİ AMACIYLA KULLANIMINA İLİŞKİN AÇIKLAMALAR

Olasılığı, istenen durum sayısıyla eşolası durum sayısı arasındaki orantı olarak yorumlayan klasik tanımın oldukça önemli bulgusal bir değeri vardır. Tek dezavantajı, örneğin hileli zarla oynanan bir şans oyununa değil de, her yüzeyi bakışımlı ya da homojen olan zarlarla oynanan şans oyununa uygulanabilir olmasıdır; başka bir deyişle, *olası durumların eşit olmayan ağırlıklarını* dikkate almıyor olmasıdır. Gerçi bazı özel durumlarda, bu sorunu aşabileceğimiz yollar ve yöntemler vardır; ve işte bu durumlarda klasik tanımın bulgusal değeri yatmaktadır: Olasılığa uygun her tanım, ağırlığın yüklenmesiyle ilgili olarak ortaya çıkan güçlüğü aştığında, bu eski tanımla uyuşacaktır ve bu nedenle de, eski tanımın uygulanabilir olduğu durumlara doğrudan uygulanabilecektir.

(1) Klasik tanım, eşit ağırlıkların ya da eşit olabilirliklerin, bu nedenle de eşit olasılıkların ortaya çıkabileceğini düşündüğümüz tüm durumlara uygulanabilecektir.

(2) Bu tanım, problemimizi, eşit ağırlıklar ya da olabilirlikler veya olasılıklar elde edebilecek şekilde değiştirebileceğimiz tüm durumlara uygulanabilir.

(3) Farklı olabilirliklere bir ağırlık yükleyebileceğimiz durumda, bu tanım, biraz değiştirilerek kullanılabilecektir.

(4) Bu tanım, olasıkları 0 ya da 1 değerine yaklaşan çözümlere götüren, eşit olabilirlikli, fazlaca basitleştirilmiş kestirimlerin çoğu durumunda uygulanabilir ya da bulgusal değerdedir.

(5) Ağırlıkların, olasılıklar biçiminde yerleştirildiği durumlarda, tanımın bulgusal değeri çok fazla olacaktır. Örneğin şu soruyu ele alalım: *Altı-atışlar sayılmayıp, "geçersiz" kabul edildiğinde,* çift sayılı bir atışın olasılığını tek bir zarla nasıl hesaplarız? Klasik tanıma göre, bunun olasılığı doğal olarak 2/5 olacaktır. Şimdi de zarın hileli olduğunu ve yüzeylerinin, (eşit olmayan) *p(1), p(2), ..., p(6)* olasılıklarının verilmiş olduğunu düşünelim. Bu durumda olasılığı, yine her zamanki gibi hesaplarız; buna göre şu geçerlidir:

$$\frac{p(2)+p(4)}{p(1)+p(2)+p(3)+p(4)+p(5)} = \frac{p(2)+p(4)}{1-p(6)}.$$

Yani klasik tanımı, *eşit olmayan* temel olasılıklar için de aşağıdaki basit tanımı ortaya koyacak biçimde değiştirebiliriz:

Birbirlerini dışarıda bırakan olası tüm durumların olasılıkları verildiğinde, aranan olasılık değeri, (birbirlerini dışarıda bırakan) istenen durum olarak değerlendirilen tüm durumların olasılıkları toplamının, (birbirlerini dışarıda bırakan) olası tüm durumların olasılıkları toplamına bölümüdür.

Kuşkusuz bu kuralı, birbirlerini dışarıda bırakan ya da bırakmayan durumlar için de geçerli olacak biçimde tanımlayabiliriz:

Aranan olasılık değeri, her zaman, (birbirlerini dışarıda bırakan ya da bırakmayan) tüm istenen durumların ayrıklığının olasılığıyla, (birbirlerini dışarıda bırakan ya da bırakmayan) olası tüm durumların ayrıklığının olasılığının bölümüne eşittir.

(6) Bu kurallar, göreli olasılık tanımının bulgusal türetimi ya da genel çarpım teoreminin türetimi için de kullanılabilir.

Çünkü, yukarıdaki örneğimize göre, "çift atmayı" *"a"* ve "saymadığımız altı-atışları" *"b"* ile gösterdiğimizde, bu altı-atışları dikkate almayarak, çift atma olasılığının hesaplanması, kuşkusuz *p(a,b)*'nin hesaplanmasıyla; yani verilmiş *b*'deki *a* olasılı-

ğını bulmayla ya da *b* altında bir *a* bulma olasılığıyla eşdeğerdir.

Bu durumda hesaplama aşağıdaki gibi yürütülür: *"p(2)+p(4)"* yerine, daha genel olarak *"p(ab)"*; yani, altı-atışı olmayan bir çift atışın olasılığını yazabiliriz. Ve *"p(1)+p(2)+...+p(5)"* ya da –aynı anlama gelen– *"1-p(6)"* yerine, *"p(b)"*; yani, altı yerine başka bir sayı atma olasılığını yazabiliriz. Bu hesaplamaların çok genel hesaplamalar olduğu açıktır ve $p(b)\neq 0$ koşulunu ileri sürdüğümüzde, şu formülü elde ederiz:

(1) $$p(a,b)=p(ab)/p(b)$$

ya da şu formüle:

(2) $$p(ab)=p(a,b)p(b)$$

(Bu formül diğerinden daha geneldir; çünkü $p(b)=0$ olduğunda da anlamlıdır.)

Formül (1), *göreli olasılığın tanımı* olarak algılanabilir.

Formül (2) ise, bir *ab* bileşiminin mutlak olasılığının *genel çarpım teoremidir.*

"b" yerine *"bc"* yerleştirmekle (2)'den şunu elde ederiz[1]:

$$p(abc)=p(a,bc)p(bc)$$

ve (2)'nin *p(bc)*'ye uygulanmasıyla:

$$p(abc)=p(a,bc)p(b,c)p(c)$$

ye; ya da $p(c)\neq 0$'i öngördüğümüzde:

$$p(abc)/p(c)=p(a,bc)p(b,c)$$

ye ulaşırız. Bu formül (1)'den dolayı aşağıdaki formülle aynıdır:

(3) $$p(ab,c)=p(a,bc)p(b,c)$$

[1] Burada, *"bc"*'nin önüne ve sonuna parantez koymadım; çünkü benim için önemli olan biçimsellik değil bulgusal boyuttur; ayrıca ortaklaştırma yasasıyla ilgili sorunlar bundan sonraki iki ekte ayrıntılı bir biçimde işlenecektir.

Bu formül, bir *ab* bileşiminin *göreli* olasılığının genel çarpım teoremidir.

(7) Burada sözü edilen türetim kolayca biçimselleştirilebilir. Biçimselleştirilen tanıt, bir tanımdan değil, belitler dizgesinden hareket edecektir. Bu durum aslında bizim, bulgusal olarak klasik tanımı, ağırlıklı olabilirlikleri –bunlar da zaten olasılıklardır– klasik *tanımlamaya* yerleştirmek amacıyla kullanmamızın bir sonucudur. Bu uygulamanın sonucu, artık tam bir tanım olarak düşünelemez: Uygulamayla daha çok, *olasılıklar arasında ilişkiler kurulmaktadır*; bu nedenle de bizi, bir belitler dizgesinin oluşturulmasına götürmektedir. Türetimimizi –bu ortaklaştırma yasasını ve toplama yasasını örtük olarak kullanmaktadır– biçimselleştirmek istediğimizde, sözü edilen işlemler için belitler dizgesinde kurallar getirmeliyiz. Bununla ilgili bir örnek, ek *II'de, mutlak olasılıklar için getirdiğimiz belitler dizgesidir.

Türettiğimiz (3). formülü böyle biçimselleştirdiğimizde, bulgusal türetimimizde de açıkça görüldüğü gibi, (3)'ü koşullanmış biçimde –"eğer $p(bc) \neq 0$ ise"– elde ederiz.

Gerçi, içinde $p(a,b)$'nin, $p(b)=0$ olsa bile, genel olarak anlamlı olduğu bir belitler dizgesini yapılandırabilirsek, formül (3), bu koşul olmaksızın da anlamlı olabilir. Bu tür bir kuramla (3). formülü burada açıklanan biçimde türetemeyeceğimiz açıktır. Bunun yerine (3)'ün kendisini bir belit olarak kabul edebilir ve var olan türetimi (bununla birlikte bkz. eski ek II, formül(1)), belitin yerleştirilmesi için bulgusal kanıtlama olarak değerlendirebiliriz. Böylece bir sonraki ekte (ek *IV) betimlenen dizgeyi elde ederiz.

*IV. OLASILIĞIN BİÇİMSEL KURAMI

"*p(a,b)=r*" gibi bir olasılık önermesinin değişik şekillerde yorumlanabileceği gerçeğinden yola çıkarak, özel yorumlardan hiçbirine bağlanmayacağımız, pek çok biçimde yorumlanmaya elverişli ("*a*", "*b*",... ile gösterilmiş) "elemanları" olan, salt "biçimsel" ("soyut", "özerk") bir dizge oluşturmak, bana denemeye değer gelmişti. Böyle biçimsel bir belitler dizgesini, ilk kez 1938 yılında *Mind*'daki (burada *II. Ekte yeniden basılan) bir çalışmamda önermiştim. O zamandan beri de basitleştirilmiş birçok dizge oluşturdum[1].

Bu tür bir kuramın, diğerlerinden ayrıldığı temel üç özelliği

1 Bkz. *Brit. Journ. Phil. of Science* 6, 1955, s. 53 ve 57vd. ve *British Philosophy in the Mid-Century*, yayımcı C. A. Mace, 1956'daki, "Philosophy of Science: A Personal Report" adlı çalışmamın Ekinde yer alan ilk dipnot. (Bkz. Yeni Ek *II, 363. sayfadaki dipnot.) Burada söz edilen dizgeler, gerçi yukarıda açıklanan anlamda "biçimsel", "soyut" ya da "özerktir"; ama tam bir "biçimselleştirme", yine de dizgemizin matematiksel "formülleştirimini" gerektirmektedir. (Tarski'nin "elemanter cebiri" yeterli olacaktır). Tarski'nin elemanter cebirinden ve (s. 393'teki) A, B ve C formüllerinden oluşan bir dizge için karar verilebilecek bir yöntemin olup olmayacağı sorusu belki yöneltilebilir. Buna vereceğim yanıt, hayır olacaktır. Çünkü, dizgemize S'de kaç tane a, b... elemanının yer alacağını belirleyen formüllere kuşkusuz yer verebiliriz. Buna göre, dizgemizde şöyle bir kanıtsav yer almaktadır:
S'de, $p(a,\bar{a}) \neq p(\bar{a},a)$ biçiminde bir a elemanı vardır.
Şimdi de buna ekleme yapabiliriz:
(0) S'deki her a elemanı için $p(a,\bar{a}) \neq p(\bar{a},a)$ geçerlidir.
Ama, bu formül dizgemize eklendiğinde, S'de tam iki elemanın yer aldığı tanıtlanabilir. Fakat belitlerimizin çelişmezliğini tanıtladığımız ağağıdaki örnekler, S'de sonsuz sayıda elemanın yer alabileceğini göstermektedir. Bu, (0) ve S'deki elemanların sayısını belirleyen benzer tüm formüllerin, aynı zamanda bu formüllerin değillemelerinin de türetilemez olduğunu ortaya koymaktadır. Bu nedenle de dizgemiz tam değildir.

vardır: Bu kuram, (I) *biçimseldir*; yani özel bir yorum gerektirmez; ama bilinen tüm yorumlara açıktır; (II) *özerktir*; yani olasılıklara ilişkin vargıların, yalnızca olasılık öncüllerinden türetilebilir olduğu; başka bir deyişle, olasılıklar hesabının, olasılıkları başka olasılıklara dönüştüren bir yöntem olduğu ilkesine uymaktadır; (III) *bakışımlıdır*; yani şu geçerlidir: bir $p(a,b)$ olasılığının –yani b'nin a'ya bağlı olarak aldığı olasılığın– geçtiği tüm durumlarda, b'nin mutlak olasılığı $-p(b)-$ sıfıra eşit; yani $p(b)=p(b,a\bar{a})=0$ olsa da, bir $p(a,b)$ olasılığı da vardır.

Bu alandaki bazı çalışmalarımı hesaba katmadığımızda, şimdiye dek böyle bir kuramın oluşturulmadığı anlaşılmaktadır. Gerçi, başka bazı yazarlar –örneğin Kolmogoroff–, "soyut" ya da "biçimsel" bir kuram oluşturmak istemiş; fakat bunu gerçekleştirirken, her zaman özelliği daha fazla ya da az olan bir *yorumu* benimsemişlerdir. Örneğin,

$$p(a,b)=r$$

gibi bir eşitlikte, a ve b "elemanlarının", *önermeler* ya da önermelerin *tümdengelimli dizgeleri*; *kümeler* ya da *özellikler* veya şeylerin *kümeleri* (sınıfları ya da toplamları) olduğunu varsaymışlardır.

Kolmogoroff görüşlerini[2]: "Olasılık kuramı, matematiksel bir disiplin olarak, aynı geometri ya da cebirde olduğu gibi belitselleştirilmelidir ve belitselleştirilebilir" şeklinde ifade etmekte; ve savında, Hilbert'in *Grundlagen der Geometrie* yapıtındaki "geometrik temel kavramların kullanımına" ve benzeri soyut dizgelere işaret etmektedir.

Yine de Kolmogoroff, *"p(a,b)"* formülünde –onun simgeleri yerine kendiminkileri kullanıyorum– a ve b'nin *kümeler* olduğunu varsaymıştır; böyle yapmakla, a ve b'nin önermeler (ya da "ifadeler") olduğunu ileri süren mantıksal yorumu dışarıda bırakmıştır. Öte yandan, "Bu kümenin elemanlarının ne olduğu ... hiç önemli değildir..." şeklinde yazmakla, aslında doğru bir yere işaret etmektedir. Fakat bu, yapılandırmaya çalıştığı kuramın belitsel karakterini, kesin olarak ortaya koymaya yeterli değildir; çünkü bazı yorumlarda, a ve b'nin *elemanları* ya da bu tür ele-

[2] Tüm alıntılar, KOLMOGOROFF'un *Grundbegriffe der Wahrscheinlichkeitsrechnung* (s. 1, Berlin 1933)'da yer almaktadır.

manlara benzer başka öğeleri *yoktur*.

Tüm bunlar, belitler dizgesinin yapılandırılmasında ciddi sonuçlar doğurmaktadır.

a ve *b* elemanlarını, önermeler (ifadeler, savlar) olarak yorumlayan biri, kolayca anlaşılacağı gibi, önermelerarası bağlantıyı düzenleyen kalkülün (önermeler kalkülünün), bu elemanlar için geçerli olduğunu kabul eder. Benzer şekilde Kolmogoroff da, *kümelerin* toplama, çarpma ve tümleme işlemlerinin, bu elemanlar için geçerli olduğunu varsaymaktadır; çünkü bu elemanları kümeler olarak yorumlamaktadır.

Daha somut olmak gerekirse; her zaman (ve genelde de sessiz olarak) ortaklaştırma yasası,

(a) $$(ab)c=a(bc)$$

veya yer değiştirme yasası,

(b) $$ab=ba$$

ya da denkgüçlülük yasası ("Boole yasası")

(c) $$a=aa$$

gibi cebirsel yasaların, dizgenin elemanları; yani $p(.,..)$ fonksiyonunun savları için geçerli olduğu öngörülmektedir.

İşte böyle sessizce ya da tartışılarak kabul edilen bu öngörüyle, artık göreli olasılık için belirli sayıda belit ya da koyut saptanır. Diğer bir deyişle,

$p(a,b)$ için;

yani *b* ile ilgili bildiklerimize dayanarak *a*'nın olasılığı; ya da aynı şekilde,

$p(a)$

mutlak olasılığı için; yani eşsözel bilgiler verilmemiş ya da yalnızca eşsözel bilgiler verilmişse, *a*'nın olasılığı için koyutlar veya belitler saptanır.

Gerçi bu yolu izlediğimizde de, göreli *p(a,b)* olasılığı için kabul edilen belitlerin ya da koyutların, *elemanlar için, tüm Boole cebiri yasalarının geçerliğini* sağladığı şaşırtıcı ve çok önemli gerçeği saklı kalmaktadır. Böylece, örneğin ortaklaştırma yasasının bir biçimi aşağıdaki iki formülden çıkar (bkz. Ek *III):

(d) $p(ab) = p(a,b)p(b)$

(e) $p(ab,c) = p(a,bc)p(b,c);$

bu formüllerden ilki (d), aynı zamanda

(d') *eğer* $p(b) \neq 0$ *ise, bu durumda* $p(a,b) = p(ab)/p(b);$

mutlak olasılığa bağlı olarak göreli olasılık tanımının bir biçimini verirken, ikincisi; yani göreli olasılıkların formülü, "genel çarpım teoremi" olarak herkesçe bilinmektedir.

Bu iki formülden (d ve e), (eşit *olasılıkların* değiştirimleri dışında) başka bir öngörüye gerek duyulmaksızın, ortaklaştırma yasasının aşağıdaki biçimi çıkar:

(f) $p((ab)c) = p(a(bc)).$

Ama (f), olasılık hesabı geliştirilmeye başlanmadan önce, (a) cebirsel özdeşliğin –ortaklaştırma yasasının– *öngörülmesiyle* benimsenirse, bu ilginç gerçek[3] fark edilmez. Çünkü,

(a) $(ab)c = a(bc)$'yi

$$p(x) = p(x)$$

özdeşliğine yerleştirmekle, (f)'yi elde ederiz.

[3] Türetim şöyledir:

(1)	p((ab)c) = p(ab,c)p(c)	d
(2)	p((ab)c) = p(a,bc)p(b,c)p(c)	1,e
(3)	p(a(bc)) = p(a,bc)p(bc)	d
(4)	p(a(bc)) = p(a,bc)p(b,c)p(c)	3,d
(5)	p((ab)c) = p(a(bc))	2,4

Böylece de (f)'nin (d)'den ve (e)'den türetilebilirliği gözden kaçırılmaktadır. Diğer bir deyişle; (d) ve (e)'yi içeren veya koşullayan bir belitsel dizgeyle çalıştığımızda, a'nın tamamen gereksiz olduğu ve (a)'nın (d)'ye ve (e)'ye eklenmesiyle *hangi bağıntıların, belitlerimizi ya da koyutlarımızı örtük olarak içerdiğini* saptama olanağından uzaklaştığımız gerçeği dikkate alınmamaktadır. Oysa belitsel yöntemlerin esas amaçlarından biri bu bağıntıları saptamaktır.

Bununla birlikte (d) ve (e)'nin aslında (f)'yi; yani mutlak olasılıklarla formüle edilmiş denklemi kapsadığı; ama tek başlarına (g) ve (h)'nin türetimine yetmedikleri gözden kaçırılmıştır; (g) ve (h), göreli olasılıklarla formüle edilmiş eşitliklerdir:

(g) $p((ab)c,d) = p(a(bc),d)$
(h) $p(a,(bc)d) = p(a,b(cd))$.

Formüllerin türetiminde (bkz. Ek *V'teki (41)'den (62)'ye kadar olan yasalar), (d) ve (e)'den daha gerekli olan, belitsel açıdan fazlasıyla önemli başka formüllere gereksinim duyulur.

Bu örneği, Kolmogoroff'un programını sonuçlandırmadığını göstermek için verdim. Aynı şey, bildiğim diğer tüm dizgeler için de geçerlidir. Olasılıklar için ortaya koyduğum, koyutlardan oluşan dizgelerde ise, Boole cebirinin tüm kanıtsavları tümdengelimsel yolla çıkarılabilmekte ve Boole cebiri kuşkusuz kümeler cebiri ya da yüklemler veya önermeler cebiri vb. biçimde yorumlanabilmektedir.

Büyük bir önem taşıyan diğer bir nokta da dizgenin "bakışımlılığı" sorunudur. Yukarıda değinildiği gibi, (d'), mutlak olasılık yardımıyla göreli olasılığın bir tanımını olanaklı kılmaktadır:

(d') *eğer* $p(b) \neq 0$ *ise,* bu durumda $p(a,b) = p(ab)/p(b)$'dir.

Buradaki *"eğer* $(b) \neq 0$*"* öncülü kaçınılmazdır, çünkü 0'a bölünme, *tanımlanmış bir işlem değildir.* Buna göre, dizgelerdeki göreli olasılıkla ilgili pek çok formül alışılmış dizgelerde yalnızca (d') gibi *koşullu önermeler* biçiminde ileri sürülebilir. Örneğin çoğu dizgede, (g) geçersizdir ve çok daha zayıf (g^-) koşullusuyla yer değiştirmek zorundadır:

(g⁻) *eğer p(d) ≠ 0 ise, bu durumda p((ab)c,d) = p(a(bc),d)*'dir;

ve (h)'nın önüne de bir koşul konulmalıdır.

Bu durum, (Jeffreys ve G. H. von Wright gibi) bazı yazarlar tarafından göz ardı edilmiştir. (Örneğin Wright *b≠0* biçimindeki koşulları kabul etmişti; ancak dizgesi, "süreklilik beliti" içerdiğinden, *p(b)≠0* koşulu sağlanmamıştır.) Bu nedenle, sözü edilen yazarların dizgeleri zaman zaman düzeltilebilse de, şimdiki biçimleriyle çelişkilerle doludur. (Kitabımın İngilizceye çevrilmesinden bu yana, Jeffreys gerekli düzeltmelerin *bir bölümünü* yapmıştır; bkz. *V. Ek'teki 3. dipnot). Öte yandan, başka yazarlar bu durumun farkına varmış ve konuyu dikkate almıştır. Fakat dizgeleri (en azından benimkilerle karşılaştırıldığında) mantıksal açıdan çok zayıftır: Dizgelerinde

$$p(a,b) = r\text{'nin}$$

anlamlı bir formül olduğu, ama aynı zamanda aynı öğeleri içermesine rağmen,

$$p(b,a) = r\text{'nin}$$

anlamlı olmadığı; yani formülün kurallara uygun olarak tanımlanmadığı ve hiçbir şekilde tanımlanamayacağı görülebilir; çünkü *p(a)=0*'dır.

Bu tür bir dizge yalnızca zayıf olmakla kalmayıp, aynı zamanda dikkate değer amaçlar için de *yeterli değildir*; örneğin mutlak olasılıkları sıfır olan önermelerde, doğru biçimde kullanılamaz; oysa bu kullanım çok önemlidir: örneğin evrensel yasaların olasılıkları, bizim de burada geçici olarak kabul etmek istediğimiz gibi, sıfırdır (bkz. *VII., *VIII. ve *XVI. Ekler). *s*'nin *t*'den türetilebildiği evrensel iki kuramı, *s* ve *t*'yi, ele aldığımızda,

$$p(s,t) = 1$$

olduğunu ileri süreriz.

Ama $p(t)=0$ olduğunda, olasılık kuramının alışılmış dizgelerinde bunu ileri süremeyiz. Benzer nedenlerden dolayı, *e*'nin, *t* kuramını destekleyen bir delil olduğu

$$p(e,t)$$

ifadesi tanımlanamaz olarak kalır. Oysa bu anlatım çok önemlidir (Burada kastedilen, Fisher'in "likelihood"u; yani gerçeğin saptanması sonucunda, *t* kuramının göreli "olabilirliği" ya da "inandırıcılığıdır". Ayrıca bkz. *IX. ve *XVIII. Ekler.)

Demek ki, ikinci savların sıfır mutlak olasılığıyla kullanılabileceği olasılıklar hesabına gereksinim duyulur. Bu tür bir işlem, örneğin kuramı sağlamaya yönelik ciddi her tartışmada gereklidir.

Bu nedenle, uzun yıllar boyunca, göreli olasılıklar hesabı için

$$p(a,b) = r\text{'nin}$$

her durumda anlamlı; yani doğru ya da yanlış olan bir formül ("well-formed formula"); aynı zamanda $p(a)=0$ olduğunda bile

$$p(b,a) = r\text{'nin}$$

anlamlı olduğu bir formülü yapılandırmaya çalıştım. Bu tür bir dizge "bakışımlı" olarak nitelenebilir. Bu biçimdeki ilk dizgeyi 1955[4] yılında yayımladım. Bu bakışımlı dizge, umduğumdan da basitti. Gerçi o zamanlar, beni daha çok bu tür dizgelerde yer alması gereken özgün özellikler; yani şu tür olgular ilgilendiriyordu: Doyurucu her bakışımlı dizgede aşağıdakilere benzeyen kurallar geçerlidir:

$$p(a,b\bar{b}) = 1$$

Eğer $p(\bar{b}, b) \neq 0$ *ise, bu durumda* $p(a,b) = 1$'dir.

Eğer $p(a,\overline{ab}) \neq 0$ *ise, bu durumda* $p(a,b) = 1$'dir.

[4] *British Journal for the Philosophy of Science* 6, 1955; bkz. 363. sayfadaki dipnot.

Bu formüller, alışılmış dizgelerde ya geçersizdir ya da –bu, ikinci ve üçüncü formüller için geçerlidir– öncülün geçersizliği nedeniyle geçerlidir ("boş tutarlı", vacuously satisfied); çünkü her ikisi de, mutlak olasılığı sıfır olan ikinci savları şart koşmaktadır. Bu nedenle, o zamanlar, bu yapıdaki formüllerin belitlerimde yer alması gerektiğine inanıyordum. Ama daha sonraları, getirdiğim belitler dizgesinin basitleştirilebileceğini anladım ve basitleştirme sürecinde, tüm bu sıradışı formüllerin tamamen "normal" görünen formüllerden türetilebileceğini keşfettim. Bu biçimde oluşan basitleştirilmiş dizgeyi ilk kez "*Philosophy of Science: A Personal Report*"[5] adlı makalemde yayımladım. Bu makale, önceki Ekte ayrıntılı biçimde sunulan, beş belitten oluşmuş aynı dizgeyi konu etmektedir.

Dizge, şaşırtıcı biçimde basit ve sezgiseldir; mantıksal tutarlılığı bakımından da diğer tüm dizgelerden üstündür. Bunun da asıl nedeni, biri (belit C) dışında tüm formüllerde, "Eğer $p(b)=1$ ise, bu durumda ..." gibi koşulları kullanmayışımdır. (Yerleşmiş dizgelerde bu koşullar ya yer almakta ya da onlara zorunlu olarak yer verilmektedir; aksi durumda tutarsızlıklar görülecektir.

Bu Ekte, önce belitler dizgesini açıklamak; dizgenin çelişmezliğine ve bağımsızlığına ilişkin tanıtlar vermek, sonra da dizgeye dayanan birkaç tanım geliştirmek istiyorum. Bunlar arasında Borel alanına dayanan tanımlar da vardır.

İlk olarak yalnızca belitler dizgesini ele alalım:

Koyutlarımızda *tanımlanmamış* dört *kavram* ortaya çıkar: (I) bireysel alan ya da izin verilen elemanların dizgesi olarak *S*; *S'nin elemanları* italik basılmış küçük harflerle ("*a*", "*b*", "*c*" vb.) gösterilmektedir; (II) Bu elemanların "$p(a,b)$"; yani *a*'nın *b*'ye bağlı olarak olasılığı vb. biçimde gösterilen ikili sayısal bir fonksiyonu; (III) "*ab*" ile gösterilen; *a* ve *b*'nin bileşimi (veya tümel evetlemesi) olarak adlandırılan elemanlarla ilgili ikili bir işlem; (IV) "ā" olarak tanımlanan *a* elemanının tümleyeni.

Tanımlanmamış bu dört kavrama, isteğe göre, tanımlanmış

[5] *British Philosophy in the Mid-Century*. Yayımcı C. A. Mace, 1956, s. 191. Orada verilen altı belit, Ekte gösterilen B1, C, B2, A3, A2 ve A1 belitleridir. Söz konusu belitler orada B1, B2, B3, C1, D1 ve E1 biçiminde sıralanmıştır.

ya da tanımlanmamış olarak kullanılabilecek bir beşincisini ekleyebiliriz. Bu da "*a*'nın mutlak olasılığı", "*p(a)*"dır.

Tanımlanmamış bu kavramların her biri, bir *koyut* aracılığıyla kullanıma sokulur. Bu koyutların sezgisel olarak kavranmasında, *S*'nin tüm *a* ve *b* elemanları için, *V. Ekteki 23. formülde de gösterildiği gibi, $p(a,a)=1=p(b,b)$ formülünün geçerli olduğunu sürekli bellekte tutmayı öneriyorum.

Koyut 1. *S*'deki elemanların sayısı en fazla sonsuz sayıdadır.

Koyut 2. Eğer *S*'de *a* ve *b* yer alıyorsa, bu durumda $p(a,b)$ reel bir sayıdır ve aşağıdaki belitler geçerlidir:

A1 *S*'de, $p(a,a) \neq p(a,b)$ biçimindeki *a* ve *b* elemanları vardır. (Var olma)

A2 Eğer $p(a,b) \neq p(a,c)$ ise, bu durumda *S*'de $p(b,d) \neq p(c,d)$[5a] türünde bir *d* vardır. (Değiştirim yapabilme)

A3 $p(a,a) \leq p(b,b)$ (Yansımalı bağıntı)

Koyut 3. Eğer *a* ve *b* *S*'de yer alıyorsa, bu durumda *ab* de *S*'de yer alır; ve ayrıca, *S*'de *c* (ve bundan dolayı da *bc*) yer alıyorsa, bu durumda aşağıdaki belitler geçerlidir.

B1 $p(ab,c) \leq p(a,c)$ (Yeknesaklık)

B2 $p(ab,c) = p(a,bc)p(b,c)$ (Çarpım)

Koyut 4. Eğer *a* *S*'de yer alıyorsa, bu durumda ā da *S*'dedir; ve ayrıca, *b* de *S*'de ise, bu durumda aşağıdaki belit geçerlidir:

C1 Eğer *S*'deki her *c* için $p(b,b) = p(c,b)$ geçerli değilse, $p(a,b)+p(\bar{a},b) = p(b,b)$'dir (Tümleme)

Böylece "elemanter" dizge tamamlanmıştır ("elemanter"

[5a] Kitabımın 2. ve 3. baskılarında A2'yi farklı ama temelde eşdeğer biçimde yazmıştım. Bkz. 408. ve 417. sayfalardaki dipnotlar; ayrıca 407. sayfadaki *Ekleme*.

sözcüğünü, Borel'in alanlarında geliştirdiği dizgeye karşıt olarak kullanıyorum). Önceden de söylendiği gibi, burada *mutlak olasılık tanımını*, beşinci; yani "AP koyutu" olarak adlandırılan koyut olarak ekleyebilir ya da istersek bu formülü koyut olarak değil de, belirtik tanım olarak düşünebiliriz[6].

AP koyutu. Eğer *a* ve *b*, *S*'de ise ve *S*'deki her *c* için $p(b,c) \geq p(c,b)$ ise, bu durumda $p(a) = p(a,b)$'dir.

(mutlak olasılığın tanımı)

Aşağıda, burada verilen, beş koyuttan ve altı belitten oluşan dizgelerin *çelişmez* ve *bağımsız* olduğunu göstereceğiz.

Elemanter koyutlardan oluşan bu dizge hakkındaki birkaç genel açıklama da burada anlam kazanacaktır.

Dizge, *koyutların* tikel (varlıksal) önermeleri dışında altı *belit* içermektedir – A1, A2, A3, B1, B2, C1. İşte bu altı belit, buradaki tartışmayla ilşkili olarak büyük önem taşır; çünkü farklı biçimlerde değiştirilebilir ve düzenlenebilirler. Kanıtsavların türetimlerinde de özellikle onlara dayanılır (bkz. Ek *V). Koyutların (tikel önerme içeren) kalan bölümleri (371. sayfadaki 1. dipnotta yer alan çalışmalarda da açıklandığı gibi) örtük olarak tanıtlanmış kabul edilebilir. Burada söylenenlerin ve aşağıda söyleneceklerin daha iyi kavranması için, okuyucuya, dizgenin gerçek işlevini özümsemede yardımcı olacak *V. Ek'teki türetimleri incelemesi önerilmektedir.

Altı belitten oluşan bu dizge, ilk bakışta da görüleceği gibi, Boole cebirinden bağımsızdır; yani belitlerin hiçbiri, Boole özdeşliklerinden türetilemez[7]. Ama dizge, yalnızca bu yönüyle de-

6 AP, $p(b)=1 \rightarrow p(a,b)=p(a)$'ya dayanmaktadır; bkz. s. 384, dipnottaki (7). formül.

7 B1 yeknesaklık belitini, benim A4′ ve B1′ olarak adlandırdığım iki belite ayrıştırmakla, belitler dizgesine başka bir seçenek oluşturabiliriz:

A4′ $p(a,b) \geq 0$

B1′ Eğer $p(ab,c) \leq p(a,c)$ ise, bu durumda $p(ab,c) \leq p(b,c)$'dir.

Koyutlar ve diğer belitler, oldukları gibi kalabilir; ama A3 veya C1 belitleri ya da her ikisi yerine A3′ ve C1′ belitlerini getirebiliriz:

A3′ $p(a,a)=1$

C1′ Eğer $p(a,b) \neq 1$ ise, bu durumda $p(c,b)+p(\bar{c},b)=1$.

B1 belitinin, A4′ ve B1′ biçiminde ayrıştırılması, buradaki bağlamda isteğe bağlıdır;

ğil, aşağıda "özerk bağımsız" anlatımıyla gösterdiğimiz, daha da önemli bir yönüyle Boole cebirinden bağımsızdır. Bunu, şöyle de açıklayabiliriz: Boole cebirinin tüm yasalarını ve (*) formülünü katsak dahi (bkz. s. 417, D1), belitlerin hiçbiri kalan belitlerden türetilemez.

(*) ancak ve ancak, S'deki her c için $p(a,c) = p(b,c)$ ise, $a = b$'dir.

Burada "$a=b$", a ve b öğelerinin Boole özdeşliğini veya Boole eşdeğerliğini ifade eder.

(*)'in ya da daha zayıf formül olan

(*⁻) eğer $a = b$ ise, bu durumda $p(a,c) = p(b,c)$'nin

amacı, bu bağlamda, aynı Boole öğesine işaret etmesi koşuluyla, bize her $p(\ ,\ )$-ifadesinin *ilk* savındaki herhangi bir öğe adı yeri-

çünkü B1', sezgisel açıdan ve dizgenin içeriği bakımından, Boole'un yer değiştirme yasası (b)'ye bağımlı değildir.

(b) ab=ba.

Çünkü, (b) de doğrudan B1'nü içermese de, bu, diğer belitlerin geçerliliği durumunda yine geçerlidir. Bunun da nedeni, söz konusu belitlerin geçerli olma durumunda B1'nün mantıksal gücünün tamamına değil, bunun yerine B1"nün vargısına gerek duymamızdır:

B1' her a,b ve e için p(ab,c) ≤ p(a,e) ise, p(ab,c)≤ p(b,c)'dir.

Bu formül (b)'den doğrudan değiştirimle çıkar.

A3 ve C1 yerine A3' ve C1'nü yerleştirdiğimizde, dizgemiz daha çok alışılmış diğer dizgelere benzeyecek, ama gereksiz bir biçimde güçlü olacak ve A3' ve C1'nün, belirtik olarak 1 ya da 0 gibi sabit sayılara dayanmayan bir dizgeden türetilebileceği gerçeği saklı kalacaktır. (A3' ve C1'nün türetilmeleriyle ilgili olarak bkz. Ek*V, formül 23.)

Burada ve metinde betimlenen dizge içersinde A4' ve B1' belitlerinin tümel-evetlemesi yerine B1 kullanılabilir; ya da tersi. Aşağıda vereceğim bağımsızlık tanıtlamaları, buradaki dizgeye de uygulanabilmektedir.

Dizgede, A3 ya da A3', veya C1 ya da C1' ve B2 belitlerinin yer alması durumunda B1'in, A4' ve B1' belitlerinden türetimi aşağıdaki gibidir:

(1)	$0 \le p(a,b) \le p(a,a)$	A4',C1 ya da C1', A3 ya da A3'
(2)	$p(a,a) \ge p((aa)a,a) = p(aa,aa)\ p(a,a) = p(a,a)^2$	1, A3', B2; A3 ya da A3'
(3)	$0 \le p(a,b) \le p(a,a) \le 1$	1, 2
(4)	$p(ba,c) \le p(a,c)$	B2, 3

Şimdi burada (iki biçiminden herhangi birini alarak) B1'nü kullanalım:

(5)	$p(ab,c) \le p(a,c)$	4, B1'

A4' ve B1"nün B1'den türetimiyle ilgili olarak bkz. Ek *V.

ne, diğer bir öğe adını yerleştirme olanağını sağlamasıdır. Böylece (*) ya da (*¯), *p(,)*-ifadeleriyle, denklemlerin dönüştürümlerinden oluşmuş çok sayıda denklemin türetimini olanaklı kılar.

Özerk bağımsızlıktan kastedilen, dizgedeki her bir belitin bağımsız olmasıdır. Bu bağımsızlık, yalnızca diğer tüm belitlerden bağımsız olmayı değil, aynı zamanda Boole cebirinin (*) ya da (*¯) formülleriyle birlikte bize kazandırdığı denklemler ve dönüştürümlerle *güçlendirilmiş* belitlerin tümünden bağımsız olmayı içermektedir.

Buna göre, özerk bağımsızlık anlatımının önemi şurada yatmaktadır: Eğer bir dizge özerk bağımsızsa, bu durumda her belit, yalnızca olasılıkların *metrik* kuramına değil, *–tüm* belitlerin verilmesi durumunda– dizgenin öğeleri için geçerliliği *tanıtlanabilir* olacak Boole cebirinin kurallarına da önemli bir katkı getirecektir.

Şimdi de tek tek koyutlar ve belitler hakkında birkaç noktaya dikkat çekmek istiyorum.

Yalnızca *elemanter* kurama ait olan koyut 1 çok da gerekli değildir. Çünkü, söz konusu koyutun bağımsızlığını tanıtlamak için, sayılamayan bir *S* dizgesi oluşturabiliriz. (Eğer *S*'yi, [0,1) birim aralığının yarı açık [x,y) altaralığının sonlu tüm toplamların kümesi olarak yorumlarsak, diğer tüm koyutlar doyurulmuş olur; burada *x* ve *y* rasyonel değil de reel sayılar olarak ele alınmalıdır. Bu durumda *p(a)*'yı bu aralığın uzunluğu olarak yorumlayabilir; *p(b)≠0* koşulunda, *p(a,b)*'yi *p(ab)/p(a)* ile aynı, *b=0* koşulunda ise, 1'e eşit; bunun dışında, yalnızca tek bir sınır-değerin var olması koşulunda da, *lim p(ab)/p(b)* olarak gösterebiliriz.) O halde koyut 1 yalnızca *elemanter* dizgeleri karakterize edebilmek için işimize yarar: Bu tür bir koyut sıkça, Boole cebirinin ya da önermeler mantığının belitsel ele alınışında benimsenir; zaten ileride de *elemanter* kuramdaki *S*'nin (sayılabilir) bir Boole cebiri olduğunu göstermek istiyoruz. (Diğer bir örnek, Ek *VI'da, 15. maddede yer almaktadır).

Koyut 2'de A1, *tüm olasılıkların eşit olmadığını* (daha doğrusu, 0'a ya da 1'e eşit olmadıklarını) kesinleştirmek için gereklidir. Dizgede eşit olmayan olasılıklardaki öğelerin yer almaları

gerektiğini birçok biçimde formüle edebiliriz. Bu bağlamda, koşullu C1 beliti yerine buna eşdeğer bir belitin, tüm olasılıkların sıfıra eşit olmadığı koşulunu karşılayabileceğini de vurgulamakta yarar görüyorum. Bu durumda A1'i zayıflatabilir ve yerine,

A1⁻ eğer S'deki her c ve d için $p(c,d) = p(d,c)$ ise, bu durumda $p(a,b) = 0$

formülünü yerleştirebiliriz. Bu formül (modus tollens yardımıyla) türetilmiş vardır savını ortaya koymaktadır.

A2'nin asıl amacı, Boole eşdeğerliliklerinin, eğer $p(\ ,\ )$'nin ilk savı için kanıtlanmışlarsa, ikinci sava uyarlanmasını sağlamaktır. A2 olmaksızın da, örneğin *yer değiştirme* yasasını aşağıdaki biçimde tanıtlayabiliriz:

$$p(ab,c) = p(ba,c).$$

A2'nin uygulanmasıyla da hemen

B3 $p(a,bc) = p(a,cb)$'yi

elde ederiz. B3'ün, *koşullu* olarak –örneğin "eğer ne $p(b,c)=0$ ne de $p(c,b)=0$ ise" biçimindeki önbileşenle– A2 olmaksızın da tanıtlanabilir olduğu görülmektedir; ama koşullu olmayan sonuç için A2 ya da eşdeğer herhangi başka bir belit gereklidir ("eşdeğer" kavramı, diğer belitlerin geçerliliği durumunda, belitin A2'den tümdengelimsel olarak çıkanlabilmesi anlamında kullanılmıştır).

Aslında B3, A2'nin yerine geçebilecek eşdeğer formüllerden biridir; ama tek engeli, *ab* bileşimini gerektirmesidir. Eşdeğer formüller arasında özellikle dikkat çeken, aşağıdaki daha güçlü $A2^+$ formülüdür ("daha güçlüdür"; çünkü A2'nin $A2^+$'dan türetimi için yalnızca A3 gerekiyorken, $A2^+$'nın A2'den türetimi için hemen hemen tüm diğer belitlere gerek duyulur; ayrıca c'nin S'de yer aldığı kabul edilmektedir)[8]:

8 A2'nin önbileşeni, A3'ten dolayı $A2^+$'nın önbileşenini de kapsadığından, $A2^+$,A2'den daha güçlüdür; çünkü salt biçimsel mantıkla,

$A2^+$ $p(a,a) = p(b,c) = p(c,b)$ ise, $p(a,b) = p(a,c)$'dir.

A2'nin (ya da $A2^+$'nın vb.) çok doğal biçimde (ve bazı durumlarda Varşova Okulu'nun "organik"i anlamında) A3'le veya B2 ya da PA'yla birleşebilmesi ilginçtir. A2'nin B3'le bağlantısı, öncelikle $A2^+$ aşağıdaki gibi yazılırsa çok kolay kurulabilir.

$p(a,a) = p(b,c) = p(c,b)$ ise, S'deki her d için $p(d,b) = p(d,c)$'dir;

sonra da, bu koşullu formül yerine, ona eşdeğer A2+3 formülü yerleştirilir:

A2+3 ancak ve ancak S'deki her d için $p(d,b) = p(d,c)$ ise, $p(a,a) = p(b,c) = p(c,b)$'dir. Bu formülden A3, b'nin c yerine geçmesiyle elde edilir.

A2'yi organik olarak B2 ile bağlamak için,

(1) ((x)p(b,x) = p(c,x)) → p(b,c) = p(c,c) & p(b,b) = p(c,b)'yi
ve A3'ün uygulanmasıyla da,
(2) ((x)p(b,x) = p(c,x)) → p(a,a) = p(b,c) = p(c,b)'yi (1),A3
elde ederiz.
(2)'nin vargısı aynı zamanda $A2^+$'nın önbileşeni olduğundan,
(3) ((x)p(b,x) = p(c,x))→ p(a,b) = p(a,c)'yi
elde ederiz. a'nın c yerine, c'nin x ve d'nin a yerine yerleştirilmesiyle de A2 türetilir. $A2^+$'nin A2'den türetimi için *V. Ek'teki 64, 63, 27 ve 70. formüllere gereksinim duyarız. (Bu formüller orada A2 ya da $A2^+$'ya başvurulmadan türetilmiştir.)
(4) p(b,c) = 1→ p($\bar{c}$,c) = p($\bar{b}$,c) = p(a$\bar{b}$,c) 64, 63, 27
(5) p(b,c) = 1 → p(ab,c) = p(a,c) (4),70
(6) p(b,c) = 1 → p(ab,c) = p(a,bc) B2
Bu, bize (5)'le birlikte fazlalık (veya dışarıda bırakma) ilkesinin, (7) ya da (8), bir türünü verir:
(7) p(b,c) = 1 (p(a,c) = p(a,bc) (5),(6)
(8) p(c,b) = 1 (p(a,b) = p(a,cb) (7)
B3'ün (7) ve (8)'e uygulanmasıyla,
(9) p(b,c) = p(c,b) = 1 → p(a,b) = p(a,c)'yi (7),(8)
elde ederiz; bu, p(a,a)=1'den dolayı aynı $A2^+$ gibidir. Böylelikle, B3'ten $A2^+$'yı türetmiş oluruz; ama B3, A2'den ve yer değiştirme yasasından; yani Ek *V'teki 40. formülden çıkarılır.
"d" imini, "S'deki her d için" anlamında kullanırsak, şunu yazabiliriz:
(10) p(a,a) = p(b,c) = p(c,b) → (d)p(d,b) = p(d,c) (9), A3
(10)'un vargısından, değiştirimle p(b,b)=p(b,c) ve p(c,b)=p(c,c) meydana gelir; böylece de A3 nedeniyle (10). formülü eşdeğerlilik olarak yazabiliriz.

BA2 S'deki her e için $p(bc,e) = p(d,e)$ koşulunda, $p(ab,c) = p(a,d)p(b,c)$

yazabiliriz. b'nin c yerine geçmesiyle, A2'ye fazlasıyla yaklaşan bir formül, ve d yerine bc'nin yerleştirilmesiyle de B2 formülünü elde ederiz. A2'de değil de, $A2^+$'nın bir türevinde kullanılan benzer bir formül de:

$BA2^+$ $p(a,a) = p(bc,d)$ ve $p(bc,c) = p(d,c)$ olduğunda, $p(ab,c) = p(a,d)p(b,c)$'dir.

İlk eşitlikte yer alan "bc" yerine "b"yi yerleştirdiğimizde, $BA2^+$ formülü yine doğru olur; çünkü tanıtlanabilir "$p(bc,c) = p(b,c)$" formülü geçerlidir; fakat bu formül, ancak $BA2^+$'nın yardımıyla tanıtlanabiliyor, bu nedenle de kullanımımıza hazır değilse, "bc" biçimiyle kullanılmalıdır.

A2 ya da $A2^+$'nın B2'yle farklı biçimlerde birleştirme yöntemlerinin yararlarından biri de şudur: Belitlerimizde, ikili "bc" bileşiminin $p(,)$'nin ikinci savında ortaya çıkmasını engelleyebiliriz. Böylece de, bileşimi yalnızca bir kez –*tek bir* belitte– yazma amacımıza bir adım daha yaklaşmış olur ve bu beliti de bileşimin tanımı olarak yorumlayabiliriz (aşağıya bakınız).

Ayrıca $A2^+$'yı AP koyutuyla da (yine "organik" olarak) bağlayabiliriz. Sonuç, AP^+ olarak adlandırılabilir:

AP^+ S'deki her e için $p(b,c) = p(c,b) = p(d,e)$ ise, $p(a) = p(a,b) - p(a,c) + p(a,d)$'dir.

"b"nin "c" yerine geçmesiyle, kuşkusuz AP'ye eşdeğer bir formül; ve AP'nin AP^+'ye uygulanmasıyla da, kolayca $A2^+$'yı elde ederiz.

Bu şekilde A2'yi, AP^+'da AP ile birleştirdiğimizde, AP^+ doğal olarak belitler dizgenin aralığını oluşturan bir bölüme dönüşecektir (oysa asıl dizgemizde AP'yi dışarıda bırakabiliyor, ve böylelikle de, bazı formüllerin kısaltılması dışında hiçbir kaybımız olmuyordu).

Burada betimlenen durumlardan birine başvurarak A2'yi –

ya da türevlerinden birini diğer belitlerimizden biriyle birleştirerek– dışarıda bıraktığımızda, elde edeceğimiz dizge, yalnızca yukarıda açıklanan anlamda "*özerk bağımsız*" değil, aynı zamanda –mantıksal açıdan daha güçlü– "*tamamamıyla metriksel*" bir dizge olacaktır: Bu biçimde adlandırdığım dizge, Boole cebirinin tüm bağımlılık etkisinden kurtulmuş bir dizgedir; ve hatta yukarıdaki formüle

(*¯) eğer $a=b$ ise, $p(a,c) = p(b,c)$'den

başka, eşdeğer öğe adlarını herhangi bir olasılıklar denkleminin *ikinci* savına da yerleştirebileceğimiz:

(*¯) eğer $a=b$ ise, $p(c,a) = p(c,b)$

formülünü eklediğimizde de bağımsız kalacaktır. Buna göre, tamamıyla metriksel bağımsızlık, (*¯) ve (*¯)'ı, aynı zamanda da Boole cebirinin tamamlanmış bir dizgesini diğer belitlere eklesek de, dizgedeki her belitin diğerlerinden bağımsız kaldığı anlamına gelir.

Sezgisel olarak bunun anlamı, tek tek her belitin, yalnızca (Boole cebirini, mantıksal dizge olarak yorumlayabileceğimiz anlamda) "mantıksal" değil, aynı zamanda da "metriksel" olan şeyleri bildirdiğidir; böylece *her* belit yardımıyla, olasılıkların ölçümü için kayda değer bir yasa oluşturulabilecektir. Burada ilginç olan, bağımsız özerk ve aynı zamanda tamamıyla metriksel –örneğin A2'yi dışarıda bırakıp AP^+'yı kabul eden– bir dizgede de metriksel olmayan Boole cebirini türetebileceğimiz ve bunu, Boole kurallarından herhangi birini herhangi bir belite öngörmeksizin gerçekleştirebileceğimizdir. Evet, A2 için söyleyeceklerim bu kadar.

A3 beliti, önceden de vurgulandığı gibi,

S'nin her a öğesi için $p(a,a) = 1$

olduğunu kanıtlamak için gerekmektedir. Doğal ki bu formül, A3'ten mantıksal olarak çok daha güçlüdür; çünkü A3 bu for-

mülden doğrudan yer değiştirmeyle elde edilir. Ama *p(a,a) = 1*'in A3'ten türetimi, Ek *V'teki 23. formülde yer alan tanıtlamada da görüldüğü gibi, A2 dışında diğer tüm belitleri gerektirmektedir.

A2 gibi, aynı biçimde A3 de diğer birkaç belitle birleştirilebilir. Bu tür birleştirmelerin ikisinden daha önce söz edilmişti. Bir diğer örnek de, dördüncü bir değişkenin formüle alınmasıyla C1'in güçlendirilmesidir. Bu yolla elde edebileceğimiz bir formülü, aşağıdaki gibi yazabiliriz:

CA1 *S*'deki herhangi bir *d* için $p(d,b) \neq p(c,c)$ koşulunda, $p(a,b) + p(\bar{a},b) = p(c,c)$'dir.

"→" okun; yani "eğer.., bu durumda.." anlamına gelen imin kullanılmasıyla,

$$p(a,b) \neq p(c,c) \rightarrow p(c,c) = p(d,b) + p(\bar{d},b)$$'yi

yazabiliriz.

C1, bu iki formülün birinden, doğrudan yer değiştirmeyle ortaya çıkar. A3'ün türetimi ise biraz daha karmaşıktır[9].

Koyut 3, *S*'deki *a* ve *b* öğelerinin herhangi bir bileşimi gerektirir; ve bileşkenin (denkgüçlülük, yer değiştirme ve ortaklaştırma gibi) tüm özelliklerini, biri apaçık sezgisel olan, diğeri ise *III. Ekte tartışılan ve bulgusal olarak "türetilmiş" iki basit belit aracılığıyla *tüm ayrıntılarıyla* karakterize eder.

B1 beliti, kanımca, tüm belitlerimizin en açık biçimde sezgisel olanıdır. Birlikte onun yerine geçebilen hem A4'ne hem de B1'ne yeğlenebilir (bkz. yukarıda 7. dipnot). Çünkü A4', B1'in tersine uzlaşım olarak yanlış yorumlanabilir; B1' de, B1 gibi ola-

[9] A3, CA1'den ağağıdaki gibi türetilir:

(1) $p(c,b) + p(\bar{c},b) \neq p(b,b)$ ($p(b,b) = p(d,b) = p(c,b) = p(\bar{c},b)$ CA1
(2) $p(a,a) \neq p(b,b) \rightarrow p(a,a) = p(c,b) + p(\bar{c},b) \neq p(b,b) = p(c,b) = p(\bar{c},b)$ CA1, 1
(3) $p(a,a) \neq p(b,b) \rightarrow p(a,a) = 2p(b,b)$ 2
(4) $p(b,b) \neq p(a,a) \rightarrow p(b,b) = 2p(a,a) = 4p(b,b) = 0 = p(a,a)$ 3
(5) $p(a,a) = p(b,b)$ 4

CA1 'in yerine, biraz daha güçlü bir formül olan,

C^S $p(a,a) \neq p(b,c) \rightarrow p(a,c) + p(\sim a,c) = p(d,d)$

de kullanılabilir.

sılığın sezgisel olan metriksel yönünü değil, *ab* bileşiminin (ya da tümel-evetlemesinin) biçimsel özelliğini karakterize etmektedir.

Olasılıkların eksi olmayan sayılar olduklarını tanıtlamak için, B1'e gereksinim duyulması da ilginçtir (bkz. A4', dipnot 7 ve aşağıdaki B1'in bağımsızlık tanıtlaması). Ayrıca, B2'yle birleştiğinde, B1'in $p(ab,c) = p(ba,c)$ yer değiştirme yasasının tanıtlanmasında önemli bir işlevi vardır.

B2 beliti, dizgenin çekirdeğini oluşturmaktadır. Sezgisel anlamı, Ek *III'teki bulgusal türetiminden de anlaşılmış olmalıdır. Ek *V'teki türetimlerden de anlaşılacağı gibi, B2'nin, $p(a,b) \leq p(a,a)$ ve $p(a,a)=1$ formüllerinin, aynı zamanda yer değiştirme, ortaklaştırma ve toplama yasalarının türetiminde de önemli bir işlevi vardır. Buradaki yazı biçimi –alfabetik sıradaki değişkenlerle– pek de kullanışlı değildir. Kanıksanan yazı biçimi,

$$p(ab,c) = p(a,c)\, p(b,ac)$$'dir.

Her iki tarafta alfabetik sırayı seçmemin tek nedeni, örtük olarak, yer değiştirme yasasına benzer bir şeyi benimsemediğimizi açıkça göstermekti.

B2 ve B1'i,

$$p(ab,c) = p(a,bc)\, p(b,c) \leq p(a,c)$$

şeklinde yazarak birleştirmek, kanıksanmış ve pek de ilginç olmayan bir yoldur; bu biçimde de, kuşkusuz B1'i, BA2 ve $BA2^+$ ile birleştirebiliriz. Bu düzenlemelerin sonuncusunu BA^+ olarak adlandırabiliriz. Bu şekilde altı belitimiz, A1, BA^+ ve CA1 biçiminde üçe indirgenmiş olur. Fakat BA^+ türevi organik değildir; bu nedenle de, yerinin organik bir belite yakın olacak bir formülle nasıl doldurulacağı sorunu ortaya çıkacaktır. Bununla birlikte, belirtik olarak ortaya çıkan bileşim öğelerinin sayısını bire indirgemeye ve bu belite bir tanım biçimini vermeye çalışabiliriz.

Bu biçimde oluşan formüllerden ikisini B^+ ve B olarak ad-

landırmak istiyorum. Her ikisi de A2, A3, B1 ve B2'yle birleşebilir. Biraz karmaşık olduklarından, formülün betimlenmesinde kolaylık olsun diye şu simgeleri kullanacağım: "ve" yerine "&"; "eğer...ise, bu durumda .." yerine "→"; "yalnız ve yalnız ... ise" yerine "↔"; "S'deki her a öğesi için" yerine "(a)"; ve "S'de ... biçiminde en azından bir a öğesi vardır" yerine "(Ea)".

B^+ $p(ab,d) = p(c,d) \leftrightarrow (e)\,(Ef)\,(p(a,d) \geq p(c,d) \leq p(b,d)$ &
& $(p(a,d) \geq p(d,d) \leq p(b,d) \rightarrow p(c,d) \geq p(e,e)$ & $((p(b,f) \geq$
$\geq p(e,f) \leq p(d,f)$ & $(p(b,f) \geq p(f,f) \leq p(d,f) \rightarrow p(e,f) \geq$
$\geq p(c,c) \rightarrow p(a,e)\ p(b,d) = p(c,d))))$

Bu eşdeğerlilik, her iki tarafa "(d)" yöneticisini yerleştirebilmemiz bakımından, bir tanım biçimine sahiptir; bu da bize, Ek *V'e dayanarak (s. 417'de D1; s. 381'deki (*)'a da bakınız) bu biçimde değiştirilmiş eşdeğerliğin sol tarafına

$$ab = c \leftrightarrow ...$$

ifadesini yerleştirme ve onu da "ab"nin tanımı olarak yorumlama olanağını verir. Gerçekte, B^+'ya dayanan türetimlerde yalnızca ok "→" kullanılır: B^+'de "c" yerine "ab"yi yerleştirirsek, sol taraf eşsözel olur ve sağ taraftan da B1'i, A3'ü, A2'yi ve sonunda B2'yi elde ederiz. Buna benzer daha zayıf ve daha kısa bir formül aşağıda B adı altında verilecektir.

Koyut 4, S'deki her a için bir $\bar{a}$ tümleyenini gerektirmekte, ve bu tümleyeni, $1=p(b,b)$ nedeniyle C1'e benzeyen bilinen "$p(\bar{a},b) + p(a,b)=1$" formülünün daha zayıflatılmış koşullu biçimiyle karakterize eder. Formülün önüne getirilmiş koşul da zaten gereklidir; çünkü c, örneğin ("boş öğe") $\bar{a}\ \bar{a}$ ise, $p(a,c)=1=p(\bar{a},c)$ geçerlidir; böylelikle, bilinen ve görünürde apaçık formül bu sınır durumunda geçerliğini yitirir. (Bkz. s. 413'teki formül (31').)

Bu koyut ya da daha doğrusu C1 beliti, C1'i aşağıdaki biçimde yazdığımızda hemen görüleceği gibi, $p(a,b)$ ve $p(a,a)$ yardımıyla, bir $p(\bar{a},b)$ tanımının özelliğine sahiptir ((II)'nin (I)'den çıkarsandığına dikkatinizi çekerim):

(I) $p(c,b) \neq p(a,a)$ biçimindeki bir c'nin var olması koşulunda,

$p(\bar{a},b) = p(a,a) - p(a,b)$'dir;

ve bu biçimde bir c'nin olmaması koşulunda,

(II) $p(\bar{a},b) = p(a,a)$'dır.

C'nin tanımsal özelliğini, B^+'ya benzer şekilde eşdeğerlilik olarak yazdığımızda da ortaya koyabiliriz:

C′ $p(\bar{a},c) = p(b,c) \leftrightarrow (d)(p(c,c) \neq p(d,c) \rightarrow p(a,c)+p(b,c) = p(c,c))$

Burada yine de her iki tarafın başına "(c)"yi yerleştirebilir ve sol tarafa

$$\bar{a}=b \leftrightarrow \ldots$$'yi

yerleştirebiliriz. B^+'da olduğu gibi, burada da yalnızca soldan sağa oka gereksinim duyarız; çünkü arzu edilen tüm formülleri, "$\bar{a}$"nın "b" yerine geçmesiyle (ve modus ponens'in uygulanmasıyla) elde ederiz.

B^+ ve A1'le birlikte C′, ikisinin ("yapıcı" ya da "yaratıcı" dediğimiz; aşağıya bakınız) tanımlar biçiminde olduğu, yalnızca üç belitten oluşan bir dizge oluşturur.

C′nü, "$\rightarrow$" imi yerine "$\leftrightarrow$" imini yerleştirerek güçlendirebiliriz (bu da bir yönetici değişimini gerektirir); böylece,

C^+ $p(\bar{a},c) = p(b,c) \leftrightarrow (p(a,c) + p(b,c) = p(c,c) \leftrightarrow (Ed)p(c,c) = p(d,c))'$

yi elde ederiz.

Bu formül, yine B^+ ve C′ye benzer biçimde, her iki tarafı bir "(c)" yöneticisiyle ya da sol tarafı "$\bar{a}=b \leftrightarrow \ldots$" ile yazılabilir. Mantıksal gücü,

(+) $(b)\,(Ea)p(a,b) \neq 0$

türetimini olanaklı kıldığından, C^+'yı kabul ettiğimizde, A1 ye-

rine yukarıda değinilen daha zayıf $A1^-$ formülünü ya da hemen verilebilecek A formülünü yerleştirebiliriz; B^+'yı da, daha zayıf B formülüyle (aşağıya bakınız) değiştirebiliriz.

C1,C′ ve C^+, "yalnızca tanım" olmalarına rağmen, kalan dizgenin güçlenmesine şaşırtıcı biçimde fazla katkıda bulunurlar: İçinde tümlemelerin yer almadığı pek çok formül, C^+ olmaksızın türetilemez olurdu. 8. dipnottaki formül (7), buna örnek olarak verilebilir. İşte bu durum C^+'nın –söz yerindeyse– "yaratıcı tanım" özelliğine sahip olmasının bir göstergesidir. Bu kavramı ("yalnızca kısaltma yapan bir tanımın" tersine) şöyle tanımlıyoruz: "*Yaratıcı tanım*", bu tanım olmaksızın türetilemeyen ve *bu tanımla tanımlanmış anlatımı içermeyen* kanıtsavların türetimini sağlayan, belitler dizgesine başka formüller ekleyen bir tanımdır. (Buna göre "yaratıcı tanım", ancak kalan belitler dizgesi biraz güçlendirildiğinde "yalnızca kısaltma yapan" bir tanıma dönüşür: "Yaratıcılık" kavramı, belitler dizgesine bağlı olarak görelidir; bu konuda bkz. *Synthese 15*'teki, 1963, s.167-186 ve *21*'deki, 1970, s. 107 çalışmalarım.)

Bizim dizgemizde C^+, B^+'ya göre fazlasıyla yaratıcıdır (ve AP, tersine değildir). Gerçi tümel evetlemeye sahip olmayan, ama B^+ olmaksızın türetilemeyen formüller vardır; buna önemli bir örnek $p(a,a)= 1$'dir; diğer örneklerse $p(\bar{a},a) \neq 0 \rightarrow p(\bar{a},a)=1$ veya $(Ea)p(\bar{a},a) \neq p(a,a)$'dır. Ancak bu tür formüllerin sayısı şaşırtıcı biçimde azdır ve formülleri B^+ olmaksızın da, bir ya da iki beliti bu özel amaca yönelik kullanarak elde edebiliriz. Demek ki B^+, aşağıda da göreceğimiz gibi, C^+ kadar yaratıcı değildir.

Olasılık, büyük oranda *toplamsal* bir *ölçü fonksiyonudur* ve olasılığın belitsel ele alınışında, odak noktası olarak toplama kuramını görme eğilimi oldukça yaygındır. ab bileşimi yerine, kuşkusuz $a+b$ Boole toplamından yola çıkılabilir ve belit olarak genel toplama teoremi (bkz. Ek V'teki 79. formül) kabul edilebilir:

$$p(a+b,c) = p(a,c) + p(b,c) - p(ab,c).$$

Ancak bu formülde, özel toplama teoremini kullandığımızda da kaçınamadığımız (çünkü bu da $p(ab,c)=0 \rightarrow$... koşulunu gerektirmektedir) ab bileşimi (ya da bileşim yer almadığında tümleye-

ni) geçmektedir; ve –daha da önemlisi– genel toplama teoremi, bizi B2 ve C1'e götürecek formülleri tek tek düşünmemizi yine gerektirecektir. Başka bir deyişle, toplama kuramı gerçi bileşim ve tümleyen kuramından türetilebilir, ama toplama kuramını belitler dizgemizde öngörsek de, ne bileşim ne de tümleyen kuramı ayrı ayrı türetilebilir. Bu bakış açısıyla, toplama belitlerinin mantıksal yapıları Boole cebirininkine benzemektedir: Onları benimsemek, bize bir şey kazandırmayacağı gibi, kuramın yapılandırılmasında da yeni olanaklar sağlamayacaktır. (Bkz. *Synthese 15*, 1963, s. 177-178.)

Öte yandan C1 ya da C^+; yani tümleme kuramı, Ek *V'teki türetimlerde de çok açık görüleceği gibi (bileşim kuramının yalnızca parçalarını düşündüğümüzde) toplama kuramının tamamının kaynağıdır. Tüm bunlar, C1'in ve aynı zamanda C^+'nın güçlü, yaratıcı yapısını göstermektedir.

Dizgemizin altı belitten *üç belite* –örneğin $A1^-$ vardır belitine ve B^+, C^+ tanımlarına– indirgenebileceğini görmüştük. Buna ek olarak, istenirse, bir de AP tanımını katabiliriz; bunu –tanımda tanımlanmış anlatımlara izin verdiğimizde– basit olarak şu biçimde yazabiliriz:

(.) $p(a) = p(a, \overline{\overline{aa}})$.

Aslında, kısa ve az sayıda belitten oluşan bir dizge arzu edildiğinde, A, B ve C'den oluşanı diğerlerine yeğlenir; çünkü A, $A1^-$'den daha kısa ve A1'den daha zayıftır; aynı şekilde hem (yukarıdaki $BA2^+$'ye dayanan) B hem de C, B^+ ve C^+'dan daha kısadır; ve kısalığına rağmen C, C^+ kadar güçlüdür; bu da bize A1, yerine $A1^-$ ya da A'yı kullanmamıza olanak tanıyacaktır. B'yi, daha güçlü olan B^+ yerine kullanarak, C^+'nın ya da C'nin ek güçlerinden; yani yukarıdaki (+) formülünden bütünüyle yararlanmış oluruz. Yalnız burada dikkat edilmesi gereken konu, ilk "(*d*)" yöneticisinin formüle alınmamasıyla B'nin yanlış olacağıdır (zaten bu yönüyle B, B^+'dan ayrılmaktadır); "↔" imi yerine "→" imini kullanmak da bir şeyi değiştirmeyecektir.

A $(Ea)(Eb)p(a,b) \neq 1$

B $((d)p(ab,d) = p(c,d)) \leftrightarrow (d)(e)(p(a,b) \leq p(c,b)\ \&\ (p(a,d) \geq p(c,d) \leq p(b,c)\ \&$
$\&\ ((p(b,d) \leq p(e,d)\ \&\ p(b,e) \geq p(e,e) \leq p(d,e)) \rightarrow p(a,e)p(b,d) = p(c,d)))).$

C $p(\bar{a},b) = p(b,b) \dot{-} p(a,b) \leftrightarrow (Ec)p(b,b) \dot{+} p(c,b).$

Bu dizgede, *ab*'nin *c* ve *bd*'nin *e* yerine yerleştirilmesiyle önce B1 ve B2'yi; sonra da, *aa*'nın *c* ve *a*'nın *b*, *d* ve *e* yerine yerleştirilmesiyle, sağdaki son öğeden A3'ü; ve son olarak, *ab*'nin *c* ile ve *b*'nin *d* ile yer değiştirmesiyle de $A2^{+}$'yi elde ederiz. (Burada, A'nın yerine A1 geçtiğinde, C1, C'nin yerini doldurabilecektir.)

A, B ve C'den oluşan dizge, kısalığı ve tanımsal belitleri nedeniyle bana ilginç gelse de, A1, A2, B1, B2 ve C1'den oluşan altı belitli ilk dizgemi yeğliyorum; çünkü bu dizge, kanımca öngörülerimizi en açık biçimde ortaya koymakta ve her birinin kuram için oynadığı rolü tam olarak belirlememize izin vermektedir.

Belitler dizgemizin *çelişkili olmadığı* tanıtlanabilir: Sonsuz sayıda farklı *S* öğesinden oluşmuş dizgeleri (sonlu *S* için tanıtlama çok basit olacaktır) ve bir *p(a,b)* fonksiyonunu, tüm belitleri doyuracak şekilde yapılandırabilir; bunu da tanıtlayabiliriz. Bunun dışında, belitler dizgemizin *bağımsız* olduğunu da tanıtlayabiliriz. Belitler, mantıksal açıdan zayıf olduğundan, tanıtlamalar oldukça kolay olacaktır.

Sonlu bir *S*'nin çelişkisiz olduğunu ortaya koyan bilinen basit bir tanıtlamayı, *S*={1,0} ile; yani *S*'nin 1 ve 0 öğelerinden oluştuğu öngörüsüyle elde edilir. Bileşim ve tümleyen, (1 değeri bakımından) aritmetik çarpım ve tümlemeyle aynıdır. *p(0,1)=0*'ı tanımlar ve diğer tüm durumlarda *p(a,b)=1*'i yerleştiririz. Bu durumda tüm belitler doyurulmuş olur.

Sayılabilir sonsuz *S*'nin yorumuna geçmeden önce, sonlu *S*'nin diğer iki yorumuna da değinmekte yarar görüyorum. Her iki yorum, yalnızca bizim belitler dizgemizi değil, aynı zamanda örneğin aşağıdaki (E) vardır savını da doyurmaktadır.

(E) S'de, $p(a,b) = 1$ ve $p(a,bc) = 0$
biçiminde a, b ve c öğeleri vardır.

Buna çok benzer bir sav da şu olabilirdi:

(E') S'de, $p(a)=p(a, \bar{a}) = p(\bar{a},a) = 0 \neq p(a,a) = 1$
biçiminde bir a öğesi vardır.

Bu savlar, bizim ilk örneğimizle doyurulmadığı gibi, bildiğim başka bir olasılıklar dizgesinde de doyurulamamaktadır (burada, doğal olarak benim oluşturduğum bazı dizgeleri elbette kastetmiyorum).

(E) ve (E') dizgemizi doyuran *ilk örnek* dört öğeden oluşmaktadır: $S=\{0,1,2,3\}$. ab, a ve b sayılarından daha küçük bir sayı olarak tanımlanmıştır ve yalnızca $1\cdot2=2\cdot1=0$ geçerlidir. Tanımlarımız şunlardır: $a=0$ ya da 1 olduğunda, $\bar{a}=3-a$ ve $p(a)=p(a,3)=0$; $a=2$ ya da 3 olduğunda, $p(a)=p(a,3)=1$; $p(a,0)=1$; $a=1$ ya da $a=3$ olmaması durumunda $p(a,1)=0$ -aksi halde $p(a,1)=1$ olur-; geriye kalan durumlarda ise $p(a,b)=p(ab)/p(b)$. Sezgisel olarak, 1 öğesi, mutlak olasılığı 1 olan evrensel yasayla ve 2 öğesi de, o yasanın vardır değillemesiyle özdeşleştirilebilir. (E)'yi doyurmak için $a=2$, $b=3$ ve $c=1$'i yerleştiririz. (E') de, $a=2$ olduğundan doyurulmuştur.

Yukarıda betimlenen örnek, aşağıdaki iki "matris" yardımıyla gösterilebilir (bu yöntem, sanıyorum ilk kez 1904'te Huntington tarafından kullanılmıştı).

ab	0	1	2	3	ā
0	0	0	0	0	3
1	0	1	0	1	2
2	0	0	2	2	1
3	0	1	2	3	0

$p(a,b)$	0	1	2	3
0	1	0	0	0
1	1	1	0	0
2	1	0	1	1
3	1	1	1	1

İkinci örnek, birincinin bir genellemesidir; ve birinci örneğin temelinde yatan düşüncenin, öğeler bir Boole cebiri oluşturması koşuluyla –bu, öğe sayısının 2^n'e eşit olması gerektiği anlamı-

na gelir–, seçilmiş herhangi bir sayıyı aşan öğelere genelleştirilebileceğini göstermektedir. Burada n, içinde bireysel bir alanının çözüldüğü, dışarda kalan en küçük bölgelerin ya da kümelerin sayısı olarak anlaşılabilir. Bu kümelerin herhangi birine, mutlak olasılık değeri olarak pozitif bir $0 \leq r \leq 1$ kesirini serbestçe yükleyebiliriz; ancak toplamının 1'e eşit olması gerektiğine dikkat etmeliyiz. Boole toplamlarının her birine, olasılıklarının aritmetik toplamını; Boole tümlerlerinin her birine de 1'e göre belirlenmiş aritmetik tümleri eşleştirebiliriz. (Sıfır değerinde olmayan) en küçük bölgelerden veya kümelerden birine ya da fazlasına 0 olasılık değerini yükleyebiliriz. b, bu tür bir bölge ya da küme olduğunda, $ab=0$ durumunda, $p(a,b)=0$, aksi durumda $p(a,b)=1$ şeklinde düşünürüz. $p(a,0)=1$'i de hesaba katar; diğer tüm durumlarda da $p(a,b)=p(ab)/p(b)$'yi öngörürüz. (E) ve (E')'nün doyurulabileceği açıktır.

S'nin sayılabilir sonsuz öğelerden oluştuğunu öngördüğümüzde de, dizgemizin çelişkili olmadığını göstermek için aşağıdaki yoruma başvurabiliriz. (Bu yorum, sıklık yorumuyla ilişkisi nedeniyle dikkate değerdir.) S, ikili betimlenen rasyonel kesirlerin kümesi olsun, ve şu geçerli olsun: a, S'nin bir öğesi ise, a'yı, a_i'nin 0 ya da 1 olduğu bir $a=a1,a2....$dizisi olarak yazabiliriz. ab'yi, $ab=a_1,b_1,a_2,b_2,...$ dizisi olarak yorumluyoruz; bu durumda $(ab)_i=a_ib_i$, ve $\bar{a}$'da $\bar{a}=1-a_1,1-a_2,...$; yani $\bar{a}=1-a_i$ olur. $p(a,b)$'yi tanımlamak için de aşağıdaki gibi tanımlanmış A_n yardımcı önermeyi getiriyoruz.

$$A_n = \sum_n a_i$$

Buna göre,

$$(AB)_n = \sum_n a_ib_i'$$

yi elde ederiz. Bundan başka bir de bir q yardımcı fonsiyonunu şöyle tanımlayabiliriz:

$B_n = 0$ olduğunda, ancak $q(a_n,b_n) = 1$'dir.

$B_n \neq 0$ olduğunda da, ancak $q(a_n,b_n) = (AB)_n/B_n$'dir.

Buna göre artık

$$p(a,b) = lim\ q(a_n,b_n)$$'yi

tanımlarız. Bu sınır değeri, S'nin tüm a ve b öğeleri için vardır ve bu değerin tüm belitlerimizi doyurduğunu göstermek de basittir. (Bunun için ayrıca Ek *VI'daki 15. maddeye bakınız.)

Belitler dizgemizin *çelişmezliğine* ilişkin söyleyeceklerim bu kadar.

Şimdi de A1'in *bağımsızlığını* gösterelim. Bunun için, S'deki her a ve b için $p(a,b)=1$'i yerleştirebiliriz. Bu durumda, A1 dışındaki tüm belitler doyurulmuş olur.

A2'nin bağımsızlığını göstermek için de, şu yolu izleyeceğiz: S'nin beş öğeden oluştuğunu düşünelim: $S=\{0, 1, 2, 3, 4\}$. Böylece ab bileşiminin yerlerinin değiştirilmez olacağını kolayca gösterebiliriz; bu, şu biçimde tanımlanabilir: Eğer $a<3$ ise, $1\cdot 2=2$; $a3=3a=0$'dır; aksi durumda $a3=3a=3$'tür; ve $2Ł1$ dahil diğer tüm durumlarda da ab, $min(a,b)$'ye; yani en küçük a ve b bileşenlerine eşittir. Bundan başka, $a=2$ dışında –çünkü bu durumda $\bar{a}=3$ olur– $\bar{a}$' yı $\bar{a}=4-a$ olarak tanımlar ve şunları belirleriz: $p(a,0)=p(a,1)=1$; $p(0,2)=p(3,2)=0$; bunun dışında $p(a,2)=1$; ve $a<3$ ise, $p(a,3)=p(a,4)=0$; bunun dışında $p(a,3)=p(a,4)=1$. Artık, $p(0,1)=1$ ve $p(0,2)=0$ iken, her b için $p(1,b)=p(2,b)$ formülünün geçerli olduğu kolayca gösterilebilir. Böylelikle, A2 değil ama (AP[10] koyutu dahil) diğer tüm belitler doyurulmuş olur. Bu yorumu, yer değiştirme özelliğine sahip olmayan aşağıdaki matris yardımıyla gösterebiliriz:

[10] A2'nin bağımsızlığını tanıtlamak için burada verilen örnek (beş öğeli matris), bu kitabın (İngilizce) ilk baskısında yer alan, Dr. J. Agassi'nin ve benim aynı zamanda bulduğumuz üç öğeli matrisin yerine geçmektedir. Üç öğeli bu matris, AP koyutunu doyurmamış, bu nedenle de A2'nin, AP'nin de eklenmesiyle, kalan dizgeden türetilip türetilemeyeceği sorusu açıkta kalmıştır. Buradaki örnek, bunun söz konusu olmadığını göstermektedir. Ayrıca bkz. 407. sayfadaki Ekleme.

ab	0	1	2	3	4	$\bar{a}$
0	0	0	0	0	0	4
1	0	1	2	0	1	3
2	0	1	2	0	2	3
3	0	0	0	3	3	1
4	0	1	2	3	4	0

p(a,0)=p(a,1)=1;
p(0,2)=p(3,2)=0,
bunun dışında
p(a,2)=1.
Eğer *a<3* ise,
p(a,3)=p(a,4)=0'dır;
bunun dışında
p(a,3)=p(a,4)=1.

A3'ün bağımsız olduğunu göstermek amacıyla, tanıtlamamızda çelişmezlik için *S={0,1}*'i öngörelim; mantıksal bileşimler ve tümlerler, aritmetiksel bileşim ve tümlerlerle aynıdır. *p(1,1)=1* ve diğer tüm durumlarda da *p(a,b)=0*'ı tanımladığımızda, *p(1,1) ≠ p(0,0)* geçerlidir ve A3 geçerliliğini kaybeder. A3'ün yer almadığı s.235'teki *C* dışında diğer tüm belitler doyurulmuştur.

B1'in bağımsız olduğunu göstermek için, *S={-1,0,+1}*'i öngörelim; *ab*, *a* ve *b*'nin aritmetiksel çarpımı; $\bar{a}=-a$ ve *p(a,b)=a·(1-|b|)* olsun. Bu durumda, *a=-1*, *b* = | *+1* ve *c=0* da geçerli olmayan B1 dışındaki tüm belitler doyurulmuş olur. Matrisler şu biçimde verilebilir:

ab	-1	0	+1	$\bar{a}$
-1	+1	0	-1	+1
0	0	0	0	0
+1	-1	0	+1	-1

p(a,b)	-1	0	+1
-1	0	-1	0
0	0	0	0
+1	0	+1	0

Bu örnek A4'ün bağımsızlığını da tanıtlamaktadır (yukarıdaki 7. dipnotla karşılaştırınız). Hem B1 hem de B1'nün bağımsızlığını tanıtlayan diğer bir örnek de, aşağıdaki yer değiştirme özelliğine sahip olmayan matrise dayanmaktadır:

ab	0	1	2	$\bar{a}$
0	0	1	0	2
1	0	1	1	0
2	0	1	2	0

p(0,2) = 0;
diğer durumlarda
p(a,b) = 1

B1, $a=0$, $b=1$ ve $c=2$ olduğunda geçerli değildir. (AP koyutu doyurulmamıştır; ama, matrisi A2'de olduğu gibi, beş öğeye genişletirsek, doyurulabilir; bkz. yukarıdaki 10. dipnot.)

B2'nin bağımsız olduğunu göstermek için, A3'deki aynı S'yi ele alalım ve $p(0,1)=0$ olarak tanımlayalım; diğer tüm durumlarda $p(a,b)=2$ olsun. $2=p(1\cdot1,1)\neq p(1,1\cdot1)p(1,1)=4$ olduğundan, B2 geçerli değildir. Diğer tüm belitler doyurulmuştur.

(B2'nin bağımsız olduğunu gösteren diğer bir örneği de şöyle elde ederiz: B2'nin, "$p(ba,c)\leq p(a,c)$"nin; yani B1'e ikil olan formülün tanıtlanması için gerekli olduğundan yola çıkılır. Buradan, B1 için verdiğimiz ikinci örneği, ancak $1\cdot0$ değerini 0'dan 1'e ve $0\cdot1$ değerini 1'den 0'a değiştirerek kullanabileceğimiz sonucunu çıkabiliriz. Diğer her şeyi değiştirmeden bırakabiliriz. $a=1$, $b=0$ ve $c=2$ olduğunda B2 geçerli değildir).

Son olarak da C1'in bağımsız olduğunu gösterelim ve A3'deki aynı S'i alalım; ama $\bar{a}=a$'yı yerleştirelim. Artık, $p(0,1)=0$ ve diğer tüm durumlarda $p(a,b)=1$ aldığımızda, $p(\bar{0},1)\neq p(1,1)$ olduğundan, C1 geçerliliğini yitirir. Diğer tüm belitler doyurulmuş olur.

Böylelikle yönetici özelliğine sahip tüm *belitlerin* bağımsız olduklarına ilişkin tanıtlamalar tamamlanmıştır.

Koyutların yönetici özelliğine sahip olmayan kısımlarına gelince: Yukarıda, (s. 382'de koyut 1'i tartışırken) koyut 1 için bağımsızlık tanıtlamasını vermiştim.

Koyut 2'ye gelince: a ve b S'de yer aldığında, yönetici özelliğine sahip olmayan kısımda $p(a,b)$'nin reel sayı olması şart koşulmaktadır. Bu koşulun bağımsızlığını tanıtlamadan önce –bu koşulu kısaca "koşul 2" olarak tanımlayabiliriz– S'nin *sayısal olmayan Boole yorumunu* inceleyelim. Bunun için S'yi tek tek sayılabilen, sayısal olmayan Boole cebiri olarak yorumlayalım (örneğin S'yi, içinde a,b vb.'nin, değişken *önerme adları* olarak geçtiği önermeler kümesi olarak düşünelim); ve şunu şart koşalım: x bir sayı olduğunda, "$\bar{x}$", "$-x$"in betimlediğini, ve x bir Boole öğesi (yani bir önerme) olduğunda, "$-x$", aynı "$\bar{x}$" gibi, x'in Boole tümleyenini (değillemesini) ortaya koysun. Benzer biçimde, "xy", "$x+y$", "$x=y$", "$x\neq y$" ve "$x\leq y$"den beklediğimiz, x ve y sayı olduğunda, alışılmış aritmetiksel anlamları taşımaları, Boole

öğesi olduklarında da, bilinen Boole anlamlarına sahip olmalarıdır. (x ve y önerme olduğunda da, "$x \leq y$", "x mantıksal olarak y'yi kapsar" biçimde yorumlanmalıdır.) Koyut 2'nin bağımsızlığını tanıtlamak için bir de şu koşulu ekleyelim: "$p(a,b)$"yi, $a + b$ Boole öğesinin diğer bir ismi olarak yorumluyoruz. Bu durumda artık koşul 2 geçerliliğini yirirmektedir; A1, A2, A3, ve diğer tüm belit ve koyutlar ise Boole cebirinin bilinen kanıtsavlarına dönüşür[11].

3. ve 4. koyutların varlıksal kısımlarının bağımsızlık tanıtlaması neredeyse kendiliğinden çıkmaktadır. Bunun için önce bir $S'=\{a,1,2,3\}$ yardımcı dizgesine başvurur ve bileşimi, tümleyeni ve mutlak olasılığı matris yardımıyla tanımlarız:

ab	0	1	2	3	$\bar{a}$	$p(a)$
0	0	0	0	0	3	0
1	0	1	0	1	2	0
2	0	0	2	2	1	1
3	0	1	2	3	0	1

Göreli olasılık aşağıdaki gibi tanımlanmıştır:

Ancak $p(a) \neq 1 = p(b)$ ise, $p(a,b) = 0$'dır.
Diğer tüm durumlarda, $p(a,b) = 1$'dir.

Bu S' dizgesi, tüm belit ve koyutlarımızı doyurur. Artık koyut 3'ün varlıksal kısımlarının bağımsızlığını tanıtlamak için, S''yi S''nün *1* ve *2* öğeleriyle sınırlandırılmış düşünelim ve diğer her şeyi aynı bırakalım. 1 ve 2 öğelerinden oluşan bileşim S''de yer almadığından, koyut 3'ün geçerli olmayacağı açık bir biçimde görülmekte; fakat bunun dışındaki her şey geçerliliğini korumaktadır. S''yi S''nün *0* ve *1* öğeleriyle sınırlandırarak, benzer biçimde koyut 4'ün bağımsızlığını da gösterebiliriz. (S''nün 1, 2 ve 3 dışındaki herhangi bir üç öğesini seçebileceğimiz gibi, 2 ve 3'ü de seçebiliriz.)

AP koyutunun bağımsızlık tanıtı daha da basittir: AP koyu-

11 Bu yorumda yapacağımız küçük bir değişiklikle, tüm belitler 2. koyut dışındaki tüm koyutları doyuran önermeler dizgesinin eşsözel önermelerine dönüşür.

tunun geçerli olmadığı bir yorum elde etmek için, yalnızca S'yi ve $p(a,b)$'yi getirdiğimiz ilk tutarlılık tanıtlaması biçiminde yorumlamak ve $p(a)$'yı (0, 1/2 veya 1 ya da 2 gibi) *bir sabit* olarak düşünmek yeterlidir.

Böylece dizgemizde ileri sürülen her bir savın bağımsız olduğunu göstermiş olduk. (Bildiğim kadarıyla, şimdiye kadar belitsel olasılık dizgeleri için bağımsızlık tanıtlamaları yayımlanmamıştır. Bunun nedeni, belki de bilinen dizgelerin –genelde doyurulmuş olsalar da– bağımsız olmayışlarıdır).

Alışagelmiş dizgelerin bağımsız olmayışlarının (yani fazla öğe içermelerinin –"redundancy"–) nedeni, hepsinin, S'nin öğeleri için, Boole cebirinin bazı ya da tüm kurallarının örtük ya da belirtik olarak geçerliliğini öngörmesidir; oysa –*V. Ekin sonunda da tanıtlayacağımız gibi– tüm bu kurallar, "$a=b$" Boole özdeşliğini aşağıdaki formülle tanımladığımızda dizgemizden türetilebilir (bkz. s. 381, 389 ve s. 417, D1):

(*) S'deki her c için $p(a,c) = p(b,c)$ ise, ancak bu durumda $a = b$'dir.

ab'nin bir Boole bileşimi ve $\bar{a}$'nın bir Boole tümleyeni olmasını; ikisinin Boole cebirinin tüm yasalarını doyurmasını ve (*)'ın geçerliliğini *şart koştuğumuzda*, belitlerimizden herhangi birinin gereksiz olup olmayacağı sorusu akla gelebilir. Fakat buna yanıtım, (B1′ dışında) belitlerimizden hiçbirinin gereksiz olmadığıdır. Yalnızca, herhangi iki öğenin Boole eşdeğerliliği için tanıtlanabilir olduğunu ve p-fonksiyonunun *ikinci savında* birbirleri yerine geçebilmelerini şart koşarsak, A2 gereksiz olur; çünkü A2 bu ek koyutla aynı amaca hizmet etmektedir. Diğer belitlerin gerekliliğini ise, Boole cebirini doyuran örnekler yardımıyla bağımsızlıklarının (doğal olarak A2 dışında) tanıtlanabilir olmalarından anlıyoruz. B1 ve C1 dışındaki tüm belitler için daha önce bu tür örnekler vermiştim. B1 ve C1'in (ve A4'ün) bağımsızlığını gösteren Boole cebirinin bir örneği de aşağıdadır. Bu örnek, temelde önceki matrisin aynısıdır:

ab	-1	0	1	2	$\bar{a}$
-1	-1	0	-1	0	2
0	0	0	0	0	1
1	-1	0	1	2	0
2	0	0	2	2	-1

B1 (ve A4'): $p(a)=a; p(a,0)=1$; diğer tüm durumlarda: $p(a,b) = p(ab)|p(b) = ab|b$. $ab = 0 \neq b$ olduğunda, C1: $p(a,b) = 0$'dır; diğer durumlarda: $p(a,b) = 1$

$2=p(1\cdot 2,1)>p(1,1)=1$ olduğundan B1 ihlal edilir.

$p(0,1)=p(1,1)$'e rağmen, $p(2,1)+p(\bar{2},1)=2$ olduğundan, C1 ihlal edilir.

Boole cebirini *ve* (*)'ı şart koşsak bile, dizgemizin bağımsız kalacağını, dizgeyi "özerk bağımsız" diye tanımlayarak ifade edebiliriz. B1 belitimizi A4' ve B1' ile değiştirdiğimizde (bkz. dipnot 7), kuşkusuz dizgemiz özerk bağımsız olmayacaktır. Özerk bağımsızlık, olasılıklar hesabı için belitsel dizgelerin ilginç (ve istenen) bir özelliğidir[12].

Son olarak, "özerk" olasılı terminolojimiz yardımıyla "*uygun (kabul edilebilir) dizge*" *S* ve "*Borel olasılık alanı*" kavramlarını tanımlamak istiyorum. "Borel olasılık alanı" kavramı Kolmogoroff'un bir anlatımıdır; ama ben onu biraz daha geniş bir anlamda kullanıyorum. Kolmogoroff'un soruna yaklaşımıyla benim yaklaşımım arasındaki farkı, yararlı olacağı düşüncesiyle, ayrıntılara inerek irdelemek istiyorum.

İlk olarak, *a*'yı (*b*'den daha geniş ya da *b*'ye eşit anlamda) *b*'nin bir üstöğesi ya da *b*'yi *a*'nın bir altöğesi (ve mantıksal olarak *a*'dan daha güçlü ya da *a*'ya eşit) biçiminde tanımlamakla neyi amaçladığımı, olasılık kuramsal olarak ortaya koymak istiyorum. Getireceğim tanım aşağıdaki gibidir. (Bunun için ayrıca bkz. Ek *V, s. 418'deki D3.)

a, yalnızca *S*'deki her *x* için $p(a,x)\geq p(b,x)$ ise, *b*'nin bir üstöğesi ya da *b*, *a*'nın altöğesidir; imsel olarak $a\geq b$.

12 Özerk bağımsızlığa göre daha güçlü bir koşul yukarıda daha önce tartışılmıştı. Bu, "tamamen metriksel" koşulu gerektiren bir dizgedir. (Bkz. s. 384-385.) C1'in bağımsızlığını gösteren diğer bir Boole cebiri, *Synthese* 15'teki çalışmamın 176. sayfasında yer almaktadır. (10. satırda, son "a"dan önceki çıkarma imi unutulmuştur.)

Şimdi de tüm a_n öğelerinin S'nin elemanları olduğu, $A=a_1,a_2...$ sonsuz dizisinin a bileşim öğesiyle neyi kastettiğimi tanımlamak istiyorum.

S'nin birkaç ya da belki tüm elemanlarının *sonsuz* bir $A=a_1, a_2,...$ *dizisinde*, S'nin herhangi bir elemanının dizide tekrar tekrar ortaya çıkabilecek biçimde sıralanmış olabileceğini düşünelim. S, örneğin yalnızca 0 ve 1 elemanlarından oluşmuş olsun. Bu durumda hem $A=0,1,0,1,$ ... hem de $B=0,0,0,...$, yukarıda kastettiğimiz biçimdeki S öğelerinin sonsuz dizileridir. Kuşkusuz burada daha da önemli olan durum, sonsuz bir A dizisine ait öğelerin tümünün ya da hemen hemen tümünün S'nin *farklı* elemanları olmasıdır; bu nedenle S, sonsuz birçok eleman içerecektir.

Özellikle dikkate değer bir durum da, *kısalan* (daha doğrusu: *uzamayan*) *sonsuz bir dizinin*; yani A'nın birbirini izleyen her öğe çifti için $a_n \geq a_{n+1}$'in geçerli olduğu, $A=a_1,a_2,...$ biçiminde bir dizinin ortaya çıkmasıdır.

Artık buna göre, sonsuz $A=a_1, a_2,...$ dizisinin (kümekuramsallığa karşıtı olarak Boole) *a bileşim elemanını* şöyle tanımlayabiliriz: a, A dizisine ait tüm a_n öğelerinin altelemanları olan S elemanlarının en kapsamlısıdır; olasılık terminolojisine göre tanımlarsak:

a, eğer
(I) A'nın tüm a_n öğeleri ve S'in her x öğesi için, $p(a_n,x) \geq p(a,x)$ ve
(II) S'nin her x ve S'nin her b öğesi için; b, $p(a_n,y) \geq p(b,y)$ koşulunu sağladığında, tüm a_n öğeleri ve S'nin y öğeleri için $p(a,x) \geq p(b,x)$
koşullarını sağlıyorsa
$a = \pi a_n$'dir.

A'nın a (Boole) bileşim elemanıyla A'nın kümekuramsal (içsel) bileşimi arasındaki farkı göstermek için, tartışmamızı, 2'den 5'e kadarki koyutlarımızı doyuran ve $x,y,z,...$ elemanlarının, xy'nin kümekuramsal bileşimi biçimindeki kümeler olduğu S örnekleriyle sınırlandıracağız.

Esas örneğimiz S_1 –bunu ben, "eksik olan yarı aralığın örneği" olarak nitelendiriyorum– aşağıdaki gibidir:

S_1, evrensel $u=(0,1]$ aralığının belirli yarı açık altaralığının

bir dizgesidir. S_1 tam olarak, (a) $a_n=(0,1/2+2^{-n})$'in geçerli olduğu kısalan A dizisini; bununla birlikte, (b) elemanlarından herhangi ikisinin kümekuramsal bileşimini ve tümleyenini içermektedir.

Buna göre S_1, $h=(0,1/2]$ "yarı aralığı" ve h'nın boş olmayan altaralığını içermemektedir.

Eksik $h=(0,1/2]$ yarı aralığı, A dizisinin kümekuramsal bileşimi olduğundan, S_1'in, A'nın kümekuramsal bileşimini içermeyeceği açıktır; ama burada tanımlandığı biçimde, A'nın bir (Boole) "bileşim elemanını" içermektedir. Çünkü boş aralık doğal olarak koşul (I)'i ve bu aralık, koşul (I)'in sağladığı en geniş aralık olduğundan, (II)'yi de sağlamaktadır.

Ayrıca şunun da geçerli olduğu aşikârdır: S_1'e $b_1=(0,1/8]$ ya da $b_2=(0,3/16]$ vb. aralıklardan herhangi birini eklediğimizde, bunlardan en büyüğü, tanımımızdaki anlamda, A'nın (Boole) bileşim elemanı olacak; ama hiçbiri, A'nın kümekuramsal bileşimi olmayacaktır.

Bir an için, boş bir elemanın bulunmasına dayanarak, belki de her bir S'nin, S'deki herhangi bir A için her zaman (tanımımıza uyan) bir bileşim elemanı içereceği sanılabilir; çünkü S, koşul (I)'i sağlayacak bir elemana sahip olmadığında, bu boş eleman onun yerine geçebilecektir. Ne var ki durum, S_2 örneğinde de görüleceği gibi hiç de öyle değildir: S_2 dizgesi, S_1'in elemanları (ve herhangi iki öğenin kümekuramsal bileşimi, aynı zamanda da herhangi bir öğenin kümekuramsal tümleyeni) dışında, $b_n=(0,(2^n-1)/2^{n+2}]$ olduğu $B=b_1,b_2,...$ dizisinin elemanlarını da içermektedir. A'nın bileşim elemanı için b_n'nin koşul (I)'ı sağladığını kolayca görebiliriz, ama hiçbiri koşul (II)'yi sağlamamaktadır; S_2'de, A'nın bileşim elemanı için koşul (I)'i sağlayan *en kapsamlı bir eleman* gerçekte *yoktur.*

O halde S_2, ne A'nın kümekuramsal bileşimine ne de ortaya koyduğumuz anlamdaki (Boole) bileşim elemanına sahiptir. Bunun yanı sıra S_1 ve S_1'e *sonlu* sayıda yeni aralıklar (artı bileşimler ve tümlerler) ekleyerek elde edilen tüm dizgeler, A'nın, kümekuramsal olmayan, bizim öngördüğümüz bir (Boole) bileşim elemanını içerecektir; yeter ki S_1'e, eksik olan $h=(0,1/2]$ yarı aralığını ekleyelim.

Buna göre "uygun (yani kabul edilebilir) bir S dizgesini" ve bir "S Borel olasılık alanını" aşağıdaki gibi tanımlayabiliriz.

(I) 2'den 4'e kadar olan koyutlarımızı doyuran bir S dizgesi, ancak ve ancak, koyutlarımız dışında bir de aşağıda *tanımlanan koşulu* sağlıyorsa *uygun dizge* olarak adlandırılır:

$bA=a_1b,a_2b...$, S elemanlarının herhangi bir kısalan dizgesi olsun. (Bu durumda $A=a_1,a_2,...$'nin "b'ye bağlı olarak kısaldığını" söyleriz.) Bu dizinin ab bileşiminin S'de olması koşulunda[13]

$$lim\ p(a_n,b) = p(a,b)$$

geçerli olacaktır.

(II) Uygun bir dizge, ancak ve ancak, S, S elemanlarından oluşan (mutlak ya da göreli olarak) kısalan herhangi bir dizi için bir bileşim öğesini içerirse, bir *Boole olasılık alanı* demektir.

Bu iki tanımdan tanım (I), Kolmogoroff'un "süreklilik beliti" tanımına tam olarak uymakta; tanım (II) ise, dizgemizde, Kolmogoroff'un dizgesinde yer alan Borel olasılık alanı tanımına büyük oranda benzeyen ama yine de ona tam uymayan bir rol oynamaktadır.

Görüldüğü gibi: *Kolmogoroff'un tanımladığı anlamdaki Borel olasılık alanı olan her S, aynı zamanda burada tanımlanmış dizge anlamındadır; olasılık da, S'nin öğeleri olan kümelerin sayılabilir toplam ölçü fonksiyonudur.*

Uygun dizgelere ve Borel olasılık alanlarına ilişkin getirdiğimiz tanımlar, koyutlarımızı doyuran ve yalnızca sonlu sayıda farklı öğe içeren tüm S dizgelerinin, uygun dizgeler ve Borel

[13] Belki de burada, "ve eğer $p(ab, ab) \neq 0$ ise, ab boştur"u ekleyebilirdim: bu biçimde Kolmogoroff'un betimlemesine daha da yaklaşmış olurdum. Fakat böyle bir koşula aslında gerek yoktur. Ayrıca, A. RENYI'nin, "On a New Axiomatic Theory of Probability", *Acta Mathematica Acad. Scient. Hungaricae 6*, 1955, s. 286-355'teki oldukça ilginç çalışmasının, umutlarımı onaylayan bir çalışma olduğuna da burada büyük bir mutlulukla işaret etmek istiyorum. Kolmogoroff'un dizgesinin görelileştirilmesi gerektiği konusunu yıllardır bilmeme ve pek çok yerinde, görelileştirilmiş bir dizgenin bazı matematiksel üstünlüklerine işaret etmeme rağmen, görelileştirmenin ne denli verimli olabileceğini ilk kez Rényi'nin çalışmasından öğrendim.

alanları olacağı biçimde yapılandırılmıştır. Buna göre tanımlanmız, yalnızca *sonsuz sayıda farklı öğe içeren* S dizgeleriyle bağlantılı olarak ilginçtir. Bu tür dizgeler, tanımlanan koşullarımızdan birini, diğerini veya her ikisini de sağlayabilir ya da sağlayamaz; başka deyişle: tanımlanan koşullarımız, sonsuz dizgelerle bağıntılı olarak düşünüldüğünde vazgeçilmez ve bu nedenle de bağımsızdırlar.

Söz konusu vazgeçilmezlik, tanım (I) için, 13. dipnotta açıklanan biçimiyle (I)'den yola çıkıldığında, ve yukarıda verilen eksik (S_1) yarı aralığı örneğine başvurulduğunda kolayca tanıtlanabilir. Yapmamız gereken şey, $p(x)$ olasılığını $l(x)$'e eşit; yani x aralığının uzunluğuna eşit olarak tanımlamaktır. Bu durumda, ilk tanımımız, (I), ihlal edilmiş olacaktır; çünkü A'nın (S'deki) bileşim elemanı için $p(a)=0$ geçerli iken, $lim\ p(a_n)=1/2$ olur. Tanım (II), (öncül geçersiz olmasıyla ilk tanımı doyuran; yani "boştutarlı" olan) S_2 örneğimizle ihlal edilir.

Bu örneklerden ilki, ilk tanımımızın bağımsızlığını, daha doğrusu vazgeçilmezliğini –tanımı ihlal ederek– tanıtlarken, aynı biçimiyle, aslında örneğimizle açıkça doyurulan Kolmogoroff'un "süreklilik belitinin" bağımsızlığını tanıtlamamaktadır. Çünkü, eksik $h=(0,1/2]$ yarı aralığı S'de olsun ya da olmasın, h, kesin olarak A'nın kümekuramsal bileşimidir, ve a, S'de olsun ya da olmasın, $a=h$, kümekuramcılar için doğrudur. Ve $a=h$ durumunda, $lim\ p\ (a_n)=p(a)$ geçerlidir. Buna göre, Kolmogoroff'un beliti, ($p(\bar{a},a)\neq 0$ koşulunu dışarıda bıraksak bile, bkz. dipnot 13) doyurulmuş olur.

Bu bağlamda vurgulamaya değer gördüğüm diğer bir konu da, Kolmogoroff'un, kitabında "süreklilik belitinin" bağımsız olduğunu öne sürmesine rağmen, buna ilişkin bir tanıtlama getirmeyişidir. Fakat getirdiğimiz bağımsızlık tanıtlamasında, aşağıdaki gibi gerekli düzenlemeler yapmak, bunu da Kolmogoroff'un belitine ve kümekuramsal işleyişine uygulamak olanaklıdır: bunun için, S_1 yerine, S_1 gibi aralıklardan oluşmuş bir S_3 dizgesini seçelim; ancak bu dizge $a_n=(0,1/2+2^{-n}]$'nın geçerli olduğu $A=a_1,a_2,...$ dizisine göre değil de, $c_n=(0,2^{-n}]$ ile tanımlanan $C=c_1,c_2,...$ dizisine göre yapılanmış olsun. Bu durumda, artık Kolmogoroff'a ait belitin bağımsızlığını, A'daki öğelerin olasılıklarını

$$p(c_n) = l(c_n) + 1/2 = p(a_n)$$

biçiminde tanımlayarak gösterebiliriz. Burada $l(c_n)$, c_n aralığının uzunluğudur. Bu tanım, fazlasıyla anlaşılmaz olup, sezgisel değildir; çünkü, sözgelimi hem $(0,1/2]$ aralığına hem de $(0,1]$ aralığına bir olasılık, ve bu nedenle de $(1/2,1]$ aralığına sıfır olasılık yüklenmektedir. Tanımın, Kolmogoroff'un belitini ihlal ettiği (ve bağımsızlığını ancak böyle tanıtladığı) gerçeği de sezgisel olmayan, belirsiz yapısıyla sıkı sıkıya bağlantılıdır; çünkü $p(c)=0$'a rağmen $lim\ p(c_n)=1/2$ olduğundan beliti ihlal etmektedir. Sezgisel olmayan yapısı nedeniyle, bu örneğin *tutarlılığı ya da kararlılığı* hiçbir biçimde anlaşılır değildir; bu nedenle de tutarlılığının tanıtlanması gerekmektedir; ancak bu biçimde, Kolmogoroff'un beliti için burada getirilen bağımsızlık tanıtlamasının geçerliliği mantıksal açıdan kesinlik kazanabilir.

Bu tutarlılık tanıtlaması, daha önce yapılan bağımsızlık tanıtlamasına –S_1 örneği yardımıyla getirdiğimiz ilk tanımın bağımsızlığının tanıtlanmasına– göre daha basittir; çünkü $p(a_n)$ ve $p(c_n)$ olasılıkları örtüşmektedir. Ve her iki A ve C dizisi arasında bir ilişki kurarak, her bir S_1 öğesinin S_3 öğesiyle birebir karşılığını bulabileceğimizden de, S_1'in tutarlılık tanıtı, S_3'ünkünü de tanıtlanmış olacaktır.

Kolmogoroff'un belitinin bağımsızlığını tanıtlayan *her* örneğin, sezgisel olmayacağı açıktır. Bu nedenle tutarlılığının, yöntemimize benzer herhangi başka bir yöntem yardımıyla tanıtlanması gerekmektedir. Diğer bir deyişle, Kolmogoroff'un belitinin bağımsızlığının tanıtlanmasında, kümekuramsal tanıma değil, bizim yaptığımız gibi, (Boole'un) bileşim tanımına dayanan bir örneğin kullanılması zorunludur.

Her ne kadar Kolmogoroff'un kastettiği anlamdaki her bir Borel olasılık alanı, bizim düşündüğümüz anlamdaki alanla aynı da olsa, tersi söz konusu değildir; çünkü S_1'e tam olarak karşılık gelen, içinde hâlâ $h=(a,1/2]$'nin eksik olduğu ve yerine $p(g)=1/2$'yle $g=(a,1/2]$ *açık* aralığını içeren bir S_4 dizgesi oluşturabiliriz. Biraz keyfi biçimde, $\bar{g}=u-g=(1/2,1]$'i ve (1/2 noktasının yerine) $u-(g+\bar{g})=u\ \bar{u}$ 'yu tanımlarız. Bu durumda S_4'ün, düşündüğümüz anlamda, A'nın bileşimi olarak g'nin yer aldığı bir Borel

alanı olduğu kolayca görülecektir. Ne var ki S_4, A'nın kümekuramsal bileşimini içermediğinden, Kolmogoroff'un kastettiği anlamda bir Borel olasılık alanı değildir: O halde tanımımız, kümelerden oluşmuş Borel dizgesi olmayan ve içinde bileşim ve tümleyenin tam olarak kümekuramsal bileşim ve tümleyenlerle bağdaşmayan *kümelerden oluşmuş bir dizge yardımıyla yorum* getirmemize izin vermektedir. Bu da, tanımımızın Kolmogoroff'unkinden biraz daha kapsamlı olduğunu gösterir.

(I) ve (II) için getirilen bağımsızlık tanıtlamaları, kanımca (I)-ve (II)'nin işlevlerine biraz olsun ışık tutmaktadır. (I)'in işlevi, kısalan bir diziye ait bileşimin (ya da sınır değerinin) ölçükuramsal uygunluğunu sağlamak için S_1'e benzeyen dizgeleri dışarıda bırakmaktır: Ölçülerin sınır değeri, sınır değerin ölçüsüne eşit olmak zorundadır. (II)'nin işlevi ise, S_2 gibi uzayan dizileri, sınır değerleri olmaksızın dışarıda bırakmaktır: Kısalan her dizinin S'de bir bileşimi, uzayan her dizininse bir toplama sahip olmasını sağlar.

Ekleme (1983). Bugün artık, *A2* belitinin (bkz. s. 379, 382-385, 408) farklı formüllerinden yalnızca aşağıdakini, sezgisel olarak en iyisi olarak görüyorum:

A2,3 $\quad ((a)p(a,b) = p(a,c) \leftrightarrow ((a)p(a,a) \leq p(b,c) \leq p(c,b)).$

Bu formül, 384. sayfadaki A2+3'ün (s. 408'dekinden) yalnızca farklı bir yazılış biçimidir. Üstünlüğü, belitin işlevinin hemen göze çarpmasıdır: *b* ve *c*'nin, ikinci savda (yani virgülden sonra) ortaya çıktıklarında, hangi koşullarda yerine geçebileceğini belirlemektedir. A3, A2,3'de *c* yerine *b* harfinin konulmasıyla (yani *c/b* ile) elde edilir.

*V. BİÇİMSEL OLASILIK KURAMININ TÜRETİMLERİ

Bu Ekte, *IV. Ekte açıklanan dizgelerden ve koyutlardan elde edilebilecek önemli türetimleri geliştirmek istiyorum. Burada, denkgüçlülük, yer değiştirme, ortaklaştırma ve dağıtım gibi üst ve alt sınırların yasalarını, ayrıca mutlak olasılığın daha basit tanımını nasıl elde edebileceğimizi göstereceğim. Ayrıca, dizgeden Boole cebirinin nasıl türetilebileceğini de ortaya koyacağım. (Bkz. *Synthese 15*, 1963, s. 167-186 ve 21. 1970, s. 107.)

Burada kısaca, 379. sayfadaki *"C1"* yerine *"C"* yazıyorum.

Kısaltma olarak, *"eğer.... ise, bu durumda "* için "...→..." okunu; *"yalnız ve yalnız ise"* yerine, iki yönlü "↔" okunu; *"ve"* yerine, "&" imini; *"S'de biçiminde bir a vardır"* için *(Ea)*'yı ve *"S'deki tüm a'lar için"* yerine, *"(a)*'yı kullanacağım.

Öncelikle, tanıtlamalarda anılan koyut 2'yi ve diğer metriksel altı beliti yeniden vermek istiyorum. (Diğer koyutlar örtük olarak kullanılmaktadır; koyut 2 de yalnızca 5'in tanıtlanmasında geçecektir.) (23). formülde tanıtlanan *p(a,a)=1=p(b,b)*'nin geçerli olduğu önceden kabul edilirse, *A3* ve *C* belitleri daha anlaşılır olacaktır.

Koyut 2. Eğer *a* ve *b S*'de yer alıyorsa, bu durumda *p(a,b)* reel bir sayıdır.

A1 $(Ea)(Eb)p(a,a)\neq p(a,b)$

A2 $(Ea)p(a,b)\neq p(a,c))\rightarrow(Ed)p(b,d)\neq p(c,d)$ (Bkz. dipnot[0].)

A3 $p(a,a)\leq(p(b,b)$

[0] 2. ve 3. baskılarda A2: $((c)p(a,c)=p(b,c))\rightarrow p(d,a)=p(d,b)$ biçiminde yazmıştım. Her iki yazılış biçimi elemanter mantıksal eşdeğerdir. Bkz. *Ekleme* (1983), s. 407.

B1 $p(ab,c) \leq p(a,c)$

B2 $p(ab,c) = p(a,bc)p(b,c)$

C $p(a,a) \neq p(b,c) \rightarrow p(a,a) = p(a,c) + a(\bar{a},c)$ (Bkz C1, Yeni Ek *IV.)

Şimdi de türetimlere gelelim.

(1)	$p(a,a) = p(b,b) = k$	A3'e dayanarak kısaltılmış
(2)	$p((aa)a,a \leq p(aa,a) \leq p(a,a) = k$	B1, 1
(3)	$p((aa)a,a) = p(aa,aa)p(a,a) = k^2$	B2, 1
(4)	$k^2 \leq k^2$	2, 3
(5)	$0 \leq k \leq 1$	4 (ve koyut 2)
(6)	$k \neq p(a,b) \rightarrow k = k + p(\bar{b},b)$	C, 1
(7)	$k \neq p(a,b) \rightarrow p(\bar{b},b) = 0$	6
(8)	$p(\bar{a}b,b) = p(a,\bar{b}\bar{b})p(\bar{b},b)$	B2
(9)	$k \neq p(a,b) \rightarrow 0 = p(a, \bar{b}\bar{b}) \leq p(a,b)$	7, 8, B1
(10)	$k \neq p(a,b) \rightarrow 0 \leq p(a,b)$	9
(11)	$k = p(a,b) \rightarrow 0 \leq p(a,b)$	5
(12)	$0 \leq p(a,b)$	10, 11
(13)	$0 \leq p(\bar{a},b)$	12
(14)	$k \neq p(a,b) \rightarrow k \geq p(a,b)$	C, 1, 13
(15)	$p(a,b) \leq k \leq 1$	14, 5
(16)	$0 \leq p(a,b) \leq k \leq 1$	12, 15
(17)	$k = p(aa,aa) \leq p(a,a(aa)) \leq k$	1, B1, 15
(18)	$k = p(a(aa),a(aa)) \leq p(a,a(aa)) \leq k$	1, B1, 15
(19)	$k = p(aa,aa) = p(a,a(aa))p(a,aa)) = k^2$	1, B2, 17, 18
(20)	$k = k^2$	19
(21)	$(Ea)\,(Eb)\; p(a,b) \neq 0 \rightarrow k = 1$	16, 20
(22)	$(Ea)\,(Eb)\; p(a,b) \neq 0$	A1
(23)	$p(a,a) = 1 = p(b,b)$	1, 21, 22
(24)	$(Eb)\,(Ea)\; p(b,a) \neq k$	A1, 1
(25)	$(Ea)p(\bar{a},a) = 0$	7, 14

Böylelikle üst ve alt sınırların tüm yasalarını tanıtlamış olduk: (16)'da toplanan (12) ve (15), olasılıkların 0 ve 1'le sınırlandırıldığını; (23) ve (25) ise, bu sınırlara gerçekten ulaşıldığını göstermektedir.

(26) $0 \leq p(a,bc) \leq 1$ 16
(27) $p(ab,c) \leq p(b,c)$ B2, 26

Bu, yeknesaklığın ikinci yasasıdır ve B1'e benzemektedir.

(28) $1=p(ba,ba) \leq p(a,ba)=1$ 23, 27, 15
(29) $p(ab,a)=p(b,a)$ B2, 28

Bu, "göz ardı edilebilirlik (önemsizlik) yasasının" bir biçimidir (bkz. s. 326vd'daki dipnot 1, $29'$. ve 29^{+}. formüller).

Şimdi, genel olarak Boole cebirinden alınan "cebirsel" yasaların (burada "cebirsel", "metriksel"'den ayrı düşünüldüğünden, kullanılmaktadır) türetimine başlıyoruz. (Bkz. s. 326vd.)

(30) $1=p(ab,ab) \leq p(a,ab)=1$ 23, B1, 15
(31) $p(aa,b)=p(a,ab)p(a,b)$ B2
(32) $p(aa,b)=p(a,b)$ 30, 31

Bu, denkgüçlülük yasasıdır; bazen de "eşsözel yasası" veya "Boole yasası" olarak da adlandırılır. Şimdi de yer değiştirme yasasının türetimine başlayalım.

(33) $p(a(bc),a(bc))=1$ 23
(34) $p(bc,a(bc))=1$ 33, 27, 15
(35) $p(b,a(bc))=1$ 34, B1, 15
(36) $p(ba,bc)=p(a,bc)$ 35, B2
(37) $p((ba)b,c)=p(ab,c)$ 36, B2
(38) $p(ba,c) \geq p(ab,c)$ 37, B1
(39) $p(ab,c) \geq p(ba,c)$ 38(değiştirim)
(40) $p(ab,c)=p(ba,c)$ 38, 39

Bu, birinci savın yer değiştirme yasasıdır. (Yasayı, ikinci sava genleştirmek için, A2'yi kullanmalıyız.) Yasanın (23)'ten türetimi için, yalnızca yeknesaklığın iki yasası (B1 ve 27) ve B2 kullanılmıştır. Şimdi de ortaklaştırma yasasının türetimini ele alalım.

(41) $p(ab,d((ab)c))=1$ 35(değiştirim)
(42) $p(a,d((ab)c))=1=p(b,d((ab)c))$ 41, B1, 15, 27
(43) $p(a,(bc((ab)c))=1$ 42 (değiştirim)
(44) $p(a(bc),(ab)c)=p(bc,(ab)c)$ 43, B2
(45) $p(bc,(ab)c)=p(b,c((ab)c))p(c,(ab)c)$ B2
(46) $p(b,c((ab)c))=1$ 42 (değiştirim)
(47) $p(c,(ab)c)=1$ 23, 27, 15
(48) $p(a(bc),(ab)c)=1$ 44'den 47'ye kadar

Bu, ortaklaştırma yasasının ön biçimidir. (62), $A2^+$ (ve B2) temel alınarak çıkarılır; ama ben A2'nin veya $A2^+$'nın kullanımından olabildiğince kaçınmaktayım.

(49) $p(a(b(cd)),d)=p(cd,b(ad))p(b,ad)p(a,d)$ 40, B2
(50) $p(a(bc),d)=p(c,b(ad))p(b,ad)p(a,d)$ 40, B2
(51) $p(a(bc),d)\geq p(a(b(cd)),d)$ 49, 50, B1

Bu, bir dereceye kadar ilk B1 yeknesaklık yasasının zayıf bir genellemesidir.

(52) $p(a(b(cd)),(ab)(cd)=1$ 48 (değiştirim)
(53) $p((a(b(cd))(ab),cd)=p(ab,cd)$ 52, B2
(54) $p(a(b(cd),cd)\geq p(ab,cd)$ 53, B1
(55) $p((a(b(cd)))c,d)\geq p((ab)c,d)$ 54, B2
(56) $p(a(b(cd)),d)\geq p((ab)c,d)$ 55, B1
(57) $p(a(bc),d)\geq p((ab)c,d)$ 51, 56

Bu, ortaklaştırma yasasının bir yarısıdır.

(58) $p((bc)a,d)\geq p((ab)c,d)$ 57, 40
(59) $p((ab)c,d)\geq p(b(ca),d)$ 58 (değiştirim), 40
(60) $p((bc)a,d)\geq p(b(ca),d)$ 58, 59
(61) $p((ab)c,d)\geq p(a(bc),d)$ 60 (değiştirim)

Bu da, ortaklaştırma yasasının diğer yarısıdır.

(62) $p((ab)c,d)=p(a(bc),d)$ 57, 61

Bu ortaklaştırma yasasının ilk savının tamamıdır (ayrıca bkz. s. 375, Ek *IV, formül (g)). İkinci savın yasası, A2'nin uygulanmasıyla elde edilir. (Formül (62)'nin her iki tarafına B2'nin iki kez uygulanması, bizi yalnızca önbileşen olarak "$p(bc,d)\neq 0\rightarrow$"li koşullu bir biçime götürür.)

Şimdi de C tümleme belitinin bir genelleştirilmesine gireceğim. Artık bundan sonra türetimlerimi daha kısa tutmak niyetindeyim.

(63) $p(\bar{b},b)\neq 0\leftrightarrow(a)p(a,b)=1$ 7, 25
(64) $p(a,b)+p(\bar{a},b)=1+p(b,b)$ C, 23, 63

Bu, tümleme ilkesi C'nin, koşullu olmayan bir biçimidir ve amacım bunu aşağıda genelleştirmektir.

(64) koşullu olmadığından ve eşitliğin sağ tarafında "a" yer almadığından, "a" yerine "c"yi yerleştirebilir ve şunu ileri sürebiliriz:

(65) $p(a,b)+p(\bar{a},b)=p(c,b)+p(\bar{c},b)$ 64
(66) $p(a,bd)+p(\bar{a},bd)=p(c,bd)+p(\bar{c},bd)$ 65

$p(b,d)$'nin çarpımıyla

(67) $p(ab,d)+p(\bar{a}b,d)=p(cb,d)+p(\bar{c}b,d)$'yi 66, B2

yi elde ederiz. Bu (65)'in genelleştirilmesidir. Değiştirimle

(68) $p(ab,c)+p(\bar{a}b,c)=p(cb,c)+p(\bar{c}b,c)$ 67

elde edilir.

(69) $p(\bar{c}b,c)=p(\bar{c},c)$'den 7, B1, 23, 63

dolayı (68)'i daha kısa ve (64)'le benzeşik olarak şöyle yazabiliriz:

(70) $p(ab,c)+p(\bar{a}b,c)=p(b,c)+p(\bar{c},c)$ 68, 69, 29

Bu, C'nin koşullu olmayan biçiminin; yani formül (64)'ün genelleştirilmiş halidir[1].

(71) $p(aa,b)+p(\bar{a}a,b)=p(a,b)+p(\bar{b},b)$ 70

(72) $p(\bar{a}a,b)=p(a\bar{a},b)=p(b,\bar{b})$ 40, 71, 32

(73) $p(\bar{a}a,b)+p(\bar{\bar{a}}a,b)+p(a\bar{a},b)+p(a\bar{\bar{a}},b)=1+p(\bar{b},b)$ 64

(74) $p(\bar{\bar{a}}a,b)=1=(a\bar{\bar{a}},b)$ 72, 73

Böylece, $b=\bar{\bar{a}}a$ aldığımızda, AP koyutunun koşulunu yerine getirebileceğimizi tanıtlamış oluyoruz. Buna göre

(75) $p(a)=(a,\bar{\bar{a}}a)=p(a,\bar{\bar{a}}a)=p(a,\bar{\bar{b}}b)=p(a,\bar{\bar{b}}b)$ 23, 74, AP

elde ederiz; bu da mutlak olasılığın daha kolay kullanılabilir bir tanımıdır.

Şimdi de genel toplama yasasını türetelim.

(76) $p(a\bar{b},c)=p(a,c)-p(ab,c)+p(\bar{c},c)$ 70, 40

[1] (70)'in türetimi için,

$p(cb,c)=p(b,c)$ 29

(değiştirim)

biçimindeki (29). formüle gereksinim vardır. Bu formülle (40)'ı uygulayarak şunu elde edebiliriz:

(29′) $p(ab,b)=p(a,b)$ 29, 40

Bu, daha genel olarak aşağıdaki gibi ifade edilen önemsizlik yasasının başka bir biçimidir:

(29⁺) $p(b,c)=1\rightarrow p(a\sim b,c)=p(\sim c,c)$ bu nedenle de $\rightarrow p(ab,c)=p(a,c)$ 64,70,40

Burada, ikinci sav için aynı zamanda denkgüçlülük yasasına da başvurabiliriz:

(39′) $p(ab,b)=p(a,bb)=p(a,b).$ B2, 23, 29′

Değiştirim yoluyla (30)'dan ayrıca

(31′) $p(a,a\sim a)=1$ 30

önermesini ve aynı şekilde (28)'den

(32′) $p(\sim a,a\sim a)=1$ 28

elde ederiz. Bu, C'den dolayı bize

(33′) $p(a,\sim bb)=1$ 31′, 32′, C

formülünü verir. Bu nedenle

(34′) $(Eb)(a)p(a,b)=1$ 33′

(35′) $(Ea)p(\sim a,a)=1$

34′ formüllerine ulaşırız.

Ayrıca bkz. (25). (31′)'den (35′)'e kadar olan formüller *alışılmış dizgelerin kanıtsavlarında yer almamaktadır.*

(77) $p(\bar{a}\bar{b},c)=p(\bar{a},c)-p(\bar{a}\bar{b},c)+p(\bar{c},c)$ 76

(78) $p(a\bar{b},c)=1-p(a,c)-p(b,c)+p(ab,c)+p(\bar{c},c)$ 77, 76, 64, 40

(79) $p(\bar{\bar{a}\bar{b}},c)=p(a,c)+p(b,c)-p(ab,c)$ 78, 64

Hemen de görülebileceği gibi, bu, dizgemizdeki "$\bar{\bar{a}\bar{b}}$"nin Boole'ün "$a+b$"'siyle aynı anlama geldiği düşünüldüğünde, genel toplama yasasının bir biçimidir. (79)'un alışılmış biçimde olduğunu vurgulamakta yarar görüyorum: hem koşullu değildir hem de alışılmamış "$+p(c,c)$"'den serbesttir; (79)'u daha da genelleştirebiliriz:

(80) $p(\bar{\bar{b}\bar{c}}, ad)= p(b,ad)+p(c,ad)-p(bc,ad)$ 79

(81) $p(a\,\bar{\bar{b}\bar{c}}, d)=p(ab,d)+p(ac,d)-p(a(bc),d)$ 80, B2, 40

Bu, (79)'un bir genelleştirilmesidir.

Artık dağıtım yasasının türetimine geçelim. Bu yasa, (79), (81) ve "dağıtım yardımcı önermesi" diye adlandırdığım, (32) ve (62)'nin genelleştirilmesi olan (84)'ten elde edilmektedir.

(82) $p(a(bc),d)=p(a,(bc)d)p(bc,d)=p((aa)(bc),d)$ B2, 32

(83) $p(((aa)b)c,d)=p(a(ab),cd)p(c,d)=(p(((ab)a)c,d)$ B2, 62, 40

(84) $p(a(bc),d)=p((ab)(ac),d)$ 82, 83, 62

Bu "dağıtım yardımcı önermesidir".

(85) $p(\bar{\bar{ab}\,\bar{ac}},d)c,d)=p(ab,d)+p(ac,d)-p((ab)\,(ac),d)$

79(değiştirim)

Bu formüle ve (81)'e "dağıtım yardımcı önermesini" uygulayabilir ve şunu elde edebiliriz:

(86) $p(a\,\bar{\bar{b}\bar{c}}\,, d) = p(\bar{\bar{ab}\,\bar{ac}}, d))$ 81, 85, 84

Bu, ilk dağıtım yasasının bir biçimidir. Formülün sol tarafına

(87) $p(\bar{\bar{b}\bar{b}}a,c) = p(\bar{\bar{b}\bar{b}},ac);\ (a,c) = p(a,c)$ B2, 74

uygulandığında,

(88) $p(\overline{\overline{a}b}\,\overline{a\overline{b}},c) = p(a,c)$'yi 86, 87, 40

elde ederiz.

(89) $p(\overline{\overline{a}}b,c) = p(ab,c)$ 68 (değiştirim)

(90) $p(a,c) = p(b,c) \rightarrow p(\overline{a},c) = p(\overline{b},c)$ 64

formüllerini de göz ardı etmemeliyiz.

Sonuç olarak,

(91) $p(\overline{\overline{a}\,\overline{b}}\,\overline{c},\, d) = p((\overline{a}\,\overline{\overline{b}\,\overline{c}},\, d)$ 62, 89, 40

(92) $p(\overline{(\overline{a}\,\overline{b}\,\overline{c}},\, d) = p(\overline{(\overline{a}\,\overline{\overline{b}\,\overline{c}},\, d)}$'yi 90, 91

elde ederiz. Bu, Boole toplamının ortaklaştırma yasasıdır. (40)'ta a ve b tümleyenlerinin değiştirimiyle

(93) $p(\overline{\overline{a}\,\overline{b}},\, c) = p(\overline{\overline{b}\,\overline{a}},\, c)$'yi 40, 90

buluruz. Bu da, Boole toplamının yer değiştirme yasasıdır. Aynı biçimdeki işleyişle de, Boole toplamının denkgüçlülük yasası (Boole yasası) olan

(94) $p(\overline{\overline{a}\overline{a}},\, b) = p(a,b)$'yi 30, 89, 90

elde ederiz. (87)'den

(95) $p(a,b) = p(a,\, b\overline{c\overline{c}})$ 87, 40, A2

(96) $p(a,b)p(b)=p(ab)$'yi 95, B2, 75

elde ederiz. Bunu aşağıdaki biçimde de yazabiliriz:

(97) $p(b)\neq 0 \rightarrow p(a,b) = p(ab)/p(b)$. 96

Bu formül bize, $p(b)\neq 0$ durumunda, ortaya attığımız göreli olasılığın genelleştirilmiş kavramıyla alışılmış kavramın örtüştüğünü ve kalkülümüzün aslında alışılmış kalkülün bir genelleştirilmesi olduğunu göstermektedir. Bu genelleştirmenin önemli bir genelleştirme olduğu sonucu, 1. dipnotta (31')'den (35')'e kadar yer alan formüllere, ayrıca *IV. Ekte verilmiş ve dizgemizle aşağıdaki (E) formülüyle (ayrıca bkz. E', s. 394) bağdaştırılabilirliği gösteren örneklere bakıldığında kolayca görülebilecektir:

(E) $(\mathrm{E}a)(\mathrm{E}b)(\mathrm{E}c)p(a,b) = 1$ ve $p(a,bc) = 0$

Bu formül, S'mizin sonlu bazı yorumlarında geçerli olmadığı ama normal sonsuz yorumlarında geçerli olduğu bir formüldür.

Artık S'nin tutarlı her yorumunun Boole cebiri olması gerektiğini tanıtlamak için, şunu saptıyoruz:

(98) $((x)p(a,x) = p(b,x)) \rightarrow p(ay,z) = p(by,z)$ B2
(99) $((x)p(a,x) = p(b,x)) \rightarrow p(y,az) = p(y,bz)$ 98, A2

(99)'un türetiminde A2'ye gerek duymamız ilginçtir: Formül (99), (98), (40) ve B2'den çıkmamaktadır; çünkü $p(a,z)=p(b,z)=0$ olması fazlasıyla olası bir durumdur. (Bu durum, örneğin $a=z\neq x$ olduğunda ortaya çıkacaktır.)

(100) $((x)(p(a,x) = p(b,x) \,\&\, p(c,x) = p(d,x))) \rightarrow p(ac,y) = p(bd,y)$ 99, B2

(90), (100) ve A2'nin yardımıyla,

$(\overset{*}{\cdot})$ S'deki her x için, $p(a,x) = p(b,x)$

koşulunun sağlandığı tüm durumlarda, kalkülün bazı ya da tüm yerlerinde, a elemanına ait her bir adın, b elemanının her bir adı yerine –formülün doğruluk değeri değişmeksizin– yerleştirilebileceğini göstermektedir. O halde $(\overset{*}{\cdot})$ koşulu, a ve b'nin *değiş-*

tirimsel özdeşliğini sağlamaktadır. Buna göre *a* ve *b* gibi iki elemanın (değiştirimsel) özdeşliğini şöyle tanımlayabiliriz[1a] :

(*D*1) $a = b \leftrightarrow (x)p(a,x) = p(b,x)$

Bu tanımdan da aşağıdaki formülleri elde ederiz:

(A) $a = a$
(B) $a = b \rightarrow b = a$
(C) $(a = b \,\&\, b = c) \text{ Æ } a = c$
(D) $a = b \rightarrow a$, herhangi bir formülün ister bazı yerlerinde ister tümünde, olasılık değerini değiştirmeden *b* yerine geçebilir.
A2, 90, 100

İkinci bir tanım daha getirebiliriz:

(*D*2) $a = b + c \leftrightarrow a = \overline{\overline{b}\ \overline{c}}$

Bu durumda,

(I) *a* ve *b S*'de yer alıyorsa, $a+b$ de *S*'dedir (Koyut 3, *D*2, *D*2, 90, 100)
(II) Eğer *a*, *S*'de ise, $\bar{a}$ da *S*'dedir (Koyut 4)
(III) $a + b = b + a$ 93, *D*2
(IV) $(a + b) + c = a + (b + c)$ 92, *D*2
(V) $a + a = a$ 94, *D*2
(VI) $ab + a\bar{b} = a$ 88, *D*2
(VII) $(Ea)(Eb)a \neq b$ 25, 74, 90, *D*1
önermelerini elde ederiz.

(A)-(*D*2) ve (I)-(VI) dizgesi, Huntingon'a kadar uzanan, Boole cebiri için kanıksanan belitler dizgesidir ve Boole cebirinin geçerli formüllerinin bu dizgeden türetilebileceği herkesçe bilinir[2].

[1a] (*D*1) A2'nin yerine geçebilir; ama bu durumda (*D*1) yaratıcı; yani değiştirimsel özdeşliği kesin olarak sağlayacak bir belit olacaktır (bkz. s. 401).

[2] Bkz. E. V. HUNTINGTON, *Transactions Am. Math. Soc. 35*, 1933, s. 274-304. (I)-(VI) dizgesi Huntington'un "fourthset"'i olup 231. sayfada işlenmektedir. Aynı sayfada (A)-(D) ve (*D*2) de yer almaktadır. Formül (V), Huntington'un aynı cildin 557vd. sayfalarında da gösterdiği gibi, gereksizdir. (VII)'yi de benimsemektedir.

Buna göre S, bir Boole cebiridir. Ve Boole cebiri, tümdengelim mantığı olarak yorumlanabileceğinden, *olasılıklar hesabının mantıksal yorumuyla, tümdengelim mantığının gerçek bir genelleştirilmesi olduğu* ileri sürülebilir.

Özellikle de

$(D3)\ a \geq b \leftrightarrow ab = b$

ile tanımlanabilen "$a \geq b$" formülünün mantıksal yorumunu yaptığımızda, formülün: "a, b'den türer" (ya da "b, mantıksal olarak a'yı koşullar") anlamına geldiğini söyleyebiliriz.

$(^{+})\ \ a \geq b \rightarrow p(a,b) = 1$

olduğunu kolayca tanıtlayabiliriz. Bu, birçok yazarın ileri sürdüğü gibi, önemli bir formüldür[3] ; ama alışılmış dizgelerde –tutarlı oldukları takdirde– geçersizdir. Çünkü, bu formülü geçerli kılmak için,

$$p(a, a\bar{a}) + p(\bar{a}, a\bar{a}) = 2\text{'ye}$$

(bkz. 1. dipnottaki 31′. ve 32′. formüller), ayrıca da doğal olarak:

$$p(a + \bar{a}, a\bar{a}) = 1\text{'e}$$

izin vermemiz gerekir. Başka bir deyişle, $p(a+\bar{a},b)=p(a,b)+p(\bar{a},b)$

[3] Bu formül örneğin, H. JEFFREYS tarafından savunulmaktadır, *Theory of Probability* (§ 1.2 "Convention 3"). Fakat kabul edildiği zaman da 4. kanıtsavı hemen tutarsız olmaktadır; çünkü bizim, "$p(p) \neq 0$" gibi bir koşul getirilmeksizin ileri sürülmektedir. Bu konuyla ilgili olarak Jeffreys, kitabının 2. baskısında (1948), 2. kanıtsavın formülasyonunu düzeltmiştir. Ne var ki 4. kanıtsavın (ve birçok başka kanıtsavın) da gösterdiği gibi, dizgesi hâlâ tutarlı değildir (oysa 2. baskının 35. sayfasında Jeffreys, çelişkili iki önermenin herhangi bir önermeyi mantıksal açıdan kapsadığını itiraf etmektedir; bkz. 23'e ait *2. dipnot ve benim *Mind 52*, 1943, s. 47vd.'de Jeffreys'e verdiğim yanıt). Kitabımın İngilizce baskısından sonra Jeffreys, kitabının 3. baskısında (1961), burada değinilen düzenlemelere *kısmen* yer vermiştir; bkz. s. 35 (ve s. 36'daki dipnot; bu dipnot *VIII. Ekte tartışılmaktadır). Ama Jeffreys, 22. sayfadaki 4. kanıtsavı değiştirmediğinden, biçimsel dizgesi ($p=r\sim r$ için) bizi hâlâ 1=2'ye götürmektedir.

gibi formüller, dizgede, koşullu olmayan biçimde ortaya atılamaz. (Bkz. getirdiğimiz C beliti.)

$(^{+})$'nın evriği, yani

$$\text{“}p(a,b) = 1 \rightarrow a \geq b\text{”}$$

tutarsızlık tanıtlamasına ilişkin olarak getirdiğimiz ikinci ve üçüncü örneklerin de gösterdiği gibi, tanıtlanabilir *olmamalıdır*. (Ayrıca bkz. s. 394 ve 416'daki (E) formülü.) Bu nedenle *"p(a,b)=1"*, *"en azından neredeyse kesin"* ya da mantıksal olarak, "*a*, en azından neredeyse *b*'den türer" biçiminde yorumlanmalıdır. Fakat bizim dizgemizde, geçerli başka eşdeğerlilikler de vardır; örneğin

$$\begin{pmatrix} + \\ + \end{pmatrix} \qquad \begin{aligned} a \geq b &\leftrightarrow p(a, \bar{ab}) \neq 0 \\ a \geq b &\leftrightarrow p(a, \bar{ab}) = 1 \end{aligned}$$

Bunlardan hiçbiri, *p(a,b)*'nin tanımlanmamış olduğu alışılmış dizgelerde *–p(b) ≠ 0* dışında– geçerli olamaz. Bu nedenle, olasılığın alışılmış dizgelerinin, mantığın genelleştirilmesi olarak yanlış yere tanımlandığı açıkça görülmektedir: Biçimsel olarak buna uygun değildirler; çünkü Boole cebirini dahi içermemektedirler.

Mantıksal açıdan yorumlandıklarında (ki bu da hiç de en önemlisi değildir) göreli olasılığı, türetilebilirlik kavramının genelleştirilmesi olarak algılayabiliriz. Yalnız burada önemli olan, *a*'nın *b*'den türetilebilirliğinin, "içeriksel koşullama" –yani "eğer *a* ise, bu durumda *b*" ("*b⊃a*") koşullu önermesi– ile *karıştırılmamasıdır*: biri, aynı *a* ve *b* biçiminde bir önerme iken, diğeri; yani "*a*, *b*'den türer" ve "*p(a,b)=r*" önermeleri, *a* ve *b*'ye *ilişkin* savlardır. Uzun bir zaman önce Reichenbach, *p(a,b)*'yi, *b⊃a*'nın geçerli olduğu derece olarak değerlendirilmesini; başka bir deyişle, *p(a,b)=p(b⊃a)* alınmasını önermişti[4]. Bu önerisinin

[4] *Mathem. Zeitschrift 34*, 1932, s. 572. Reichenbach'ın; *p(a,b)*'yi bu biçimde yorumlama önerisi, daha iyi düzeltilmiş biçimde A. H. Copeland ve yakın zamanda H. LEBLANC, *The Journal of Philosophy 53*, (1956, s. 679) tarafından yine ortaya atılmıştı. Ayrıca H. Leblanc diğer çalışmalarında (örneğin *Journal of Sembolic Logic 24*, No. 4, 1959,

geçerliliğini sınamak amacıyla, 1938 yılında "*Exc(a,b)*"'yi; yani *p(b⊃a)*'nın *p(a,b)*'ye göre "ölçüsüzlüğünü" ya da "fazlalığını" hesapladım. Daha hesaplamadan önce, $-1 \leq Exc \leq +1$, *b* çelişkili olduğunda *Exc(a,b)=0* ortaya çıkmıştır. *b* tutarlı olduğunda da, $Exc(a,b)=p(a,\bar{b})p(\bar{b})$'yi buluruz. Oysa dizgemizde *koşulsuz* olarak, $Exc(a,b) = (1-p(a,b))p(\bar{b}) = p(a,\bar{b})p(\bar{b})(1-p(b,b)) \geq 0$ geçerlidir. *a* ve *b* olasılıklı açıdan bağımsızsa, *b*'nin tutarlı olması durumunda şu geçerlidir: $Exc(a,b) = p(a)p(\bar{b})$. Bu durumda da, *p(a,b)=0=p(b)* ise, *Exc(a,b)=1*'dir. Bu durum, ancak *p(b)=0* ve *a*, ya *b*'den bağımsız olup *p(a)=0* durumunda ya da *b* ile bağdaşmaz veya neredeyse bağdaşmaz olması halinde, tutarlı bir *b* ve herhangi bir *a* ile gerçekleştirilir. (Örneğin: *a*= "Beyaz bir karga vardır"; *b*= $\bar{a}$.) Bu nedenle *p(a,b)*'nin *p(b⊃a)* yardımıyla yorumlanması pek de uygun değildir. *Exc* için bkz. Ek *XIX, özellikle de 1. dipnot.

Biçimsel karakteri nedeniyle dizgemizi, örneğin (istediğimiz kadar seçebileceğimiz kesikli, sık ve sürekli birçok değeri olan) çok değerli önermeler mantığı ya da kipler mantığının bir dizgesi olarak yorumlayabiliriz. Hatta bunu birçok biçimde yapabiliriz: Örneğin, "*a* zorunlu olarak *b*'yi içerir"i, az önce vurguladığımız gibi, "$p(b,\bar{ab}) \neq 0$" ile; ya da "*a* mantıksal açıdan gereklidir"i "*p(a, a)=1* ile tanımlayabiliriz. Gerekli bir önermenin zorunlu olarak gerekli olup olmadığı sorusu dahi olasılık kuramın-

s. 318; burada gereksiz iki kural, gerekli "supplements" olarak ortaya çıkmaktadır, ve aynı *Journal 25*, No. 3, 1960), olasılık kuramımda, önermeler mantığının değil de, yalnızca Boole cebirinin türetilebilirliğini tanıtladığımı ileri sürmektedir. Ama bu iddia doğru değildir. Yukarıda

*D*3 $\qquad a \geq b \leftrightarrow ab = b$'nin

mantıksal yorumunda "*a*, *b*'den türer" anlamına geldiğini söylemiştim; bu da mantıksal yorum için aşağıdaki (L) formülünün geçerli olduğunu ileri sürdüğüm anlamına gelir:

(L) $\qquad a \geq b \leftrightarrow \vdash b \supset a$

"$\vdash$" burada, Frege-Russell'in savlama imidir.

Önermeler mantığının (önermeler kalkülünün) alışılmış yazım biçimini benimsediğimizde, getirdiğim açıklamayı –eğer (AL) formülünün sağ tarafındaki koşullu önermede, "*a*" koşullayanın adı ve "*b*" koşullananın adı ise–

(AL) $\qquad a \geq b \leftrightarrow \vdash p \supset q$

biçiminde de formüle edebiliriz. Fakat bu açıklama, tüm tanıtlanabilen koşullamaları ve bununla birlikte tüm önermeler kalkülünü Boole cebirinden türetmek için açıkça yeterlidir.

Aynı betimleme yöntemi için benzer başka bir formül de şudur:

(AL$^+$) $\qquad a = b \leftrightarrow \vdash p \equiv q$

da artık kendi doğal yerini bulmaktadır: Bu, (Ek *IX'un Üçüncü Bildirinin *13. maddesinde de gösterildiği gibi) olasılık kuramında önemli bir rol oynayan, birincil ve ikincil olasılık önermeleri arasındaki sıkı ilişkiye bağlıdır. Mantıksal açıdan tanıtlanabilir anlamındaki "x geçerlidir" yerine "$\vdash x$"'i ve "$p(a,a)=1$" yerine "h" yazdığımızda, *yaklaşık olarak* şunu öngörebiliriz:

$$\vdash a \rightarrow \vdash \text{“}p(h, \bar{h}) = 1\text{”}$$

Bunu, "$\vdash a$, a'nın gerekliliğini içerir" önermesi biçiminde yorumlayabiliriz; bu da yaklaşık olarak

$$\vdash a \rightarrow \vdash \text{“}p(\text{“}p(a, \bar{a}) = 1\text{”}, \overline{\text{“}p(a, \bar{a}) = 1\text{”}}) = 1\text{”}$$

anlamına geldiğinden, (birincil) olasılık önermeleri hakkındaki (ikincil) olasılık önermelerini elde ederiz.

Kuşkusuz, birincil ve ikincil olasılık önermeleri arasındaki ilişkiye ilişkin daha başka (ve daha iyi) yorumlama biçimleri de vardır. (Sözgelimi bazı yorumlara göre, bu önermeleri, aynı dil düzeyine ait, belki de aynı dile ait önermeler olarak değerlendiremeyiz.)

Ekleme (1968). Bu Ekin sondan bir önceki paragrafı, önceki ve sonraki konulardan bağımsızdır. Burada amacım, birincil ve ikincil olasılık önermelerinin *tek bir formülde* birleştirimini önermekti –gerçi bu, hiç hoşuma gitmeyen bir konuydu. Ama DAVID MILLER'in *British Journal for the Philosophy of Science* (17, 1965, s. 59-61)'da özel durum için türettiği bir paradoksu ve bununla birlikte, sanıyorum, benim bir açıklamamı paradoks olarak tanıtladığından bu yana (bkz. *British Journal for the Philosophy of Science 10,* 1959, s. 39, formül PP; ayrıca *B. J. P. S. 19*, 1968, s. 145, dipnot 2), söz konusu durum artık bana eskisi kadar endişe verici görünmemektedir. Bu nedenle bu paragrafı yalnızca, ileride belki de başarısızlığı ortaya konulabilecek bir deneme niteliğinde düşünmek istiyorum. (Aynı şey, *IX. Yeni Ekin *13. kesimi için de geçerlidir, s. 495-498.)

Burada, bir de *mutlak olasılık* konusuyla ilgili bir şey daha

eklemek istiyorum. Söyleceklerim, anılan Ekte de (s. 495-498) rol oynamaktadır.

$p(a,b)$ göreli olasılığına ait her bir kuram, $p(a)$ mutlak olasılığının bir kuramını da içermektedir; çünkü, b'yi $p(a,b)$ yapan bir eşsözün keyfi biçimdeki değiştirimi yasaklanmadığı sürece

$$p(a, \overline{\overline{a}a}) = p(a, a + \bar{a}) = p(a) \qquad (75; D2)$$

geçerlidir. Fakat bu "mutlak" olasılık, doğal olarak, (bizim Boole cebiri olarak bulduğumuz) seçilmiş S dizgesine görelidir. $\bar{a}a$ veya $a+\bar{a}$ da zaten, Boole cebirine ait bir birim öğesidir ve mantıksal bir eşsözel önermeyle özdeşleştirilmek zorunda değildir – gerçi *mantıksal yorumda* böyle bir özdeşleştirme *olanaklıdır*.

Demek ki, $a+\bar{a}$ birim öğesi, S dizgemizi seçtiğimizde sorunsal olmayan elemanlar olarak düşündüğümüz bir öğeye karşılık gelmektedir.

*VI. NESNEL GELİŞİGÜZELLİK VEYA RASTLANTISALLIK

Olasılığın nesnel kuramı ve bu kuramın entropi (ya da moleküler düzensizlik) gibi kavramlara uyarlanmasında, *bir düzen biçimi* –yani bir tür düzenlilik– olarak *gelişigüzelliğe ya da rastlantısal düzensizliğe* getirilecek nesnel bir tanımlama büyük önem taşıyacaktır.

Bu ekte, çözümlerine belki de bu tanımlamanın katkı getirebileceği genel sorunlardan birkaçına kısaca değinmek ve bu sorunlara nasıl yaklaşılabileceğini göstermek istiyorum.

(1) Denge durumunda bulunan gaz moleküllerinin hız dağılımlarının (büyük yaklaşıklıkla) *rastlantısal* olduğu varsayılmaktadır. Benzer biçimde, toplam yoğunluk sabit kaldığında kozmik gaz bulutundaki dağılım da, *rastlantısal* olacaktır. Pazar günleri yağmur yağması da *rastlantısaldır:* Sürekli olarak, haftanın her günü eşit nicelikte yağmur yağmaktadır ve çarşamba günü (ya da diğer herhangi bir günde) yağmur yağdığı gerçeği, gelecek pazar da yağmurun yağacağını ya da yağmayacağını kestirmede bize pek de yardımcı olmaz.

(2) Rastlantısallığı sınamak için, başvurabileceğimiz bazı istatistiksel *sınama olanakları* vardır.

(3) Rastlantısallığı, "kuralların olmayışı" biçiminde açıklayabiliriz; fakat bu açıklama da, az sonra göreceğimiz gibi, bize pek yardımcı olamayacaktır. Çünkü gelişigüzelliğin *genelde* var olduğunu ya da olmadığını ortaya koyan bir sınama olanağı yoktur; yalnızca verilen ya da savlanan *türsel* kurallı durumlar sınanabilir. Bu nedenle de, rastlantısallığı sınarken, kurallı ya da düzenli du-

rumların sınanmasını hiçbir zaman dışarıda bırakamayız: Yağmurun yağdığı durumlarla pazar günleri arasında anlamlı bir ilişki olup olmadığını –yani verilmiş bir formülün, örneğin pazar günleri yağmur yağacağına ilişkin getireceğimiz, "üç haftada en az bir kez" biçimindeki kestirimin doğru olup olmadığını– sınayabilir; sınamalarımız sonucunda bu formülü yadsıyabiliriz; ama sınamalarla, daha uygun bir formülün olup olmadığını belirleyemeyiz.

(4) Bu koşullar altında, rastlantısallık ya da düzensizlik, nesnel olarak betimlenebilen bir düzen türü olarak değil, aksine –böyle bir düzen varsa– var olan düzen hakkındaki bilgimizin eksikliği olarak yorumlanmak zorundadır. Bu yoruma karşı çıkmak zorunda olduğumuza; *düzensizliğin ve gelişigüzelliğin ideal türlerinin yapılandırılmasına* (ve doğal olarak bu iki aşırı ucun tüm derecelerine olduğu gibi, düzenin ideal türüne de) gerçekten izin veren bir kuram geliştirebileceğimize inanıyorum.

(5) Bu alandaki en basit ve kanımca çözümüne ulaştığım problem, *düzensizliğin ya da gelişigüzelliğin tek boyutlu ideal türlerinin yapılandırılmasıdır*. Bu yapılandırma, sıfırların ve birlerin oluşturduğu gelişigüzel diziler biçimindedir.

Bu tür bir dizi, doğrudan sonsuz dizileri konu eden olasılığın herhangi bir sıklık kuramından yola çıkılarak yapılandırılabilir. Bunu şu biçimde gösterebiliriz:

(6) Von Mises'e göre, birlerin ve sıfırların oluşturduğu bir dizi, *oyun yöntemine* izin vermediği sürece gelişigüzeldir; yani gelişigüzel bir dizi, farklı bir dağılımın yer aldığı bir altdiziyi önceden seçmemize olanak tanımamalıdır. Ama von Mises, yine de her bir oyun yönteminin "rastlantısal olarak" geçici bir süre için işleyebileceğini vurgulamakta; ancak bunun, *sürekli* –daha doğrusu sonsuz sayıdaki denemede– işlememesi koşulunu getirmektedir.

Buna göre, bir Mises-kolektifinin, *başlangıç parçası* fazlasıyla yüksek bir kurallılık gösterebilir: Dizinin sonuda kuralsızlık gözlendiği sürece,

00 11 00 11 00 11 ...

gibi çok düzenli başlayan ve bu biçimde beşyüzmilyonuncu sı-

raya kadar devam eden bir kolektif, Mises'in gelişigüzellik ilkesine uymadığı gerekçesiyle dışarıda bırakılamaz.

(7) *Bu* biçimde geliştirilmiş rastlantısallığın görgül olarak sınanamayacağı açıktır ve bir parçanın gelişigüzelliğini sınarken, aslında başka türde bir rastlantısallığı; yani *baştan beri* "oldukça rastlantısal biçimde" davranan bir diziyi düşündüğümüz de açıktır.

Ama rastlantısallığın "baştan beri" süre geldiği biçimde yapılanmaya yaklaşmak, yine kendi içinde bir sorun yaratacaktır. 010110 dizisi rastlantısal mıdır? Kuşkusuz, soruyu evet ya da hayır biçiminde yanıtlamak için, dizinin *fazlasıyla kısa* olduğunu söylemeliyiz. Öte yandan, böyle bir soru hakkında karar verebilmek için *uzun bir diziye* gereksinim duyduğumuzu söylediğimizde de, başta söylediğimizi; yani dizinin "baştan beri" rastlantısal olması gerektiği şeklindeki yaklaşımımızı geri almak zorunda kalırız.

(8) Bu sorunun çözümüne, *ideal bir rastlantısal dizinin* –yani, uzun ya da kısa, her başlangıç parçasında, ilgili parçanın uzunluğunun izin verdiği ölçüde gelişigüzelliğin yer aldığı bir dizininyapılandırılmasıyla ulaşılır; diğer bir deyişle, bu dizi, *n* rastlantısallık derecesinin (yani n-serbestliğinin), uzunluğa bağlı olarak, matematiğin olanaklı kılacağı hızla büyüyen bir dizidir.

Bu tür bir dizinin nasıl yapılandırılacağı, kitabın IV. Ekinde gösterilmiştir. (Bkz. özellikle Dr. L. R. B. Elton'a ve bana ait, henüz yayımlanmamış çalışmaları anlatan IV. Ekteki 1*. dipnot.)

(9) Bu özelliğe sahip dizilerin sonsuz kümesi, eş-dağılımlı *gelişigüzel almaşıkların ideal biçimi* olarak adlandırılabilir.

(10) Her ne kadar bu dizilerde aradığımız tek özellik, "güçlü biçimdeki gelişigüzel" yapılanma –yani sonlu başlangıç parçalarının, tüm gelişigüzellik sınamalarını aşabilmesi koşulu– ise de, *dizilerin sıklık sınır-değerlere sahip olduğunu kolaylıkla gösterebiliriz*; bu sınır-değerler sıklık kuramları çerçevesinde öngörülen alışılmış değerlerdir. İşte bu gerçek, olasılık hakkında yazdığım bölümün en önemli sorunlarından birini –dizilerin sınır-değer davranışını, sonlu parçalardaki rastlantısal davranışlarına dayandırarak sınır-değer belitinin dışlanması sorununu– kolayca çözmektedir.

(11) Dizi, tek boyutlu durumlarda, her iki yöne doğru yapılandırılarak kolayca uzatılabilir. Bu uzatma, örneğin tek sayılı öğelerin birincisi, ikincisi, ... ile, artı yöndeki birinci, ikinci, ... sıra arasında ve çift sayılı öğelerin birincisi, ikincisi, ile eksi yöndeki birinci, ikinci, ... sıra arasında bir ilişki kurarak gerçekleştirilir. Yapılandırma, bilinen benzer yöntemlerin yardımıyla n-boyutlu uzayın hücrelerine kadar genişletilebilir.

(12) Von Mises, Copeland, Wald ve Church gibi sıklık kuramcıları, rastlantısal dizileri katı bir biçimde, özellikle "tüm" oyun yöntemlerini dışarıda bırakarak tanımlarken, benim amacım o zaman da farklıydı, şimdi de farklı. (Burada "tüm"ün anlamı oldukça geniştir; bu tür bir dışlamayı, bu biçimde tanımlanmış rastlantısal dizilerin var olduğuna ilişkin bir tanıtla aynı düşünebiliriz.) Ben, baştan beri gelişigüzelliğin, *herhangi bir sonlu başlangıç parçasıyla* uyumlu olduğu biçimindeki yaklaşıma getirilen karşıolumları yadsımayı ve *rastlantısal sonlu dizilerden* sonsuz dizilere geçerek ortaya çıkacak dizileri göstermeyi; böylece de farklı iki hedefe ulaşmayı umuyordum: İstatistiksel gelişigüzellik sınamaları aşacak bir dizi örneğini ortaya koymak ve sınır-değer önermesini *tanıtlamak*. Burada, (8). maddede de gösterildiği gibi, IV. Ekte yer alan yapılandırma örneği yardımıyla, her iki amaca da gerçekten ulaşılmıştır.

(13) Geçen sürede, hem matematiksel hem de felsefi nedenlerden dolayı, olasılığın "ölçükuramsal olarak ele alınmasının", sıklık kuramı yorumuna yeğlenebilir olduğu kanısına vardım (bkz. *Postscript*'imde *III. bölüm). (Postscript'imde ayrıntılı biçimde işlenen, olasılığın gerçekleşebilirliğin ölçütü olarak yorumu, burada belirleyici bir rol oynamaktadır.) Bu nedenle, sınır-değer belitinin sıklık kuramından dışlanmasını artık pek de önemli bulmuyorum. Ama bu dışarlama, kuşkusuz mümkündür: Sıklık kuramını, IV. ekte oluşturulan rastlantısal dizilerin ideal örnekleriyle yapılandırabiliriz; ve sınamalar sonucunda ideal bir diziyle istatistiksel benzerliği tanıtlandığı ölçüde, görgül bir dizinin gelişigüzel olduğunu söyleyebiliriz.

Yukarıda da açıklandığı gibi, von Mises, Copeland, Wald ve Church'ün öngördüğü dizilerin, bu biçimde yapılandırılmaları gerekmemektedir. Böylece, istatistiksel sınamalar sonucunda

rastlantısal olmadığı gerekçesiyle dışarıda bırakılan her dizi, uzantısında, bu kuramcıların öngördüğü rastlantısal dizilerin biçimine dönüşebilecektir.

(14) Bugün, yani ilk sorularımı 1934'te umduğum biçimde çözdükten birkaç yıl sonra, sıklık kuramının sözü edilen tüm güçlüklerden bağımsız olarak yapılandırılabileceği gerçeğinin önemine artık pek de inanmıyorum. Yine de rastlantısallığın ya da gelişigüzelliğin, düzenin bir göstergesi olarak betimlenebilmesini ve rastlantısallık veya gelişigüzellik için nesnel modellerin oluşturulabilirliğini önemli buluyorum.

(15) (8)'den (10)'a kadarki maddelerde karakterize edilen ideal rastlantısal dizilerimin, 1938'de ortaya koyduğum (bkz. Ek *II) biçimde, *IV. ekteki biçimsel hesaplamayı doyurduğuna dikkat çekmek istiyorum. $\mathcal{S}$'nin, $a=a_1,a_2,\ldots$; $b=b_1,b_2,\ldots$ gibi ideal rastlantısal dizilerin (kolektiflerin) bir kümesi olduğunu düşünelim; dizilerin her a_i ya da b_i ögesi de, ya 1'e ya 0'a eşit olsun. Bu durumda, bazı bileşim dizileri bağımsız (ve bundan dolayı da rastlantısal) olur ve $\mathcal{S}$, yalnızca birlerden ya da sıfırlardan oluşan her iki almaşığı da kapsar.

$$
\begin{aligned}
p(a,b) &= lim\,((\Sigma\, a_n b_n)/\Sigma\, b_n);\\
p(a\overline{b},c) &= lim\,((\Sigma\, a_n b_n c_n)/\Sigma\, c_n);\\
p(\overline{a},b) &= lim\,((\Sigma\,(1-a_n)b_n)/\Sigma\, b_n);\\
p(a) &= lim\,((\Sigma\, a_n)/n);
\end{aligned}
$$

öngördüğümüzde, *IV. ve *V. Ek'teki (s. 379vd. ve 408vd.) tüm koyutlar ve belitler (1. koyut dışındaki; bkz. s. 379 ve 382) doyurulmuş olur.

*VII. SIFIR OLASILIK VE OLASILIKLA İÇERİĞİN İNCE YAPISI

Kitapta yer alan metinde, bir varsayımın *olasılığı* ve *sağlanmışlık derecesi* kavramları arasında keskin bir ayrıma gidilmiş ve şöyle bir sav öne sürülmüştür: Bir varsayımı iyi sağlanmış olarak nitelendirdiğimizde, kastettiğimiz, onun katı bir biçimde sınandığı (bu nedenle de, yüksek sınanabilirlik derecesine sahip bir varsayım olması gerektiği) ve o ana kadar düşünebildiğimiz en ağır sınamalarda başarılı olduğudur. Bundan başka, *sağlanmışlık derecesinin olasılık olamayacağı* ileri sürülmüştür; bunun da nedeni, sağlama derecesinin, olasılıklar hesabı yasalarını doyuramamasıdır. Çünkü, olasılıklar hesabı yasalarına göre, iki varsayımdan, mantıksal olarak daha güçlü ya da daha fazla bilgi verici olanı veya daha iyi sınanabileni ve bu nedenle de *daha iyi sağlanabileni* –hangi gerçeğe dayanırsa dayansın (bkz. özellikle *82.* ve *83.* kesimler)– diğerinden her zaman *daha az olasılı* olmak zorundadır.

O halde, genelde sağlanmışlığın daha yüksek bir derecesi, olasılığın daha düşük bir derecesiyle ilişkilendirilmektedir; bu da yalnızca (*olasılık hesabı anlamındaki*) olasılıkla sağlanmışlık derecesi arasında keskin bir ayrım yapmak zorunda olmamız gerektiğini değil, aynı zamanda *tümevarımın olasılık kuramının –tümevarımsal bir olasılık düşüncesinin– geçersiz olduğunu* göstermektedir.

Burada, "olasılıktan" söz ederken, kuşkusuz *olasılıklar hesabının biçimsel yasalarını bütünüyle doyuran bir fonksiyonunu* kastediyorum; örneğin kendi belitsel dizgemin yorumlarından her-

hangi birini (*IV. ve *V. Ekler), veya tutarlı oldukları ya da (örneğin Keynes'in, Reichenbach'ın veya Carnap'ınkiler gibi) çelişkilerden arındırılabildikleri sürece, tanınmış diğer dizgelerin herhangi bir yorumunu da düşünüyorum.

Tümevarımsal bir olasılığın olanaksız olduğu, Reichenbach'ın, Keynes'in ve Kailas'ın bazı yaklaşımları yardımıyla kitabımda (*80.*, *81.* ve *83.* kesimler) ortaya konulmuştur. Bu tartışmanın sonuçlarından biri de, *sonsuz bir evrende* (bu evren farklı şeylerin veya uzay-zamansal bölgelerin sayısı bakımından sonsuz olabilir) *evrensel (eşsözel olmayan) her bir yasanın olasılığının sıfıra eşit olacağıdır.*

(Tartışmadan çıkardığımız bir diğer sonuç da, bilim adamının, kuramlarında sürekli yüksek bir olasılık derecesini amaçlaması konusunu, gözü kapalı kabul etmememiz gerektiğidir. Bilim adamları, yüksek olasılık derecesi ile yüksek bilgi düzeyine sahip içerik arasında bir seçim yapmak zorundadır; çünkü, *mantıksal nedenlerden dolayı her ikisine birlikte sahip olamazlar*; ve böyle bir seçime zorlanmış bilim adamları –kuram, sınanmalarda iyi sağlanmadığı takdirde– bugüne dek hep yüksek bilgi içeriğini yeğlemişlerdir).

Burada, "olasılık" derken düşündüğüm, evrensel bir yasanın *mutlak* mantıksal olasılığı ya da *olaylar (gerçekler) hakkındaki kabul edilmiş bazı önermelere*; yani *özel bir önerme (tekil önerme)* veya özel önermelerin sonlu tümel-evetlemesine *bağlı olarak* ileri sürülen yasanın *göreli* olasılığıdır. Başka bir deyişle *a*, ortaya attığımız yasa, *b* de saptanmış herhangi bir gerçek olsun; bu durumda

(1) $p(a)=0$

ve aynı zamanda

(2) $p(a,b)=0$

olduğu görüşündeyim.

Bu formüller buradaki Ekte irdelenmektedir.

(1) ve (2) formülleri eşdeğerdir; çünkü, Jeffreys'in ve Keynes'in de ortaya koyduğu gibi, şu geçerlidir: bir *a* önermesinin "önsel" olasılığı (mutlak mantıksal olasılığı) sıfır ise, saptanmış sonlu her bir *b* gerçeği için $p(b) \neq 0$'ın geçerliliğini kabul edebileceğimizden, *b* gerçeklerinin oluşturduğu sonlu tümel-evetlemelere bağlı olarak ortaya çıkan olasılık yine aynı olmalıdır. Çünkü, $p(a)=0$'dan $p(ab)=0$ çıkar ve $p(a,b)=p(ab)/p(b)$ olduğundan, (1)'den (2)'yi elde ederiz. Öte yandan (2)'den (1)'i de türetebiliriz; çünkü formül (2), saptanan her *b* gerçeği için geçerliyse, ne kadar zayıf ya da "neredeyse eşsözel" olursa olsun, bir gerçeğin sıfır-durumu –yani $t= \overline{b\bar{b}}$ eşsözel önerme için de geçerli olduğunu düşünebiliriz– kaldı ki $p(a)$'yı da zaten $p(a,t)$ olarak tanımlayabiliriz.

(1) ve (2) için gösterilebilecek, sağlam temellere dayanan birçok neden vardır. Bunlardan biri, olasılığın klasik tanımıdır; yani istenen (elverişli) durum sayısının *(aynı koşullara sahip) tüm* olanakların sayısına bölümü biçimindeki tanıma dayanabiliriz. Sonra da, örneğin elverişli olanakları elverişli gerçek durumlarla aynı kabul ederek (2)'yi türetebiliriz. Bu durumda, $p(a,b)=0$'ın geçerli olacağı açıktır; çünkü, elverişli gerçek durumların saptamaları yalnızca sonlu olabilir, oysa sonsuz bir evrendeki olanaklar doğal olarak sonsuzdur. (Ama burada "sonsuzluğun" hiç bir önemi yoktur; çünkü yeterli büyüklükteki her evren için, değişik yaklaşıkta aynı sonuç ortaya çıkar; ayrıca, evrenimizi *bizim için ulaşılabilir* gerçek bulgularla karşılaştırdığımızda –uzay ve her şeyden önce de zaman bakımından– evrenimizin etkileyici büyüklükte olduğunu da biliyoruz.)

Belki bu biçimdeki basit yaklaşım biraz belirsiz olabilir; ama klasik tanımdan (2) yerine (1)'i türetebilirsek, büyük oranda bunu belirginleştirebiliriz. Bu amaçla, *a* evrensel önermesinden, her birinin doğal olarak 1'in altında bir olasılığa sahip olmak zorunda olduğu özel önermelerin sonsuz bir bileşiminin çıkarsandığını kabul edebiliriz. En basit durumda, *a*'nın kendisi bu tür sonsuz bir bileşim olarak yorumlanabilecektir; yani *a* için: *a= "Tüm nesneler A özelliğine sahiptir"* önermesini ya da "*x*'in herhangi bir değeri için geçerli olan: *x*, *A* özelliğine sahiptir" biçi-

minde okunan imsel *"(x) Ax"* anlatımını düşünebiliriz[1]. Bu durumda *a*'yı, $a=a_1a_2a_3....$ biçimindeki sonsuz bileşim olarak yorumlayabiliriz; burada $a_i=Ak_i$ ve k_i ise sonsuz bireysel alanımızın *i*'nci bireyin adıdır.

Artık *"a^n"* adını, ilk *n* özel önermenin $-a_1a_2.....a_n-$ bileşimi yerine kullanabilir; *a* için de

$$a = \lim_{n\to\infty} a^n$$

ve (bkz. s. 287)

$$(3) \qquad p(a) = p(\lim_{n\to\infty} a^n) = \lim_{n\to\infty} p(a^n).$$

formüllerini yazabiliriz. *"a^n"*yi, k_1, k_2, $...k_n$ elemanlarının sonlu dizisi içindeki tüm elemanların *A* özelliğine sahip olduğunu ileri süren önerme (sav) biçiminde yorumlayabileceğimiz açıktır. Bu nedenle, *$p(a^n)$*'nin kestiriminde klasik tanımdan kolayca yararlanabiliriz. *a^n savı için elverişli olan yalnızca tek bir olanak vardır*: Bu da, tüm *n* sayıda k_i bireyin, istisnasız olarak *A*'nın değili özelliğine değil de *A* özelliğine sahip olma olanağıdır. Ne var ki, her k_i bireyi için, ya *A* ya da *A*'nın değili özelliğine sahip olma olanağını kabul etmek zorunda olduğumuzdan, bütününe baktığımızda 2^n

[1] Burada "*x*", bütünüyle (sonsuz) bireysel alanımızda yayılan bireysel bir değişkendir. Örneğin, şu önermeleri alabiliriz: *a*= "Tüm kuğular beyazdır" = "*x*'in herhangi bir değeri için şu geçerlidir: *x*, *A* özelliğine sahiptir"; burada "*A*" "beyaz ya da hiçbir kuğu" biçiminde tanımlanmıştır. "Bunu, *x*'in, evrenin uzayzamansal bölgelerine yayılmış ve "*A*"nın, "beyaz olmayan bir kuğu içermediği" şeklinde tanımlanmış olduğunu varsayarak, biraz farklı bir biçimde de ifade edebiliriz. Fazlasıyla karmaşık, örneğin *(x)(y)(xRy→xSy)* biçimindeki yasalar dahi *"(x)Ax"* şeklinde yazılabilir; çünkü "*A*"yı

$$Ax \leftrightarrow (y)(xRy \rightarrow xSy)$$

ile tanımlayabiliriz.

Belki de bunun sonunda, doğa yasalarının, burada betimlenenin dışında, başka bir biçime sahip oldukları (bkz. Ek *X); yani burada düşünülden *daha güçlü* oldukları ve *"(x)Ax"* biçimine dönüştürüldüklerinde, *A* yükleminin, tümdengelimsel olarak sınanabilmesine rağmen, *önemli ölçüde gözlemlenemez* olduğu sonucuna varırız (bkz.*IX. Ek'teki "Üçüncü Makalemin" *1. ve *2. dipnotları). Ne var ki bu durumda, uslamlamamız geçerliliğini *kaydı kaydı (a fortiori)* korur.

olanaktan söz ederiz. Buna göre, klasik kuram

(4^c) $p(a^n) = 1/2^n$'yi.

ortaya koyar.

Ama (3) ve (4^c)'den hemen (1)'i elde ederiz.

Bizi (4^c)'ye götüren "klasik" tanım, gerçi tamamen uygun değildir, ama kanımca yine de büyük ölçüde doğrudur.

Tamamen uygun değildir; çünkü *A* ve *A*'nın değilinin eşolasılı olduğu öngörüsünden yola çıkar Bu nedenle de (bence oldukça isabetli) şu bir eleştiri getirilebilir: Madem ki *a* bir doğa yasasını gösteriyor, öyleyse farklı a_i'ler, "ansal önermelerdir" ve bu nedenle de yanlışlama olanağı sağlayan değillemelerinden daha yüksek bir olasılığa sahiptirler. (Bkz. *28.* kesimde *1. dipnot.) Fakat bu eleştiri, uslamlamanın yalnızca önemsiz bir bölümünü ilgilendirir. Çünkü *A*'ya (1 dışında) hangi olasılığı yüklersek yükleyelim, (aşağıda değinilecek konulardan bağımsız düşündüğümüzde) sonsuz *a* bileşimi, sıfır olasılığa sahip olacaktır. Görüldüğü gibi burada, *olasılığın bir-veya-sıfır yasasının* oldukça sıradan bir durumuyla karşı karşıya kalırız (bu nöropsikoloji bağlamında, "hep-veya-hiç ilkesi" biçiminde de adlandırılabilir). Bu durumda, bunu şöyle formüle edebiliriz: *Eğer a, a_1, a_2,* ....'nin sonsuz bileşimi ise –burada $p(a_i)=p(a_j)$'dir ve her *a* diğer her şeyden bağımsızdır– bu durumda, şu geçerlidir:

(4) Her *n* için $p(a) = p(a^n) = 1$ dışında, $p(a) = \lim_{n\to\infty} p(a^n) = 0$'dır.

Ne var ki $p(a)=1$ olması açıkça kabul edilebilir değildir (bu yalnızca benim değil, aynı zamanda tümevarımcı karşıtlarımın da bakış açısıdır; çünkü onlar, evrensel bir yasanın olasılığının, deneyimle asla arttırılamayacağı vargısını kabul etmezler). Kabul edilebilir olsaydı, "Tüm kuğular siyahtır" önermesinin olasılığı tıpkı "Tüm kuğular beyazdır" önermesindeki gibi 1 olurdu –diğer renkler için de aynı şeyi söyleyebiliriz. Böylece "Siyah bir kuğu vardır" ile "Beyaz bir kuğu vardır" vb. gibi tüm önermelerin olasılığı, sezgisel açıdan mantıksal zayıflıklarına rağmen, sıfır olurdu. Diğer bir deyişle, $p(a)=1$ savı, bizi salt man-

tıksal nedenlerden dolayı 1 olasılıkla evrenin boş olduğu sonucuna götürürdü.

Böylece (4)'ten (1)'e varmış oluyoruz.

Her ne kadar bu kanıtlama (ve bununla birlikte aşağıda bağımsızlık öngörüsüyle ilgili açıklamalar) bana göre yadsınamaz olsa dahi, bağımsızlığı koşullamayan ve buna rağmen bizi (1)'e ulaştıran, mantıksal açıdan daha zayıf uslamlamalar vardır. Örneğin konuya aşağıdaki gibi yaklaşabiliriz.

Türetimimizde, her bir k_i için, A ya da *A'nın değili* özelliğine sahip olabileceği şeklindeki mantıksal olanağın var olduğu kabul edilmişti: Bu bizi, büyük ölçüde (4)'e götürmektedir. Oysa, temel olanaklarımız olarak, n sayıdaki bireyin oluşturduğu evrendeki her bireyin olası özelliklerini değil de, bu tür bireylerden oluşan bir "numunede" ("sample") yer alan A ve *A'nın değili* özelliklerinin *olası göreli olanaklarını* almamız gerektiğini düşünebilirdik. n bireyden oluşan bir örnekte A'nın ortaya çıkabileceği olası oranlar şunlardır: $0, 1/n, \ldots n/n$. Eğer bu oranlardan herhangi birinin ortaya çıkışını, temel olanaklarımızdan biri olarak görür ve eşolasılı olduğunu kabul edersek ("Laplace dağılımı"[2]), bu durumda (4)'ün,

$$lim\ p(a^n) = 0 \text{ olacak biçimde}$$

$$p(a^n) = 1/(n+1) \tag{5}$$

ile yer değiştirmesi zorunludur.

(1)'in türetimiyle ilgili olarak formül (5), (4[c])'den çok daha zayıf olmasına rağmen, yine de (1)'in türetilmesine izin verir –ve üstelik bu türetim, gözlemlenen durumları, elverişli olanlarla aynı kabul etmeksizin ya da gözlemlenen durumların sayısının sonlu olduğunu düşünmeksizin gerçekleştirilebilir.

[2] Özellikle de bu öngörü, Laplace'in ünlü "ardıllık kuralı"nın türetiminin temelini oluşturmaktadır. Bu nedenle onu "Laplace dağılımı" olarak adlandırıyorum. Bu öngörü, *yalnızca örnekler* söz konusu olduğunda isabetlidir; görüldüğü kadarıyla, (Laplace'in yaptığı gibi) birbirini izleyen tek tek olayların sorunuyla bağlantılı olarak uygulandığında, uygun değildir. Ayrıca bkz. Ek *IX, "Üçüncü Makale", 7.vd. madde; ayrıca *VIII. Ekteki 10. dipnot.

(1)'e götüren çok benzer bir yaklaşımı da şöyle açıklayabiliriz: Evrensel her bir *a* yasasının, "*p(x,y)=1*" biçimindeki istatistiksel *h* varsayımını *mantıksal olarak içerdiği* (ve bu nedenle de en fazla bu varsayım kadar olasılı olduğu) ve *h*'nin mutlak olasılığının, Laplace dağılımı yardımıyla *p(h)=0* olacak biçimde hesaplayabiliriz. (Bkz. Ek *IX, "*Üçüncü Makale*", özellikle *13). *h* de, *a*'dan çıkarıldığından, *p(a)=0*'ı; yani (1)'i elde ederiz.

Bu tanıt, bence en basit ve en inandırıcı olanıdır; çünkü (4)'ün *a* ve (5)'in *h* için geçerli olduğu düşünüldüğünde, bize (4)'ü *ve* (5)'i ileri sürme olanağını sağlamaktadır.

Ölçümlemelerimiz, şimdiye kadar hep olasılığın klasik tanımına dayandırılmıştır. Bunun yerine biçimsel olasılıklar hesabının mantıksal yorumunu temel aldığımızda da aynı sonuca ulaşırız. Ancak bu durumda sorunumuz, önermelere bağımlılık ya da bağımsızlık konusuna dönüşür.

a'yı yine özel (tekil) a_1, a_2, ... önermelerinin mantıksal bileşimi olarak ele aldığımızda, sanıyorum akla yatkın olabilecek tek öngörü, eşsözel olmayan bilginin yokluğunda, tüm bu özel önermeleri birbirinden bağımsız düşünmemiz gerektiğidir; böylece a_i önermesini, olasılıkların

$$p(a_j,a_i) = p(a_j)$$
$$p(a_j,\bar{a}_i) = p(a_j) = 1-p(a_j)$$

olduğu, a_j önermesi ya da onun $\bar{a}_j$ değillemesi izleyebilecektir.

Bunun dışındaki tüm öngörüler, ad hoc biçimde getirilen koşula göre, sonraki etkiye bağımlı gibi olurdu; başka bir deyişle, a_i ve a_j arasında nedensel bir ilişki olması gerektiği gibi bir koşula karşılık gelirdi. Kuşkusuz bu da, *doğabilimsel bir varsayım* olarak formüle edilebilen mantıksız, bireşimsel bir öngörü olurdu. Bu, olasılığın salt mantıksal kuramında, sanki salt mantıksal eşsözel önermeymiş gibi gizlice öne sürülemez.

Aynı şey, başka bir biçimde de ifade edilebilir: doğabilimsel bir *h* varsayımıyla bağlantılı olarak, kuşkusuz şu geçerlidir:

(6) $p(a_i,a_j|h) > p(a_j,h)$

çünkü h, bizi sonraki etkinin varlığı konusunda bilgilendirebilir. Bu durumda, şu da geçerli olacaktır:

(7) $p(a_i a_j,h) > p(a_i,h)p(a_j,h)$

çünkü (7), (6)'yla eşdeğerdir. Eğer bu tür bir h yoksa, veya h eşsözelse; ya da başka bir deyişle, mutlak mantıksal olasılıklarla çalışıyorsak, formül (7)

(8) $p(a_i a_j) = p(a_i)p(a_j)$

ile yer değiştirmelidir; (8), a_i ve a_j'nin *bağımsız* olduğu anlamına gelir ve

(9) $p(a_j,a_i) = p(a_j)$

formülüyle eşdeğerdir.

Ama, birbirlerinden bağımsız olduklarına ilişkin öngörü, $p(a_i)<1$ durumunda, az önce de olduğu gibi, bizi $p(a)=0$'a; yani (1)'e götürür.

Böylece (8); yani tek tek a_i önermelerinin birbirlerinden bağımsız olduğu öngörüsü (1)'e yol açar. Ve bu nedenden dolayı da, bazı yazarlar, doğrudan ya da dolaylı olarak, formül (8)'i reddetmiş; sürekli olarak (8)'in yanlış olması gerektiğini ileri sürmüştür. Onlara göre, (8) doğru olsaydı, *deneyimlerimizden bir şeyler öğrenemezdik*; görgül bilim olanaksız olurdu. Ama bu doğru değildir: $p(a)=p(a,b)=0$ olsa dahi, deneyimlerden bir şeyler öğrenebiliriz; örneğin $C(a,b)$ –yani a'nın b sınamalarındaki *sağlama derecesi*– her şeye rağmen yeni sınamalara başvurularak arttırılabilir. (Bkz. Ek *IX). Böylece de bu "aşkın" kanıtlama, hedefi - en azından benim kuramımı- ıskalamaktadır[3].

[3] Bilgiye sahip olduğumuz ya da deneyimle bir şeyler öğrenebileceğimiz gerçeğine dayanan; bilginin ya da öğrenmenin ancak deneyimle *mümkün olabileceği gerçeğinden* çıkan; bunun da ötesinde, deneyimle bilgi elde etmenin ya da öğrenmenin olanaksızlığını ortaya koyan her kuramın yanlış olması gerektiği olgusunu vurgulayan bir kanıtlamayı "aşkın" olarak adlandırabiliriz. (Bu ifade, Kant'ın terminolojisine bir göndermedir). Bana göre, aşkın bir tanıtlama -deneyimle bilgi edinmenin ya da öğrenmenin olanaksızlığının çıkarsandığı bir kurama karşı- eleştirel biçimde kullanıldığında, gerçekten de geçerli olabilir. Ama bu durumda çok dikkatli olunmalıdır. Kuşkusuz

Şimdi de, (8)'in yanlış olduğu; başka bir deyişle,

$$p(a_i a_j) > p(a_i)p(a_j)$$'nin

bu nedenle de

$$p(a_j a_i) > p(a_j)$$'nin

ve

(+) $$p(a_n a_1 a_2 \ldots a_{n-1}) > p(a_n)$$

formüllerinin geçerli olduğu şeklindeki görüşü irdeleyelim.

Bu yaklaşıma göre şu geçerlidir: Eğer herhangi bir k_i'nin, A özelliğine sahip olduğunu saptadıysak, diğer bir k_j bireyinin aynı özelliğe sahip olma olasılığı artacaktır; olasılık da, içlerinde A özelliğini bulduğumuz durumların sayısına bağlı olarak artar. Ya da Hume'un deyişiyle: (+), "*kendileri hakkında, deneyime dayanan bilgimizin olmadığı durumların*" (örneğin k_n), "*olasılı olarak deneyime dayalı bilgimizin olduğu durumlara benzeyebileceğini*" ileri sürmektedir.

Bu alıntı, "olasılı" sözcüğü dışında, Hume'un tümevarım eleştirisinden alınmıştır[4]. Ve Hume'un eleştirisi, tümüyle (+)'ya ve (+)'nın italik yazılmış sözel anlatımına uygulanabilir; çünkü Hume, şunu savlamaktadır: "*Nesneler arası çoğu kez değişmez bağıntının gözlemine bakarak, kendilerinden deneyime dayalı bilgi edindiğimiz nesnelere ait olmayan bir nesneyi dikkate alarak herhangi bir*

"bilgi" sözcüğünün *belirli anlamında* kullanılan görgül bilgi vardır; ama başka bir anlamda, -örneğin *kesin* ya da *tanıtlanabilir bilgi* anlamında- görgül bilgi yoktur. Ve eleştirel bakmaksızın "olasılı" bilgiye sahip olduğumuzu -yani olasılıklar hesabı anlamındaki bilginin olasılıklı olduğunu- düşünemeyiz. Zaten ben de, bu anlamda bir bilgiye sahip olmadığımızı savlıyorum. Çünkü, "bilimsel bilgiyi" de içine alan, "görgül bilgi" olarak adlandırabileceğimiz bilgi, bana göre, *tahminlerden* oluşmaktadır; Ve bu tahminlerin pek çoğu da, çok iyi *sağlanmış* olabilmelerine rağmen, olasılıklı değildir (0 olasılığa sahiptir). Bkz. *Postscript*'imde *28. ve *32. kesimler.

4 *Treatise of Human Nature*, 1739/40, I. Kitap, Bölüm III, kesim IV (vurgulamalar Hume'a aittir). Ayrıca bkz., *Postscript*'imin *2. kesimdeki 1. dipnot ve *50. kesimdeki 2. dipnot.

çıkarımda bulunamayız"[5]. Eğer biri çıkıp da, deneyimlerimizin bize, gözlemlenen nesnelerden gözlemlenmeyenler hakkında çıkarımlarda bulunma yetkisi verdiğini öne sürerse, Hume, "herhalde sorumu bir kez daha yinelemeliyim" diyerek: "*Niçin bu deneyimden, deneyime dayalı bilgimizin olduğu geçmiş olaylardan yola çıkarak, şu ya da bu çıkarımlarda bulunabilelim*" biçiminde yanıt vermektedir. Diğer bir deyişle Hume, gözlemlenmemiş durumlara bağlı olarak, *herhangi bir* çıkarımın –hatta *Abstract*'ında eklediği gibi, *olasılı çıkarımların*– doğruluğunu tanıtlamak için, deneyime dayanmamızın sonsuz geri gitmelere yol açtığını göstermektedir. Çünkü bu yapıtında şunu okuyoruz: "Âdem'in, elindeki tüm bilgiyle, doğadaki işleyişin hep aynı kalmak zorunda olduğunu, hiçbir zaman *tanıtlayabilecek* durumda olmadığı açıktır ... Evet, hatta daha da ileriye giderek, *olasılı* kanıtlarla bile, geleceğin geçmişle aynı olması gerektiğini tanıtlayamayacağını da söylemek istiyorum. Olasılı tüm kanıtlar, geçmişle gelecek arasında denkliğin var olduğu koşuluna dayanmakta ve bu nedenle aynı şeyleri hiçbir zaman tanıtlayamamaktadır."[6] Bundan dolayı da (+)'nın geçerliliği, *deneyimle* doğrulanamaz; ama mantıksal olarak geçerli olabilmesi için (+)'nın, mantıksal açıdan olası her dünyada geçerli olacak eşsözel bir yapıya sahip olması gerekir. Ne var ki durum böyle değildir.

Eğer bu doğru olsaydı, (+) çözümsel ya da mantıksal bir savın yapısına değil, *bireşimsel ve önsel olarak geçerli tümevarım ilkesinin* mantıksal yapısına sahip olurdu. Ama (+)'nın, tümevarım ilkesi olarak bile yeterliliği yoktur. Çünkü (+), doğru ve $p(a)=0$ yine de geçerli olabilir. (Carnap'ın kuramı, (+)'nın –bireşimsel olmak zorunda olduğunu görmüş olmamıza rağmen– önsel olarak geçerli olduğunu varsayan ve aynı zamanda (1)'i; yani $p(a)=0$'ı kabul eden kurama bir örnektir[7]).

5 A.g.y., kesim XII (vurgulamalar Hume'undur). Sonraki alıntı, anılan yapıtın IV. kesimindendir.

6 Bkz. *An Abstract of a Book lately published entitled A Treatise of Human Nature*, 1740, yayımcısı J. M. Keynes ve P. Sraffa, 1938, s. 15. Bkz. kesim *81*'deki 2. dipnot (vurgulamalar Hume'a aittir).

7 Carnap'ın ileri sürdüğü (benim, *Conjectures and Refutations*, s. 290'da, bağımlılık ölçüsünün tersi olarak gösterdiğim) "lambda"nın sonlu olması gerektiği koşulu (+)'yı kapsamaktadır; bkz. kendisine ait *Continuum of Inductive Methods*, 1952. Carnap buna

O halde, etkili bir olasılıklı tümevarım ilkesi, (+)'dan daha güçlü olmalı; yani en azından uygun bir *b* gerçeğinin saptanmasıyla, $p(a,b)>1/2$ olasılığını elde edebileceğimiz çıkarıma izin vermelidir. Bunu sözcüklerle ifade edersek, uygun gerçek durumların bir araya getirilmesiyle, *a*'yı değillemesinden daha olasılı bir önerme haline getirebiliriz. Ama bu yalnızca, (1) yanlışsa; yani $p(a)>0$ geçerliyse olanaklıdır.

(+)'yı doğrudan çürüten ve (2)'yi tanıtlayan savı, Jeffreys'in *Theory of Probability* § 1.6'sında ortaya koyduğu kanıtlamada görebiliriz[8]. Jeffreys, (3) biçiminde gösterdiği ve bizim işaretlerimize dönüştürüldüğünde aşağıdaki sava karşılık gelebilecek bir formülü tartışmaktadır: $p(b_i,a)=1$ *koşulunda* her $i\leq n$ için, $p(ab^n)=p(a)$ olacak biçimde, şu formül geçerli olmak zorundadır:

$$(10) \qquad p(a,b^n) = p(a)/p(b^n) = p(a)/p(b_1)p(b_2,b^1) \ldots p(b_n,b^{n-1})$$

Bu formülü tartışırken, Jeffreys şunları söylemektedir (burada da onunkiler yerine kendi simgelerimi kullanacağım) "Bu nedenle, yeterli sayıdaki doğrulamada, aşağıdaki üç durumdan biri ortaya çıkmalıdır: (1) var olan gerçekler nedeniyle *a*'nın olasılığı 1'den daha fazladır. (2) Olasılık sürekli 0'dır. (3) $p(b_n,b^{n-1})$, 1'e yaklaşacaktır." Jeffreys ayrıca, (1). durumunun (aşikâr nedenlerden dolayı) olanaksız olduğunu ve böylece de geride yalnızca (2)'nin ve (3)'ün kalacağını eklemektedir. Bense, (3)'ün mantıksal olarak belirsiz nedenlerden dolayı evrensel geçerlili-

rağmen, Jeffreys'e göre, deneyimle öğrenmenin olanaksız olduğu gerçeğinin çıktığı $p(a)=0$'ı kabul etmektedir. Ama bununla birlikte Carnap, "lambda"sının sonlu olması gerektiğini, bu nedenle de (+)'nın geçeli olduğunu; yani Jeffreys'in de dayandığı aynı aşkın kanıtlamayı –aksi durumda, deneyimle öğrenmemizin olanaklı olmadığını– savunmaktadır. Bkz. CARNAP *Logical Foundations of Probability*, 1950, s. 565, ve bana ait *Conjectures and Refutations*, 1963 ve 1965, adlı kitabın 11. bölümü, özellikle de s. 289 vd. (Bu bölüm, *Library of Living Philosophers*'ın Carnap cildine getirdiğim katkıyı da içermektedir. Yayımcısı P. A. Schilpp, 1964; bkz. özellikle 87. dipnot.

8 Bkz. HAROLD JEFFREYS'in *Theory of Probability*'si, 2. baskı, 1948, s. 39. Jeffreys'in kullandığı işaretleri burada benimkilere dönüştürdüm ve kullandığı *H*'yi formüllerime katmadım; çünkü *H*'yi eşsözel ya da en azından önemsiz bir önerme olarak düşünebiliriz; sonuç olarak yaklaşımım *H*'siz de formülle edilebilmektedir. (Bkz. Jeffreys'in kitabı, *Scientific Inference*, 2. baskı, 1957, s. 35) Jeffreys'in, burada formül (10) için sözcüklerle ifade edilen *koşulu* yeterince güçlü değildir: $\vdash a \supset b_i$ biçiminde ileri sürülmeliydi.

ği olduğu (ve bir tümevarım ilkesi olarak kullanılabilmesi için, geçerli ve önsel olmak zorunda olması gerektiği) öngörüsünün kolayca çürütülebileceğini savlıyorum. Çünkü, (10)'un türetimi için gerekli, $0<p(b_i)<1$ dışındaki tek koşul, $p(b^n,a)=1$ biçimindeki bir *a* önermesinin *varlığıdır*. Fakat bu koşul *her zaman* ve herhangi bir b_i önermeler dizisi için sağlanabilir. b_i'nin yazı-tura atışları hakkındaki bildirimler olduğu düşünüldüğünde, gözlemlenen tüm *n-1* yazı-tura atışına ilişkin bildirimlerin çıkacağı ve bize (büyük bir olasılıkla yanlış da olsa) sonraki tüm atışları tahmin etmemize izin veren evrensel bir *a* yasası oluşturmak her zaman olanaklıdır[9]. Böylelikle, öngörülen *a* önermesi her zaman var olur; ayrıca, ilk *n-1* atış için aynı sonucu veren ama *n*'inci atış için tamamen ters bir sonucu koşullayan başka bir *a'* yasası da sürekli vardır. İşte bu nedenle, Jeffreys'in ortaya attığı (3). durumu kabul etmek paradoks olacaktır; çünkü yeterli büyüklükteki bir *n* için, $p(b_n,b^{n-1})$ ve aynı zamanda (diğer *a'* yasasından elde edilen) $p(\bar{b}_n,b^{n-1})$ her zaman 1 dolaylarında çıkacaktır. Buna göre de, matematiksel açıdan göz ardı edemediğimiz Jeffreys'in yaklaşımı, bu bölümün başında benim getirdiğim biçimiyle (2). formülle örtüşen (2). durumun tanıtlanmasında kullanabilir[10].

(+)'ya eleştirimizi şu biçimde özetleyebiliriz. Bazıları, salt mantıksal nedenlerden dolayı, genel olarak geçmişte gözlenen kırmızı renkli nesnelerin toplam sayısına bakarak, gözlemleyeceğimiz bir sonraki nesnenin de kırmızı olma olasılığının artacağına inanmaktadır. Oysa bu, büyücülüğe -dilin büyüsüne- inan-

9 (10)'un türetimini sağlayan koşullar arasında, b_i'lerin, ortak "*B*" yüklemli "$B(k_i)$" biçiminde olması gerektiği koşulunun aranmadığına ve bu nedenle, b_i= "k_i turadır" ve b_j= "k_j yazıdır" şeklinde düşünmenin bir sorun yaratmayacağına dikkat çekmek istiyorum. Her şeye rağmen bir "*B*" yüklemini, her b_i'nin "$B(k_i)$" biçiminde olacak şekilde yapılandırabiliriz: $B(k_i)$'yi, "ancak ve ancak, matematiksel *a* yasasıyla saptanmış dizinin ilgili öğesi 0 ya da 1 olduğunda, k_i turadır ya da yazıdır", biçiminde tanımlayabiliriz. (Burada hemen şunu eklemeliyim: Bu tür bir yüklem, yalnızca bireyleri *sıralanmış* bireysel bir alana bağlı olarak tanımlanabilir; bu durum da, yalnızca uygulama alanlarını düşündüğümüzde bizim için dikkate değer olacaktır. Bir de şunu söylemeliyim: Az önce tartıştığım (10). formülü, yalnızca yazı-tura atışları için değil, doğa yasaları (örneğin Kepler yasaları) için de uygulanabilecek biçimde geliştirdim. Yöntemim, en azından "hemen hemen tüm" doğa yasalarında (1) ve (2)'nin geçerli olması gerektiğini tanıtlamaktadır.)

10 (3). durumunun geçerli olduğu şeklindeki karşıt sonuca Jeffreys de zaten varmıştır.

makla eşdeğerdir. Çünkü, "kırmızı" yalnızca bir yüklemdir; ve her zaman, tüm nesnelerde belirli bir ana kadar gözlemlenen nesnelere karşılık gelen ama sonraki nesneye uymayan olasılık kestirimlerine götüren *A* ve *B* yüklemleri olacaktır. Bu tür yüklemler normal olarak doğal dillerde ortaya çıkmaz ama yapılandırılmaları her zaman mümkündür. (Ne var ki, burada eleştirilen büyü inanışı, gündelik dili çözümleyenlerden çok yapay dil modellerini yapılandıranlarda ortaya çıkmaktadır.) Ben (+)'ya yönelttiğim bu eleştiriyle, doğal olarak, her bir aa_j... birleştiriminden oluşan farklı a_n'lerin (mutlak mantıksal) *bağımsızlığı* ilkesini savunuyorum; yani eleştirim, bana göre (4)'ün ve (1)'in çürütülemeyecek bir savunmasını ortaya koymaktadır.

Aslında (1) için daha başka tanıtlar da vardır. Bunlardan biri; Jeffreys ve Wrinch'in düşüncelerine dayananı[11], *VIII. Ekte ayrıntılı biçimde tartışılacaktır. Jeffreys'in temel yaklaşımını (küçük değişikliklerle) aşağıdaki gibi özetleyebiliriz.

e, açıklamayı amaçladığımız bir problem durumu (Explikandum); daha doğrusu evrensel bir yasayla açıklamayı istediğimiz, tek tek gerçeklerden oluşan bir küme olsun. Bu durumda, genel olarak sonsuz sayıda olası açıklama –hatta (eğer *e* verilmişse, birbirlerini *dışarıda bırakan*) (*e*'ye bağlı olarak) olasılıklarının toplamı biri aşmayacak biçimde sonsuz sayıda açıklama– karşımıza çıkacaktır. Ama bu, hemen hemen hepsinin olasılıklarının sıfır olması gerektiği anlamına gelmektedir; ancak, sonsuz bir dizideki olası yasaları, her birine (sıfırdan büyük) artı bir olasılık yükleyebilecek biçimde –öyle ki toplamları yakınsaklaştırılmış ve biri aşmamış olsun– sıralamayı başardığımızda olasılıklar sıfırdan büyük olacaktır. Bunun bir diğer anlamı da, dizide daha önce ortaya çıkan yasalara (genelde) daha sonra ortaya çıkacak yasalardan daha yüksek bir olasılık yüklendiğidir. Bu nedenle de önemli gördüğümüz aşağıdaki *tutarlılık koşulunu* sağlamamız gerekmektedir:

Yasaları sıralama yöntemimize göre, bir yasa, sonrakinin olasılığının öncekinden daha büyük olabileceği kanıtlanabilse dahi, asla diğer yasanın önüne yerleştirilemez.

Jeffreys'in ve Wrinch'in söz konusu tutarlılık koşulunu kar-

[11] *Philos. Magazine* 42, 1921, s. 369vd.

şılayan yasaların sırasıyla ilgili bir yöntemin bulunabileceğine ilişkin bazı sezgisel nedenleri vardı: Önerileri, açıklama getiren kuramları, azalan yalınlıklarına ("yalınlık koyutu"); yani artan karmaşıklıklarına göre sıralamaktı –yasanın karmaşıklığı da, serbestçe eklenebilen parametre sayısıyla ölçülmeliydi. Ne var ki, bu sıralama yönteminin –ve olası diğer tüm yöntemlerin– az önce formüle edilen tutarlılık yasasını ihlal ettiğini gösterebiliriz (ve *VIII. Ekte de gösterilmektedir). (Bkz. s. 456, dipnot.)

Böylece, *e* gerçeklerini dikkate almadan açıklayan tüm varsayımlar için $p(a,e)=0$'ı; yani (2)'yi ve dolaylı biçimde (1)'i elde ederiz.

(Bu tanıtlamanın ilginç bir boyutu da, açıklayan varsayımlarımızın (birbirlerini dışarıda bırakan) sonsuz sayıda varsayımı olanaklı kılan matematik dilinde formüle edilmesi koşulunda, sonlu bir evrende de geçerli olmasıdır. Örneğin şu biçimde bir evren oluşturabiliriz[12]. Biri, oldukça büyük bir satranç tahtasına, aşağıdaki kurala göre, küçük taşlar ya da dama taşlarını dizsin: Bu durumda, o kişinin bildiği ama bizim bilmediğimiz matematiksel olarak tanımlanmış bir fonksiyon veya eğri vardır; ve taşlar yalnızca eğride bulunan alanlarda durabilir; ancak kurala göre belirlenmiş sınırlar içinde taşlar istenen yerlere yerleştirilebilir. Bizim görevimiz, taşların yerleştirilişini gözlemek ve "açıklayıcı bir kuram"; yani mümkünse, bizce bilinmeyen matematiksel eğriyi ya da ona çok yakın olanı bulmaktır. Burada elde edeceğimiz sonuçlar, kuşkusuz sonsuz sayıda olacak ve her ne kadar satranç tahtasına dizilmiş taşlara göre ayırt edilmezlerse de, matematiksel açıdan birbirleriyle bağdaşmaz olacaktır. Doğal olarak bu kuramların hepsi, kuramın formüle edilişine göre tahtaya yerleştirilen taşlarla çürütülebilir. Bu durumda, olasılı konumların "evreni" sonlu seçilebilmesine rağmen, matematiksel bakımdan bağdaşmaz sonsuz sayıda açıklayıcı kuram var olacaktır. Araçcıların ya da işlemcilerin, aynı alanı tanımlayan herhangi iki kuram arasındaki ayrımın "anlamsız" olduğunu söyleyebilmeleri beni hiç de yadırgatmayacaktır. Ama, *bu örneğin ileri sürdüğüm kanıtlamayla ilgisi olmadığı* ve bu nedenle de bu karşı söyleme hiç bir yanıt vermemem gerektiği gerçeğini bir yana bı-

[12] Benzer bir örnek, *VIII. Ekte, s. 450'deki 2. dipnotun yer aldığı metinde kullanılmıştır.

raksak da, yine de şunu dikkate almak zorundayız: Bu "anlamsız" ayrımlara ileride, ölçüm tamlığını arttırarak ve böylece ağı yeterince yoğunlaştırarak; yani alanları ve taşları daha küçük seçerek bir "anlam" kazandırmak, pek çok durumda olanaklıdır.)

İleri sürdüğüm tutarlılık koşulunun gerçekleştirilemez olduğu gerçeğinin ayrıntılı bir tartışması *VIII. Ekte yer almaktadır. Artık (1) ve (2) formüllerinin geçerliliği sorunundan, bu iki formülün geçerli olduğu vargısından çıkan biçimsel bir soruna geçmek istiyorum. Buna göre, içeriklerine bakılmaksızın tüm evrensel kuramlar sıfır olasılığa sahiptir.

Kuşkusuz evrensel iki kuramın içeriği ya da mantıksal gücü çok farklı olabilir. Örneğin, a_1= "Tüm gezegenler dairesel olarak hareket eder" ve a_2= "Tüm gezegenler elips biçiminde hareket eder" yasalarını ele alalım. Tüm daireler (sıfır dışmerkezlilik ile) elips olduklarından, a_2 a_1'den çıkmaktadır ama tersi geçerli değildir. a_1'in içeriği a_2'den oldukça daha büyüktür. (Şüphesiz, "Tüm gezegenler güneşin etrafında eşmerkezli dairelerde hareket eder" gibi, a_1'den daha güçlü başka kuramlar da vardır. Bkz. s. 148).

a_1'in içeriğinin a_2'den daha kapsamlı olduğu gerçeği, tüm sorunlarımız için büyük bir anlam taşımaktadır. Örneğin a_1 için, a_2'ye uymayan *sınamalar* –yani yörüngeden herhangi bir sapmayı ortaya çıkararak a_1'i çürütme çabaları– vardır; öte yandan a_2 kuramının, aynı zamanda a_1'i çürütmeye yönelik bir deneme olmayan gerçek bir sınaması yoktur. Bu nedenle a_1, a_2'den daha sıkı biçimde sınanabilir ve daha büyük bir sınanabilirlik derecesine sahiptir; ve eğer a_1, sıkı sınamalarda başarılı olursa, a_2'nin ulaşabileceğinden daha yüksek bir sağlama derecesine ulaşır.

a_1 ve a_2 gibi kuramlar arasında benzer ilişkiler, a_1, a_2'yi mantıksal olarak kapsamasa da yine ortaya çıkabilir ve a_2 diğer

[13] C. G. HEMPEL, bir kuramın onaylanmış gerçek kanıtlarıyla ("confirming evidence") ne demek istemiş olursa olsun, bununla kastettiği kuşkusuz, kuramı sağlayan sınamaların sonucu değildir. Çünkü, bu konudaki çalışmalarında (*Journal of Symbolic Logic 8*, 1943, s. 122vd. ve özellikle *Mind 54*, 1945, s.1vd. ve 97vd. ve *Mind 55*, 1946, s.79vd.) ileri sürdüğü uygunluk koşulları arasında, şu (8.3) koşulu vurgulamaktadır (*Mind 54*, s. 102vd.): Eğer e, h_1 ve h_2 gibi bazı varsayımların onaylanmış gerçek kanıtlarıysa, bu durumda h_1, h_2 ve e, birlikte, tutarlı bir önermeler kümesini oluşturmak zorundadır.
Ne var ki tipik ve ilginç durumlar bu koşulla çelişmektedir. h_1 ve h_2'yi, Einstein'ın ya da Newton'un yer çekimi kuramı olarak düşünelim. Her iki kuram, güçlü çekim

kurama fazlasıyla yaklaşır. (Buna göre, örneğin a_1 Newton'un dinamik kuramı ve a_2 Newton'un kuramından çıkmayıp, yalnızca "ona oldukça yaklaşan" Kepler yasaları olabilir. Ayrıca bkz. *Postscript*'imin *15. bölümü.) Burada, Newton'un kuramı, içeriği daha büyük olduğundan, yine daha iyi sınanabilenidir[13].

Formül (1)'in tanıtlanması, içerik ve sınanabilirlikteki bu ayrımın, $p(a_1)=p(a_2)=0$ olduğundan, a_1 ve a_2 kuramlarının mutlak olasılıkları yardımıyla doğrudan ifade edilemez olduğunu göstermektedir. Zaten $Ct(a)$ içerik ölçüsünü, metinde önerildiği gibi, $Ct(a)=1-p(a)$ biçiminde tanımlarsak, yine $Ct(a_1)=Ct(a_2)$ sonucu çıkacaktır; bu da bizi burada ilgilendiren konunun –yani içerikler arası farklılıkların– bu tür bir ölçüyle ifade edilemeyeceğini gösterir. (Benzer şekilde, tutarsız bir aa önermesiyle evrensel bir a kuramı arasındaki farklılık ifade edilemez olarak kalır; çünkü $p(a\bar{a})=p(a)=0$ ve $Ct(a\bar{a})=Ct(a)=1$'dir[14]).

alanların ve hızlı hareket eden cisimlerin söz konusu olduğu durumda birbiriyle bağdaşık olmayan sonuçlar vermekte, bu nedenle de birbiriyle çelişmekedir. Ama yine de Newton'un kuramını destekleyen, bilinen tüm gerçekler, aynı zamanda Einstein'ın kuramını da desteklemekte ve her ikisini de sağlamaktadır. Buna çok benzer bir durum, Newton'un ve Keppler'in kuramlarını ve Newton'un ve Galilei'nin kuramlarını gözlediğimizde de ortaya çıkmaktadır. (Aynı şekilde, başarısız bir biçimde yürüttüğümüz, kırmızı veya sarı kuğu bulma çabası, "en azından bir kuğu vardır" önermesinin geçerliliği durumunda birbiriyle çelişen şu iki kuramı yine sağlamaktadır: (I) "Tüm kuğular beyazdır" ve (II) "Tüm kuğular siyahtır".)

Özetleyecek olursak: –katı sınamaların sonucu olan– e ile sağlanmış bir h varsayımı olsun; h_1 ve h_2 de, her birinin h varsayımını mantıksal olarak kapsadığı, birbiriyle bağdaşmayan iki kuram olsun. (h_1, ah ve h_2, $-ah$ olsun.) Bu durumda h için yürütülen her bir sınama aynı zamanda h_1'in ve h_2'nin de sınamasıdır; çünkü h'nin başarılı olarak çürütülmesiyle, aynı zamanda h_1 ve h_2 de çürütülecektir; ve eğer e, h'nin başarısız çürütme denemelerine ilişkin bir rapor ise, bu durumda e, hem h_1'i hem de h_2'yi sağlayacaktır. (Ama biz, doğal olarak h_1 ve h_2 arasında karar vermemizi sağlayacak sınamaları aramaya devam edeceğiz.) "Doğrulamalar" ve "ansal gözlemler" söz konusu olduğunda kuşkusuz işleyişimiz farklı olacaktır. Ama bunların *sınamalarla* ilgisi yoktur. Bu eleştiri bir yana, Hempel'in model dilinde özdeşliğin ifade edilemeyeceğini de göz ardı etmemeliyiz; bkz. özellikle s. 143 (alttan 5. satır) *Journal Symb. Log. 8* ve benim 1959 tarihli İkinci Önsöz'üm. *Ansal gözlemlerin* basit ("yorumsal") bir *tanımı*, *Mind 64*, 1955, s. 391'deki çalışmamın son dipnotunda yer almaktadır.

14 Tutarsız bir önermenin tutarlı bireşimsel bir önermeyle aynı olasılığa sahip olabileceği, *her olasılık kuramında* –eğer sonsuz bir bireysel alana uygulanıyorsa– *kaçınılmazdır*: Bu doğrudan, tüm a_i'lerin birbirlerinden bağımsız olmaları koşulunda, $p(a_1,a_2...a_n)$'in sıfıra doğru gitmek zorunda olduğunu ileri süren çarpım kuramının bir vargısıdır. Bu nedenle, sonsuz atışlarda ard arda n sayıda tura atma olasılığı *tüm* olasılık kuramlarına göre $1/2^n$'dir, bu da sıfır olur. Bkz. Ek *XVI.

Olasılık kuramının uğraştığı benzer bir sorun da şudur: Bir kaba, 1'den n'e kadar ta-

Tüm bunlar, a_1 ve a_2 arasındaki içerik farklılığını, olasılıklar yardımıyla en azından bazı durumlarda da ifade edemeyeceğimiz anlamına gelmez. a_1'in mantıksal olarak a_2 kuramını kapsadığı (böylece a_2 ve a_1 v a_2'nin karşılıklı türetilebildiği) ama tersinin olanaklı olmadığı sonucundan, aynı zamanda: $p(a_1)=p(a_2)=0$ geçerli olsa da

$$p(a_1,a_2) = p(a_1,a_1 \text{ v } a_2) = 0; p(a_2,a_1) = p(a_2,a_1 \text{ v } a_2) = 1$$

elde edebiliriz. Bu durumda,

$$p(a_1,a_2) < p(a_2,a_1)$$

ve ayrıca a_1'in daha fazla içeriğini vurgulayan

$$p(a_1,a_1 \text{ v } a_2) < p(a_2,a_1 \text{ v } a_2)$$

formüllerine sahip olurduk.

İçerikte ve mutlak mantıksal olasılıkta, uygun ölçülerle doğrudan ifade edilemeyecek böyle farklılıkların var olduğu gerçeğine, içeriğin ve mantıksal olasılığın "*ince bir yapısı*" vardır şeklinde ifade etmekle dikkat çekmiş oluruz. Bu niteleme, bize daha büyük ve daha küçük içerikler ve mutlak olasılıklar arasında, *Ct(a)* ve *p(a)* ölçülerinin çok kaba ve bu farklılıklara karşı çok duyarsız oldukları –yani eşitliğin söz konusu olduğu– durumlar-

nımlanmış, n sayıda bilya koyalım ve karıştıralım. Bu durumda asal sayıyla tanımlanmış bilyaları çekme olasılığı nedir? Bu sorunun bilinen bir çözümü, eğer n sonsuza doğru gidiyorsa, öncekinde olduğu gibi sıfıra yaklaşmasıdır. Bu da, $n \to \infty$ durumunda, her ne kadar kapta asal sayıyla tanımlanmış sonsuz sayıda bilya bulunmasına rağmen, asal sayıyla tanımlanmamış bir bilya çekme olasılığının 1 olduğu anlamına gelmektedir. Bu sonuç, olasılığın uygun *her* kuramında aynı olmak zorundadır. Bu nedenle, olasılık kuramlarından herhangi birini, örneğin sıklık kuramını alıp, bu kuramın, bizi yalnızca doğru sonuça ulaştırdığından, "en azından bir parça paradoks" olduğu biçiminde eleştiremeyiz. (Bu tür bir eleştiri, W. KNEALE'nin *Probability and Induction*, 1949, s. 156 yapıtında yer almaktadır.) Son olarak değindiğimiz "olasılık kuramının sorunu" –yani numaralandırılmış bilyaların çekilmesi– dikkate alınırsa, Jeffreys'in, "asal sayılı bilyaların çekilmesine ilişkin olasılık dağılımından" söz edenlere yöneltiği saldırı bence tamamen haksızdır. (Bkz. kendisine ait *Theory of Probability*, 2. baskı, s. 38'deki dipnot).

da da, ayrım yapma olanağını verir. Bu ince yapıyı ifade edebilmek için, kanıksanan ">" ve "<" imleri yerine, "$\succ$" ("fazladır") ve "$\prec$" ("azdır") işaretlerini kullanabiliriz. (Ayrıca "$\succeq$", yani "fazladır eşittir" ve "$\preceq$" imlerinden de yararlanabiliriz). Bu işaretlerin kullanımı, aşağıdaki kuralların yardımıyla açıklanabilir:

(1) "*Ct(a)*$\succ$*Ct(b)*" ve bu nedenle eşdeğeri "*p(a)*$\succ$*p(b)*", *a*'nın içeriğinin *b*'den *–en azından* içeriğin ince yapısı anlamında– daha büyük olduğunu bildirmek için kullanılabilir. Bundan dolayı, *Ct(a)*$\succ$*Ct(b)*'nin mantıksal olarak *Ct(a)* $\succeq$ *Ct(b)*'yi kapsadığını ve bunun da kendi açısından *Ct(a)*$\geq$*Ct(b)*'yi; yani *Ct(a)*<*Ct(b)*'nin yanlışlığını içerdiğini kabul edeceğiz. Ters yöndeki koşulluluk ise geçerli değildir.

(2) *Ct(a)* $\succeq$*Ct(b)* ve *Ct(a)* $\preceq$ *Ct(b)* birlikte *Ct(a)*=*Ct(b)*'yi içermektedir. Fakat *Ct(a)*=*Ct(b)*, *Ct(a)*$\succ$*Ct(b)* ve *Ct(a)* $\prec$ *Ct(b)*, doğal olarak da *Ct(a)* $\succeq$ *Ct(b)* ve *Ct(a)* $\preceq$ *Ct(b)* ile bağdaştırılabilir.

(3) *Ct(a)*>*Ct(b)* sürekli olarak *Ct(a)* $\succ$ *Ct(b)*'yi kapsar.

(4) Benzer kurallar, *p(a)*$\succ$ *p(b)* vb. için de geçerlidir.

Şimdi, *Ct(a)*=*Ct(b)*'ye rağmen *Ct(a)* $\succ$ *Ct(b)*'nin geçerli olduğunu söyleyebileceğimiz durumların belirlenmesi sorunu çıkmaktadır. Bu, belli sayıdaki durumda –örneğin *p(a,a v b)*<*p(b,a v b)* durumunda, *b a* tarafından tek yönlü koşullandığında– oldukça açık biçimde görülmektedir. Ben, şu kuralları öneriyorum:

Eğer yeterince büyük tüm *sonlu* evrenler için (yani yeterli büyüklükteki *N*'de, *N*'den daha fazla öğeye sahip tüm evrenler için) *Ct(a)*>*Ct(b)* ve bundan dolayı da (3). kurala göre *Ct(a)*$\succ$*Ct(b)* geçerliyse, sonsuz bir evren için, *Ct(a)*=*Ct(b)*'yi elde etsek de, *Ct(a)* $\succ$*Ct(b)* kalıcı olacaktır.

Bu kural, görünüşe göre, tüm durumları değilse de ilgimizi çeken durumların pek çoğunu kapsamaktadır[15].

a_1= "Tüm gezegenler daire biçiminde hareket eder" ve a_2=

[15] Benzer sorunlara JOHN KEMENYS'in heyecan uyandırıcı çalışması "A Logical Measure Function"unda oldukça ayrıntılı biçimde yer verilmiştir (*Journal of Symb. Logic* 18, 1953, s. 289vd.). Kemenys'in model dili, ikinci önsözümde (1959) değindiğim üç dil modelinden ikincisi ve bana göre, bu üç dilden en ilginç olanıdır. Ama çalışmasının 294. sayfasında da ortaya koyduğu gibi, dilinde sonsuzluk kanıtsavları –örneğin her sayıyı diğer bir sayının izlediği ilkesi– ister istemez tanıtlanamaz olarak kalır; yani aritmetiğin alışılmış dizgesini içermemektedir.

"Tüm gezegenler elips biçiminde hareket eder" kuramlarının her ikisindeki sorun, şüphesiz kuralımıza uygundur ve hatta aynı şey, a_1 ve a_3= "Tüm gezegenler sıfırdan farklı dışmerkezlilikle elips biçiminde hareket eder" kuramlarının karşılaştırılması için de geçerlidir; çünkü $p(a_3)>p(a_1)$'in, yeterince büyük (olası gözlemlerin oluşturduğu) sonlu tüm evrenlerde, a_1'e göre a_3'le bağdaşan olanakların daha fazla olduğu anlamda geçerliliği olacaktır. Ölçükuramsal olarak:
$p(a_1,a_2 \vee a_3) < p(a_3,a_1 \vee a_3)$ de geçerlidir.

Burada tartışılan, içeriğin ve olasılığın ince yapısı, yalnızca olasılık aralıklarının 0 ve 1 sınırlarında değil, ilkesel olarak, 0 ve 1 arasındaki tüm olasılıklarda ortaya çıkmaktadır. a_1 ve a_2 evrensel iki yasa olsun ve yukarıdaki gibi $p(a_1)=p(a_2)=0$ ve $p(a_1)\ p(a_2)$ geçerli olsun; b'yi, ne a_1 ve a_2 ne de bunların değillemeleri koşullasın; ve $0<p(b)=r<1$ olsun. Bu durumda,

$$p(a_1 \vee b) = p(a_2 \vee b) = r$$

ve aynı zamanda

$$p(a_1 \vee b) \prec p(a_2 \vee b)$$

formüllerine; benzer biçimde,

$$p(\bar{a}_1 b) = p(\bar{a}_2 b) = r$$

ve aynı zamanda

$$p(\bar{a}_1 b) \succ p(\bar{a}_2 b)$$

formüllerine başvurabiliriz; çünkü, $p(\bar{a}_1)=p(\bar{a}_2)=1$ olmasına rağmen $p(\bar{a}_1) \succ p(\bar{a}_2)$'dır. Bu nedenle, $p(b)=r$ olan her b'ye, $p(c_1)=p(b)$ ve $p(c_1) \succ p(b)$ biçiminde bir c_1; ayrıca da $p(c_2)=p(b)$ ve $p(c_2) \prec p(b)$ biçiminde bir c_2 ait olabilecektir.

Burada tartışılan durum, *bir kuramın yalınlık ve boyut* konusunun açıklanması için önemlidir. Bu sorun VIII. Ekte ayrıntılı biçimde tartışılacaktır.

**Ekleme(1968).* Bu Ekin son paragrafında, ince yapı düşüncesinin, yalınlık ve boyut karşılaştırılması için önemli olduğunu vurgulamıştım. Ama bunun tersi de söz konusudur: Yalınlık ve boyut, sonraki sayfalarda da görüleceği gibi, ince yapı kuramı için önemlidir; konuyla ilgili olarak özellikle 452. sayfadaki formül (1)'e bakınız.

Kuramın boyutu uygulama alanına ve böylelikle de 459. sayfada ortaya konulduğu gibi bir problem daireye göreli olduğundan, söz konusu görelileştireme, kuramların içeriğinin ince yapısı ve bundan dolayı da bir kuramın "niteliği" için de önem taşımaktadır. (Bkz. ayrıca s. 499-500'deki dipnot ve s. 319.)

**Ekleme(1982).* Evrensel yasaların sıfır olasılıklarıyla ilgili, dar kapsamlı ve düzeltilmiş bir kanıtlama, *XVI. Yeni Ek'te yer almaktadır (1981). Tümevarımın ve de Bayes'in olasılıklar hesabının önemli olmadığını gösteren bundan bağımsız bir kanıtlamaya da *XVII. Ekte yer verilmiştir (1981). Bkz. ayrıca Ek *XVIII (1982).

*VIII. İÇERİK, YALINLIK VE BOYUT

Bu kitapta da[1] ortaya koymaya çalıştığım gibi, ben, bilim insanına, yararlı gördüğü yeni düşünceleri, yüklemleri, "gizli" kavramları ya da başka şeyleri kullanmasını yasaklayarak, bilim dilinin hareket özgürlüğünün sınırlandırılması yanlısı değilim. Bu nedenle de, son zamanlarda değişik biçimlerde, bilim kuramına yapay hesaplama yöntemlerini ya da "dil dizgelerini" yerleştirmeye çalışan ve bunların basitleştirilmiş "bilim dilinin" modelleri olduğunu savlayan felsefecileri destekleyemiyorum. Kanımca bu çabalar, şimdiye dek yalnızca yararsız olmakla kalmayıp, aynı zamanda günümüzde bilim kuramında görülen belirsizliğe ve karışıklığa da neden olmuştur.

38. kesimde ve I. Ekte de kısaca tartışıldığı gibi, (mutlak) *atomik önermelere* –ya da aynı işlemi yerine getiren *mutlak atomik yüklemlere*– sahip olsaydık, *bir kuramın içeriğinin ölçütü olarak*, kuramın çürütülmesinde gerekli sayıca en az atomik önermelerin karşıt değerine başvurabilirdik. Çünkü bir kuramın içeriğinin derecesi, bilindiği gibi sınanabilirlik ya da çürütülebilirlik derecesiyle aynıdır. Bu nedenle de, sayıca daha az atomik önermeyle çürütülebilen kuram, daha kolay çürütülebilir ya da sınanabilir, böylelikle de daha kapsamlı bir kuram olurdu. (Özetlemek gerekirse: yanlışlama olanağı için gerekli atomik önermelerin sayısı ne kadar azsa, kuramın içeriği de o denli büyüktür.)

Gerçi ben, ne atomik önermelerle ne de bize atomik önermeleri kazandıran yapay bir dil dizgesiyle uğraşmak istiyorum. Sanıyorum, bilimde "doğal" atomik yüklemlerin bulunmadığı gerçeği artık herkesçe bilinmektedir. Eski mantıkçılar, "insan"

[1] Bakınız, *38.* Kesim, özellikle de 2. dipnottan sonraki metin, s. 154vd.; İlk Ek I, s. 323vd.; ve İkinci Önsöz, 1959.

ve "ölümlü" gibi yüklemleri, atomik yüklemlere birer örnek olarak algılamış olsalar gerek, diye düşünüyorum. Carnap, "mavi" ya da "sıcak" yüklemlerini örnek olarak kullanmaktadır -bunun da nedeni, herhalde "insan" ve "ölümlü" yüklemlerin çok karmaşık olması ve bunların "mavi" veya "sıcak" gibi daha yalın kavramlar yardımıyla tanımlanabileceği düşüncesidir. Ne var ki, bunların ya da başka yüklemlerin (mutlak) atomik yüklemler biçiminde değerlendirilmemesi, bilimsel tartışmalarda önemli bir yer tutar. Tartışılan soruna göre, hem "insan" ve "ölümlü", hem de "mavi" ya da "sıcak" kavramları fazlasıyla karmaşık yüklemler olarak değerlendirilebilir; örneğin "mavi", atom kuramı ile açıklanabilen, gökyüzünün rengi olabilir; hatta görüngüsel "mavi" kavramı, belirli bağlamlarda tanımlanabilir olarak –belirli ruhbilimsel durumlarla ilişkilendirilmiş görsel imgelerin özyapısı olarak– irdelenebilir. Tartışmanın özgür biçimde olması, bilimsel bir tartışma için ayırt edicidir: Tartışmayı hazır bir dil dizgesine zorlamalı biçimde yerleştirerek özgürlüğünü çalma girişimi kuşkusuz bilimin sonu olurdu.

Bu nedenlerden dolayı, bir kuramın *yalınlık ya da içerik* derecesinin ölçümünde, atomik önermelerin kullanılması düşüncesine baştan karşıydım; bunun yerine, *göreli atomik* önermelerin kullanılmasını, bundan başka, sınamalarda önem taşıyan, kurama ya da kuramlar kümesine göre göreli atomik *önermelerin oluşturduğu bir bağıntı alanının* kullanılmasını önerdim: Bu "*F*" alanı, kuramın ya da (rakip) kuramlar kümesinin *uygulama alanı* olarak yorumlanabilir[1]*.

Önceki Ekte olduğu gibi, örnek olarak yine a_1="Tüm gezegenler dairesel biçimde hareket eder" ve a_2= "Tüm gezegenler elips biçiminde hereket eder" kuramlarını irdelersek, bağıntı alanı olarak, "*y* gezegeni, *x* anında *z* konumundaydı" biçimindeki tüm önermeleri düşünebiliriz; bunlar da bizim göreli atomik önermelerimiz olacaktır. Ayrıca, gezegen yörüngesinin düzlemsel bir eğri olduğunu kabul ettiğimizde, alanı gösteren milimetre kâğıdı üzerine, işaretlerin her biri göreli atomik önerme olacak biçimde, gezegenlerin farklı konumlarını –ilgili gezegenin o

[1]* $Ct_F(a)=p_F(-a)=1/(d_F(a)+1)$ alıyoruz. "Ct_F" burada "*F*'ye ait içeriktir." Bkz. s. 154-155, İlk Ek I ve s. 458-459'daki *Ekleme*.

yerde bulunma zamanını ve adını belirterek– işaretleyebiliriz. (Eğriye, uzunluğu, kararlaştırılmış bir sıfır anından başlayan zaman ölçümüne göre değişen bir toplu iğneyle gezegenin konumunu işaretleyerek ve farklı gezegenleri değişik renklerdeki toplu iğnelerle göstererek, zaman boyutunu da katabiliriz.)

Belirli bir kuramın çürütülmesi için gerekli olan en az sayıdaki göreli atomik önermelerin, kuramın karmaşıklığının ölçütü olarak nasıl kullanılabileceği konusu, daha önce –40'tan 46'ya kadar olan kesimlerde ve İlk ek I'de– açıklanmıştı. Orada ayrıca, bir kuramın *biçimsel yalınlığının*, az sayıdaki parametreyle –bu sayı, parametrelerin ("içerikselliğin" tersine) "biçimsel" kısıtlanması sonucunda ortaya çıkmadığı sürece– ölçülebileceği gösterilmişti. (Bkz. özellikle *40, 44*vd. kesimler ve Ek I).

Kuşkusuz kuramların yalınlıkları ya da içerikleri bakımından yaptığımız tüm karşılaştırmalar, önceki Ekte çözümlendiği gibi, bizi içeriğin "ince yapısının" karşılaştırılmasına götürmektedir; çünkü tüm bu kuramların mutlak olasılıkları eşit (yani sıfıra eşit) olacaktır. Şimdilik ben, her şeyden önce, bir kuramın (uygulama alanına bağlı) parametre sayısının, gerçekten de içeriğinin ince yapısının bir ölçütü olarak yorumlanabileceğini göstermek istiyorum.

Bu amaçla, şunun geçerli olduğunu göstermek zorundayım: *Yeterli büyüklükteki sonlu bir evrende, -rakip kuramlar söz konusu olduğunda- parametre sayısı daha fazla olan bir kuram parametre sayısı daha az olan kuramdan (klasik anlamda) daha olasılı olur.*

Bu, şu biçimde gösterilebilir. Geometrik bir uygulama alanının sürekli olması durumunda, olası göreli atomik önermeyle betimlenen olası olayların evreni doğal olarak sonsuz olacaktır. Bu durumda, *38.* ve onu izleyen kesimlerde de gösterildiği gibi, iki kuramı, henüz kesinleşmemiş –yani kuramların uygun gördüğü– olanaklı durumlarının (sayısına göre değil de) *boyutuna* göre karşılaştırabiliriz. Buradan, olası durumların parametre sayısına eşit olduğu sonucu ortaya çıkacaktır. Artık, göreli atomik önermelerin sonsuz evreni yerine, önceki Ekte yer alan satranç tahtası örneğinde olduğu gibi, göreli atomik önermelerin *sonlu* (ama çok büyük) evrenini alalım[2]; yani göreli her bir atomik

2 Ek *VII, 12. dipnotun yer aldığı metin, s. 441.

önermenin, düzlemdeki bir noktaya değil de, bir gezegenin yerini gösteren, kenarı ε olan küçük bir *kareye* ait olduğunu ve olası yerlerin birbiriyle örtüşmediğini varsaylım[3]. Şimdi de, önceki Ekte yer alan örnekten biraz daha farklı yaklaşıp, farklı *eğriler*- kuramlarımızın alışılmış geometrik gösterimi- yerine, (enleri yaklaşık olarak ε'a eşit) "sanki eğrileri"; yani kareler kümelerini ya da dizilerini alalım. İşte bu biçimde yaklaştığımızda, (burada farklı sonuçlara götürmesi koşuluyla) olası kuramların sonlu sayıda olmalarını sağlamış oluruz.

Şimdi, süreklilik durumda, *d*-boyutlu bir uzayla gösterilmiş ve her noktası (*d*-katları) bir eğriyi temsil eden *d* parametreli bir kuramın betimlenmesini irdeleyelim. Buna benzer bir betimlemeyi, hala kullanabileceğimizi düşünüyoruz; ama *d*-boyutlu bir uzay yerine (kenarı e olan) *d*-boyutlu "küplerden" oluşmuş *d*-boyutlu bir dizilişi alıyoruz. Bu minik küplerin her bir zinciri, artık "sanki-eğriyi"; yani kurama uygun olan olası durumlardan birini; ve *d*-boyutlu diziliş de, kuramla bağdaşabilen ya da ona uygun olan tüm "sanki-eğrilerin" kümesini gösterir.

Ne var ki bu durumda, az parametreye -az sayıdaki boyut dizilişiyle gösterilen sanki-eğriler *kümesine*- sahip kuramın, yalnızca daha az boyuta sahip olmakla kalmayıp, aynı zamanda daha az "kübü", yani daha az elverişli durum sayısını da içerdiğini söyleyebiliriz.

Bu nedenle önceki Ekin sonuçlarına burada da yer verebiliriz: Eğer a_1, a_2'den daha az parametreye sahip ve a_2'ye rakipse, yeterli büyüklükte ama sonlu evrende

$$p(a_1) < p(a_2)$$

ve bu nedenle de

(*) $$p(a_1) \prec p(a_2)$$

[3] Olası konumların birbirleriyle kesişmediği öngörüsü, eğrisel betimlememizin yalınlaştırılmasını sağlayacaktır. Aynı biçimde, sınırdaş iki karenin birbiriyle kısmen –yüzeylerinin örneğin dörtte biri oranında– kesiştiğini de varsayabilir; kareler yerine, tüm yüzeyi kaplayabilecek biçimde, birbirlerini kesen çemberler de alabilirdik. Böylece de, "konumları", hiçbir biçimde olası *yer ölçümlerinin* mutlak keskin sonuçları olarak görmeyen yorıma daha da yaklaşmış olurduk.

geçerlidir. Ama formül (*), ancak ε'un sıfıra yaklaştığını kabul ettiğimizde – bu da sınır değer durumunda, sonlu evren yerine sonsuz evrenin alınmasında hiçbir farkın olmadığı anlamına gelir- geçerlidir. Bundan dolayı şu *kanıtsava* ulaşırız.

(1) a_1'in parametre sayısı, a_2'nin parametre sayısından daha küçükse, bu durumda,

$$p(a_1) > p(a_2)$$

öngörüsü, sınır geçişleriyle ilgili diğer benzer öngörülerle birlikte, olasılıklar hesabı yasalarıyla *çelişir.*

Eğer "$d_F(a)$"'yı ya da, basitçe, "$d(a)$"yı, (F uygulama alanına göre) a kuramının boyutu için kullandığımızda, kanıtsavımızı aşağıdaki gibi formüle edebiliriz:

(1) $d(a_1) < d(a_2)$ ise, $p(a_1) \gtrsim p(a_2)$'dir.

Bu nedenle, "$p(a_1) > p(a_2)$", "$d(a_1) < d(a_2)$" ile uyuşmamaktadır.

Kitaptaki metnin örtük olarak içerdiği bu kanıtsav, şu düşüncelerle uyum içindedir. Bir a kuramı, çürütülmesi için en azından $d(a)+1$ kadar göreli atomik önermeyi gerektirir. Deyim yerindeyse, "*en zayıf yanlışlayıcıları*", $d(a)+1$ sayıda göreli atomik önermenin tümel-evetlemesinden oluşur. Bu da, eğer $n \leq d(a)$ ise, n göreli atomik önermeden oluşan *hiçbir* tümel-evetlemenin, a; yani a kuramının değillemesi türetilebilecek kadar güçlü olmadığı anlamına gelir. O halde, a'nın gücü ya da içeriği $d(a)+1$'le ölçülebilir. Çünkü a, $d(a)$ göreli atomik önermelerin her bir tümel-evetlemesinden daha güçlü, ama bu tür $d(a)+1$ önermelerinin bazı tümel evetlemesinden kuşkusuz daha güçlü değildir. Ama biz,

$$p(\bar{a}) = 1 - p(p(a) = Ct(a)$$

olasılık kuralından, $\bar{a}$ değillemesinin olasılığı arttıkça, a kuramının olasılığının azalacağını ve tersini; ve aynı ilişkilerin a ve $\bar{a}$ 'nın içerikleri arasında da geçerli olduğunu biliyoruz. Bura-

dan da anlaşılıyor ki, $d(a_1)<d(a_2)$, a_1'in içeriğinin a_2'den daha büyük olduğu ve bu nedenle de $d(a_1)<d(a_2)$'nin mantıksal olarak $p(a_1) \supset p(a_2)$'yi kapsadığı; yani $p(a_1)>p(a_2)$ ile *bağdaşmaz* olduğu anlamındadır. Bu da, yukarıda türetilen (1). kanıtsavdan farklı bir sonuç değildir.

(1). kanıtsav, sonlu evren düşüncesinden hareketle türetilmiş; bu nedenle de sonsuz evrene geçişten tamamen bağımsızdır. Böylece de, önceki Ekte yer alan (1). ve (2). formüllerden de bağımsızdır; yani sonsuz bir evrende yer alan evrensel her bir *a* yasası ve sonlu her bir *e* gerçeği için

(2) $$p(a) = p(a,e) = 0$$'ın

geçerli olduğu gerçeğinden de bağımsızdır. Bu nedenle, formül (1)'i (2)'nin diğer bir türetimi için kullanabiliriz. Bu tür bir türetim, aynı zamanda Dorothy Wrinch ve Harold Jeffreys'in ortaya attığı yaklaşımlardan birine başvurarak da elde edilebilir.

Önceki Ekte de vurgulandığı gibi[4], Wrinch ve Jeffreys şunu fark etmişlerdir: Eğer birbiriyle bağdaşmayan, birbirini dışlayan sonsuz sayıda kurama sahipsek, bu kuramların olasılıklarının toplamı birden büyük olamaz; olasılıkların hemen hemen tümü sıfıra eşit olmak zorundadır; yalnızca kuramları sıraya sokar ve olasılık değeri olarak her birine kesirlerden oluşmuş yakınsak bir diziden toplamları biri aşmayan bir değer yüklediğimizde, olasılıklar sıfırdan büyük olabilir. İlişkilendirmeyi sözgelimi şöyle yapabiliriz: İlk kurama 1/2, ikinciye $1/2^2$ ve genel olarak *n*'inciye $1/2^n$ değerini veririz; ya da ilk yirmi beş kuramın her birine 1/50 değerini; yani 1/(2.25)'i; sonrakilerden her birine, örneğin 1/400 değerini; yani $1/(2^2.100)$ değerini vb. yükleyebiliriz.

Kuramlarımızın dizisini nasıl oluşturursak oluşturalım, olasılık değerlerini nasıl yüklersek yükleyelim, karşımıza her zaman *P* ile betimleyebileceğimiz *en büyük* olasılık değeri çıkacaktır (bu değer, ilk örneğimizde 1/2, ikincide 1/50 civarındadır); ve bu *P* değeri en fazla *n* sayıda kurama yüklenebilecektir (burada *n* sonlu bir sayı olup, $n.P<1$'dir). Bu en büyük *P* olasılığının yüklendiği *n* kuramdan her birinin bir *boyutu* vardır. *D*, *n* kuramda

[4] Bkz. Ek *VII, s. 440vd., 11. dipnotun yer aldığı metin.

ortaya çıkan en büyük boyut ve a_1, bu boyuttaki kuramlardan, $d(a_1)=D$, biri olsun. Bu durumda, D'den daha büyük boyuttaki hiçbir kuram, n kuram arasında en büyük olasılıklı kuram olamayacaktır. a_2, D'den daha büyük bir kuram olsun ve $d(a_2)>D=d(a_1)$ geçerli olsun; bu durumda olasılık değerlerinin ilişkilendirilmesi şu biçimde olacaktır:

(–) $d(a_1) < d(a_2)$; ve $p(a_1) > p(a_2)$.

Bu sonuç, (1). kanıtsavımızla çelişmektedir. Ama tüm kuramlara aynı olasılığı –yani sıfın– yüklemek istemediğimizde, bu sonuca yol açan, yukarıdaki biçimdeki bir ilişkilendirme kaçınılmazdır. Bu nedenle (1). kanıtsavımıza göre, tüm kuramlara sıfır olasılığını vermek gereklidir.

Wrinch ve Jeffreys, kendi yaklaşımları doğrultusunda tamamen farklı bir sonuca varmışlardır. Onlara göre, görgül biliginin olabilirliği, elverişli gerçek durum saptamalarının toplanmasıyla bir yasanın olasılığının arttırlmasını gerektirmektedir. Buna dayanarak, (2)'nin yanlış olabileceği, ayrıca da, sonsuz dizideki gerçekleri açıklayan kuramlara sıfırdan farklı bir olasılığın yüklenmesinde yasalara uygun bir yöntemin var olabileceği sonucuna varmışlardır. Böylece, Wrinch ve Jeffreys, (önceki Ekte de söz ettiğim) "aşkın" kanıtlamadan, çok güçlü pozitif çıkarımlarda bulunmuşlardır[5] Wrinch ve Jeffreys, *olasılıktaki artışın, bilgi artışı* anlamına da geldiğine inandıklarından (bu nedenle onlara göre bilimin amacı, yüksek olasılığa ulaşmaktır), *deneyimle, evrensel yasalar hakkında, olasılıklarını yükseltmeksizin daha fazla şey öğrenebileceğimiz* gerçeğini (yani burada ortaya konulan durumu); ve bu yasalardan bazılarını gittikçe daha iyi sınayabilip sağlayabileceğimizi, böylece de sıfır değerinde kalan *olasılığını* değiştirmeden, *sağlanmışlık derecesini* yükseltebileceğimizi hiç dikkate almamışlardır.

Jeffreys ve Wrinch, kuramlar dizisini ve olasılık değerlerinin nasıl yüklendiği konusunu hiçbir zaman yeterince açık biçimde betimlememiştir. "Yalınlık koyutu[6] " olarak adlandırılan

5 Bkz. Ek *VII, s. 435'teki 3. dipnot.

6 JEFFREYS, *Theory of Probability* (1. baskı, 1939; 2. baskı 1948) §3.0, adlı çalışmasın-

temel düşünceleri şuydu: Kuramlar, karmaşıklık dereceleri -yani parametre sayısı- artarken, kendilerine yüklenen olasılıkları azalacak biçimde sıralanmalıdır; bu durum aynı zamanda diziye ait *herhangi iki kuramın* (1). kanıtsavımızı ihlal edeceği anlamına gelmektedir. Ama bu tür bir sıralama, Jeffreys'in de farkettiği gibi, olanaklı değildir. Çünkü *eşit sayıda* parametreye sahip kuramlar olabilir. Jeffreys'in kendisi de, örnek olarak $y=ax$ ve $y=ax^2$'yi vermekte ve bunlar hakkında şunları söylemektedir: "Eşit sayıda parametreye sahip yasaların, aynı önsel olasılıklara sahip olduklarını düşünebiliriz"[7]. Ama aynı önsel olasılığa sahip yasaların sayısı sonsuzdur; çünkü Jeffreys'in kendi örnekleri sonsuza dek sürdürülebilir: $n\rightarrow\infty$'da "$y=ax^3$, $y=ax^4$, ...$y=ax^n$"vb. Bu durumda, dizinin tamamında ortaya çıkan sorun her bir parametrede de ortaya çıkacaktır.

Jeffreys ayrıca, yine §3.0[8]'da, a_1 yasasının fazladan bir parametreye sahip a_2 yasasından, fazla parametreyi sıfır kabul ederek elde edebileceğimizi; bu durumda da, a_1, a_2'nin *özel* bir *durumu* olduğundan, ve bu nedenle daha az olası durumları kesinleşmemiş kıldığından $p(a_1)<p(a_2)$ olduğunu itiraf etmiştir[9]. Görülüyor ki Jeffreys bu özel durumda, daha az parametreye sahip bir kuramın daha fazla parametreye sahip olandan daha az olasılı olacağını söylemektedir – bu da (1). kanıtsavımızın aynısıdır. Ama kendisi, bunun yalnızca bu özel durum için geçerli olacağını vurgulamakta, kendisine ait yalınlık koyutuyla bu durum arasında, çelişkili bir durumun doğabileceği gerçeği konusundaki

da "yalınlık koyutu" hakkında şunları söylemektedir: Bu, "kendine özgü bir koyut değil, aksine 5. kuralın doğrudan uygulanmasıdır". Ama, 5. kuralın 4. kurala dayanarak ortaya koyduğu her şey (her iki kural §1.1'de verilmiştir), oldukça kuşkulu biçimdeki "aşkınlık ilkesidir." Bu nedenle de 5. kuralı dikkate almaya gerek duymayız. [Bu konuda, şimdi, yani 1968'de, şunu da eklemek istiyorum: Jeffreys, *Theory of Probability*'sinin yeni baskısında (3. baskı, 1961), ilk 11 satır –yani yaklaşık $2^1/_2$ sayfa– dışında §3.0'ın tamamını ve bununla birlikte, benim 1959'da bu dipnotta ve 7.-10. dipnotlarında göndermede bulunduğum ilgili kısımları dışarıda bırakmıştır. Jeffreys'in bu tutumu, bende, eleştirilerimi üstü kapalı olarak kabul ettiği izlenimini bırakmıştır.]

7 *Theory of Probability*, §3.0 (1. baskı, s. 95, 2. baskı s.100; 3. baskıda yer almamaktadır).

8 Anılan çalışma 1. baskı, s. 96, 2. baskı, s. 101; 3. baskıda buna yer verilmemiştir.

9 Jeffreys'in anılan yapıtında "[a_2'nin] yarı önsel olasılığın $a_{m+1}=0$'da yoğunlaştığını" vurgulamaktadır; bu da herhalde $p(a_1)=p(a_2)/2$ anlamına gelmektedir. Ama bu kural, eğer a_2'nin parametre sayısı 2'den büyükse, çelişkilere yol açacaktır. [Burada tartışılan yer, Jeffreys'in kitabının üçüncü baskısında yer almamaktadır; görünürde, bunun yerine getirilen açıklama, sayfa 49-50'de yer alan yeni §1.62'dedir.]

düşüncesini asla ortaya koymamaktadır. Bunun da ötesinde, yalınlık koyutunun, kendi belitler dizgesiyle çelişmediğini bile hiçbir yerde göstermeye çalışmamıştır. Oysa açıklanan –kendi belitler dizgesinden çıkarsanan– özel durum göz önünde bulundurulduğunda, çelişmezlik tanıtının ne denli gerekli olduğunu açıkça bilmesi gerekirdi.

Yaklaşımımız, tutarlılığın (çelişmezliğin) tanıtlanamayacağını ve "yalınlık koyutunun", olasılık için gerekli uygun belitler dizgesiyle çeliştiğini göstermektedir; çünkü bu dizge (1). kanıt-savımızı ihlal edecektir[10].

Son olarak bu Ekte, Wrinch ve Jeffreys'in, "yalınlık koyutlarını" zararsız –güçlükleri aşmada yetersiz– olarak görmelerine olası bir açıklama getirmeye çalışmak istiyorum.

[10] Jeffreys, *Theory of Probability*'sinin (1961) üçüncü baskısının 36. sayfasında, kuramı hakkında şunları söylemektedir: "Bununla birlikte, veri [yani $p(x,y)$'deki ikinci sav] olarak kullanılan tüm önermelerin ....S'ye bağlı olarak artı olasılıklara sahip olmaları gerektiği" sınırlandırmasını yapmak zorundayız. Burada, "S'ye bağlı olarak artı olasılıklar", benim kastettiğim "sıfırdan büyük mutlak olasılıklar" anlamındadır. Jeffreys ayrıca, bunun "kaçınılabilecek" belirli zorluklar doğuracağını da eklemektedir. Bununla ilgili olarak dipnotlarından birinde, "Prof. K. R. Popper, *Logic of Scientific Discovery* (Appendix viii) [aslında "*VIII" olması gerekiyor] bunlardan [zorluklardan] kaçınılamayacağını savlıyor. Oysa ben, kendisinin [Jeffreys'in kitabında] §1.62'de tartışılan yakınsama ilkesini yeterince düşündüğüni sanmıyorum" demektedir.
Jeffreys'in bu düşüncesini üç nedenden dolayı anlaşılmaz buluyorum.
(1) §1.62 ilk olarak üçüncü baskıda yayımlandı. (Sanıyorum §1.62'nin işlevi, *VIII. Ekimde yer verdiğim eleştirileri olabildiğince etkisizleştirmekti. Ama hiçbir yerinde eleştirimle ilgili bir konuya doğrudan değinilmemiştir; bana göndermede bulunduğu tek yer, az önce alıntı yaptığım, §1.62'den dokuz sayfa önce yer alan dipnottur.) 1959'da, kitabımın ilk İngilizce baskısında, Jeffreys'in §1.62'si yayımlanmamış olduğundan, o zamanlar henüz tanımadığım §1.62'yi nasıl "yeterince düşünebilirdim" ki.
(2) §1.62'nin hiçbir yerinde "yakınsama ilkesi" formüle edilmemiş ve tartışılmamıştır. Gerçi "koşul" sözcüğü (condition, s. 46); "yakınsama koşulu" (condition of convergence, s. 47'de iki kez) ve nihayet çok sonra, "yakınsama kuralı" (rule of convergence, s. 49) ve daha da sonra "yakınsama ilkesi" (principle of convergence, s. 50) yer yer geçmiş, ama bu sözcükler hiçbir yerde, bırakın açıklanmış olmayı, tartışılmamıştır bile. Oysa bağlamdan, sanki Jeffreys'in, benim burada oldukça ayrıntılı düşündüğüm ve tartıştığım basit gerçeğe –yani birbirini dışarıda bırakan önermelerin (örneğin kuramların) oluşturduğu (sayılabilir) sonsuz bir dizide, önermelerden her birine, artı değerde (0'dan büyük) bir olasılık, örneğin n'inci önermeye $1/2^n$ olasılık, yükleyebileceğimiz konusuna– değinmek istediği sonucu çıkmaktadır.
(3) Jeffreys, çalışmasına yeni eklediği §1.62'de, "yalınlık koyutunu" (simplicity postulate) bir yandan korumaya devam ederken, şunu da yazmıştır:
(a) "Bizim [Wrinch ve Jeffreys] önerdiğimiz kuralların [=yalınlık koyutunun] doyuru-

Yalınlıkla az sayıdaki parametreyi birbiriyle özdeşleştirenlerin ilk onlar olduğunu unutumamamız gerekir. (Ben, bu iki büyüklüğü doğrudan özdeşleştirmiyor; parametre sayısının biçimsel ve içeriksel açıdan indirgemesini arasında bir ayrım yapıyorum –bkz. *40.*, *44.*, *45.* kesimler–; sezgisel olarak ortaya çıkan yalınlık da, bu nedenle, biçimsel yalınlık gibi de kavranmalıdır; ama bunun dışında, yalınlık kuramım bu noktada Wrinch'in ve Jeffreys'in kuramıyla uyuşmaktadır.) Wrinch ve Jeffreys de, bilim adamlarının amaçlarından birinin yalınlık olduğunu –yalın bir kuramı daha karmaşık bir kurama yeğlediklerini, bu nedenle de önce en yalın kuramları denediklerini– açık biçimde görmüştür. Tüm bu noktalarda da haklıdırlar. Ayrıca, göreli olarak az sayıda yalın ve parametrelerinin sayısıyla artan çok sayıda karmaşık kuramın var olduğu konusundaki öngörüleriyle de haklıydılar.

Bu son öngörü, sanıyorum, Wrinch ve Jeffreys'i, karmaşık kuramların, daha az olasılı kuramlar olduğu şeklindeki yargıya götürmüştür (çünkü eklenebilecek olasılıklar herhangi bir biçimde farklı kuramlar arasında bölüştürülmek zorundadır). Bir de, yüksek bir olasılık derecesinin, yüksek bir bilgi düzeyini gösterdiğini, bu nedenle de bunun, bilim adamının görevleri arasında olması gerektiğini öngördüklerinden, daha yalın (ve bu nedenle arzu edilen) kuramların daha olasılı kuramlarla aynı tutulmasını apaçık düşünmüş olsalar gerek; aksi halde, bilim adamı için saptanan hedef çelişkili olurdu. İşte böylece yalınlık koyutu, sezgisel açıdan zorunlu ve bu nedenle de haydi haydi (a fortiori) tutarlı görülmüştü.

cu olduğunu sanmıyorum" (s. 48.).

(b) "Her bir yasaya [=doğa yasasına] belirli bir olasılık [=mutlak olasılık, prior probability] yükleyebilmek için, ileride, yalınlık koyutunun yeterince belirgin bir biçimde formüle edilip edilemeyeceği konusunda fikir yürütemiyorum" (s. 48.).

Buradaki itiraflar, durumun ne denli ciddi olduğunu ortaya koymaktadır: Wrinch ve Jeffreys tarafından ortaya attılan yalınlık ilkesini, Jeffreys'in kendisi, yetersiz olduğu gerekçesiyle savunmaktan vazgeçmiş ve bununla ilgili doyurucu bir tanımlamanın getirilebilirliği konusuna (haklı olarak) kaygıyla bakmıştır. Peki o zaman, Jeffreys ve Wrinch'in koyutundaki gibi olasılıklar hesabının diğer belitleriyle çelişmeyen bir yalınlık koyutunun var olup olmadığını nasıl bileceğiz? Yalınlık koyutunun doyurucu bir betimlemesi olmadığında da, haklı nedenlere dayanarak aradığını çelişmezlik tanıtlamasından, baştan, olanaksız diye vazgeçilmektedir. (Jeffreys'le ilgili olarak, ayrıca bkz. yukarıdaki dipnot 6; *V'deki dipnot 3; ve s. 440vd.)

Bilim adamının yüksek bir olasılık derecesi için çaba harcamadığını ve harcayamayacağını, ve karşıt düşüncenin, olasılığın sezgisel düşüncesiyle (burada "sağlama derecesi" olarak adlandırılan) başka bir sezgisel düşüncenin birbirleriyle karıştırılması olduğu gerçeğini iyice kavradığımız zaman[11], yalınlığın ve az sayıdaki parametrenin olasılıkla değil, olasılıksızlığa bağlı olarak arttığı konusu bizim için açıklık kazanacaktır. Ayrıca, yüksek bir yalınlık derecesinin, her şeye rağmen, yüksek bir sağlama derecesine bağlı olduğu da anlaşılır olacaktır; çünkü yüksek bir sınanabilirlik ya da sağlanabilirlik derecesi, yüksek bir önsel olasılıksızlık ya da yalınlıkla aynıdır.

Tüm bu tartışmada, "olasılı" kavramıyla, olasılıklar hesabının geleneksel yasalarını doyurmasından başka bir şey öngörülmemiştir; Jeffreys ve Wrinch de, ortaya attıkları olasılık kavramının bu yasaları doyurduğunu düşündüklerinden, getirdiğim eleştiri en azından onların olasılık kavramlarına uygulanabilecektir.

Sağlama sorunu, bir sonraki Ekte ayrıntılı biçimde tartışılacaktır.

**Ekleme (1968).* 173. sayfada yer alan diğer *Eklemede* de vurguladığım gibi, benim için önemli olan, *öz* ya da yalınlığın bir *tanımı değildir.* Ben, sözcüklerle ve anlamlarıyla değil, yalnızca *gerçek sorunlarla* ilgileniyorum; burada da, her şeyden önce *tümevarımın yöntembilimsel sorunu* ile. (Bkz. bu sorunun olumsuz ve kısmen de olumlu bir çözümünün yer aldığı 318. sayfa (1).)

[11]*IX. Ek'te yer alan "Üçüncü Makalemin" 8. maddesinde şu gösterilmiştir: eğer *h*, "*p(a,b)=1*'i savlayan istatistiksel bir varsayım ise, bu durumda *h* varsayımı, *n* sayıda katı sınamaları geçtikten sonra, *n/(n+2)=1-(2/(n+2))* sağlama derecesine sahip olacaktır. Bu formülle, *h*'nin bir sonraki sınamayı başarma olasılığının *(n+1)/(n+2)=1-(1/(n+2))* olduğunu ileri süren Laplace'ın "ard arda sıralanış kuralı" arasında, dikkat çekici bir benzerlik vardır. Bu sonuçların sayısal benzerliği, bununla birlikte, olasılıkla sağlama arasındaki küçük ayrım, belki de Laplace'ın (ve buna benzer diğerlerinin) sonuçlarının sezgisel açıdan doyurucu görülmesinin bir açıklamasıdır. Bana göre Laplace'ın sonuçları yanlıştır; çünkü öngörüleri, ele aldığı durumlarda bence uygulanabilir değildir; ama bu öngörülerin başka durumlarda geçerliği vardır: bize, istatistiksel bir numune (rastgele alınmış numuneler) hakkında bir raporun mutlak olasılığını kestirmemize olanak sağlar. Bkz. aşağıda, s. 480vd. ve 487vd.

O zamandan beri, yalınlık karşılaştırmasını daha da *görelileştirdim*:

(1) Daha 1934'de boyutu ve bununla birlikte yalınlığı *uygulama alanına* görelileştirdim (bkz. s. 382 (1); aynı zamanda s. 153-155).

(2) Ama bu görelilik, bir *probleme* ya da *problem daireye* görelileştirme, bunun da ötesinde, yalınlık karşılaştırmasını *rakip* çözüm girişimlerinin (kuramların) oluşturduğu kümeye görelileştirme anlamına gelmektedir.

(3) *Problemler büyük ölçüde birbirine bağlıdır: hepsi de problem dairelerini biçimlendirir.* T_2'nin çözdüğü problemleri de içeren bir dairenin problemlerini çözen T_1 kuramı, (göreli olarak) daha büyük bir içeriğe sahiptir.

(4) Ne var ki, problemler arası kuramsal ilişki, *keşfedilebilecek* şeydir. Bu nedenle bu ilişki, kuramlara *ve* kuramların tarihsel evrimlerine görelidir. Buna göre, bir kuramın yalınlığı, tarihsel problem duruma bağlı olabilecektir: önerilmiş kuramlara ve onların sağlanmışlıklarına. Böylelikle, bir kuramın içerik ya da yalınlık problemi *kısmen* tarihsel bir problem olacaktır.

*IX. SAĞLAMA, OLGULARIN TAŞIDIĞI AĞIRLIK VE İSTATİSTİKSEL SINAMALAR

Bu Ekte yer alan üç makale, ilk kez *The British Journal for the Philosophy of Science*[1]'ta yayımlanmıştır.

Kitabımın 1934 yılında yayımlanışından hemen önce, sağlama derecesi sorununun, ayrıntılı biçimde araştırılması gereken sorunlardan biri olduğu görüşündeydim. Ben, "sağlama derecesi sorunundan", (I) kuramlara uygulanan *katı sınamaların bir ölçüsünün* (sağlama derecesinin), aynı zamanda kuramların bu sınamalarda nasıl başarılı olup olmadığının nasıl gösterilebileceği; ve (II) bu ölçünün, olasılık olamayacağının ya da daha doğrusu, bunun, olasılık hesabının biçimsel yasalarını doyuramayacağının ortaya konup konamayacağı ya da nasıl konacağı sorununu anlıyorum.

Kitabım, her iki sorunun –özellikle de ikincinin– çözümünü genel çerçevesiyle içermekteydi. Bununla birlikte, bir şeyi daha gerekli görüyordum. Yalnızca var olan olasılık kuramlarının yetersizliğini göstermek yetmiyordu. Bununla kastettiğim, o zamanlar evrensel yasa ya da kuramın olasılığının her zaman 1/2'den büyük olabileceği savındaki Keynes'in ya da Jeffreys'in, hatta Kaila'nın ya da Reichenbach'ın kuramlarıdır. Üstelik aynı yazarlar, benimsedikleri bu ortak temel savı tanıtlayamadıkları gibi, evrensel bir yasa ya da kuramın sıfırdan farklı bir olasılığı olabileceğini dahi tanıtlayamamışlardır. Bu sorunun ele alınışı tamamen evrensel nitelikte olmak zorundaydı. Bu nedenle de

[1] *B.J.P. S. 5*, s. 143vd. (334. ve 359. sayfalardaki düzeltmelere de bakınız); 7 1957, s. 350vd. ve 8, 1958, s. 294vd.

amacım, farklı yorumlara izin veren biçimsel bir olasılık hesabını yapılandırmaktır. Bu bağlamda, (I) kitabımın genel çerçevesinde yer alan, önermelerin (mutlak) mantıksal olasılığının mantıksal yorumunu; (II) Keynes'in gözünün önünde canlandırdığı gibi, önermelerin göreli mantıksal olasılığını; (III) dizilerdeki göreli sıklık hesabının yorumunu; (IV) oynama payının ya da yüklemlerin veya kümelerin ya da sınıfların yorumunu düşündüm.

Doğal olarak varmak istediğim son nokta, *sağlama derecesinin, olasılık olmadığını;* yani *sağlama derecesinin olasılıklar hesabının olası yorumlarına ait olmadığını* göstermektir. Gerçi yapılandıracağım bu hesabın yalnızca bu özel amaç için değil, aynı zamanda kendisi içinde de ilginç olacağını baştan biliyordum.

İşte bu düşünceler *Mind*'da yayımlanan ve burada *II. Ek olarak yeniden basılan makaleme; ayrıca hem belitler dizgelerimin basitleştirilmesini hem de *p(a,b)*'nin *–a*'nın *b*'ye bağlı olasılığının– *p(b)* sıfıra eşit olduğunda da, 0/0 yerine belirli değerlere sahip olabileceğine ilişkin hesaplamanın yapılandırılmasını amaçladığım ve üzerinde uzun yıllar uğraştığım diğer araştırmalarıma da kaynak oluşturmuştur. Bu sorun, doğal olarak *p(b)=0* olduğunda,

$$p(a,b) = p(ab)/p(b)$$

tanımı işlemediğinden ortaya çıkmaktadır. (Çözümü için bkz. Ek *IV ve *V.)

Bu sorunun çözümü gerekliydi; çünkü kısa sonra *C(x,y)*'nin -yani *y* gerçeğinin saptanmasıyla *x* kuramının sağlanmışlık derecesinin- tanımında, evrik olan *p(y,x)*'le çalışmak zorunda olduğunu anladım. R. A. Fisher bunu, (*y* gerçeğinin saptanması ışığında ya da *y*'ye bağlı olarak) *x*'in *göreli olabilirliği* ("likelihood") olarak nitelendirmişti. (Burada hem Fisher'in göreli olabilirliğinin hem de bana ait "sağlanmışlık" savının, *x varsayımının* kabul edilebilirliğini ölçmek amacıyla getirilmiş olduğuna dikkatinizi çekerim. Demek ki bu bağlamda önemli olan *x*'dir; *y* ise yalnızca görgül olgular ya da benim yeğlediğim biçimde söylersek, *sınamaların sonuçlarını* ortaya koyan verilerdir. Artık, *x*'in bir ku-

ram olması durumunda $p(x)=0$ olduğuna ikna olmuştum. Yani, x evrensel bir kuram ve $p(x)=0$ olduğunda, $p(y,x)$ "olabilirliğinin", 0/0'dan farklı herhangi bir sayı olabileceği yeni bir olasılıklar hesabını yapılandırmak zorunda olduğumu gördüm (Bkz. Ek *VII).

Şimdi de $p(y,x)$ sorununun –x'in göreli olabilirliğinin (likelihood)– nasıl meydana geldiğini kısaca açıklamak istiyorum.

Bizden, saptanan bir y gerçeğinin bir x önermesini sağladığını ya da onayladığını gösteren bir ölçü vermemiz istendiğinde, beklenen en akla yakın yanıt şudur: "y, x'in olasılığını *arttırmak*; yani "*değiştirmek*" zorundadır. Bunu, "x, y ile korunur ya da sağlanır ya da onaylanır" için "$Co(x,y)$" biçiminde yazarak, sembollerle ifade edebiliriz. Bu durumda ölçütümüzü aşağıdaki gibi formülleştirebiliriz:

(1) Yalnız ve yalnız, eğer $p(x,y) > p(x)$ ise, $Co(x,y)$'dir.

Gerçi bu formülleştirmede bir eksiklik vardır; çünkü, x evrensel bir kuram ve y saptanmış herhangi bir görgül olgu ise, bu durumda, önceki iki Ekte[2] de görüldüğü gibi,

$$p(x) = 0 = p(x,y)$$

geçerlidir. Ne var ki buradan bir x kuramı ve y gerçeği için $Co(x,y)$ formülünün daima yanlış olacağı; diğer bir deyişle, evrensel bir yasanın görgül olgularla asla desteklenemeyeceği, onaylanamayacağı ya da sağlanamayacağı sonucu çıkar.

(Bu, yalnızca sonsuz bir evren için değil, bizimkisi gibi son derece büyük evrenler için de geçerlidir; çünkü bu durumda hem $p(x,y)$ hem de $p(x)$ ölçülemeyecek kadar küçük ve bu nedenle de eşit olacaktır).

Fakat bu zorluğu şu biçimde aşabiliriz. Eğer $p(x)\pi 0\pi p(y)$ ise, çok genel olarak,

(3) yalnız ve yalnız $p(y,x) > p(y)$ ise $p(x,y) > p(x)$ geçerlidir.

2 Bkz. özellikle *VII. Ek'teki (1). ve (2). formüller; ayrıca Ek *VIII, formül (2).

Buna göre (1)'i şu biçimde değiştirebiliriz:

(4) yalnız ve yalnız, $p(x,y) > p(x)$ ya da $p(y,x) > (y)$ ise, $Co(x,y)$'dir.

Şimdi, x yine evrensel bir yasa ve y,x'den çıkan bir gerçek durum saptaması olsun. Bu durumda; yani y ne zaman x'den çıkarsa, sezgisel olarak $p(y,x)=1$'dir deriz. Ve y, $p(y)$ kesin olarak 1'den küçük olacak biçimde görgül ise, (4)'ün uygulanabilir ve $Co(x,y)$ savının doğru olacağını görürüz. Diğer bir deyişle, yalnız ve yalnız $p(y)<1$ koşulunda, y x'den çıkıyorsa, x, y ile sağlanabilir. Buna göre, (4). formül, sezgisel olarak tamamen doyurucudur. Gerçi (4)'le işlem yapabilmek için, *$p(y,x)$'in tanımlandığı* –bizim durumda $p(y,x)=1$ – ve $p(x)=0$ olduğunda bile 0/0 olmayan bir olasılık hesabına gereksinim duyarız. İşte buna ulaşabilmek için, yukarıda tartışılan alışılmış hesaplamanın genellemesini gerçekleştirmek zorunda kalırız.

Bu konu, *Mind*'da yayımlandığında (Bkz. Ek *II) benim için artık açık olmasına rağmen, daha önemli sorunlar, bu alandaki çalışmalarımı sürdürmemi engelledi. Ancak ilk kez 1954 yılında, sağlama derecesi sorunu konusundaki araştırma sonuçlarımı burada basılı üç makalemden ilkinde açıkladım. Altı ay sonra da, $p(y)=0$ olsa dahi, $p(x,y)$'nin belirli bir sayı olması gerektiği koşulunu karşılayan göreli olasılığın belitsel dizgesini yayımladım[3]. (Bu dizge, *IV. Ekte verilene eşdeğerdir ama onun kadar basit ve yalın değildir.) Bu çalışma, Fishers'in "göreli olabilirliği" ve benim "sağlama dereceme" yeterli tanımları getirebilecek teknik temelleri hazırlıyordu.

1954'de, *British Journal for the Philosophy of Science*'ta yayımlanan ilk makalem, "Degree of Confirmation"da, görgül sınamalar sonucunda elde edilen önermenin sağlanmışlık derecesini (olasılıklar hesabı anlamındaki) olasılığının derecesiyle aynı gören tüm tümevarım kuramlarını matematiksel açıdan çürütülmekte ve bu şekilde, bir dizi paradoks önermeleri kabul etmeye zorlandığımız gösterilmektedir. Bunlardan biri de aşağıdaki apaçık çelişkili savdır:

[3] Bkz. B. J. P. S. 6, 1955, s. 56-57.

(*) x'in z ile fazlasıyla desteklendiği, y'nin de z ile fazlasıyla sarsıldığı durumların yanı sıra aynı zamanda, x'in z ile y'nin sağlandığından daha az oranda sağlandığı durumlar da vardır.

İşte ilk makalemin[4] 6. maddesinde, sağlamayla olasılığı aynı tutmakla, çökertilebilen bu vargıyı çıkarmak zorunda olduğumuzu gösteren basit bir örnek yer almaktadır. Oradaki örnek çok kısa tartışıldığından, konuyu burada bir kez daha açıklamam, sanırım yerinde olacaktır.

Hilesiz bir zarla yapılan bir sonraki atışı ele alalım. x önermesi, "altı gelecek"; y önermesi x'in değillemesi; yani $y = \overline{x}$; ve z de "çift sayı gelecek" bilgisi olsun.

Bu durumda, mutlak olasılıklarımız

$$p(x) = 1/6; p(y)) = 5/6; p(z) = 1/2;$$

bunun dışında, göreli olasılıklarımız da

$$p(x,z) = 1/3; p(y,z) = 2/3$$

olur.

Burada x'in, z bilgisi ile desteklendiği, y'nin de z ile sarsıldığı görülmektedir; çünkü z, x'in olasılığını 1/6'dan 2/6'ya yükseltir; yani 1/3 oranında arttırırken; z, y'nin olasılığını 5/6'dan 4/6'ya düşürür, yani 2/3 oranında azaltmaktadır. Buna rağmen $p(x,z)<p(y,z)$'dir. Bu örnek, aşağıdaki kanıtsavı tanıtlamaktadır:

(5) Aşağıdaki formülü doyuran x, y ve z önermeleri vardır:
$$p(x,z) > p(x) \;\&\; p(y,z) < p(y) \;\&\; p(x,z) < p(y,z).$$

Buradaki "$p(y,z)<p(y)$" yerine daha zayıf olan "$p(y,z)\leq p(y)$"yi getirebileceğimiz açıktır.

4 Burada, metinde verilen örneğin tersine, ilk makalemin 5. ve 6. maddelerindeki örnekler olası en yalın örneklerdir; yani örneklerde, eşolasılı, özellikleriyle birbirini dışarıda bırakan en küçük sayılar yer almaktadır. Bu, 5. maddenin kapsamında yer alan dipnottaki örnek için de geçerlidir. (5. maddeyle ilgili olarak şunu söylemeliyim: Carnap'ın *Logical Foundations of Probability*'sinin, 1950 §71'inde, eşdeger ama daha karmaşık bir örnek de bulunmaktadır; Carnap'ın oradaki betimi izleyemeyeceğim kadar karmaşıktır. 6. maddeyle ilgili olarak da, ne Carnap'da ne de başka bir yerde buna benzer bir örneğe rastladığımı söyleyebilirim.

Kuşkusuz bu kanıtsav hiçbir biçimde paradoks değildir. Aynı durum, yukarıdaki (1). formüle göre "*Co(x,z)*" ve "*~Co(y,z)*" -yani "*non-Co(y,z)*"- ifadelerini, "*p(x,z)>(p(x)*" ya da "*p(y,z)≤p(y)*"nin yerine koyduğumuzda, vargısı olan (6) için de geçerlidir:

(6) Aşağıdaki formülü doyuran *x*, *y* ve *z* önermeleri vardır:
$$Co(x,z) \,\&\, \sim Co(y,z) < p(y,z).$$

Aynı (5) gibi, (6). kanıtsav da, örneğimizle tanıtladığımız gerçeği; yani *x*'in *y* ile desteklenebileceğini *y*'nin ise *z* ile sarsılabileceğini ama yine de *z*'ye bağlı olarak, *x*'in, *y*'den daha az olasılı olabileceğini ortaya koymaktadır.

Bununla birlikte, (6). formülde *C(a,b)* sağlama derecesini, *p(a,b)* olasılığı için yerleştirdiğimizde, apaçık bir çelişki doğar; çünkü *çelişkili*

(**) $Co(x,z) \,\&\, \sim Co(y,z) \,\&\, C(x,z) < C(y,z)$

formülünü elde ederiz. Sözcüklerle ifade etmek gerekirse: *y* değil *x*, *z* ile desteklenir ya da sağlanır, ama aynı zamanda da *x*, *z* ile *y*'nin sağlandığından daha kötü biçimde sağlanır.

İşte, sağlama derecesinin, olasılıkla (ama aynı zamanda da göreli olabilirlik ya da "likelihood"la) aynı tutulmasının hem biçimsel hem de sezgisel nedenlerden dolayı anlamsız olduğunu tanıtlamış olduk: Bu eşleştirme, mantıksal bir çelişkiye yol açamaktadır.

Buradaki "sağlama derecesi" ifadesi, benim amaçladığımdan daha geniş bir anlamda düşünülebilir. Ben, sağlama derecesini, "bir kuramın başardığı sınamaların katılık derecesi" ile genelde eşanlamlı algılarken, burada, yalnızca "bir *x* önermesinin, bir *y* önermesiyle desteklendiği derece" anlamda kullanılmıştır.

Bu tanıtlamayı daha yakından incelersek, bunun yalnızca şu iki öngörüye dayandığını görürüz:

(a) (1). formül;

(b) aşağıda gösterilen biçimdeki her savın *çelişkili* olacağı öngörüsü:

(***) x, P özelliğine (örneğin "sıcak" özelliğine) sahiptir ve y, P özelliğine sahip değildir ve y, P özelliğine x'den daha fazla sahiptir (örneğin y, x'den daha sıcaktır).

İlk makalemi (özellikle de 350. sayfada, 6. maddede yer alan örneği) dikkatle inceleyen her okuyucu, bunun, belki de (*) ve (**) çelişkilerinin genel (***) formülleştirilmesi dışında, yukarıdaki tüm çözümlemeleri örtük biçimde içerdiğini görecektir. İtiraf etmeliyim ki, buradaki çözümleme daha ayrıntılı ele alınmıştır. Ne var ki, makalenin asıl amacı, eleştiri değil, sağlama derecesine bir tanım getirmekti.

Makalemde yer alan eleştiri, belirtik ya da örtük biçimde, sağlama derecesini ya da desteklemeyi veya kabul edilebilirliği olasılıkla aynı gören *herkese* yönelikti. Hedef aldığım felsefeciler de, özellikle Keynes, Jeffreys, Reichenbach, Kaila, Hosiassohn ve son zamanlarda da Carnap'dı.

Carnap'a gelince. Bana göre, hiç açıklamaya bile gerek duyulmayan, eleştirel bir dipnot yazmıştım. Dipnotumda, Carnap'ın, ayrı görüşte olduğumuzu dahi belirtmeksizin, sağlama derecesi için uygunluk ölçülerini ortaya atarken, sağlama derecesine ilişkin "çağdaş tüm kuramların" oydaşımına başvurduğu gerçeğini gerekçelendirmiştim; oysa kendisi İngilizcede "degree of confirmation" anlatımını, benim kullandığım anlamdaki "*sağlama derecesi*" olarak kullanmıştı. (Bkz. kesim *79*'dan önceki dipnot). Ayrıca, getirdiği olasılık[1] (=Carnap'ın sağlanmışlık derecesi) ve olasılık[5] (= istatistiksel sıklıklar) ayrımının yetersizliğini de dipnotumda vurgulamıştım; çünkü olasılıklar hesabının (mantıksal ve istatistiksel olmak üzere) en fazla iki yorumu vardır ve *bir de*, (burada gösterildiği ve makalemden de anlaşılacağı gibi) *olasılık anlamına gelmeyen* benim ortaya attığım sağlanmışlık derecesi.

Anlaşılan, bu on bir satırlık dipnot, makalemden daha fazla ilgi uyandırmış ve *British Journal for the Philosophy of Science*'ta[5] bir tartışmaya yol açmıştı. Burada Bar-Hillel, "günümüzde benimsenen sağlama kuramı" –yani Carnap'ın kuramı– olarak adlandırdığı eleştirimin, aslında salt dilsel bir eleştiri olduğu ve söylemiş olduğum her şeyin Carnap tarafından daha önce söy-

[5] Bkz. B. J. P. S. 6, 1955, s. 155-163 ve 7, 1956, s. 243-256.

lenmiş olduğunu ileri sürmüştür. Dipnot ayrıca, *Journal of Symbolic Logic*'deki[6] çalışmamın eleştirilmesine de yol açmış ve Kemeny makalemi şöyle özetlemişti: "Bu çalışmadaki temel düşünce, Carnap'ın önerdiği sağlanmışlık derecesinin ölçüsünün, ya da mantıksal olasılığın diğer ölçülerinin, sağlama derecesini ölçmeye uygun olmadığıdır".

Oysa temel düşüncem, bu değildi. Makalem, Carnap'ın kitabı yazılmadan onbeş yıl önce yayımlanmış bir çalışmanın devamıydı. Eleştirel tavrıma gelince; tartışılan konu –olasılıkla sağlamanın, desteklemenin ya da kabul edilebilirliğin aynı görülmesi– kuşkusuz Carnap'ın kitabının temel düşünceleriydi ama bu savın asıl öncüsü o değildi; yaptığı tek şey, yalnızca Keynes'in, Jeffreys'in, Reichenbach'ın, Kaila'nın, Hosiasson'un ve diğerlerinin geleneğini izlemekti. Hem Bar-Hillel hem Kemeny, eleştirimin, Carnap'ın kuramına yöneldiği sürece salt dilsel olduğunu ve Carnap'ın kuramından vazgeçmek için hiçbir neden bulunmadığını da ima etmişlerdir. Bu nedenle burada, Carnap'ın kuramının mantıksal açıdan tutarsız olduğunu ve çelişkinin önemsiz ve kolayca ortadan kaldırılabilecek hatalardan değil, kuramın mantıksal temellendirilmesindeki hatalardan kaynaklandığını açık biçimde ortaya koymak istiyorum.

Carnap'ın kuramında, açıkça hem (a) hem de, daha önce gördüğümüz gibi, olasılıkla sağlanmışlık derecesinin aynı tutulmaması gerektiği tanıtını doyuran (b) öngörüsü yer almaktadır: (a); yani bizim (1). formülümüz, Carnap'ın kitabının §86'da[7] (4). formülüdür; (b); yani (***) ya da ileri sürdüğümüz (**)'ın çelişik olduğu öngörüsü, kitabının §18 (B,III)'de yer almaktadır. Carnap orada şunları yazmaktadır: "Diyelim ki, 'sıcak' özelliği ve 'daha sıcak' bağıntısı, '*P*' ve '*R*' olsun; bu durumda '*Pa.~Pb.Rba*' bir çelişki olur." Bu da, bizim getirdiğimiz (***)'dır. (a) ve (b)'nin birlikte tek bir kitapta açıkça ileri sürülüp sürülmememesi, kuşkusuz, *C*'nin ve *p* ile aynı tutulmasında-

[6] Bkz. *J. S. L. 20*, 1955, s. 304. Kemeny'nin eleştirisinde şöyle bir hata vardır: Alttan 16. satırdaki "measure of support given by *y* to *x*" yerine, "measure of explanatory power of *x* with respect to *y*" yer almalıydı.

[7] Bkz. §86'daki (6). formül. Carnap'ın §86'daki (4). formülü onun eşdeğeri olarak yazılmıştır ama bu da hiçbir şeyi değiştirmeyecektir. Carnap'ın "*r*"yi eşsözel önerme için yazdığını unutmamalıyız; bu da bizim *p(x)* yerine *p(x,t)* yazmamıza izin verecektir.

ki saçmalığı gösteren kanıtlamam için o kadar da önemli değildir. Fakat Carnap'ın *Logical Foundations of Probability* adlı kitabında, *her iki sav da* gerçekten yer almaktadır.

Öte yandan burada ortaya konan tutarsızlık, Carnap için fazlasıyla önemlidir: Carnap, (1)'i öngörerek ya da daha doğrusu, §86'da, *"x, y ile onaylanır"*ı (bizim imselleştirmemizle) *"p(x,y)>p(x)"*in yardımıyla tanımlayarak, amaçladığı "sağlama derecesi"nin (kendi "Explikandumunun") *yaklaşık* benim kastettiğimle aynı olduğunu göstermektedir. Burada söz konusu olan, saptanmış olguların bir kuramı desteklediği derecenin sezgisel açıdan canlandırılmasıdır. (Kemeny, anılan yapıtta, tersini savlamakla yanılmaktadır. "Çalışmamı" –bununla birlikte Carnap'ın kitabını– özenle okuyan herkesin, "Popper'le Carnap'ın farklı iki şeyi amaçladığını *değil*", tersine Carnap'ın, olasılığıyla[1], farkında olmaksızın, biri benim düşündüğüm *C* ve diğeri *p* olan birbiriyle bağdaşmayan farklı iki şeyi amaçladığını ve kendisini bu karışıklığın doğurabileceği tehlike konusunda –örneğin Kemeny'nin değinilen çalışmasında– sürekli uyardığımı anlayacaktır. Bu nedenle, (a) öngörüsünde yapılacak herhangi bri değişiklik, Carnap için *ad hoc* olacaktır. Demek ki salt dilsel olan, benim eleştirim değil, "sağlamanın günümüzde kabul edilen kuramını" kurtarmaktır.

Diğer ayrıntılara gelince, B. J. P. S'deki tartışmaya gönermede bulunmak istiyorum. Burada, hem bu tartışmadan hem de Kemeny'nin *Journal of Symbolic Logic*'teki eleştirisinden dolayı biraz düşkırıklığına uğradığımı söylemeliyim. Bu durumu usçu bakış açısından oldukça ciddi buluyorum. Ussallık sonrası çağımızda gitgide daha fazla kitap sembolik dillerde yazılmakta ve sembolizme bürünmüş kanıksamalarla dolu kitapları sıkılarak okurken, neyin söz konusu olduğu ya da neyin yararlı olması gerektiğini anlamak gitgide daha da zorlaşmaktadır. Sembolizm, adeta o duyarlı "sağın anlatımı" nedeniyle saygı uyandırması gereken kendinde bir değerdi: Sanki gerçeğe ulaşma çabalarının yeni bir ifade biçimi; yeni bir sembolik tapınma; adeta yeni bir din. Yine de bunun olası tek önemli yanı, bu kuşkulu sağın anlatımının olası tek savunması şu olsa gerek: sembolizmle bir ha-

ta ya da çelişki saptandığında, bunun artık dilsel bir kaçışı yoktur -hata ya da çelişki yalnızca tanıtlanabilir, hepsi de o kadar. (Frege, Russell'ın eleştirisini öğrendikten sonra, bundan kaçmak için hiçbir girişimde bulunmamıştı.) O halde, birtakım zorlu teknik ayrıntılar ve gereksiz karmaşıklıktaki biçimselcilik göze alınacaksa, en azından, basitçe doğrudan tanıtlanan bir çelişkiyi hiçbir şey ileri sürmeksizin itiraf hakkı olmalıdır; özellikle de, tanıtlamaya, karşıt tüm örneklerin en basitiyle gidiliyorsa. Bu nedenle benim için en büyük düşkırıklığı, salt dilsel kaçışlara rastlamak bir yana, eleştirilerimin "salt dilsel" olduğu yönündeki saldırgan iddialar olmuştur.

Her şeye rağmen, yine de sabırlı olmalıyız. Tümevarım sorunu, Aristoteles'ten bu yana bir çok felsefeciyi usdışıcılığa, -kuşkuculuğa ya da gizemciliğe- yöneltmiştir. *C*'nin ve *p*'nin özdeş olduğu konusundaki felsefi inanış, Laplace'den bu yana birçok badireyi atlatmış olsa da, bu inanışın günün birinde terkedileceğini umuyorum. Çünkü her şeye rağmen, bu inanışta olanların, "*C=p*"yi apaçık bir belit ya da tümevarımsal sezginin göz alıcı nesnesi olarak algılayan gizemcilik ve Hegelcilikle sürekli yetineceğinden endişeliyim. ("Göz alıcı" diyorum; çünkü söz konusu nesne, gözlemcisi tutarsızlıklara düştüğünde parıltısıyla onu adeta kör etmektedir.)

Sağlama derecesinin ya da kabul edilebilirliğin olasılık olamayacağı saptamasını, bilgi kuramındaki araştırma sonuçlarının oldukça ilginçlerinden biri olarak gördüğümü söyleyebilirim. Bu düşünceleri basitçe şöyle formüle edebiliriz. Bir kurama uygulanan sınamaların sonucuna ilişkin açıklamalar, bir yargı biçimde özetlenebilir. Bu yargı, kurama asla bir olasılık derecesinin değil de, herhangi bir sağlama derecesinin yüklenmesi biçiminde oluşturulabilir; çünkü (*sınama önermelerine bağlı olarak*) *bir önermenin olasılığı, hiçbir şekilde kuramın başardığı sınamaların katılığına ya da sınamaları nasıl başardığı konusuna ilişkin bir yargı değildir.* Bunun da asıl nedeni, bir kuramın *içeriğinin* -bu da onun *olasılıksızlığıyla* aynı anlamdadır- *sınanabilirliğini* ve *sağlanabilirliğini* belirlemesidir.

Bana göre, burada sözü edilen *içerik* ve *sağlanmışlık derecesi*

kavramları kitabımda geliştirilen en önemli mantıksal araçlardır[8].

Evet, başlangıç için söyleceklerim bu kadar. Aşağıda yer alan üç makalemde, "*P(x)*"in yerini artık son zamanlarda kullandığım "*p(x)*" alacaktır. Birkaç yazım hatası düzeltilmiştir[9]. Sonradan eklenen bazı yeni dipnotlar, yıldızla işaretlenmiştir; ayrıca üçüncü makalemin sonuna yeni iki madde –**13* ve **14*- eklenmiştir.

Sağlama Derecesi (1954)

1. Burada amacım, *bir x önermesinin bir y önermesiyle sağlanmışlık derecesine* olasılıklar yardımıyla formüle edilmiş bir tanım önermek ve bunu irdelemektir. (Bu dereceyi, kuşkusuz *bir y önermesinin bir x önermesini sağladığı dereceyle* aynı görebiliriz.) Bu derece –yani *x'in y ile sağlanmışlık derecesi*– "*C(x,y)*" sembolüyle gösterilmektedir. Burada *x*, bir *h* varsayımı ve *y* de, *h*'yi destek-

8 Bir kuramın *görgül içeriğinin* önemine ilişkin bilgi; yani bu içeriğin, kuramın yanlışlama olanağını sağlayan kümeye –kuramı yasaklayan ya da dışlayan durumların kümesine– bağlı olarak artacağı öngörüsü ve içeriğin, kuramın olasılıksızlığıyla ölçülebileceği düşüncesi, bildiğim kadarıyla, "tamamen benim eserim" olup başka hiçbir kaynaktan alınmamıştır. Bu nedenle, CARNAP'ın *Introduction to Semantics* (1942) yapıtının 151. sayfasında kendisinin getirdiği "içerik" tanımında şunları okurken çok şaşırmıştım: "... Bir önermenin ifade gücü, onun belirli durumları dışarıda bırakmasıyla artar (Wittgenstein); ne kadar çok durumu dışlarsa, o kadar çok şeyi ifade etmiş olur." Bunun üzerine Carnap'a bir mektup yazarak, kendisinden ayrıntılı bilgi rica ettim ve kitabımda yer alan önemli bazı noktaları kendisine anımsattım. Bana verdiği yanıtta, Wittgenstein'a yaptığı göndermenin bir bellek hatası olduğunu, bunları yazarken aslında benim kitabımı düşündüğünü bildirmiştir. Bu düzeltmeyi, *Logical Foundations of Probability* (1950, s. 406) adlı yapıtında da yinelemiştir. (Ancak, *Symbolische Logik* (1960), s. 21,6b, adlı kitabında, kaynak yine belirtilmemiştir.) Bu konuyu burada vurglamamın nedeni, 1942'den beri yayımlanan bir dizi makalelerde içerik kavramıyla –görgül ya da bilgisel içerikle– ilgili olarak kaynakça belirtilmeksizin, zaman zaman Wittgenstein ya da Carnap'a, bazen de bana ve Wittgenstein'a atıfta bulunulmuştur. Fakat hiç kimsenin, sanki bu kavramı kaynak belirtmeden Wittgenstein'ın ya da başka bir yazarın yapıtından almış olabileceğimi düşünmesini istemem. Zaten düşünceler tarihiyle ilgilendiğimden, kaynakçaların belirtilmesi konusu benim için çok önem taşımaktadır. (Bkz. ayrıca, *35.* kesimde tartıştığım *mantıksal içerik* ve *görgül içerik* ayrımı ve 1. ve 2. dipnotlarda Carnap'a yaptığım göndermeler.)

9 Kuşkusuz *B. J. P. S. 5*, s. 334 ve s. 359'da değinilen düzeltmeleri de yaptım. (Bkz. 460. sayfada yer alan dipnottaki göndermeler.)

leyen ya da desteklemeyen veya *h*'ye bağlı olarak yansız olan görgül *e* olguları olabilir. Yine de *C(x,y)*, daha az tipik durumlara uygulanabilecektir.

Tanım olasılıklara başvuracaktır. Ben burada hem *P(x,y)*'yi; yani *x*'in *y*'ye bağlı (göreli) olasılığını, hem de *P(x)*'i; yani *x*'in (mutlak) olasılığını ele alacağım[1]. Ama bu fonksiyonlardan herhangi biri de yeterli olabilecektir.

2. Genelde *x*'in *y* ile sağlandığı dereceyle, *x*'in *y*'ye bağlı (göreli) olasılığı aynı kabul edilmektedir; yani *C(x,y)=P(x,y)* olduğu savunulmaktadır. İlk işim bu anlayışın doğru olmadığını göstermektir.

3. Bireşimsel *x* ve *y* önermelerini ele alalım. *x*'in *y* ile sağlanması bakış açısından bakıldığında iki uçdurum vardır: *x*, *y*'den türediğinde *x*, *y* ile tamamen desteklenir veya onaylanır; *x*, *y*'den türediğinde ise *x* *y* ile tamamen sarsılır ya da çürütülür. Özellikle önemli üçüncü bir durumsa, *P(xy)=P(x)P(y)* ile karakterize edilen karşılıklı bağımsızlık durumudur. Bu durumda *C(x,y)*'nin değeri, tamamen destekleme için geçerli değerin altında ve çürütme için geçerli değerin üstünde bulunacaktır.

Bu üç durumun -tamamen destekleme, bağımsızlık ve çürütme- dışında, arada kalan durumlar da vardır: Bunlardan biri (eğer *y*'den, *x* içeriğinin bir bölümü çıkıyorsa) ***kısmi destekleme***; örneğin bireşimsel *y*'miz *x*'den çıkıyorsa, ama tersi geçerli değildir, *y*'nin kendisi, *x*'in içeriğinin bir bölümü oluşturmakta ve böylece de *x*'i destekleyecek biçimde, *x* içeriğinin bir bölümü örtük olarak içermektedir; diğeri de, örneğin *y*, *x* önermesini kısmen destekliyor; yani *y*, *x*'den çıkıyorsa, *x*'in *y* ile ***kısmi sarsılmasıdır***. O halde, şunu söyleyebiliriz: Ancak *P(xy)* ya da *P(x,y)* bağımsızlık durumunda sahip olduğundan daha yüksek bir değere

[1] "*P(x)*", göreli olasılığın yardımıyla, "*P(x,—z–z)*" ya da basitçe, "*P(x,—x–x)*" ile tanımlanabilir. (Makalemde "*xy*"'yi, *x* ve *y*'nin tümel evetlemesini betimlemek, "*–x*"'i de *x*'in değillemesini göstermek için kullanıyorum.) Genelde *P(x,y—z–z)=P(x,y)* ve *P(x,yz)=P(xy,z)/P(y,z)* mevcut olduğundan, *P(x,y)=P(xy)/P(y)*'yi elde ederiz -bu, göreli olasılığın, mutlak olasılık yardımıyla tanımlanması için kullanışlı bir formüldür. (Bkz. *Mind*, 1938, 47, s. 275vd.'daki makalem. Orada, mutlak mantıksal olasılığı, 1934'te "*Bilimsel Araştırmanın Mantığı*"'ndaki "mantıksal olasılık" diye tanımladığım olasılıkla özdeşleştirmiştim; çünkü "mantıksal olasılık" ifadesi, daha çok *P(x)* ve *P(x,y)*'nin - burada dikkate almyabileceğimiz "istatistiksel yorumunun" tersine- "mantıksal yorumu" için kullanılmaktadır.)

ulaşırsa, y, x'i destekler veya x'i sarsar. (Bu tanıma baktığımızda, bu üç durumun -destekleme, sarsma, bağımsızlık- sonuna kadar tüm olanakları kullandığı ve birbirine dışarıda bıraktığını kolayca görebiliriz.)

4. Şimdi de, x_1, x_2 ve y önermelerinden (I) hem x_1 hem de x_2'nin y'den bağımsız olduğu (y ile sarsıldığı) ve (II) y'nin x_1x_2 tümel evetlemesini desteklediği biçimdeki öngörüden yola çıkalım. Kuşkusuz böyle bir durumda, x_1x_2'nin y ile, x_1 ve x_2'nin tek başına sağlandığından daha yüksek bir derecede sağlandığını söylemeliyiz. İmlerle göstermek gerekirse:

(4.1) $C(x_1,y) < C(x_1x_2,y) > C(x_2,y)$

Ne var ki bu, $C(x,y)$'nin bir olasılık; yani

(4.2) $C(x,y)=P(x,y)$

olduğu anlayışıyla uyuşmamaktadır; çünkü olasılıklar için, (4.1) ile bağlantılı olarak (4.2) formülüyle çelişen genelgeçerli

(4.3) $P(x_1,y) \geq P(x_1x_2,y) \leq P(x_2,y)$

formülü vardır. Böylece de (4.3)'ü yok saymamız gerekir. Ama $0 \leq P(x,y) \leq 1$ olduğundan, (4.3) doğrudan, olasılıkların genel çarpım ilkesinden türemektedir. Bu nedenle sağlama derecesi için bu tür bir ilkeden vazgeçmemiz gerekir. Ve sanıyorum, özel toplama ilkesinden de vazgeçmemiz gerekecektir; çünkü $P(x,y) \geq 0$ olduğundan, bu ilkeden

(4.4) $P(x_1x_2 \text{ veya } x_1 \bar{x}_2,y) \geq P(x_1x_2,y)$

çıkmaktadır. Ancak $C(x,y)$ için bu formül geçerli olamaz; çünkü $(x_1x_2 \text{ veya } x_1 \bar{x}_2)$ tikel evetlemesi x_1'le eşdeğerdir; böylece (4.1)'in denklemin sol tarafına yerleştirilmesiyle

(4.5) $C(x_1x_2 \text{ veya } x_1 \bar{x}_2,y) < C(x_1x_2,y)$

elde edilir. (4.4) ile bağlantılı olarak (4.5), (4.2) formülüyle çelişmektedir[2].

5. Bu sonuçlar, 4. maddedeki öngörüye; yani x_1, x_2 ve y önermelerinden (I) hem x_1 hem de x_2'nin y'den bağımsız olduğu (ya da y ile sarsıldığı) ve (II) y'nin x_1x_2 tümel evetlemesini desteklediği biçimdeki öngörüye dayanmaktadır. Bu öngörüyü şimdi bir örnekle tanıtlayacağım[3].

"*a*", "*b*", biçiminde adlandırdığımız, birbirlerinden ayrı ve eşolasılı özelliklere sahip, mavi, yeşil, kırmızı ve sarı renkli dört oyun fişini ele alalım. x_1, "*a* mavi ya da yeşildir" önermesi; x_2="*a* mavi ya da kırmızıdır"; y="*a* mavi veya sarıdır" olsun. Bu durumda artık koşullarımızın hepsi sağlanmış olur. (x_1x_2'nin y ile desteklendiği apaçıktır: y, x_1x_2'den çıkar ve x_1x_2'nin olasılık değerini, y'siz sahip oldukları değerin iki katına yükseltir.)

6. $C(x,y)$'nin $P(x,y)$ ile aynı görülmesindeki yanlışlığı daha keskin ortaya koyan başka bir örneği yapılandırabiliriz. Bunun için, y ile fazlasıyla desteklenen bir x_1 ve y ile fazlasıyla sarsılan bir x_2 seçelim. Bu durumda $C(x_1,y)>C(x_2,y)$'yi koşullamamız gerekecektir. Gerçi x_1 ve x_2, $P(x_1,y)<P(x_2,y)$ biçiminde de alınabilir. Örneğimiz şöyledir: x_1= "*a* mavidir"; x_2= "*a* kırmızı değildir"; ve y= "*a* sarı değildir" olsun. Bu durumda, $P(x_1)=1/4$; $P(x_2)=3/4$; ve $1/3= P(x_1,y)<P(x_2,y)=2/3$ olur. y önermesinin x_1'i desteklediği ve x_2'yi sarstığı işte bu sayılardan ve ayrıca y'nin hem x_1 hem de x_2'den çıkarsanıyor olmasından açıkça anlaşılmaktadır[1*].

[2] CARNAP, *Logical Foundations of Probability*, Chicago 1950, C53-1, adlı yapıtında çarpma ve toplama ilkesine, *sağlanmışlık derecesinin "uygunluk anlaşımları"* olarak başvurmaktadır. Buna getirdiği tek açıklama da şudur: "Bunlar, 1-olasılıklı tüm modern kuramlarda gerçekte benimsenmiştir"; yani Carnap'ın "sağlanmışlık derecesiyle" özdeşleştirdiği, $P(x,y)$'imizle ilgili tüm kuramlarda. Fakat (Carnap'ın bu konuda zaman zaman kaynak gösterdiği) *Bilimsel Araştırmanın Mantığı*'nın *82.* ve *83.* kesimlerinde "sağlanmışlık (sağlama) derecesi" kavramını ele almamın nedeni de, hem mantıksal hem de istatistiksel olasılığın, sağlanmışlık derecesiyle aynı tutulmasındaki *uymazlığı* -çünkü sağlanabilirlik, sınanabilirlikle, bu nedenle de mutlak (mantıksal) olasılıksızlıkla ve içerikle artmaktadır- göstermekti. (Aşağıya bkz.)

[3] Bu örnek, (I)'deki *sarsılma* için değil, yanlızca *bağımsızlık* için yeterlidir. (Önermenin sarsılmasına ilişkin bir örnek vermek istersek, beşinci renk olarak bir de turuncuyu ekleyerek, y için, y="*a*, turuncu ya da mavi veya sarıdır" diyebiliriz.)

[1*] Bu gerçeğin –yani $p(y,x_1)=p(y,\sim x_2)=1$'in– anlamı, x_1'in ve bu nedenle de $\sim x_2$'nin "görelı olabilirliğinin" (Fisher'in "likelihood"'unun) y nedeniyle en üst değerde olmasıdır. Bkz. bu Ekin giriş bölümü.

7. *C(x,y)* ve *P(x,y)* acaba neden bu kadar inatla karıştırılmaktadır? *x*'in tamamen bağımsız olduğu herhangi bir *y* gerçeğinin her şeye rağmen *x*'i fazlasıyla "doğrulayabileceği" ve *y x*'i sarssa *x*'i yine de fazlasıyla "destekleyebileceği" iddiasının anlamsız olduğunu insanlar niçin bir türlü göremediler? Hele bir de bu *y* var olan tüm olguları yansıtıyorsa? Bu sorulara verebileceğim güvenilir yanıtlar yoktur; ama bazı kestirimlerde bulunabilirim. Bunlardan biri, bir varsayımın "inandırıcılığı" ya da "olasılığı" olarak adlandırılabilecek her şeyin, olasılık hesabı anlamındaki olasılık için ele alınabileceği biçimindeki güçlü eğilimdir. Burada ortaya çıkan farklı sorunlardan kaçabilmek için, daha yirmi yıl önce, "sağlama derecesiyle" hem mantıksal hem de istatistiksel olasılık arasındaki ayrımı ortaya koymuştum. Ne var ki getirdiğim bu kavram (İngilizcesi "degree of confirmation") kısa bir süre sonra, diğer yazarlar tarafından, belki de, bilim, doğruya ulaşmada yeterli olmadığından, *bunun yerine başka bir şeyi yeğlemesi* –ulaşılabilecek en yüksek olasılık için çaba harcaması– gerektiği şeklindeki yanlış görüşün etkisiyle (mantıksal) olasılığın yeni bir adı olarak kullanılmaya başlandı.

Diğer biri de şudur. Görünüşe bakılırsa, "*x*'in *y* ile sağlanmışlık derecesi" hiçbir zaman "*y*'nin *x* önermesini desteklediği derece" ya da "*y'nin x önermesini destekleme yeteneği*" biçiminde yorumlanmadı. Oysa böyle formülleştirmeyle, *y*'nin x_1 önermesini desteklediği ve x_2'yi sarstığı bir durumda, $P(x_1,y)<P(x_2,y)$ tamamen sorunsuz olduğu halde, $C(x_1,y)<C(x_2,y)$'nin anlamsız olacağı ve böyle bir durumun çıkış noktasının $P(x_1)<P(x_2)$ olduğu hemen anlaşılacaktı. Ayrıca, sanıyorum, (geçmişe bakarsak, hız, ivme ve kuvvet kavramlarında olduğu gibi) artan ya da azalan ölçülerle, artış ya da azalma ölçülerini birbiriyle karıştırma eğilimi de vardır. Bu nedenle, *y* önermesinin *x* önermesini destekleme yeteneği, göreceğimiz gibi, aslında *y*'ye bağlı olarak *x*'in *olasılığındaki artışın ya da azalmanın bir ölçüsüdür*, olasılığının ölçüsü değil. (Ayrıca bkz. aşağıda 9 (VII).)

8. Belki de, *P(x,y)*'nin en azından herhangi bir adla, hatta "sağlama derecesi" adıyla da betimlenebileceği konusunda karşı görüşler olacaktır. Ama bizi ilgilendiren soru, *dilsel sorular değildir.*

Bir x varsayımının görgül olgulara dayanarak eriştiği sağlanmışlık derecesi, *x'in deneyimlerle korunduğu* derecenin kestiriminde kullanılmalıdır. Ancak $P(x,y)$ bu amacı yerine getirmemektedir; çünkü, x_1, y ile sarsıldığı ve x_2, y ile desteklendiği halde, $P(x_1,y)$ olasılığı $P(x_2,y)$'den daha yüksek olabilir; bunun da nedeni, $P(x,y)$'nin, hiçbir biçimde görgül olgularla iligisi olmayan $P(x)$'e –yani x'in mutlak olasılığına– sıkıca bağlı olmasıdır.

Sağlama derecesinin ayrıca, yalnızca deneme niteliğinde ya da geçici de olsa, belirli bir x varsayımını *kabul edip etmeme ya da seçip seçmeme* kararında da etkin bir işlevi olacağı kanısındayım. Yüksek bir sağlanmışlık derecesi, sağlanmış bir varsayımı "iyi" ya da "kabul edilebilir" biçimde nitelendirirken, sağlanmamış bir varsayımı da "kötü" diye niteleyecektir. Ama $P(x,y)$ burada bize yardımcı olamaz. *Bilimin asıl amacı, yüksek olasılıklara değil, deneyimsel açıdan iyi temellendirilmiş yüksek bilgi içeriğine ulaşmaktır. Ama bir varsayım, belki de yalnızca bize hiçbir şey söylemediği ya da çok az şey söylediği için olasılı olabilir.* Bu nedenle yüksek bir olasılık derecesi, erişilmeğe değer bir şey değildir –bu, belki de daha düşük bilgi içeriğinin yalnızca bir belirtisidir. Buna karşılık $C(x,y)$, yalnızca yüksek bilgi içeriğine sahip varsayımların yüksek sağlama derecelerine ulaşabilecekleri biçiminde tanımlanabilir ve tanımlanmak zorundadır. x'in *sağlanabilirliği* (yani bir x önermesinin ulaşabileceği en yüksek sağlama derecesi), $Ct(x)$ ile; yani $P(x)$'e eşit olan x içeriğinin ölçüsüyle; bu nedenle de x'in *sınanabilirlik derecesiyle* artacaktır. Yani $P(x\sim x,y)=1$ iken, $C(x\sim x,y)$ sıfıra eşit olacaktır.

9. $C(x,y)$'in, bunu ve kitabım *Bilimsel Araştırmanın Mantığı*'nda ortaya konan diğer tüm boşlukları –hatta da daha büyük boşlukları– doyuran bir tanımı $E(x,y)$ üzerine kurulabilir; $E(x,y)$, *y'ye bağlı olarak x'in açıklanma yeteneğinin* toplamsal olmayan bir ölçüsüdür. Bu ölçünün alt ve üst sınırları -1 ve +1'dir ve aşağıdaki gibi tanımlanır:

(9.1) x tutarlı[4] ve $P(y) \neq 0$ olsun; bu durumda

[4] y tutarsız olduğunda $P(x,y)=1$ genel bir uzlaşımla kabul edildiğinde, bu koşul ortadan kaldırılabilir.

$$E(x,y) = \frac{P(y,x) - P(y)}{P(y,x) + P(y)}$$

formülünü tanımlarız. *E(x,y)*, aynı zamanda *y*'nin *x* önermesine bağımlılığının toplamsal olmayan ölçüsü ya da *y*'nin *x*'le (ya da tersi) elde ettiği desteğin toplamsal olmayan ölçüsü olarak yorumlanabilir. Bu, eksiklerimizin en önemlilerini doyurur ama hepsini değil: Örneğin aşağıdaki (VIII *c*)'yi ihlal eder, (III) ve (IV)'ü yaklaşık olarak, yalnızca özel durumlarda doyurur. Bu eksikliği ortadan kaldırmak için *C(x,y)*'nin şu tanımını öneriyorum[2*].

(9.2) *x* tutarlı ve $P(y) \neq 0$ olsun; bu durumda,

C(x,y) = E(x,y)(1+P(x)P(x,y))'yi

tanımlarız. Bu formül, boşluklarımızın çoğunu doyuran, ama (IV)'ü ihlal eden, örneğin *E(x,y)(1+P(x,y))*'den daha az yalındır; öte yandan *C(x,y)* için, (9.2)'de tanımlandığı gibi, aşağıdaki diğer tüm boşlukları sağladığı geçerlidir:

(I) yalnız ve yalnız, *y*, *x*'i destekler; *x*'den bağımsız; ya da *x*'i sarsarsa, $C(x,y) \{=\underline{/}\} 0$'dır.

(II) $-1 = C(y,y) \leq C(x,y) \leq C(x,x) \leq 1$.

(III) $0 \leq C(x,x) = Ct(x) = P(x) \leq 1$.

2 * Burada, yine benim tüm uygunluk koşullarını (isterlerimi) sağlayan biraz daha basit bir tanım getirmek istiyorum. (Bunu ilk kez *B. J. P. S. 5*, 1955, s. 334'te vermiştim.)
(9.2*)

$$C(x,y) = \frac{P(y,x) - P(y)}{P(y,x) - P(xy) + P(y)}$$

Göreli sağlanmışlık derecesi için de aynı şekilde (10.1*)'ı getiriyorum:
(10.1*)

$$C(x,y,z) = \frac{P(y,xz) - P(y,z)}{P(y,xz) - P(xy,z) + P(y,z)}$$

Ct(x)'in ve bu nedenle de *C(x,x)*'in *x* içeriğinin toplamsal bir ölçüsü olduğunu unutmamalıyız; bu *P(x)* ile tanımlanabilir; yani *x*'in ya da *x*'in *çürütülmesinin* önsel olabilirliğinin yanlış olduğunu ifade eden mutlak olasılıkla tanımlanabilir. Böylece, *sağlanabilirlik, çürütülebilirlik* ya da *sınanabilirlikle* aynıdır[5].

(IV) *y* mantıksal olarak *x*'i içeriyorsa, *C(x,y) = C(x,x) =Ct(x)*' dir.

(V) *y*, mantıksal olarak $\bar{x}$'i içeriyorsa, $C(x,y) = C(\bar{y}) - 1$'dir.

(VI) *x*'in içeriği yüksek olsun –öyle ki *C(x,y) E(x,y)*'ye yaklaşsın– ve *y x*'i desteklesin. (Örneğin, *y*'yi elimizdeki tüm olgular olarak düşünebiliriz.) *Bu durumda, verilmiş herhangi her y için şu geçerlidir: C(x,y) değeri, x,in y'yi açıklama yeteneği ile* (bu, *y* önermesine ait içeriğin gittikçe daha fazla açıklanması demektir) ve bu nedenle de, *x'in bilimsel önemliliğiyle artar.*

(VII) Eğer *Ct(x) = Ct(y) ≠1* ise, bu durumda ancak *P(x,u) {=} P(y,w)* olduğunda *C(x,u) {=} C(y,w)*'dir[3*].

(VIII) Eğer *x* mantıksal olarak *y*'yi içeriyorsa, bu durumda: *(a) C(x,y)≥0*'dır; *(b)* verilmiş herhangi bir *x* için, *C(x,y)* ve *P(y)* birlikte artar ve *(c)* verilmiş herhangi bir *y* için *C(x,y)* ve *P(x)* birlikte artar[6].

10. İstisnasız tüm önermelerimiz *z* çerçeve bilgisine bağlı olarak görelileştirilebilir; bu, uygun yerlere "*z* ve $P(z, \bar{z}{\sim}z) \neq 0$ koşulunda" gibi ifadeler yerleştirerek olabilir. Sağlama derecesinin görelileştirilmiş tanımı şöyledir:

$$(10.1) \qquad C(x,y;z) = E(x,y,z)\,(1+P(x,z)P(x,yz)),$$

Bu arada,

$$(10.2) \qquad E(x,y,z) = \frac{P(y,xz) - P(y,z)}{P(y,xz) + P(y,z)}\text{'dır.}$$

[5] Bkz. "Sağlanabilirlik, Sınanabilirlik, Mantıksal Olasılık" başlığını taşıyan *83.* kesim. (Yukarıda andığım *Mind*'daki çalışmamda getirdiğim terminolojiyle uyumu korumak için "mantıksal" kavramının önüne "mutlak" sözcüğü eklenmelidir.)

[3*] "≠1" koşulu, ne ilk baskıda ne 1954 yılında yayımlanan düzeltilmiş baskılarda yer almıştı.

[6] (VII) ve (VIII), *P(x,y)*'nin yeterli olduğu en önemli isterleri içermektedir.

E(x,y,z), aynı zamanda *z* geçerli olduğunda, *x*'in *y*'ye bağlı olarak açıklama yeteneğidir[7].

11. Bana göre, biçimsel tanımlamalarla giderilemeyen sezgisel bazı *boşluklar* vardır. Sözgelimi bir kuram, başarısız da olsa onu çürütmek için yaptığımız girişimler ne kadar iyi düşünülmüşse, o kadar iyi sağlanmış olacaktır. Tanımımda, bunu belki biçimselleştirecek kadar olmasa da, az da olsa bu düşünce yer almaktadır. Ciddi biçimde amaçlanmış ve iyi düşünülmüş bir çürütme girişiminin zaten tamamıyla biçimselleştirilmesi olanaklı değildir[8].

Burada, *C(x,y)*'nin tanımlanmasında kullanılan özel yöntem-

7 Diyelim ki, x_1 Einstein'ın, x^2 Newton'un yer çekimi kuramı, *y* de, günümüzde mevcut olan ve "benimsenmiş" kuramları içeren (yorumlanmış) görgül bulgular olsun (ilgili kuramları, yalnızca birinin ya da her ikisinin kapsıyor veya hiçbirinin kapsamıyor olması burada önemli değildir; yeter ki *y* için koşullarımız sağlanmış olsun); ve *z*, *y*'nin bir parçası –sözgelimi bir önceki yıl mevcut olan bulguların bir kısmı– olsun. x_1'in x_2'ye oranla *y* hakkında daha çok açıklama getirdiğini kabul edebileceğimizden, her *z* için $C(x_1,y,z) \geq C(x_2,y,z)$'yi ve önemli sınır koşullarından bazılarını (experimenta crucis) içeren uygun her bir *z* için de $C(x_1,y,z) > C(x_2,y,z)$'yi elde ederiz. Bu -*her ne kadar* $P(x_1,yz) = P(x_2,yz) = P(x_1) = P(x_2) = t'$*yi öngörsek de*- (VI)'dan çıkmaktadır.

8 Bu yaklaşıma değişik biçimlerde açıklık getirebiliriz. Örneğin

$$C_{a,b}(h) = (C(h,c_b) \prod_{i=1}^{n} C(h,c_i,c_a))^{1/(n+1)},$$

tanımlayarak kayda değer deneylere paye verebiliriz. Formülde geçen $c_1, c_2, \ldots, t_a$ ve t_b zamanları arasında ele alınmış deneylerin dizisidir. $t_a < t_1 \leq t_n = t_b$'dir. e_a ve e_b, t_a ve t_b zamanlarında kabul edilmiş olguların tamamıdır (yasaları da kapsamaktadır). $P(c_i,e_b) = 1$'i ve (yalnızca yeni deneylerin sayılmasını sağlamak için de) $P(c_i,e_a) \neq 1$'i, ayrıca $j > i$ durumunda $P(c_i,Uc_j) \neq 1$'i şart koşuyoruz. ("Uc_j", c_j*'nin uzay-zamansal genellemesidir.*)

Bugün bu soruyu başka türlü ele almayı düşünürdüm. Hiç zorlanmadan, "$C(x,y)$*" ya da "*$C(x,y,z)$*" formülüyle, bu formülün, sezgisel olarak, sağlanmışlık ya da kabul edilebilirlik diye düşündüğümüz yerdeki *uygulamaları* arasında bir ayrım yapabiliriz. Bu durumda, eğer *y*, *x*'i çürütmek için giriştiğimiz ciddi deneylerin (tüm) sonuçlarını ortaya koymuyorsa, *C(x,y)*'nin sağlanmışlık derecesi olarak yorumlanamayacağını ve kabul edilebilirlik sorunu olarak kullanılamayacağını söyleyebiliriz. Ayrıca bkz. "Üçüncü Makalemin" *14. maddesi.

Burada "tüm" sözcüğünü parantez içinde yazdım; çünkü bir başka olanağı da göz önünde bulundurabiliriz: Sınamalarımızı belirli bir *F* uygulama alanıyla sınırlandırabilir (bkz. İlk Ek I ve Yeni Ek *VIII); böylece de *C*'yi görelileştirerek "$C_F(x,y)$" yazabiliriz. Bu durumda, bir kuramın tamamen sağlanmışlığı, farklı (bağımsız) uygulama alanlarında ya da uygulama bölgelerindeki sağlanmışlık değerlerinin toplamı olarak algılanabilir.

leri önemli bulmuyorum. Önemli olan, kuşkusuz boşluklarımız ve *onların birlikte doyurulabileceği gerçeğidir.*

Sağlama Derecesine İlişkin İkinci Makale (1957)

1. Prof. J.G.Kemeny[1] (benim *içerik* tanımıma dayanarak) ve bundan bağımsız olarak Dr. C.L.Hamblin[2], "*Ct(x)*" biçiminde tanımlanan x içeriğinin, benim başlangıçta önerdiğim gibi, $1-P(x)$ yerine $-log_2P(x)$ ile ölçülmesi gerektiği önerisini getirmişlerdir. (Burada kendi sembollerimi kullanacağım.) Eğer bu öneri kabul edilirse, benim $C(x,y)$; yani x'in y'le *sağlanmışlık derecesi* için getirdiğim *isterlerimin (Desiderata)*[3] biraz değiştirilmesi gerekmektedir: (II) ve (IV)'de ±1 yerine ±88'i almalıyız ve bu durumda (III) şöyle olur:

(III) $\quad 0 \leq C(x,xy) = C(x,x) = Ct(x) = -log_2(P(x) \leq \pm \infty$

Diğer isterler değişmeden kalır.
Dr. Hamblin, sağlama derecesini

(1) $C(x,y) = log_2(P(xy)/P(x)P(y))$

biçiminde tanımlanmasını önermektedir[4]. Bu da, gerçi mutlaka sonsuz dizgeler için değil, sonlular için

(2) $C(x,y) = log_2(P(x,y)/P(y))$

ile aynı anlama gelir.

[1] JOHN G. KEMENY, *Journal of Symbolic Logic*, 1953, 18, s. 297. (Kemeny, kitabım *Bilimsel Araştırmanın Mantığı*'na atıfta bulunmaktadır.) *Bkz. 460. sayfadaki dipnot ve 470. sayfa.

[2] C. L. HAMBLIN, *Language and Theory of Information*, Londra Üniversitesine Mayıs 1955'te sunulan bir doktora tezi (yayımlanmamış); bkz. s. 62. Dr. Hamblin, (tezinde göndermede bulunduğu) Prof. Kemenys'in çalışmasından bağımsız olarak bu tanıma ulaşmıştır.

[3] "Degree of Confirmation", aynı *Journal*, 1954, 5, s. 143vd., ayrıca bkz. s. 334.

[4] C. L. HAMBLIN, anılan yapıt, s.83. Benzer bir öneriyi (ama logaritmanın 2 tabanına göre olduğunu belirtmeden) "*Sağlanmışlık Derecesi*" adlı yayınıma eleştiri getiren Dr. I. J. Good getirmiştir; bkz. *Mathematical Review*, 1955, 16, s. 376.

Formül (2)'nin bir üstünlüğü, x evrensel bir kuram olması durumunda $P(x)=0$ olsa dahi, kesin olarak kalmasıdır. Bunun görelileştirilmiş formülü

(3) $C(x,y,z) = log_2(P(y,xz)/P(y,z))$

olur.

Ne var ki, (1). tanım, Dr.Hamblin'in de vurguladığı gibi, benim VIII (c) isterimi sağlamaz; aynı şey, (2) ve (3) için de geçerlidir. Aynı biçimde, IX (b) ve (c) isterleri de doyurulmamıştır.

Oysa benim VIII(c) desiteratum'um, bana göre, açıklama yeteneği ölçüsüyle sağlama ölçüsü arasındaki ayrımı belirtmektedir. Diğeri x ve y'ye bağlı olarak bakışımlı olabilir; ama bu olamaz. Çünkü, diyelim ki x'den y çıkarılıyor (ve y x'i destekliyor) ve a, y ile sağlanmıyor. Bu durumda ax'in y ile, x'in tek başına sağlandığı kadar iyi sağlandığını ileri sürmek, sanıyorum isabetli olmayacaktır. (Gerçi, y, hem ax hem de x ile eksiksiz biçimde açıklandığı halde, ax'in ve x'in y ile ilgili olarak niçin aynı açıklama yeteneğine sahip olmamaları gerektiği anlaşılamamaktadır.) İşte bundan dolayı VIII(c)'den vazgeçilmemesi gerektiği görüşündeyim.

Bu nedenle (2)'yi ve (3)'ü, sağlama derecesi tanımlarının değil, açıklama yeteneğinin –yani $E(x,y)$'nin ve $E(x,y,z)$'nin– en uygun tanımları olarak düşünmeyi yeğliyorum. Sağlama derecesi, açıklama yeteneğinin yardımıyla, VIII (c) sağlanacak şekilde değişik biçimlerde tanımlanabilir. Bunlardan biri de (gerçi daha iyisinin bulunabileceğine inanıyorum) şudur:

(4) $C(x,y) = E(x,y)/((1+nP(x)P(\bar{x},y))$,
(5) $C(x,y,z) = E(x,y,z)/((1+nP(x,z))P(\bar{x},yz))$.

Burada n'yi, $n \geq 1$ olması koşuluyla, istediğimiz gibi seçebiliriz; VIII(c)'nin farkedilir bir etkisi olmasını istediğimizde de, n için büyük bir sayı yerleştirebiliriz.

x, $P(x)=0$'lı evrensel bir kuram ve y saptanmış görgül olgular ise, E ve C arasındaki ayrım, ilk tanımımlarımda, (VI). isterde ol-

duğu gibi, ortadan kalkar. Bu ayrım, x y'den türetildiğinde de yok olur. Böylece logaritmik ölçülerle yürütülen işlemin en azından bazı üstünlükleri korunmuş olur: Hamblin'in ayrıntılı biçimde ortaya koyduğu gibi, (1) ile tanımlanan kavramla, bilgi kuramının temel kavramı arasındaki yakın benzerlik görülmektedir. Bunu, Good da belirtmektedir (bkz. dipnot 4).

Eski tanımlardan yenilerine geçiş, düzeni bozmayacaktır. (Bu, Hamblin'in yorumundan da anlaşıldığı gibi, açıklama yeteneği için de geçerlidir.) Bu nedenle fark salt metrikseldir.

2. Açıklama yeteneğinin ve bundan da öte sağlama derecesinin (doğrulama, kabul edilebilirlik derecesinin ya da ne derseniz deyin) tanımları, doğal olarak tamamen "*saptanmış olguların taşıdığı ağırlığı*" (ya da Keynes'in, yapıtının VI. bölümünde adlandırdığı gibi bir kanıtlamanın taşıdığı ağırlığı) göz önünde bulundurur[1*]. Bu, Hamblin'in önerilerine dayanan ve metrik sorunlarla ilgilendiğimiz sürece bize önemli üstünlükler sağlayan yeni tanımlarda açıkça ortaya çıkmaktadır.

3. Bununla birlikte, C'mize ait metriğin, tamamen P metriğine bağımlı olduğunu unutmamalıyız. *Ama P'nin tamamen doyurulmuş bir metriği; yani mantıksal olasılığın salt mantıksal düşüntülere dayanan metriği olamaz.* Bunu tanıtlamak için, ölçülebilir herhangi bir fiziksel özelliğin (sürekli ortaya çıkan rastlantısal değişkenin) –basit olsun diye, örneğin uzunluğun– mantıksal olasılığını ele alalım ve mantıksal açıdan gerekli, sonlu alt ve üst sınır değerleri olarak l ve u'nun bize verildiğini öngörelim. (Bu öngörü karşıtlarımız için uygun olacaktır.) Ayrıca, bu özelliğin mantıksal olasılığının bir dağılım fonksiyonuna; örneğin l ve u arasında genelleştirilmiş eşdağılım fonksiyonuna sahip olduğumuzu düşünelim. Bu durumda belki de, kuramlarımızda aradığımız görgül değişimin bizi, fiziksel özelliğin *ölçüsününün* (örneğin Paris metresindeki ölçünün) doğrusal olmayan bir düzeltmesine götürdüğünü göreceğiz. Böyle olduğunda, "mantıksal olasılığın" da düzeltilmesi gerekmektedir; bu da metriğin, bizim görgül bilgimize bağımlı olduğunu ve önsel olarak salt mantıksal biçimde tanımlanamayacağını ortaya koymaktadır. Diğer bir deyişle, ölçülebilen bir özelliğin "mantıksal olasılığının" metriği,

[1*] Bkz. aşağıdaki "Üçüncü Makale".

söz konusu ölçülebilen özelliğin metriğine bağımlı olacaktır; ve bu metriğin düzeltilmesi görgül kuramlara bağlı olduğundan, olasılığın salt "mantıksal" bir ölçüsü olamaz.

Bu zorluklardan, tümüyle olmasa bile büyük ölçüde, z "çerçeve bilgisine" ("background information") başvurarak kaçınabiliriz. Bunlar en azından, sağlama derecesi ve mantıksal olasılık sorununu çözümünde gerekli görülen topolojik (yani metriksel olmayan) bir temelin anlamını tanıtlamaktadır[2]*.

Her ne kadar metriksel düşüncelerin hepsinden vazgeçsek de, kanımca, olasılığın alışılmış belitsel dizgeleriyle örtük biçimde tanımlanan olasılık kavramını korumamız gerekir. Bu dizgeler, aynı salt metrik geometrinin anlamını koruduğu gibi –gerçi salt metriksel geometrinin yardımıyla bir *ölçü birimini* tanımlayamayabiliriz ama yine de– tüm anlamlarını korur. Bu özellikle, *mantıksal bağımsızlığı olasılı bağımsızlıkla özdeşleştirme* (özel çarpım kuramı) gereksinimi dikkate alındığında daha da önem kazanır. Kemeny'ninki gibi (gerçi sürekli ortaya çıkan özelliklerde işlemeyen) ya da (*bu kitabın* I. Ekinde irdelendiği gibi) *göreli atomik* önermeli bir dili kabul ettiğimizde, atomik ya da göreli atomik önermeler için (doğal olarak yalnızca Kemeny'nin düşündüğü anlamda "mantıksal bağımlı" olmadıkları sürece) bağımsızlık koşulunu öngörmemiz gerekecektir. *Tümevarımın bir olasılık kuramı çerçevesinde*, bu durumda, mantıksal ve olasılı bağımsızlığı burada betimlenen biçimde özdeşleştirdiğimizde, bir *şey öğrenemeyeceğimiz* sonucu ortaya çıkacaktır. Ama benim C-fonksiyonlarım sayesinde *kuşkusuz çok şeyi öğrenebiliriz*; yani kuramlarımızı sağlayabiliriz.

Bu bağlamda, bunların dışında iki noktaya da değinmek yararlı olacaktır.

2* Elemanları *olasılık önermeleri* olan (*IV. Ek'teki gibi) bir S dizgesi; yani *olasılık önermelerinin olasılığının* mantıksal metriği; başka bir deyişle *ikincil olasılıkların* mantıksal metriği söz konusu olduğunda, artık bu zorluğun üstesinden geldiğim kanısındayım. Çözümüyle ilgili olarak izlediğim yöntem "Üçüncü Makalemin" 7. ve onu izleyen diğer maddelerde betimlenmektedir; özellikle de bkz. madde *13. *Ekleme (1968)*: Bkz. 421. sayfadaki *Ekleme*.)

Birincil özelliklere gelince. Bence bu metinde ortaya konulan zorluklar hiç de abartılmış değildir. (Kuşkusuz z, belirli bir durumda, bakışımlı ya da aynı olanakların oluşturduğu sonlu bir kümenin söz konusu olduğunu ifade ediyor ya da öngörüyorsa, bize yarar sağlayacaktır.

4. Bunlardan birincisi: Getirdiğim göreli olasılığın belitler dizgesine[5] dayanarak $P(x,y)$, x'in ve y'nin herhangi bir değeri ve bununla birlikte $P(y)=0$'ın değerleri için tanımlanmış olarak düşünülebilir. Özellikle dizgenin mantıksal yorumu söz konusu olduğunda, x'in y'den türediği tüm durumlarda ve $P(y)=0$ durumunda $P(x,y)=1$ geçerlidir. Görüldüğü gibi tanımımız, hem tekil önermeleri hem de evrensel yasaları içeren dillerde -tüm bu yasalar, örneğin Kemeny'nin, $P(x)=m(x)$'i şart koştuğumuz m ölçü fonksiyonunu kullandığımız durumda söz konusu olduğu gibi, sıfır olasılığına sahip olsalar da- hiçbir kuşkuya yer vermeden kullanılabilir. (Bizim E ve C tanımlarımızda, "modellere" aynı ağırlıkların yüklenmesi gereği bile hiç yoktur; bkz.Kemeny, anılan yapıt, s.307. Tam tersine, bu biçimdeki işleyişten göstereceğimiz herhangi bir sapma, *mantıksal* yorumdaki bir sapma olarak algılanmalıdır; çünkü bu, yukarıdaki 3. maddede öngördüğümüz mantıksal ve olasılı bağımsızlığın aynı olma koşuluna ters düşecektir.

5. İkinci nokta: Tanımlarımdan türetilebilen isterler arasında yer alan buradaki, diğer yazarların önermiş oldukları "x, y ile sağlanır"'ın tüm tanımlarıyla doyrulmamıştır. Bu nedenle, onuncu ister olarak şunu kullanabiliriz (yerleştirebiliriz)[6]:

(X) x, y ile $C(x,y)>0$ olacak biçimde sağlandığında ya da onaylandığında veya desteklendiğinde, şu geçerlidir: (a) $\bar{x}$, y ile sarsılır; yani $C(\bar{x},y)<0$'dır; ve (b) x, y ile sarsılır; yani $C(x,\bar{y})<0$'dır.

Bu isterin vazgeçilmez bir uygunluk koşulu olduğu; bu isteri sağlamayan önerilen her tanımın sezgisel açıdan paradoks olacağı da sanıyorum aşikârdır.

Sağlama Derecesine İlişkin Üçüncü Makale (1958)

Burada, *saptanmış olguların taşıdığı ağırlık sorunu* ve *istatistiksel sınamalar* hakkında bir dizi açıklamalarda bulunmak istiyorum.

[5] Aynı *Journal*, 6, s. 56vd. (ayrıca bkz. s. 176 ve s. 351). Basitleştirilmiş türleri, *British Philosophy in the Mid-Century* (yayımcı C. A. Mace), s. 191 ve yapıtım *Bilimsel Araştırmanın Mantığı*'nın *IV. Ekinde yer almaktadır.

[6] Bununla ilgili olarak bkz. anılan *Journal*, 1954,5'teki s. 144'ün son paragrafında yer alan dipnot. *Bu, burada 471. sayfanın son paragrafına karşılık gelmektedir.

1. "Sağlama derecesiyle[1] " ilgili olarak önceki her iki makalemde ortaya konulan sağlama kuramı, *olguların taşıdığı ağırlık sorununu* (weight of evidence) kolaylıkla çözmektedir.

Bu sorunu, ilk olarak Peirce ortaya atmış; Keynes tarafından da oldukça ayrıntılı biçimde tartışılmıştı. Keynes, genelde "bir kanıtın taşıdığı ağırlıktan" ("Weight of an argument") ya da "saptanmış olguların miktarından" ("amount of evidence") söz etmektedir. "Weight of evidence" ("görgül bulguların ya da saptanmış olguların taşıdığı ağırlık) deyimini J. M. Keynes'den ve I. J. Godd'dan[2] aldım.

Olasılığın öznel kuramı çerçevesinde, "saptanmış olguların yüklendiği ağırlık" hakkındaki düşünceler, bence bu kuramla çözülemeyecek paradokslara yol açmaktadır.

2. Olasılığın öznel kuramı ya da olasılıklar hesabının öznel yorumuyla kastettiğim, olasılığı, bilmediklerimizin ya ya bölük pörçük bildiklerimizin ölçüsü veya ulaşabildiğimiz gerçeklere dayanarak doğru sandığımız ya da inandığımız şeyin akılcılık derecesinin ölçüsü olarak yorumlayan bir kuramıdır.

(Burada bir parantez açıp, daha yerleşik olan "akılcı inanışın derecesi" ["degree of rational belief"] teriminin, belki de belirli bir kavramsal karışıklığın belirtisi olarak anlaşılabileceğini vurgulamak istiyorum; çünkü burada aslında kastedilen, "inanılanın akılcılık derecesidir". Bu karışıklık şöyle ortaya çıkmaktadır: Olasılık, başta doğru sandığımız ya da inandığımız bir şeyin gücünün yoğunluğunun ölçüsü olarak açıklanır. Bu yoğunluk, savlar çok farklı olsa da, kanaatimizin doğruluğu konusunda iddiaya hazır olmakla ölçülebilir. Ama inancımızın yoğunluğunun, aslında akılcı düşüncelerden çok arzularımıza ve kaygılarımıza

1 Anılan *Journal*, 1954, 5, 143., 324. ve 359. sayfalar; ayrıca bkz. 1957, 7, s. 350. Bir de bkz. 1955, 6 ve 1956, 7, s. 244,249. "İkinci Makalem"in ilk paragrafında, R. CARNAP ve Y. BAR-HILLEL'in çalışmasına (aynı *Journal*, 1953, 4, s. 147vd. "Semantic Information") işaret etmek gerekmektedir. Ayrıca, anılan *Journal*'ın 351. sayfasında yer alan 1. dipnotun ilk cümlesinde, "Op.cit., s. 83" yazılmalıydı; çünkü söz konusu olan Dr. Hamblin'in doktora tezidir. (*Bu düzeltme, kitabımın bu baskısında yapılmıştır; bkz. s. 460, dipnot ve s. 102.)

2 Bkz. C. S. PEIRCE, *Collected Paper*, 1932, Cilt 2, s. 421. (Birinci Baskı 1878); J. M. KEYNES, *A Treatise on Probability*, 1921, s. 71-78 (bir de bkz. s. 312vd. "*the amount of evidence*" ve *Index*); I. J. GOOD, *Probability and the Weight of Evidence*, 1950, s. 62vd. Ayrıca bkz. C. I. LEWIS, *An Analysis of Knowlegde and Valuation*, 1946, s. 292vd.; R. CARNAP, *Logical Foundation of Probability*, 1950, s. 554vd.

bağlı olduğunu kolayca görebiliriz. Bu yaklaşımla biz sonra olasılığı, *akılcı olarak savunabildiğimiz sürece*, yoğunluğun ya da inancın derecesi olarak yorumlarız. Ne var ki, bu noktada yoğunluk ya da inancın derecesine başvurmak gereksizdir; bu nedenle de "inancın derecesi" deyimi "inancın akılcılık derecesi" olarak değiştirilmelidir. Bu açıklamalara bakarak, benim öznel yorumun *herhangi* bir biçimini benimsemeye hazır olduğum sonucu çıkarılmamalıdır; bkz. aşağıdaki 12. madde ve *Postscript*'imin *II. bölümü.)

3. Konuyu fazla uzatmamak için, olguların ağırlığı sorunuyla ilgili olarak yalnızca yukarıda değindiğim paradokslara *tek bir* örnek vereceğim. Bunu, "*görgül olgunun ya da ideal gerçeklerin paradoksu*" olarak adlandırılabiliriz.

z belirli bir para ve *a*, "(henüz gözlenmemiş) *n*'ninci atış tura olacak" önermesi olsun. Öznel kuram çerçevesinde, *a* önermesinin mutlak (önsel) olasılığının 1/2'ye eşit olduğu; yani

(1) $P(a)=1/2$

olduğu kabul edilebilir.

Şimdi, *e*'nin *istatistiksel* herhangi bir *gerçeğe*; yani *z* parasıyla yapılan binlerce belki de milyonlarca atışın gözlemine dayanan *istatistiksel bir rapor* olduğunu düşünelim ve bu *e* gerçeği, *z*'nin, katı biçimde bakışımlı, eşdağılımlı "iyi" bir para olduğu varsayımına *ideal uygunlukta* olsun. (Burada, *e*'nin tek tek atışların sonuçlarına ilişkin tam bir rapor olmadığı –bu raporun kayıp olduğunu düşünebiliriz– aksine yalnızca, bu tam raporun *istatistiksel bir kesiti* olduğu unutulmamalıdır. Örneğin *e*: "*z* ile yapılmış bir milyon atışta 500 000 ± 20 tura atışı kaydedildi" önermesi olabilir. Aşağıdaki 8. maddeden de anlaşılacağı gibi, 500000 ± 1350 durumu kapsayan bir *e'* gerçeği, benim *C* ve *E* fonksiyonlarım kabul edildiğinde, hala ideal olabilecektir; çünkü bu fonksiyonların bakış açısından ele alındığında *e*, *e'*nü kapsadığından idealdir.) Buna göre $P(a,e)$ ve önceki $P(a)$'ya bağlı olarak

(2) $P(a,e) = 1/2$

söz konusudur.

Fakat bunun anlamı, tura atışı olasılığının *e*'ye bağlı olarak değişmez kalacağıdır. Çünkü artık

(3) $P(a) = P(a,e)$'dir.

Ne var ki, bu formül, öznel kuram yanlıları tarafından, *e* bilgisinin *a*'ya bağlı olarak *önemsiz ve ilişkisiz* olduğu şeklinde yorumlanmaktadır.

Ama bu da biraz ürkütücüdür; çünkü belirtik olarak bunun anlamı, sözünü ettiğimiz "*a varsayımının akılcı kanaat derecesinin*" *toplanmış e deneyim bilgisinden asla etkilenmeyeceğidir*; yani *z*'ye ilişkin istatistiksel herhangi bir verinin olmamasıyla "ağırlıklı olgular" tamamen aynı "akılcı inancın derecesini" haklı göstermektedir; ki bu da bizim inancımızı güçlendirmekte, onaylamakta ya da desteklemektedir.

4. Bu paradoksun, aşağıdaki nedenlerden dolayı öznel kuram çerçevesinde çözülemeyeceği kanısındayım.

Öznel kuramın temel koyutuna göre, inancın akılcılık dereceleri saptanmış olgulara bağlı olarak *doğrusal bir düzen* içersindedir; yani sıcaklık dereceleri gibi tek boyutlu bir skalada ölçülebilirler. Fakat Peirce'den Good'a kadar herkes, olguların yüklendiği ağırlık sorununu öznel kuram çerçevesinde çözmeye çalışırken, olasılığa ulaşmak için gerçeklere dayanarak *inancın akılcılığının başka bir ölçüsünü* eklemişlerdir. Bu yeni ölçünün "olasılığın başka bir boyutu" olarak mı, yoksa "gerçeklerin ışığında güvenirlik derecesi" olarak mı ya da "olguların taşıdığı ağırlık" olarak mı adlandırıldığı hiç de önemli değildir. Önemli olan, yalnızca inancın akılcılık derecelerine olgulara dayanarak doğrusal bir düzen oluşturulmasının olanaklı olmadığı şeklindeki dolaylı itiraftır; yani *gerçeklerin, inancın akılcılığını değişik biçimlerde etkileyebileceği* söylenmiştir. Bu da zaten, öznel kuramın temel koyutunu çürütmeye yeterlidir.

Ne, belki de "inancın akılcılık derecesi", "güvenirlik derecesi" ya da "olgulara dayanan destek" diye adlandırabileceğimiz, gerçekten farklı özsel varlıkların var olduğu şeklindeki saf inanç, ne de sözü edilen farklı ölçülerle değişik "açıklamaların" ("Explikanda") "betimlenebileceği" inancı öznel kuramın ge-

çerliliğini koruyabilecektir. Çünkü, olasılıklarla "betimlenebilen", burada bir "açıklamanın" –örneğin "akılcı inancın derecesinin"– söz konusu olduğu savı, benim "temel koyut" diye adlandırdığım koşula bağlı olarak hem geçerli hem de geçersiz olabilir.

5. Olasılıklarımızı *nesnel* açıdan yorumladığımız taktirde tüm bu zorluklar yok olacaktır. (Bu çalışma çerçevesinde, nesnel yorumun *salt* istatistiksel bir yorum ya da gerçekleşebilirliğin ölçüsü şeklinde olasılığın bir yorumu olması, hiçbir rol oynamaz[3].) Nesnel yoruma göre, *b*'ye, yani deney koşullarının (yani örneğimizi aldığımız deneyler dizisini tanımlayan koşulların) betimine başvururuz; sözgelimi *b*, "ilgili atış, rastlantısallığı dönme hareketiyle sağlanmış *z* parasıyla yapılan bir atıştır" bilgisi olabilir. Bir de *nesnel* olasılık varsayımı *h*'yı; yani *"P(a,b)=1/2"* varsayımını alırız[4].

Nesnel kuramın bakış açısından, ilgi odağımız işte bu *h* varsayımı; yani

$$"P(a,b)=1/2"$$

önermesidir.

6. Artık, "ideal gerçeklerin paradoksuna" neden olan ideal açıdan uygun istatistiksel *e* olgularını ele aldığımızda, *e*'nin *a*'yı değil *h* varsayımını ilgilendirdiğini açıkça görürüz: *e*, *h* için ideal uygunlukta ama *a*'ya bağlı olarak tamamen yansızdır. Tek tek atışların *bağımsız ya da rastlantısal* olduğu düşünüldüğünde, nesnel kuramda *herhangi bir e* istatistiksel gerçeği için doğal olarak *P(a,be)=P(a,b)* sonucu çıkar; yani *e*, *b* ile birlikte *a* için gerçekten önemsizdir.

[3] Olasılığın "gerçekleşebilirliğin ölçüsü" olarak yorumuna ilişkin bkz. sırasıyla, *Contemporary British Philisophy* (yayımcı H. D. Lewis), *British Philosophy in the Mid-Century* (yayımcı C. A. Mace) ve *Proceedings in the Ninth Symposium of the Colston Research Society*, 1957 (*The Colston Papers*, 9) (yayımcı S. Körner)'de yayımlanan, "Three Views Concerning Human Knowlegde", "Philosophy of Science: A Personal Report" ve "The Propensity Interpretation of Probability and the Quantum Theory" adlı makalelerim. *Ayrıca bkz. *XI. Ek'in sonundaki *Ekleme.*

[4] *b*'nin yalnızca önerme adı olarak değil, aynı zamanda atışlardan oluşan bir dizinin adı olarak da yorumlanabileceğini hatırlatmak istiyorum –bu durumda *a*'yı bir önerme adı yerine herhangi bir olaylar kümesinin adı olarak yorumlamalıyız; *h* ise her koşul altında önermenin adı olarak kalır.

e, *h* varsayımının bir sınama önermesi olduğundan, sorumuz doğal olarak, *e* gerçeğinin *h* varsayımını nasıl sağlayacağı sorusuna dönüşür. Bunun da yanıtı şudur: eğer *e* ideal açıdan uygun bir olguysa, hem *E(h,e)* hem de *C(h,e)*; yani *h*'nin *e*'ye göre sağlanmışlık derecesi, *e*'nin dayandığı numunenin kapsamı sonsuza gittiğinde, üst değere yaklaşacaktır[5]. Böylece ideal bulgular *E* ve *C*'nin ideal davranışına yol açmış olur. Bu durumda hiçbir paradoks ortaya çıkmadığı gibi, hiç zorlanmadan *h varsayımına bağlı olarak e gerçeğinin yüklendiği ağırlığı*, ya *E(h,e)* ile ya da *C(h,e)* ile veya –Keynes'in bazı yaklaşımlarına sıkı sıkıya bağlı kalırsak– her iki fonksiyonun mutlak değerleriyle ölçebiliriz.

7. Eğer bizim durumumuzdaki gibi, *h* istatistiksel bir varsayım ve *e*, *h*'ye ait istatistiksel sınamanın sonuçları hakkındaki rapor ise, *C(h,e)*, aynı istatistiksel olmayan bir varsayımda olduğu gibi, *h*'yi sağlayan bu sınamanın derecesinin ölçüsünü oluşturur.

Bununla birlikte şunu vurgulamakta da yarar görüyorum. İstatistiksel olmayan bir varsayımın tersine, *h* istatistiksel bir varsayım olduğunda, *E(h,e)*'nin ve hatta *C(h,e)*'nin sayısal değerlerinin kestirimi çok basit olabilecektir[6]. (8. maddede, basit durumlarda ve doğal olarak *h= "P(a,b)=1"* durumunda bu tür hesaplamaların nasıl yapılabileceğini kısaca göstereceğim.)

(4) $P(e,h) - P(e)$

önermesi, *E(h,e)* ve *C(h,e)* fonksiyonları için belirleyicidir: Bu fonksiyonlar da zaten, (4) önermesini "yasallaştırmak" için kullanılan iki ayrı ifadeden başka birşey değildir; başka bir deyişle,

5 Hem *E* hem *C*, her ikisi de İlk Makalem'de tanımlanmıştır. Burada yalnızca $E(h,e) = (P(e,h) - P(e))/(P(e,h) + P(e))$'nin ve *C*'nin önemli durumların çoğununda *E*'ye yaklaştığını anımsamak yeterli olacaktır. Anılan *Journal*, 1954,5, s.324'de

$$C(x,y,z) = (P(y,xz)-P(y,z))/(P(y,xz)-P(xy,z)+P(y,z))$$

tanımlamayı önermiştim.
z'nin ("çerçeve bilgisi" ya da "background bilgisi") eşsözel bir önerme olduğunu öngörmekle, bu formülden *C(x,y)*'yi elde ederiz.

6 Sayısal olarak hesaplanabilir durumlarda, Hamblin ve Good'un önerdiği logaritmik fonksiyonların (bkz. "İkinci Makalem") daha önce benim önerdiğim fonsiyonların düzeltmeleri olarak görüleceği neredeyse kesindir. Fakat sayısal bakıştan yaklaştığımızda, fonsiyonlarımın ve Kemeny ve Oppenheim'ın "gerçeklere dayalı destek derecesinin" birçok durumda benzer sonuçlara götüreceğini de unutmamalıyız.

(4)'le birlikte artar ve eksilirler. Bunun anlamı şudur: doğru olduğunda *h* için uygun olan iyi bir *e* sınama önermesini elde etmek için, istatistiksel *e* raporunu öyle oluşturmalıyız ki, (I) *e* büyük bir *P(e,h)*'ye –Fisher'in deyimiyle, *e*'ye göre *h*'nin göreli olabilirliğine ("likelihood")– yani hemen hemen 1 olan bir değere ve (II) *e* daha düşük bir *P(e)*'ye; yani *P(e)*'nin hemen hemen *0* olduğu bir değere yol açsın. Böyle bir sınama önermesi oluşturduktan sonra da, *e*'nin kendisini görgül sınamalarla yoklamamız gerekmektedir. (Yani *e*'yi çürütecek olguları bulmaya çalışmalıyız.)

Şimdi, diyelim ki *h*,

(5) $P(a,b)=r$

önermesi ve *e* de, "*b* koşulu için yeterli olan *n* büyüklüğündeki bir numunede ("sample") (bu *b* ana toplamından rastlantısal olarak yapılmış bir seçimin sonucudur), *a*, $n(r\pm d)$ durumunda sağlanmıştır[1*]" önermesi olsun. Bu durumda, özellikle küçük *d* değerleri için

(6) $P(e) \approx 2\delta$

alabiliriz[2*].

Hatta $P(e)=2\delta$ da alabiliriz; çünkü bu, *n* büyüklüğündeki numunede *a* özelliğinin ortaya çıkabileceği olası her $0/n$, $1/n$, $2/n$, ... n/n bağıntısına aynı olasılıkları -bu nedenle de $1/(n-1)$ olasılığını- yüklediğimiz anlamına gelir. Buradan, bize *n* büyüklüğünde yer alan $m \pm d$ bireylerinin *a* özelliğine sahip olduğu bilgisini veren (öyle ki, $\delta=(d+{}^1/_2)/(n+)1)$ aldığımızda $P(e)=2\delta$ olur) istatistiksel bir *e* raporunun olasılığı olarak

1* Burada, *n* büyüklüğündeki bir numunede ("Sample"), sıklığın *en iyi koşulda* $\pm 1/2n$ belirsizlikle–öyle ki, sonlu bir *n*'de $\delta \geq 1/2n$ alabilelim– saptanabileceği öngörülmüştür. Büyük numunelerde bu, $\delta > 0$ olur.)

2* Formül (6), bir önermenin bilgi içeriğinin, açıklıklığıyla arttığı, bununla birlikte, mutlak mantıksal olasılığının, belirsizliğiyle arttığı gerçeğinin dolaysız bir vargısıdır; bununla ilgili olarak bkz. *34.* ve *37.* kesimler. (Bundan başka şunu da vurgulamamız gerekir: istatistiksel bir numunede, belirsizlik derecesi ve olasılık aynı alt ve üst değerlere sahiptir; yani 1 ve 0.)

$P(e) = (2d+1)/(n+1)$'i,

almamız gerektiği sonucu çıkar. (Burada betimlenen eşdağılım, Laplace'in ardıllık kuralının türetiminde öngördüğü dağılım ile özdeştir ve *e bir numunenin istatistiksel bir raporu* olduğunda mutlak $P(e)$ olasılığının değerlendirilmesi için tamamen uygundur. Ama bir h varsayımına göre düzenlenmiş aynı raporun göreli $P(e,h)$ olasılığının değerlendirilmesine uygun değildir; çünkü bu varsayıma göre numune, her defasında belirli bir olasılıkla olası farklı değerlerin ortaya çıktığı n kez tekrarlanmış deneyin sonucudur. Bu durumda artık bu öngörü, *Laplace dağılımın* tersine birleşimsel dağılıma yani *Bernolli dağılımına* tamamen uygundur.) (6)'dan, $P(e)$'nin küçük olması koşulunda, δ'yı küçültmek zorunda olduğumuz sonucunu çıkarırız.

Ama $P(e,h)$ -Fisher'in h'ye bağlı "göreli olabilirliği"- *hem d* yeterince büyük (örneğin $\delta \approx 1/2$ ise) *hem de* $-\delta$'nın küçük olması halinde– n (numunenin büyüklüğü) büyük bir sayı olduğunda, Bernolli'ye göre 1'e yakın olacaktır. Bu nedenle, *e, ancak büyük ve kolaylıkla sayılabilen bir örneğin, h varsayımıyla iyi bir şekilde bağdaştığı bilgisini veren istatistiksel bir rapor olduğunda* $P(e,h)$-$P(e)$ ve bununla birlikte E ve C fonksiyonlarımız büyük değerler alabilir.

Böylelikle e sınama önermesi, ne kadar belirgin (sayılabilirlikteki belirginlik 2δ'yla ters orantılıdır), buna bağlı olarak çürütülebilirliği ya da içeriği, ve numunenin n kapsamı; yani e'nin sınanmasında gerekli istatistiksel materyal ne kadar büyükse, o derece iyi olacaktır. İşte bu biçimde oluşturulan e sınama önermesi, artık gerçek gözlem sonuçlarıyla yüzleştirilebilir.

Görüldüğü gibi, biriken istatistiksel olgular, elverişli oldukları takdirde, E ve C'yi arttırır. Buna göre E ya da C, h için elverişli olan veri ağırlığının ölçüsü olarak ele alınabileceği gibi, istenirse, mutlak değerleriyle, h'ye dayanarak verilerin "*ağırlığının*" ölçüldüğü de düşünülebilir.

8. $P(e,h)$'nin sayısal değeri çift-terimli önerme (ya da Laplace integrali) yardımıyla belirlenebileceğinden ve özellikle δ küçük olduğunda (6)'ya dayanarak $P(e)=2\delta$ alabileceğimizden, $P(e,h)$-$P(e)$'yi sayısal hesaplayabiliriz; aynı şey E için de geçerlidir.

Ayrıca her bir *n* için, *P(e,h)-P(e)*'nin en üst değere ulaşacağı *d=P(e)/2* değerini hesaplayabiliriz. (*n=1,000000*'da *d=0,0018*'dir.) Benzer biçimde, *E*'nin en üst değere ulaştığı *d=P(e)/2*'nin bir başka değerini hesaplayabiliriz. (Aynı *n* için *d=0,00135* ve *E(h,e)=0,9946* elde edilir.)

Sonuçları *a* olan *n* sayıda katı sınamaları aşmış *h= "P(a,b)=1"* biçimindeki evrensel bir *h* yasası söz konusu olduğunda, *P(h)=0* olduğundan, önce *C=(h,e)=E(h,e)*'yi elde ederiz; sonra da Laplace dağılımı ve *d=0* (*P(e)* olarak=*1/(n+1)* yardımıyla *P(e)*'yi değerlendirdiğimizde *C(h,e)=n/(n+2)=1-(2/(n+2)*'yi elde ederiz. Fakat, istatistiksel olmayan bilimsel kuramların, aslında burada betimlenen *h*'den tamamen farklı bir biçimde oldukları; yapay olarak bu biçime zorlandıklarında da, her bir *a* ve bu nedenle de *e* "özellemesinin" *baştan gözlenemeyen* "olgulara" dönüşeceği unutulmamalıdır[3]*.

9. Tüm bu açıklamalardan çıkaracağımız sonuç, istatistiksel bir varsayımın sınanmasının da –aynı diğer varsayımlar gibi– tümdengelimli olduğudur: içeriği –yani sınanabilirliği– yüksek olsa da, önce, varsayımdan türeyebilecek (ya da "hemen hemen türeyecek") şekilde bir sınama önermesi oluşturulur, sonra da deneyimle yüzleştirilir.

Her ne kadar *e*, gözlemlerimize –sözgelimi, binlerce öğe

[3]* Gerçi I. ve *VIII. Eklerdeki anlamda, *uygulama alanına bağlı olarak* bir kuramın sağlanmışlık derecesinden bahsedebiliriz; böyle olduğunda burada tartışılan hesaplama yöntemi uygulanabilir. Fakat bu yöntem, içeriğin ve olasılığın ince yapısını hesaba almayacağından, istatistiksel olmayan kuramlarda uygulandığında doyurucu olmayacaktır. Bu nedenle böyle durumlarda, "İlk Makalem"in 7. dipnotunda açıklanan karşılaştırmalı yönteme başvurabiliriz. Genelde, *"(x)Ax"* biçimindeki bir kuramı formüle ederken, *"A"*yı karmaşıklık derecesi yüksek, gözlemlenemez bir yükleme dönüştürmemiz gerektiğini vurgulamakta yarar görüyorum. (Ayrıca bkz. Ek *VII, özellikle de dipnot 1.) Bence, metinde geliştirilen yöntemin, Laplace ve yapay dil dizgelerini kullanan mantıkçıların dikkate aldıkları tüm durumlar için, *sayısal sonuçların* –yani sayısal sağlanmışlık derecelerininin– hesaplanmasını mümkün kılması, yabana atılacak bir konu değildir. Çünkü onlar bu yolla, sayısal sonuçların elde edilmesi için gerekli gördükleri, yüklemlerinin önsel olasılık metriğine ulaşabileceklerini umuyorlardı - ama hiç de böyle olmadı. Oysa ben, kendi yöntemimle, bu dil dizgelerinin olanaklarının ötesindeki birçok durumda, sayısal sağlanmışlık derecelerini hesaplayabilirim; çünkü ölçülebilir yüklemler yöntemim için bir sorun oluşturmamaktadır. (Kaldı ki, ele alınan *"yüklemlerden"* herhangi birinin mantıksal olasılığı için bir metriğin gerekmemesi büyük bir avantajdır; bununla ilgili olarak bkz. "İkinci Makalem"in 3. maddesinde getirdiğim eleştiri, ayrıca 1959 yılında yazdığım İkinci Önsöz.

uzunluğundaki tura, yazı, vb. atışların oluşturduğu uzun bir diziye- ilişkin tam bir rapor olsa da, onun saptanmış gerçekler olarak istatistiksel bir varsayım için kullanışsız olması ilginçtir; çünkü *n* uzunluğundaki *herhangi bir* gerçek dizi, diğer tüm diziler gibi (bizde olduğu gibi, eşolasılıkları öngören bir *h*'ye dayanan) aynı olasılığa sahiptir. Bu nedenle, *e*'nin, *yalnızca* tura atışlarını ya da bir yarısının tura diğer yarısının yazı atışlarını içerdiği gerçeğine bakılmaksızın, *P(e,h)* ve bununla birlikte *E* ve *C* için aynı değeri –yani *E=C=0*- elde ederiz. Bu da gözleme dayalı *tüm* bilgimizi, *h*'yi desteklemek ya da çürütmek için veri olarak kullanamayacağımızı göstermektedir. Bunun yerine gözlemlerimizi ayıklayarak, *h*'den türeyen ya da en azından *h*'ye bağlı olarak yüksek bir olasılığa sahip olan önermelerle karşılaştırabilecek *istatistiksel* önermeleri öne çıkarmalıyız. Kısacası, atışlardan oluşan uzun bir dizinin tam sonuçlarını ortaya koyan bir *e*, *bu biçimiyle*, istatistiksel bir varsayımın sınama önermesi olarak tamamen kullanışsızdır. Ama aynı *e*'nin bize kazandırdığı, tura atışlarının *ortalama sıklığına* ilişkin mantıksal açıdan daha zayıf verileri kullanılabiliriz. Çünkü, bir olasılık varsayımı yalnızca *istatistiksel açıdan yorumlanmış* araştırma sonuçlarını açıklayabilir ve bu nedenle de yalnızca istatistiksel kesitlerle sınanabilir ve sağlanabilir, "mevcut tüm verilerle" değil. Bu durum, veriler ister tam bir gözlem raporundan alınmış olsun; ister farklı *istatistiksel* yorumları, isabetli ve ağırlıklı sınama önermeleri olarak kullanılabilsin, yine değişmeyecektir[4*].

4* Bu konu, *C(x,y)*'nin belirlenmesi için gerekli olan mutlak olasılıkların sayısal değerlerinin sorunu bağlamında; yani "İkinci Makalem"in 3. maddesinde ve aynı zamanda bu makalede işlenen sorun çerçevesinde oldukça dikkate değer bir konudur (bkz. özellikle dipnot 1). Çok sayıdaki gözlem raporunun tümel-evetlemesi olan "mevcut tüm verilerin" mutlak olasılığını eğer biz belirleyeceksek, o zaman, bileşimlerini kurabilmek için bu raporlardan her birinin mutlak olasılığını (ya da "genişliğini") bilmemiz gerekecektir; bu durumda (*VII. Ekte açıklandığı gibi) bu raporların mutlak bağımsızlığını öngörürüz. Ancak, istatistiksel bir kesitin mutlak olasılığını saptamak için, gözlem raporlarının mutlak olasılığına ve bağımsızlıklarına ilişkin öngörülerde bulunmamız gerekmeyecektir. Çünkü bir Laplace dağılımının öngörüsü olmadan da, (6)'nın, δ'nin küçük değerleri için geçerli olması gerektiği aşikârdır; çünkü e'nin içeriği *açıklığına* bir ölçü olmak zorundadır (bkz. kesim *36*) ve bu nedenle mutlak olasılık, e'nin 2δ değerindeki *"genişliğiyle"* ölçülmelidir. Bu durumda bir Laplace dağılımının, yalnızca bizi (6)'ya götüren en basit eşolasılık öngörüsü olduğunu düşünebiliriz. Bu bağlamda şunu da vurgulamakta yarar görüyorum: Laplace dağılı-

Böylece çözümlememiz, bilimin diğer tüm yöntemlerinde olduğu gibi, istatistiksel yöntemlerin daha ziyade varsayımsal-tümdengelimsel olduğunu ve uygun olmayan varsayımların elenmesiyle işlediğini göstermektedir.

10. Eğer δ ve bu nedenle $P(e)$ çok küçük ise –bu yalnızca büyük numunelerde söz konusu olabilecektir–, bu durumda (6) nedeniyle,

(7) $P(e,h) \approx P(e,h)-P(e)$

geçerlidir.

İşte ancak ve ancak bu durumda, Fisher'in olabilirlik fonksiyonu, sağlanmışlık derecesinin uygun bir ölçüsü olarak kabul edilebilir. Buna karşılık biz de, sağlanmışlık derecesinin ölçüsünü, *Fisher'in olabilirlik fonksiyonunun genellemesi*; yani Fisher'in olabilirlik fonksiyonunun yetersiz olabileceği, oldukça büyük δ'nın ortaya çıktığı durumların genellemesi olarak yorumlayabiliriz. Çünkü istatistiksel *e* verilerinin ışığında *h*'nin göreli olabilirliği, yalnızca mevcut istatistiksel *e* bulgularının yeterince açık olmaması nedeniyle en üst değere yaklaşan bir değere (kısmen de olsa) ulaşmamalıdır.

Bir milyon atışa ve $\delta=0,00135$'e göre elde edilen istatistiksel bir *e* gerçeğiyle, sayısal olarak, yalnızca yüz atışın esas alındığı ve $\delta=0,135$ göre kazanılan istatistiksel *e'* verilerinden çıkan *aynı "göreli olabilirliğe"* ulaşılabildiğinde $-p(3,h)=0,9930-$, bunun paradoks olduğunu söylememek hiç de doyurucu değildir[5*]. (Ama $E(h,e')=0,7606$ iken, $E(h,e)=0,9946$ olması kuşkusuz kabul edilebilirdir.)

mı, (nesnelerin ya da olguların değil) *numunelerin oluşturduğu bir evreni* temel alan bir dağılım olarak algılanabilir. Seçtiğimiz bu numuneler evreni, kuşkusuz sınayacak varsayıma bağlıdır. Her bir numuneler evreni içersinde öngöreceğimiz eşolasılık, herhangi bir Laplace dağılımını verir.

5* Fisher'in "göreli olabilirliği" birçok durumda sezgisel açıdan doyurucu değildir. Diyelim ki *x*, "Aynı zarla yapacağımız bir sonraki atışta altı gelecek", önermesi olsun. Bu durumda, *y*'ye şu anlamları yüklersek: "Bir sonraki atış çift sayıdır" ya da "Bir sonraki atışta sayı >4 gösterecektir" veya "Bir sonraki atış ikiden farklı bir sayıyı gösterecektir", *y* bulgusuna bağlı olarak *x*'in göreli olabilirliği, en üst değer olan 1'e ulaşacaktır. ($C(x,y)$'nin değerleri, görüldüğü gibi, doyurucudur: 3/8, 4/7, 1/10 sırasına göre davranırlar. Bkz. yukarıda 5. dipnotta yer alan C'nin tanımı.)

11. Evrensel bir *h* yasasının mutlak mantıksal olasılığının - yani *P(h)*'nin- sonsuz bir evrende genelde sıfır olacağı hep göz önünde bulundurulmalıdır. Bu nedenle *P(e,h)* -*h*'nin göreli olabilirliği-, olasılık dizgelerinin çoğunda belirsiz olacaktır; çünkü çoğu dizgelerde *P(e,h), P(eh)|P(h)=0|0*'la tanımlanmıştır. Bu yüzden, *P(h)=0* olsa da, *P(e,h)* için belirli değerleri veren, ve *e h*'den türediğinde ya da "hemen hemen türediğinde" açık bir biçimde *P(e,h)=1*'i çıkaran biçimsel bir olasılık kalkülüne gereksinim duyarız. Bu koşulları sağlayan bir dizgeyi bir süre önce yayınlamıştım[7].

12. Her ne kadar *e, h*'nin çürütülmesiyle ilgili gerçek ve ciddi deneylere ilişkin bir rapor olmasa da, bizim getirdiğimiz *E(e,h), e*'ye göre *h*'nin açıklama yeteneğinin ölçüsüne uygun olarak yorumlanabilir. *C(h,e)* ise, ancak *e*, *h*'nin doğrulanmasına değil de çürütülmesine ilişkin ciddi deneylerin sonuçları hakkında bir rapor olduğunda *h*'nin sağlanmışlık derecesi –ya da sınamalara dayanarak *h*'nın inandırıcılığının akılcılığı– olarak yorumlanabilir.

Yukarıdaki son tümcede de işaret edildiği gibi, benim savım şudur: Olasılığın, inancımızın akılcılığının ölçüsü olarak yorumlanabileceği görüşü yanlıştır (böyle yorum ideal olguların paradoksu nedeniyle aykırıdır), ama sağlanmışlık derecesi bu biçimde kuşkusuz yorumlanabilir[8]. Olasılıklar hesabıyla ilgili olarak da, kalkülün farklı birçok yoruma izin verdiği söylenebilir[9]. Gerçi "akılcı inancın derecesi" bu yorumlara girmez, ama yine de olasılığın, *tümdengelimsel türetilebilirliğinin* genellemesi olarak değerlendirildiği *mantıksal bir yorum* vardır. Fakat bu *olasılık mantığının*, bir olayın ortaya çıkması ya da çıkmamasına ilişkin şansların varsayımsal tahminiyle ilgisi azdır; çünkü tahminlerimizi dile getirdiğimiz olasılık önermeleri, ilgili her bir durumla içiçe –*deney düzeni* gibi, ilgili nesnel koşullara sıkıca bağlı– olan *nesnel*

7 Anılan *Journal*, 1955, 6, özellikle s. 56vd. Sözü edilen belitler dizgesinin basitleştirilmiş biçimi, yukarıda, 3. dipnotta değinilen "Philosophy of Science: A Personal Report" (s. 191) ve "The Propensity Interpretation..." adlı çalışmalarım. (En son andığım çalışmanın 67. sayfasında yer alan 3. dipnotta, sondaki "<" imi yerine "≠" imi konulmalıdır; ayrıca (B) ve (C)'de , ikinci oktan sonra, her seferinde yeni bir satır başlamalıdır.) *Şimdi artık bkz. Ek *IV.

8 Bkz. aynı *Journal*, 1955, 6, 55 (kesimin ana başlığı).

9 Bkz. *Mind*'daki (1938, 47, s. 275vd.) çalışmam.

olanakların varsayımsal değerlendirmeleridir. Bu varsayımsal tahminler (bunlar, her ne kadar bakışımşılık düşünceleriyle ya da istatistiksel verilerle *oluşturulmuş* olsalar da, aslında *hiçbir şeyden türetilemeyen*, yanlızca keyfi yürütülmüş tahminlerdir), önemli birçok durumda istatistiksel sınamalardan geçirilebilir. Bunlar hiçbir zaman bilmediğimiz şeyler hakkında yürüttüğümüz tahminler değildir: karşıt savı, Poincaré'in açık biçimde gördüğü gibi, (belki de bilinçsizce yaratılmış) belirlenimci bir dünya görüşünün vargısıdır[10].

Bu bakış açısından bakıldığında, "akılcı bir oyuncu", sürekli olarak *nesnel şansları* tahmin etmeye çalışır. Benimsemeye hazır olduğu nesnel olasılıklar, genelde düşünüldüğü gibi, "inancın derecesinin" ölçüsünü değil, daha çok inancının *malzemesini* oluşturur. Oyuncu, belirli şansların nesnel olarak var olduğunu sanır; yani nesnel bir *h* olasılık varsayımını doğru kabul eder. Oyuncunun (şansı ya da yürüttüğü herhangi başka bir tahmin konusundaki) inancının derecesini davranışçılık açısından ölçmek istediğimizde de, belki de inancının –şansı konusundaki tahmininin– doğruluğu konusunda kendisiyle (eşit miktarda parayla) bir iddiaya girişerek, servetinin ne kadarını riske atmaya hazır olduğunu anlamaya çalışırız -kuşkusuz inancının doğru olup olmadığını saptayabilirsek.

Sağlanmışlık derecesine gelince. Sağlanmışlık derecesi, bir *h* varsayımının sınandığı derecenin *ve* bu sınamalarda gösterdiği başarı derecesinin ölçüsünden başka birşey değildir. Bu nedenle de, varsayımla ilgili inancımızın akılcılık derecesinin ölçüsü olarak yorumlanamaz; çünkü *h* mantıksal açıdan doğru olduğunda, $C(h,e)=0$ olduğunu zaten biliyoruz. Sağlanmışlık derecesi, daha çok belkili bir tahminle ilgili olarak –bilinçaltında iyice çözümlenmiş ve sınanmış– deneme amacıyla yürütülmüş bir *öngörünün* akılcılık ölçüsüdür

*13. Önceki on iki madde, *B. J. P. S*'de yayımlanmış şekliyle "Üçüncü Makaleyi" oluşturmaktadır. Daha çok biçimsel açıdan makalede örtük biçimde yer alan bazı yaklaşımlara biraz da-

[10] Bkz. H. POINCARE, *Wissenschaft und Methode*, 1914, IV, I. (Bu bölüm ilk olarak, *La Revue du mois*, 1907, 3, s. 257-276, ve *The Monist*, 1912, 22, s. 31-52 dergilerinde yayımlanmıştı.)

ha açıklık getirmek amacıyla, iki maddeye burada daha yer vermek istiyorum.

Aklıma gelen ilk soru yine mantıksal olasılığın *metriği* (bkz. İkinci makale, 3. Madde) ve birincil ve ikincil olasılık önermeleri arasındaki ayrım diye tanımladığım ayrımla olan ilişkisi sorunudur. Benim savım, ikincil düzeyde, Laplace ve Bernoulli dağılımlarının bize aranan *metriği* sağlayacağıdır.

Buna göre, (*IV. Ekte ortaya atılmış koyutlar dizgesi gibi) $S_1=\{a,b,c,a_1,b_1,c_1,...\}$ elemanlarının oluşturduğu biz dizgeyle çalışabiliriz. Bu elemanlardan "$p(a,b)=r$" biçimindeki olasılık önermeleri elde edilir. Bunlar, birincil olasılık önermeleri olarak adlandırılabilir. Söz konusu birincil olasılık önermeleri, artık ikincil bir $S_2=\{e,f,g,h,...\}$ dizgesinin elemanları olarak ele alınabilir; "e", "f" vb. elemanlar, "$p(a,b)=r$" biçimindeki önermelerin adlarıdır.

Bernoulli teoremine gelince. Bu teorem aslında şunu ileri sürmektedir: Diyelim ki h, "$p(a,b)=r$" olsun; bu durumda, şu geçerlidir: eğer h doğruysa, b deney koşullarının tekrarlandığı uzun bir dizide, a'nın ortaya çıkma sıklığı, büyük bir olasılıkla, r ile aynı (ya da r'ye yakın) olacaktır. Ve "$d_\delta(a)_n$" de, n kez tekrarlanan uzun bir dizide a, $r+d$ sıklıkla ortaya çıkacaktır, önermesi olsun. Bu durumda Bernoulli teoremine göre, $\delta_\delta(a)_n$'nin olasılığı, h –yani $p(a,b)=r$– verildiğinde, n'nin artması durumunda 1 değerine yaklaşacaktır. (Bernoulli teoremi ayrıca, bu olasılığın, $p(a,b)=s$'nin geçerli olması ve s'nin $r+\delta$ alanının dışında kalması koşulunda da 0'a yaklaşacağını ileri sürmektedir. Bu durum, olasılık varsayımlarının çürütülmesinde büyük önem taşımaktadır.)

Buradan şu sonucu çıkartabiliriz: Biz Bernoulli teoremini, S_2'deki g ve h öğelerini hedef alan, *göreli* olasılığa ilişkin (ikincil) bir önerme biçiminde yazabiliriz; yani

$$\lim_{n\to\infty} p\,(g,h) = 1$$

biçiminde formülleştirebiliriz; burada $g=\delta_\delta(a)_n$ ve h de, $p(a,b)=r$'dir; yani h, birincil bir olasılık önermesi ve g, *göreli sıklığa* ilişkin birincil bir önermedir.

Bu yorumlamalardan da anlaşılacağı gibi, S_2'de, g –yani $\delta_r(a)_n$– gibi *sıklık önermelerine* ve h gibi olasılık tahminlerine ya da varsayımsal olasılık kestirimlerine yer vermek zorundayız. Bundan dolayı, S_2'nin homojenliğini sağlamak için, S_2'nin öğeleri olan *tüm* olasılık önermelerini sıklık önermeleriyle aynı tutmak gerekmektedir. Başka bir deyişle, S_2'nin öğelerini oluşturan birincil e, f, g, h vs. olasılık önermeleri için, *olasılığın* herhangi bir *sıklık yorumunu* benimsemek zorundayız. Bununla birlikte,

$$P(g,h)=r$$

biçimindeki olasılık önermeleri –yani birincil g ve h olasılık önermelerinin olasılık derecelerine ilişkin önermeler olan, ikincil olasılık önermeleri– için *olasılığın mantıksal yorumunu* benimseyebiliriz.

Her ne kadar birincil olasılık önermeleri için mantıksal (mutlak) bir metriğe sahip olmasak da; yani $p(a)$'nın ya da $p(b)$'nin değeri bize tamamen yabancı olsa da, yine de ikincil olasılık önermeleri için mantıksal ya da mutlak bir metriğe sahip olabiliriz: Laplace dağılımı bize böyle bir metriği sunmaktadır. Laplace dağılımına göre, g görgül biçimde gözlelemlenmiş ya da bir varsayım olsa da, $P(g)$; yani g'nin –başka bir deyişle $\delta_r(a)_n$'nin– *mutlak* olasılığı 2δ'ya eşit olur. Bu nedenle olasılık varsayımımız, $P(h)=0$ değerine sahip olur; çünkü h, $\delta=0$ durumunda "$p(a,b)=r$" biçimindedir. Bernoulli yöntemleri, salt matematiksel çözümlemeyle *göreli* $P(g,h)$ olasılığının değerinin hesaplanmasına izin verdiğinden, göreli $P(g,h)$ olasılıkları da salt mantıksal açıdan belirlenmiş olarak değerlendirilebilir. Görülüyor ki, biçimsel olasılıklar hesabının ikincil düzeyde mantıksal yorumlanabileceği öngörüsü tamamen haklı bir öngörüdür.

Özetlersek: Bernoulli'nin ve Laplace'in yöntemlerinin, olasılıkların salt mantıksal metriğinin, birincil düzeyde yapılandırılmış olup olmadığına bakılmaksızın, ikincil düzeyde yapılandırılmasına ışık tuttuğunu söyleyebiliriz. Bernoulli'nin yöntemleri, göreli olasılıkların (özellikle de birincil varsayımların ikincil "olabilirliklerini") mantıksal metriğini belirlerken; Laplace'in yöntemleri de, mutlak olasılıkların (özellikle

de numunelerin istatistiksel raporlarının) mantıksal metriğini belirlemektedir.

Bernoulli'nin ve Laplace'in çabaları, kuşkusuz büyük ölçüde olasılı bir tümevarım kuramının yapılandırılmasına yönelikti ve *C* ile *p*'yi eşit tutma eğiliminde olduklarını da gösteriyordu. Aynı yaklaşımı paylaşmadığımı söylemeye dahi gerek duymuyorum: Aynı diğer kuramlar gibi istatistiksel kuramlar da varsayımsal-tümdengelimseldir. Ve diğer tüm kuramlar gibi, istatistiksel varsayımlar da, yanlışlanmalarını sağlayan deneylerle –yani ikincil olabilirliklerini sıfıra ya da hemen hemen sıfıra indirgeme yönelik deneylerle sınanır. *C* "sağlanmışlık derecesi" de, ancak bu tür sınamaların sonucuna ilişkin bir dereceyi gösteriyorsa dikkate değerdir; çünkü istediğimiz zaman, istatistiksel verileri istatistiksel bir varsayım için *elverişli* olacak biçimde seçmekten daha kolay bir şey yoktur.

*14. Tüm bu uslamlamaların sonunda, farkında olmaksızın yaklaşımımı değiştirip değiştirmediğim sorusu yöneltilebilir. Çünkü *C(h,e)*'yi, *e*'ye dayanarak "*h*'nin tümevarımsal olasılığı ya da -*C*'nin olasılıklar hesabı yasalarını sağlamadığı gerçeği nedeniyle bu tanımlamanın bizi çıkmaza götürdüğü düşünüldüğünde- "*e*'ye dayanarak *h* ile ilgili inancımızın akılcılık derecesi" olarak niteleyebileceğimiz izlenimi doğmuş olabilir. Hatta teveccüh gösteren tümevarımcı bir eleştirmen, tümevarım sorununu *olumsuz* (yani tümevarımın yalnızca mantıksal olarak olanaksız olmakla kalmayıp, gerçekte de ortaya çıkmadığı) *anlamda* çözdüğüm halde, getiridiğim *C*-fonksiyonu yardımıyla tümevarımın en eski sorununu *olumlu anlamda* çözdüğümü ve bu *C*-fonksiyonu ile tümevarımsal çıkarım biçiminin geçerliğini artık kesin olarak gösterdiğimi ileri sürerek beni kutlayabilir de.

Buna şu yanıtı veririm: *C(h,e)*'nin, uygun olsun ya da olmasın, herhangi bir isimle tanımlanmasına karşı değilim: Yanılgıya yol açmadığı sürece kullanılan terminoloji benim için pek de önemli değildir. Ayrıca, yine karışıklığa yol açmadığı sürece, "tümevarım" sözcüğünün anlamının (bilinçli ya da bilinçsizce) genişletilmesine de karşı değilim. Ama ancak, *e, düşünebildiğimiz en katı sınamalar hakkında bir rapor ise, C(h,e)*'nin sağlama derecesi olarak yorumlanabileceği konusunda ısrar etmek zorundayım. İşte bu noktada, tümevarım ya da doğrulama kuramcısının

yaklaşımıyla benim yaklaşım ayrılmaktadır. Tümevarım ya da doğrulama kuramcısı, varsayımları için *destekleyici kanıtlar* arar. Bulduğu *e* olgularıyla varsayımını *güçlendirmeyi* umar: Aradığı şey, *destek, güvence, onaydır* –yani *"Confirmation"*. En iyi koşulda kavrayabildiği tek şey, *e*'nin seçiminde, elverişsiz durumları gözardı edemeyecek şekilde nesnel olmamız ve *e*'nin, geçerli olsun olmasın, *bütün* gözlem bilgimizle ilgili verileri içermesi gerektiğidir. (Bu *tümevarımsal koşul*; yani *e*'nin gözlem bilgisinin *tamamını* kapsaması gerektiği koşulu, hiçbir biçimde formüllerle gösterilemez. Bu biçimsel olmayan bir koşuldur; *p(h,e)*'yi, *h hakkındaki tam olmayan bilgimizin derecesi olarak yorumlamak istersek*, sağlanmış olması gereken bir uygunluk koşuludur[6*]).

Bu tümevarımsal yaklaşımın tersine benim *C(h,e)*'den kastettiğim şudur: ancak *e*, *h*'yi *çürütmeye* yönelik giriştiğimiz ciddi deneylerin sonuçlarını ortaya koyuyorsa, *C(h,e)*, *h*'nin *e* ile sağlanmışlık derecesi olarak yorumlanabilir. Bu girişimlerin ciddi yürütülmesi koşulu da –aynı *e*'nin gözlem bilgisinin *tamamını* göstermesi gerektiği şeklindeki tümevarımsal koşul gibi– formüllere dökülemez. Zaten *e*, *h*'yi çürütmek amacıyla giriştiğimiz ciddi deneylerin verileri değilse, *C(h,e)*'yi sağlama derecesi ya da benzer herhangi başka bir şey olarak yorumlamak, kendimizi aldatmak olur.

Bu açıklamalarıma karşın, bana teveccüh gösteren eleştirmenim, hala *C*-fonksiyonumun klasik tümevarım sorununun olumlu yönde bir çözümü olarak niçin değerlendirilememesi gerektiğini anlayamadığını söyleyecektir. Ona göre, getirdiğim yanıt klasik tümevarım kuramcısı için tamamen kabul edilebilir bir açıklamadır; çünkü yalnızca "elemine eden (ayıklama yapan) tümevarımın yöntemini" ortaya koymaktadır –bu, Bacon, Whewell ve Mill'in de benimsediği ve (her ne kadar eleştirmenim, bu yöntemlerin kuramlarına yerleştirmede çok da başarılı olmadıklarını itiraf etse de) bazı tümevarımcı olasılık kuramcılarının hala akıllarından silemediği bir yöntemdir.

6* *Ekleme (1968). Tümevarımsal koşul*; yani *e*'nin *"gözlem bilgisinin tamamını"* kapsaması gerektiği hakkında hiçbir açıklama getirmediğim şeklinde bana eleştiri ("Popper provides no quotations") geldiğinden (I. Lakatos, ed., *The Problem of Inductive Logic*, 1968, s. 157, kesim 3), burada hemen şunu eklemek istiyorum: Adı geçen kitabın 137. sayfasında, ilgili konu CARNAP'ın kitabından (*Logical Foundations*, s. 201, I_6 ve I_7, §43B) aldığım tüm açıklamalarla yayımlanmıştır.

Bu yanıta tepkim, yaklaşımımın ana hatlarını yeterince açık biçimde ortaya koyamama konusunda süregelen başarısızlığım için yazıklanmaktır. Çünkü tüm bu tümevarım kuramcılarının önerdiği ayıklamanın tek amacı, *sınamalarda kendini korumuş kuramı olabildiğince desteklemek ya da sağlamlaştırmaktı*; *doğru* olanın (ya da doğru kuramlar dışındakileri ayıklamayı başaramadığımızda, belki de yalnızca *yüksek derecede olasılı* olanın), bu kuram olması gerektiğine inanıyorlardı.

Buna karşılık ben, birbirine rakip kuramların sayısını asla azaltamayacağımıza inanıyorum; çünkü bunların sayısı her zaman sonsuzdur. Bir kuramcının yapması gereken de, *sınamalarda kendini korumuş kuramlardan en az olasılı olana*; yani en katı biçimde sınanabilecek olana dayanmaktır. Bu kuramı da ancak geçici bir süre için "kabul ederiz" –ama bu da, yalnızca onun ilerki eleştirilere ve akla gelebilecek en katı sınamalara layık olduğunu düşündüğümüzdendir.

Bu biçimde işe koyulmanın bize sağlayacağı olumlu sonuç da, sınamalarda kendini koruyan kuramın, bildiğimiz en iyi –ve en katı sınanmış– kuram olduğunu söyleyebilmektir[7*].

7* *Ekleme (1968).* Her ne kadar bu paragraftaki "en iyi" ifadesi, bu Ek'in *14. maddesinde ortadan kaldırmaya çalıştığım yanlış anlamalara neden olduysa da, birbirine rakip ve sınamalarda kendini koruyan kuramların "niteliğinin" içeriklerine ya da sınanabilirliklerine bağlı olduğunu yeniden hatırlatmama her halde gerek yoktur. Bkz. ayrıca 318-319., 447. ve 458-459. sayfalardaki *Eklemeler.*

Ekleme (1975). İstatistiksel varsayımların saptama sorununa ilişkin önemli katkıyı, D. A. GILLIES, *An Objective Theory of Probability* (Londra 1973) adlı çalışmasında getirmiştir.

*X. EVRENSELLER, NESNE KAVRAMLARI (DİSPOSİTİON[0]) VE DOĞAL ZORUNLULUK

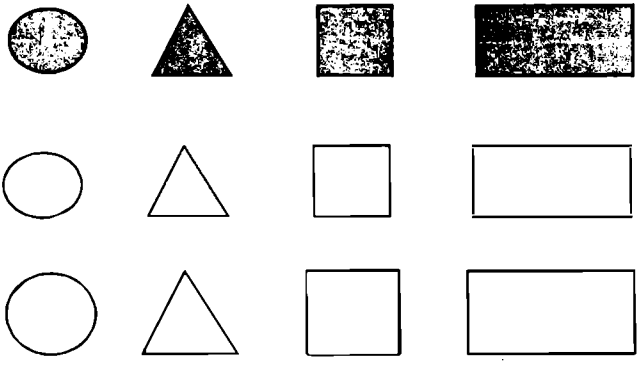
(1) Tüm tümevarım kuramlarının temeli, *yinelemelerin önceliği öğretisine* dayanır. Hume'un bu soruya bakış açısını anımsarsak, bu öğretinin iki yaklaşımı olduğunu görürüz. Bunlardan biri (ki bunu Hume eleştirmişti), yinelemelerin mantıksal önceliğinin öğretisi olarak adlandırılabilir. Buna göre, bir görüngünün yinelenen biçimde ortaya çıkması, bizim evrensel bir yasayı herhangi bir şekilde öngörmemizi *haklı kılar.* (Bu düşünce bir bakıma aslında olaslıkla bağdaştırılmaktadır.) Diğer yaklaşım da (bunu Hume savunmuştur), yinelemenin zamansal (ve ruhbilimsel) önceliğinin öğretisi olarak adlandırılabilir ve şöyle ileri sürülmektedir: Yinelemeler evrensel bir yasayı ve buna bağlı olan beklenti ve inanç boyutlarını öngörmeyi hiçbir biçimde *haklı kılmasa* da, içimizde bu boyutun -"haksız" ya da "mantıksız"– *canlanmasını* aslında sağlamaktadır.

Ne var ki yinelemelerin önceliği öğretisinin her iki yaklaşım da–ister mantıksal önceliği savlayan, güçlü olanı, ister zamansal (nedensel, ruhbilimsel) önceliği öngören, zayıf olanı– tutarlı değildir. (Başka bir deyişle, *yinelemeyle tümevarım olmaz* ve yinelemeye dayanan her "öğrenme", yeni keşiflere dayanan her "öğrenmeden" temel olarak çok farklıdır.) Bunun nedenini de, birbirinden tamamen farklı iki yaklaşım yardımıyla aşağıda açıklayacağım.

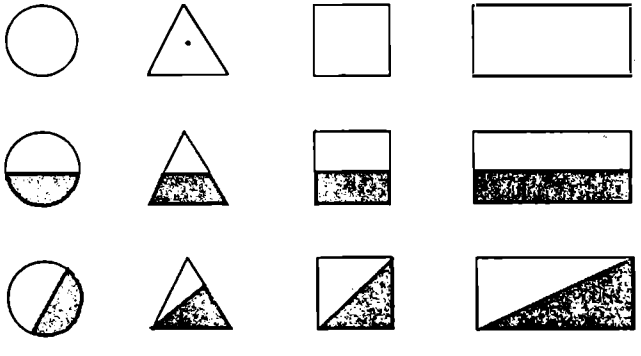
0 *Çevirmenin Notu:* Burada "*Disposition*", *nesne kavramı* olarak çevrilmiştir. Bu kavrama yüklenilen anlam ise, nesnenin özündeki *yaradılışsal* özellik; ortak *tür* ya da *cinsteki* nesne veya yüklemlerin özündeki yaradılışsal özelliğin derecelendirebilirliğidir. Kavramın yüklendiği bu anlam nedeniyle, ilgili sözcükler, orijinal metinden farklı olarak italik yazılmıştır.

Bunlardan ilki şudur: Yaşadığımız tüm yinelemeler *yaklaşık yinelemelerdir*. Bununla kastettiğim, bir *A* olgusunun *B* yinelemesinin, *A* ile özdeş olmadığıdır; bunun anlamı *A*'dan çok farklı değil de, *A'ya* yalnızca *az çok benzer* olmasıdır. Ama yineleme yalnızca benzerliğe dayanıyorsa, benzerliğin asıl belirtilerinden birine; yani göreliliğine de sahip olmak zorundadır. Benzer iki nesne her zaman, *yalnızca bazı yönlerden* birbirine benzerdir. Bunu, basit şekillerle açıklayabiliriz.

4



Şekillere bakıldığında, bazılarındaki benzerliğin taramalarda, bazılarınkisinde de taramaların olmamasında yattığı görülmektedir. Bazıları birbirlerine biçimsel olarak, bazılarıysa büyüklük bakımından benzemektedir. Bu tablo daha da genişletilebilir:



Görüldüğü gibi, sınırsız sayıda benzerlik vardır.

Bu şekiller, nesnelerin *farklı yönlerden de* benzer olabileceğini ve herhangi bir bakış açısından benzer olan iki nesnenin diğer bir bakış açısından benzer olmayabileceğini göstermektedir. Genel olarak ifade etmek gerekirse, benzerlik –ve bununla birlikte yineleme–, her zaman belirli bir *bakış açısını* şart koşmaktadır: Bazı benzerlikler ya da yinelemeler bir sorunda; başkaları da diğer bir sorunda dikkate değer olacaktır. O halde, benzerlikler ve yinelemeler tek bir bakış açısını ya da belirli bir ilgiyi veya beklentiyi gerektiriyorsa, bu bakış açılarının, ilgilerin veya beklentilerin hem mantıksal hem de zamansal (nedensel, ruhbilimsel) bakımdan önde gelmesi mantıksal bir zorunluluktur. İşte bu sonuç da zaten, yinelemelerin hem mantıksal önceliğinin öğretisini hem de zamansal (ve bu nedenle de nedensel) önceliğinin öğretisini çürütmektedir[1].

Bir de şunu ekleyebiliriz: Ne kadar kuralsız oluşturulmuşsa oluşturulsun, verilen sonlu her bir nesneler grubu ya da kümesi için, bir iki el becerisiyle değişik bakış açılarını elde edilebilir ve her biriyle, kümeye ait tüm nesnelerin benzer (ya da kısmen aynı) olduklarını görürüz. Bunun anlamı, uygun bakış açısını seçtiğimizde, herhangi her nesnenin ya da olayın, herhangi diğer bir nesnenin ya da olayın "yinelemesi" olarak görülebileceğidir. Bu da, yinelemeyi öncelikli ya da verilmiş bir şey olarak görmenin ne denli bir saflık olduğunu göstermektedir. Burada söylenenler, (Ek *VII, dipnot 9'da açıklanan) birlerin ve sıfırların oluşturduğu verilmiş sonlu *her* dizi için, bu sonlu diziyle başlayan sonsuz bir dizinin yapılandırılmasına izin veren matematiksel bir kural (bir "yasa") bulabileceğimiz gerçeğine sıkı sıkıya bağlıdır.

Yinelemelerin önceliği konusundaki tutarsızlığı ortaya koyan diğer yaklaşıma gelince: Her ne kadar benzer biçimde ifade edilebilseler de, "Tüm kuğular beyazdır" önermesinden çok farklı olan yasalar ve kuramlar vardır. Antik atomculuğu ele ala-

[1] Yinelemelerin zamansal önceliği öğretisine (yani Hume'a) karşı getirilmiş, bu kanıtlamaya benzer başka örnekler, *British Philosophy in the Mid-Century*, yayımcısı C. A. Mace, 1957 adlı yapıtımın IV. ve V. kesimlerinde (şimdi de *Conjectures and Refutations* 1. Bölümünde) yer almaktadır.

lım. Gerçi bu, (en yalın biçimiyle), "Tüm maddesel cisimler taneciklerden oluşmuştur" önermesiyle özetlenebilir; ama bu yasadaki "Tüm ...." biçiminin göreli olarak önemsiz olduğu açıktır. Bununla şunu söylemek istiyorum: Tek bir doğal cismin –örneğin bir parça demirin– atomlardan ya da "taneciklerden" oluştuğunu göstermek, *tüm* kuğuların beyaz olduğunu göstermek kadar zordur. Her iki durumda da savlarımız, doğrudan gözleme dayandırılabilen deneyimlerin dışına çıkmakta, onları *aşmaktadır*. Aynı şey hemen hemen tüm bilimsel kuramlar için de geçerlidir. Doğadaki *hiçbir cisimde*, bir kuvvet onu etkilememişse, doğrusal olarak hareket ettiğini ya da kendisiyle diğer bir cisim arasında çekim yasasına göre bir çekim olduğunu doğrudan gösteremeyiz. Tüm bu kuramlar, *dünyanın yapısal özellikleri* olarak tanımlayabileceğimiz şeyi betimlemekte ve olası her bir deneyim alanının dışına çıkmaktadır. Dünyanın yapısıyla ilgili tüm bu kuramlarda zor olan da, tek tek durumların yinelenen biçimde ortaya çıkmasına dayanarak yasanın *evrenselliğini* türetmek değil, aksine, yasanın yalnızca *tek bir* durum için de geçerli olduğunu tanıtlamaktır; çünkü tek tek her durumun betimlenmesi ve sınanması, diğer, yapısallığa ilişkin kuramları şart koşmaktadır. (Bkz. *25.* kesimin son paragrafı.)

Birçok tümevarıcı bu zorluğu görmüştür. Bu durumu gören çoğu tümevarımcı, Berkeley'in yaptığı gibi, gözlemlerin salt genellemeleriyle, tanecik kuramı ya da Newton'un kuramı gibi "soyut" ya da "gizli" kuramlar arasında keskin bir ayrım getirmeye çabalamış; ilke olarak da, soyut kuramları, dünyaya ilişkin gerçek önermeler olarak değil de, *salt araçlar* –gözlemlenen görüngülerin kestirimine yarayan araçlar– olarak değerlendirerek, Berkeley gibi, sorunun üstesinden gelmeye çalışmıştır. Ben bu eğilimi "*araççılık*" olarak nitelendirmiş ve bazı ayrıntılarıyla başka bir yerde eleştirmiştim[2]. Burada yalnızca, araççılığı reddettiğimi söylemek ve buna tek bir neden vermek istiyorum; bu da araççılığın, "soyut", "gizli", "yapısal" özellikleri çözmediği gerçeğidir. Çünkü bu tür özellikler, Berkley ve onun ekolünü de-

[2] Bkz. *British Journal for the Philosophy of Science 4* (1953)'teki "A Note on Berkeley as a Precursor of Mach", ve *Contemporary British Philosophy III* (yayımcısı H. D. Lewis, 1956)'deki "*Three Views Concerning Human Knowledge*" adlı çalışmalarım. Her iki çalışma da *Conjectures and Refutations* (1963, 1981) kitabımda yeniden basılmıştır.

vam ettirenlerin düşündüğü gibi, yalnızca "soyut" kuramlarda ortaya çıkmaz; bunları sürekli, özellikle de konuşma dilinde herkes kullanmaktadır. Söylediğimiz hemen hemen her şey deneyimi aşmaktadır. "Görgül dil" ile "kuramsal dil" arasında keskin bir sınır çizgisi yoktur: Her zaman, hatta en basit tekil önermeleri ifade ettiğimizde bile, kuramlar içinde hareket ederiz. İşte, bu Ekte irdelemek istediğim ana konu da budur.

(2) "Tüm kuğular beyazdır" dediğimizde, yüklem özelliği taşıyan "beyaz"ın gözlemlenebilir olduğunu itiraf etmiş oluruz. Buna göre, "Buradaki bu kuğu beyazdır" gibi tek bir önermenin de gözleme dayandığını söyleyebiliriz. Yinde de bu önerme –yalnızca "beyaz" sözcüğü nedeniyle değil, "kuğu" sözcüğü nedeniyle– deneyimi aşmaktadır. Çünkü bir şeyi "kuğu" diye adlandırdığımızda, ona bizi salt gözlemin ötesine götüren özellikler yükleriz – öyle ki, ilgili şeyin "taneciklerden" oluştuğunu ileri süren önermeye kadar neredeyse gideriz.

O halde, yalnızca daha soyut, açıklayıcı kuramlar değil, en sıradan tekil önermeler bile deneyimin ötesine çıkmatkadır. Çünkü sıradan tekil önermeler de "*gerçeğin*" *kuramlar ışığındaki yorumlarıdır*. (Hatta bu, tek tek "gerçekler" için de geçerlidir. Tekil önermeler *evrensel* kavramları içerir ve bu evrensellerin geçerli olduğu her yerde daima *yasal* davranışlar söz konusudur.)

25. kesimin sonunda, örneğin, "Burada bir bardak su vardır" önermesindeki "cam" ya da "su" gibi evrensel kavramların niçin zorunlu olarak deneyimi aşması gerektiğini kısaca açıklamıştım. Bunu şuna dayandırabiliriz: "cam" ve "su" gibi sözcükler, belirli nesnelerin *yasal* davranışlarını tanımlamak (ya da bu nesnelerin "*yaradılışlarını*" belirli bir şekilde tepkimek) için kullanılır. Bunlara "nesne kavramları" diyebiliriz. Her yasa, deneyimin ötesine çıktığından, –bu yalnızca doğrulanmazlığının başka bir ifadesidir– yasal davranışı ifade eden her yüklem de deneyimi aşmaktadır. Bu nedenle, "Bu kap suyla doludur" önermesi, sınanabilen ama doğrulanamayan bir varsayımdır ve deneyimi aşmaktadır[3]. Bundan dolayı (Carnap'ın denediği gibi), herhangi

[3] Burada, tekil bir önerme söz konusu olduğundan, doğrulanamazlıkla yanlışlanamazlık arasında bir bakışımdan söz etmek, evrensel önermelerdeki durumla karşılaştırıldığında hatalı sayılmayacaktır; çünkü tekil önermeyi yanlışlamak için, yine doğrula-

gerçek bir evrensel kavramı "yaratmak"; yani onu, arı deneyime ya da gözleme dayanarak tanımlamak veya arı deneyime ya da gözleme "indirgemek" olanaksızdır. *Tüm evrenseller nesne kavramları karakterine sahip olduklarından*, deneyime indirgenemezler. Deneyime dayanmayan başka evrenseller yardımıyla tanımlayabildiklerimizin dışındakileri (örneğin "su", "iki hidrojen ve bir oksijen atomunun birleşimi" olarak tanımlanabilir), tanımlanmamış ifadeler olarak ele almak zorundayız.

(3) Evrensel kavramların *yaradılışları* farklı derecelerde olabileceğinden, *tüm* evrensellerin *nesne kavramları* oldukları sıkça gözardı edilmiştir. Buradan, "çözülebilir" ve "kırılabilir" yüklemlerinin *yaradılış* derecelerinin, "çözülmüş" ve "kırılmış"tan daha yüksek olduğu açıktır. Ama bazen de, "çözülmüş" ve "kırılmış"ın da *cins* yüklemler oldukları bir türlü kavranamaz. Bir kimyacı, suyun buharlaşması sonucunda yeniden şeker ya da tuz elde edebileceğini beklemeseydi, her halde şekerin ya da tuzun suda *çözüldüğünü* söylemezdi. Bu nedenle "çözülmüş" *yaradılışsal* bir durumu nitelemektedir. "Kırılmış" yüklemine gelince: *ikircikli bir durum söz konusu olduğunda*, şu iki "kırılma" olgusu arasında bir ayrım yapmamız gerekir: Kırılan şey elimizden düşen bir bardak mı, yoksa vücudumuzdaki bir kemik mi? Bu durumda, söz konusu şeyin davranışını sınar ve bunun alışılmadık bir hareketliliğe mi yoksa parçaların yer değiştirebilirliğine mi işaret ettiğini belirlemeğe çalışırız. Bu nedenle "kırılmış" da, aynı "çözülmüş" gibi belirli bir kurallı, yasal davranışın *yaradılışını* göstermektedir. Benzer biçimde, eğer bir yüzey *yaradılışı* gereği, kırmızı ya da beyaz ışığı yansıtmağa, bunun sonucunda da gün ışığında kırmızı ya da beyaz görünmeğe uygunsa, bu yüzeyin, kırmızı ya da beyaz olduğunu söyleriz. Genelde evrensel her özelliğin yaradılışsal karakteri, söz konusu özelliğin özel bir durumda ortaya çıkıp çıkmadığı konusunda kuşkuya düştüğümüzde hangi sınamalara girişeceğimizi düşünür düşünmez, açık biçimde ortaya çıkar.

namaz başka bir önermeyi doğru kabul etmek zorunda kalırız. Hatta bu durumda da belirli bir oranda bakışımsızlık söz konusu olacaktır. Çünkü genelde şu geçerlidir: Herhangi bir sınama önermesinin doğruluğunu ya da yanlışlığını öngördüğümüzde, sınanan önermenin yalnızca *yanlışlığını* tanıtlayabiliriz; doğruluğunu değil. Çünkü önermenin doğruluğunu tanıtlamak için sonsuz sayıda sınama önermesine gereksinim duyarız. Bununla birlikte bkz. kesim *29* ve *Postscript*'imin *22. kesimi.

Bu nedenle, *yaradılışsal* olan ve olmayan yüklemler arasında bir ayrım yapmaya çalışmak, kuramsal ifadelerle (ya da dillerle) kuramsal olmayan (görgül, gözleme dayalı, gerçeğe dayalı, sıradan) ifadeler (ya da diller) arasında bir ayrım yapmak kadar yanlıştır. Bu tür girişimlerde bulunulmasının nedeni her halde şu olsa gerek: İnsanlar, belli kritik bir yaşa gelmeden önce ne öğrendilerse, bunları "gerçekler", "olağan şeyler" olarak değerlendirirler; daha sonra öğrendiklerine ise kuramsal şeyler ya da "yalnızca araçlar" olarak bakarlar. (Kritik yaş, kuşkusuz kişinin ruhsal gelişimine bağlıdır.)

(4) Evrensel yasalar da, zaten genel ve evrensel oldukları için ve bu nedenle sonlu sayıda gözlemlenebilen ansal özel durumların dışına çıktıklarından aşkındır. Tekil önermelerin aşkın olmasının nedeni de, normalde içlerinde geçen evrensel kavramların, yasal davranışlar ve buna bağlı olarak (aslında daha düşük dereceli) evrensel yasalar için *nesne kavramlarını* gerektirmesidir. Sonuç olarak evrensel yasalar, bir yandan evrensellikleriyle öte yandan içlerinde geçen evrensel, *nesne* sözcükleriyle deneyimi iki yönden aşmaktadır: İçlerinde geçen *nesne kavramları* daha yüksek bir dereceye sahip –yani daha soyut– olduğunda deneyimi daha da fazla aşmaktadır. Demek ki daha fazla evrenselliğin ve bu nedenle de aşkınlığın farklı düzeyleri vardır. (HANS ALBERT'in *Theorie und Realität*, 1964, yapıtının 1. bölümünün 84vd. sayfalarında, hangi anlamda bunların "derinlik düzeyleri" olarak da tanımlanabileceğini açıklamaya çalıştım.)

İşte, bilimsel yasaların ya da kuramların doğrulanamaz olmalarının, fizikötesi kuramlardan yalnızca *görgül sınanabilirlikleri* ve *çürütülebilirlikleri* yönüyle ayrıldıklarının nedeni sözünü ettiğimiz aşkınlıktır.

Neden "deneyime" daha sıkı dayanmayıp bu aşkın evrensel yasaları kullanıyoruz, şeklindeki soruya vereceğim iki yanıtım olacaktır:

(a) Çünkü, onlara gereksinim duyarız: "Arı deneyim" diye bir şey yoktur, yalnızca "aşkın" beklentilerin ya da kuramların ışığında yorumlanmış deneyim vardır.

(b) Çünkü kuramcı da, deneyimleri *açıklamak isteyen* bir insandır ve açıklama da, açıklamayı amaçladığımız şeylerin ötesi-

ne (bağımsız olarak sınanabilir olması için: Bkz. HANS ALBERT'in *Theorie und Realität*'i, bölüm 1) gitmesi gereken açıklayıcı varsayımların kullanımını gerektirmektedir.

(a)'da ileri sürdüğüm neden, pragmatik ya da araççı bir nedendir ve doğru bulmama rağmen, bence (b)'de verilen diğer nedene oranla o kadar da önem taşımamaktadır. Çünkü uygulamada (örneğin kestirimlerde) açıklayıcı kuramların ayıklanması başarılsa da, bunun kuramcının kendine koyduğu hedefe bir etkisi olmaz[4].

(5) Kuramların, burada açıklanan anlamda aşkın oldukları kitabımın birçok yerinde savlanmıştır. Aynı zamanda kuramlar, katı evrensel önermeler olarak da nitelendirilmiştir.

William Kneale, kuramların ya da doğa yasalarının, "Tüm gezegenler eliptik biçimde hareket eder" biçimindeki evrensel önermeler gibi ifade edilebileğinin uygun olduğu görüşüne ustaca bir eleştiri getirmiştir. Gerçi bana göre Kneale'ın eleştirisi pek de anlaşılır değildi. Hâlâ da doğru anlayıp anlamadığım konusunda emin değilim; umarım doğru anlamışımdır[5].

[4] Kuramlar olmaksızın da gereksinimlerin karşılanabileceği CARNAP tarafından savunulmuştur. Bkz. *Logical Foundations of Probability*, s. 574vd. Ama Carnap'ın, kendi model diliyle ilgili olarak yaptığı çözümlemenin –savunulabilecek bile olsa– yasal olarak "bilim diline" uyarlanabileceği öngörüsünü haklı çıkaracak en ufak bir neden dahi yoktur. (Bu konuda bkz. 1959'daki Önsöz'üm.) W. CRAIG oldukça ilginç iki makalede bazı indirgeme programlarını tartışmıştır. (Bkz. *Journal of Symbolic Logic 18*, 1953, s. 30vd. ve *Philosophical Review 65*, 1956, s. 38vd.) Yazarın, "yardımcı kavramların" (ya da "aşkın kavramların) ayıklanması için kendi geliştirdiği yönteme ilişkin getirdiği önemli açıklamayla ilgili olarak şunu da söyleyebiliriz: Craig, (I) açıklayıcı kuramların ayıklanmasını, sonsuz sayıdaki kanıtsavı belitler düzeyine çıkararak (yani "belit" için, "kanıtsav" tanımıyla birlikte, "arındırılmış" altdile bağlı olarak genişletmiş yeni bir tanım getirerek ve bu tanıma başvurarak) elde etmiştir. (II) Arındırılmış dizgeyi yapılandırırken da, doğal olarak kendini *ayıklanacak kuramlar hakkındaki bilgiyle* yönlendirmiştir. (III) Arındırılmış dizge artık açıklayıcı bir dizge değildir ve bu nedenle de artık, sınanabilirlikleri genelde bilgisel *içeriklerine* ve bilgisel *derinliklerine* bağlı olan açıklayıcı dizgelerin sınanabilirlikleri ölçüde sınanabilir değildir. (Arındırılmış dizgelere ait belitlerin, sıfır derinliğe sahip olduğunu söyleyebiliriz; bu konuyu *Postscript*'imin 1. bölümünün *15. kesiminde ele almıştım; Hans ALBERT'in (yayımcı), *Theorie und Realität*, 1964, 2. bölüm; düzeltilmiş 2. baskı, 1972'de de bu anlamda işlenmiştir.)

[5] Bunun için bkz. WILLIAM KNEALE, *Probability and Induction*, 1949. Kneale'ın eleştirisini niçin zor anlaşılır bulmamın –en önemli olmamakla birlikte– nedenlerinden biri de, bazı yerlerde bazı görüşlerimi oldukça iyi özetlerken, diğer yerlerde ne söylemek istediğimi hiç anlamamış olmasıdır. (Bkz. örneğin aşağıdaki 17. dipnot.)

Sanıyorum Kneale'ın temel düşüncesini aşağıdaki gibi formüle edebiliriz: Her ne kadar evrensel önermeler, doğal yasalardan *türetilebilselerde*, mantıksal olarak onlardan daha güçlüdürler. Bir doğa yasası, yalnızca "Tüm gezegenler eliptik biçimde hareket eder"i değil, daha çok "Tüm gezegenler *zorunlu olarak* eliptik biçimde hareket eder"i ileri sürmektedir. Kneale, bu tür bir önermeyi "zorunluluk ilkesi" ("principle of necessitation") olarak adlandırır. Ancak, evrensel bir önermeyle "zorunluluk ilkesi" arasındaki farkı bütünüyle açıklamada kanımca başarılı olamamıştır. Kneale, "olumsallık ve zorunluluk kavramlarının keskin biçimde formüle edilmesinin gerekliliğinden" bahseder[6]. Fakat daha sonra, şunu okurken şaşırırız: "Gerçekten de 'zorunluluk' sözcüğü, felsefenin bu alanında bize en az zorluk çıkaran sözcüktür[7]". Gerçi Kneale, bu iki kavram arasında "bu ayrımın anlamını" -yani olumsallık ve gereklilik arasındaki ayrımın- "örneklerle kolayca anlaşılabilir kıldığı" konusunda bizi inandırmaya çalışmıştır[8]. Ancak ben, verdiği örnekleri karmaşık buldum. Kneale'yi doğru anladığımı kabul edersek, doğa yasalarıyla ilgili pozitif kuramını tamamen kabul edilmez bulduğumu da söylemeliyim. Yine de *eleştirisini* oldukça değerli buluyorum.

(6) Şimdi Kneale'ın, doğa yasalarının evrensel önermeler olarak ele alınmasının *mantıksal bakımdan yeterli* ve *sezgisel açıdan doyurucu* olduğu yönündeki anlayışa karşı getirdiği eleştiride, benim esas önemli bulduğum konuya bir örnek yardımıyla işaret etmek istiyorum.

Soyu tükenmiş bir hayvanı, örneğin Yeni Zelanda'nın bazı bataklıklarında büyük miktarlarda kemiklerine rastlanan, dev bir kuş olan *moa*'yı alalım. (Kemiklerini orada bizzat kendim kazarak çıkardım.) Hep birlikte, "moa" adını özel bir ad olarak değil de, belirli bir biyolojik yapı için evrensel ad (bkz. *14*) olarak kullanmaya karar verelim. Bir zamanlar Yeni Zelanda'da yaşamış

6 A.g.y., s. 32.

7 A.g.y., s. 80.

8 A.g.y., s. 32. Güçlüklerden biri, Kneale'ın bazen Leibniz'in görüşünü benimsiyor görünmesidir ("Bir doğru, değillemesi bir çelişki içerdiğinde gereklidir; ve gerekli değilse, olumsaldır." Bkz.: *Philosophische Schriften*, yayımcısı Gerhard, 3, s. 400 ve 7, s. 390vd.); Kneale, başka yerlerde "gerekli" sözcüğünü Leibniz'in kullandığından çok farklı bir anlamda kullanmaktadır.

moalar dışında, evrenin başka hiçbir yerinde moaların yaşamadığını ya da yaşamayacağını kesin olarak söyleyelim ve bu görüşü doğru kabul edelim.

Ayrıca moanın biyolojik yapısının, en iyi koşullarda rahat altmış yıl ya da daha uzun yaşayabilecek biçimde olduğunu düşünelim. Bir de, Yeni Zelanda'daki yaşam koşullarının (belki de belirli bir virüs nedeniyle), moalar için uygun olmadığını ve hiçbir moanın elli yaşına ulaşamadığını kabul edelim. Bu durumda, "Tüm moalar elli yaşına ulaşamadan ölür" biçimindeki katı evrensel önerme doğru olacaktır; çünkü öngörümüze göre, dünyada 50 yıldan daha fazla yaşıyan, yaşamış ya da yaşayacak olan bir moa yoktur. Fakat bu evrensel önerme bir doğa yasası olamaz; çünkü öngörülerimize göre bir moanın daha uzun yaşaması *olasıdır* ve hiçbir moanın gerçekte daha uzun yaşamamış olması yalnızca *rastlantısal ya da olumsal* koşullara –sözgelimi aynı anda belirli bir virüsün ortaya çıkışına– dayanmaktadır.

Bu örnek bize *doğru, katı evrensel önermelerin* var olduğunu göstermektedir. Ama bunlar gerçek evrensel doğa yasalarının yapısında değil, rastlantısal bir yapıya sahiptir. Bu nedenle, doğa yasalarının yalnızca katı evrensel önermeler olarak karakterize edilmesi, mantıksal açıdan yetersiz ve sezgisel açıdan da doyurucu değildir.

(7) Bu örnekten, doğa yasalarını ne ölçüde "doğal zorunluluk ilkeleri" ya da "olanaksızlık ilkeleri" olarak nitelendirebileceğimizi de çıkarabiliriz. Çünkü -tamamen akılcı ve mantıklı- öngörülerimize göre, bir moanın uygun koşullarda, bu tür bir kuşun gerçekte ulaştığından daha ileri bir yaşa ulaşması *mümkün olabilir*. Ama moa türü bir canlının yaşını 50 ile sınırlandıran bir doğa yasası olsaydı, *hiçbir* moa için daha uzun bir yaşam süresi *olası* olmazdı. O halde doğa yasaları, olası durumlarla ilgili olarak bazı sınırlar getirmektedir.

Tüm bunları sezgisel açıdan kabul edilebilir buluyorum: Ben de zaten, kitabımın birçok yerinde, doğa yasalarının belirli olayların ortaya çıkmasını *yasakladığını;* yani *yasaklar* şeklinde bir yapıya sahip olduklarını dile getirirken, bunları ifade etmeye çalışmıştım. Bu nedenle de doğa yasalarının ve mantıksal vargılarının bu özelliğini "doğal zorunluluk" ya da "fiziksel zorunlu-

luk" ifadeleriyle nitelemek, bence tamamen mümkün ve hatta belki de yararlıdır.

(8) Fakat yanlış buduğum, ayrım yaparak, bu doğal zorunlulukla, mantıksal zorunluluk gibi diğer zorunlulukların küçümsenmesidir. Kabaca ifade etmek gerekirse, mantıksal zorunluluk, akla gelebilecek her dünyada geçerli olabilen zorunluluk olarak nitelendirilebilir. Gerçi Newton'un çekim yasası, belki herhangi bir dünyanın doğru bir doğa yasası olarak düşünülebilir –ve aynı ölçüde o dünya için de zorunludur–; ama bu yasanın katı biçimde geçerli olmadığı bir dünyayı da -örneğin Einstein'ın dünyasını– kuşkusuz *düşünebiliriz.*

Kneale, bu açıklama biçimini, Goldbach'ın, *2n(n>1)* biçimindeki her bir çift sayının iki asal sayının toplamı olarak gösterilebilir olduğu öngörüsüne bir gönderme yaparak eleştirmektedir: Kneale'e göre, Goldbach önermesinin hem doğru hem de, her ne kadar bu önerme kolayca tanıtlanabilir (ya da çürütülebilir) ve matematiksel-mantıksal bakımdan zorunlu (ya da olanaksız) olabilse de, yanlış olduğu *düşünülebilir.* Kneale buradan, "bir önermenin zorunluluğunun onun çelişik karşıtının düşünülmesiyle matematikte çürütülemeyeceği" sonucunu çıkarmaktadır[9]. Peki ama durum eğer böyle ise, "neden" Kneale, "bunların doğa bilimlerinde bu biçimde çürütülebilir olduklarını kabul etmelimiyiz?"[10] diye sormaktadır. Ben aslında, bu kanıtlamada "düşünülebilir" *sözcüğüne* çok fazla ağırlık verildiği kanısındayım. Kneale zaten, matematikte amaçlanan anlamından farklı bir anlamda "düşünülebilir" sözcüğünü ele almaktadır: Goldbach önermesinin bir tanıtını elde eder etmez, bu tanıta dayanarak, iki asal sayının toplamı olmayan *2n(n>1)* biçiminde bir çift sayısının düşünülemez olduğunu söyleyebiliriz -çünkü bu, çelişkili sonuçlara ve ayrıca "düşünülemez" *0=1* savına götürmektedir. Fakat *0=1*, *başka bir anlamda* kuşkusuz "düşünülebilir" ve hatta matematiksel açıdan yanlış herhangi başka bir önerme gibi, öngörü olarak dolaylı bir tanıtlamada kullanılabilir. Gerçekten de dolaylı bir tanıtlama hiç şüphesiz şu biçimde olabilecektir: *a*'nın doğru olduğunu "*düşünelim*" Bu durumda *b*'nin doğru

[9] A.g.y., s.80.
[10] A.g.y.

olduğunu söylememiz gerekir; ama *b*'nin saçma olduğunu biliyoruz. O halde *a*'nın doğru olması *düşünülemezdir*. Gerçi "düşünülebilir" ve "düşünülemez" sözcüklerinin kullanımı biraz belirsiz ve ikirciklidir; ama bu tür bir tanıtlamanın geçersiz olması gerektiğini savlamak da büyük ölçüde yanıltıcı olabilir; çünkü, tanıtlamaya *a*'nın doğru olduğunu düşünerek başladığımızdan, *a*'nın doğruluğu düşünülemez olamaz.

Görüldüğü gibi, "düşünülemez" sözcüğü mantıkta ve matematikte, "açık bir çelişkiye yol açan" yerine kullanılmaktadır. *Mantıksal* açıdan olası ya da "düşünülebilir" olan şey, açık bir çelişkiye yol açmayan; mantıksal açıdan olanaksız ya da "düşünülemez" olan şey de, bu tür bir duruma yol açandır. Kneale, bir kanıtsavın tersi "düşünülebilir" olduğunu söylediğinde, bu sözcüğü başka bir anlamda –kuşkusuz çok doğru ve haklı olarak– kullanmaktadır. Ama açıklaması geçersiz olmaktadır.

(9) Demek ki, kendisiyle çelişmeyen –yani tutarlı– bir öngörü *mantıksal açıdan olası* bir öngörüdür ve doğa yasalarıyla çelişmediğinde de *fiziksel açıdan olasıdır*. Her iki anlamdaki "olası" kavramında, neden aynı sözcüğü kullandığımızı açıklayabileceğimiz birçok ortak yönler vardır; ama iki anlam arasındaki farkı gözden kaçırmak ya da yok saymak, karışıklığa yol açabilir.

Mantıksal eşsözel önermelerle karşılaştırıldığında, doğa yasalarının olumsal, rastlantısal bir yapısı vardır. Bunu Leibniz açık biçimde ortaya çıkarmıştır. Leibniz'in öğretisine göre, bir sone, bir ara nağme, bir sonat ya da füg nasıl bir sanatçının eseriyse, dünya da tanrı'nın bir eseridir (bkz. *Philos. Schriften, Gerhart*, 7, s. 390). Sanatçı, belirli bir *biçimi* kendisi seçebilir ama bu seçimle kendi özgürlüğünü kısıtlamaktadır: Yarattığı esere; sözgelimi, ritmine ve –fazla olmamakla birlikte– ritimle karşılaştırıldığında olumsal ya da rastlantısal olabilecek sözcüklerine, bazı olanaksızlık ilkelerinin damgasını vurmaktadır. Ama bu, biçim ya da ritim seçiminde de olumsal olduğu anlamına gelmez; çünkü başka bir biçim ya da ritim seçebilirdi.

Benzer bir durum doğa yasaları için de söz konusudur. Bunlar, (mantıksal açıdan) olası tek tek olgulara kısıtlamalar getirir; bu nedenle tek tek olgular için olanaksızlık ilkelerini oluştururlar. Doğa yasalarıyla karşılaştırıldığında da bu tekil olgular fazla-

sıyla olumsaldır. Fakat doğa yasaları, tek tek olgularla karşılaştırıldıklarında, zorunludur; ama mantıksal eşsözel önermelerle karşılaştırıldıklarında olumsaldır. Çünkü *yapısal olarak farklı dünyalar* –farklı doğa yasalarının geçerli olduğu dünyalar– var olabilir.

O halde doğadaki zorunluluk ya da olanaksızlık, müzikteki zorunlululuk ya da olanaksızlığa benzer. Klasik bir menüetteki ya da olanaksızlıktaki dörtçeyreklik ölçünün olanaksızlığına benzer ve bitişi düşük bir yedinci perdede veya başka bozuk bir akortta olmak zorundadır. Doğal zorunluluk, dünyanın *yapısal* ilkelerini getirir ama daha olumsal tek tek olgulara –sınır koşullarına– hâlâ çok fazla özgürlük tanır.

Moa örneğimizi müziğe uyarladığımızda, şunu söyleyebiliriz: Bir menüeti si-minörle yazmanın yasak olduğunu ileri süren bir müzik yasası yoktur; yine de bu alışılmadık perdede henüz tek bir menüetin yazılamamış olduğunu ve hiçbir zaman da yazılamayacağını söylemek kuşkusuz mümkündür. Buna dayanarak zorunlu müzikal yasaları ile müzik tarihi kakkındaki doğru evrensel önermeler arasında bir ayrım yapabiliriz.

(10) Oysa Kneale, onu doğru anladıysam, tam tersini – yani doğa yasalarının hiçbir anlamda olumsal olamadıkları görüşünü savunmaktadır. Bence bu yaklaşım, Kneale'ın haklı olarak eleştirdiği, doğa yasalarının doğru evrensel önermelerden başka birşey olmadıkları görüşü gibi isabetsizdir.

Kneale'ın ileri sürdüğü, doğa yasalarının, aynı mantıksal eşsözel önermeler gibi zorunlu olduğu görüşü, dini açıdan şöyle formüle edilebilir: Tanrı her halde, fiziksel bir dünya yaratma ya da yaratmama konusunda bir seçim yapmak zorunda kalmış, ama seçimini yapar yapmaz, artık bu dünyanın biçimini ve yapısını istediği gibi özgürce seçememiştir; çünkü bu yapı –doğa yasalarıyla betimlenen doğadaki düzenlilik–, doğanın açıklanması açısından zorunlu olduğundan, yalnızca sınır koşullarını özgürce seçebilmiştir.

Descartes'ın da buna çok benzer bir yaklaşım içinde olduğu kanısındayım. Descartes'a göre tüm doğa yasaları, zorunlu olarak, tek bir çözümsel ilkeden (bu ilke "cismin" varlık tanımının ilkesidir) çıkmaktadır; bu ilkeye göre, "bir cisim olmak", "gen-

leşmiş olmak" gibi aynı anlamındadır; ve bu ilkeden "*farklı*" iki cismin aynı genliğe (aynı hacme) sahip olamayacağı sonucuna varılır. (Gerçekten de bu ilke Kneale'ın "Tamamen kırmızı olan bir şey aynı zamanda yeşil olamaz" örneğine benzemektedir[11]). Ne var ki fizik, (Kneale'ın mantıksal eşsözel önermelerle benzerliği vurgulayarak[12] adlandırdığı) bu tür "aşikâr doğruları" aştığından, Newton'dan bu yana, Kartezyanizm için tümüyle kapalı olan bir bilgi derinliğe ulaşmıştır.

Doğa yasalarının *hiçbir anlamda olumsal* olmadıkları öğretisini, başka bir yerde "özcülük" ("Essentialismus") olarak niteleyip eleştirdiğim felsefi akımın fazlasıyla katı bir sonucu olarak görüyorum[13]. Çünkü doğa yasalarının mutlak açıdan olumsal olmayışı öğretisinden, *nihai açıklamanın var olduğu* öğretisi; yani daha fazla açıklamaya ne yeterli olan ne de buna gerek duyan açıklayıcı kuramların var olduğu savı çıkmaktadır. Çünkü tüm doğa yasalarını doğru "zorunluluk ilkelerine"; yani iki nesnenin aynı hacimde olamayacağı, ya da, tamamen kırmızı olan bir şeyin yeşil de olamayacağı şeklindeki aşikâr gerçeklere indirgemek mümkün olsaydı, daha fazla bir açıklama hem gereksiz hem de olanaksız olurdu.

Nihai açıklamanın var olduğu öğretisinin doğruluğunu destekleyen tek bir neden dahi görmüyorum; oysa yanlışlığını destekleyen birçok neden vardır. Kuramlar ve doğa yasaları hakkında ne kadar çok şey öğrenirsek, kartezyencilerin aşikâr doğrularını ve özcü tanımları o kadar az anımsayacağız. Bilimin ortaya çıkardığı, aşikâr doğrular değildir. Kendi eleştirel araştırmalarımızla, –daha önceki kuramların çürütülmesiyle imgelem gücümüz uyarılmadan önce– dünyanın imgelediğimizden çok daha farklı olduğunu öğrenmemizi sağlayan şey, bilimin yüceliğinde ve güzelliğinde yatmaktadır. Bu sürecin niçin sona ermesi gerektiği kabul edilebilir değildir[14].

11 Bkz. KNEALE, anılan yapıt, s. 32; aynı zamanda bkz. örneğin s. 80.

12 Anılan yapıt, s. 33.

13 Bkz. "*Elend des Historizismus*", kesim 10; *Die offene Gesellschaft*, cilt I, bölüm 3, kesim VI ve cilt II, bölüm 1; "Three Views Concerning Human Knowledge" (*Contemporary British Philosophy III*, yayımcı H. D. Lewis, 1956); ve artık *Conjectures and Refutations*, 1963, 1965, bölüm 3.

14 Bkz. *Postscript*'im, özellikle de *15. kesim ve HANS ALBERT'in anılan yapıtı.

İçerik ve (mutlak) mantıksal olasılıkla ilgili yaklaşımlarımız, bu savların doğruluğu konusunda getirebileceğimiz en güçlü kanıtlardır. Eğer doğa yasaları sadece katı evrensel önermeler değilse, evrensel önermelerden *mantıksal olarak daha güçlü* olmalıdır; çünkü bunlar doğa yasalarından türetilmelidir. Ama *a*'nın *mantıksal zorunluluğu* ise, daha öne (*V. Ekin sonunda da) görüldüğü gibi,

$$p(a) = p(a,\bar{a}) = 1$$

ile tanımlanabilir.

Buna karşılık evrensel *a* önermeleri için (kkz. aynı Ek; ayrıca *VII. ve *VIII. Ekler):

$$p(a) = p(a,\bar{a}) = 0$$

elde ederiz. Aynı formül mantıksal açıdan daha güçlü her önerme için geçerli olmalıdır. Bu nedenle, bir doğa yasası geniş içeriği nedeniyle, mantıksal açıdan zorunlu bir önermeden, tutarlı bir önermenin asla olamayacağı kadar uzak ve mantıksal olarak "salt rastlantısal" evrensel bir önermeye, mantıksal açıdan aşikâr bir doğrudan çok daha yakındır.

(11) Bu tartışmadan çıkacak olan sonuç, Kneale'ın getirdiği eleştiride, yalnızca, ilgili evrensel önermelerden mantıksal açıdan daha güçlü önermelerin –yani doğa yasalarının– oluşturduğu bir sınıflandırmanın var olduğu görüşünü kabul etmeğe hazır olduğumdur. Bu anlayışın, tümevarım kuramının hiçbir biçimiyle uzlaşmadığı kanısındayım. Fakat yöntembilimine etkisi azdır ya da hiç yoktur. Tam tersine, belirli olguların olanaksızlığını ileri süren, önerilmiş ya da öngörülmüş bir ilke, ilgili olguların olanaklı olduğunu göstermekle; yani onları deneylerle ortaya çıkartmakla sınanmalıdır. Bu da, tam olarak benim savunduğum sınama yöntemidir.

Bundan dolayı, burada benimsenen bakış açısını kendi yöntembilimsel yaklaşımımla yorumlayarak değiştirmeyi gerek görmüyorum. Yalnızca varlıkbilimsel ya da fizikötesi alanda, aşağıdaki gibi, belirli düzetlmeler gereklidir: *a*'nın bir doğa yasası ol-

duğunu düşündüğümüzde, *a'nın dünyamızın yapısal bir özelliğini*; yani mantıksal olası belirli tek tek olguların ya da durumların ortaya çıkmasını engelleyen bir özelliği ileri sürdüğünü kastetmiş oluruz. (Bu konuya, *21.*, *23.*, *79.*, *83.* ve *85.* kesimlerde geniş biçimde yer verilmiştir.)

(12) *Mantıksal zorunluluk*, Tarski'nin de gösterdiği gibi, evrensellik yardımıyla açıklanabilir: Bir önermeyi ancak, "*genelgeçerli*" bir açık önermeden; yani *her bir modelle doyurulabilen* bir açık önermeden (örneğin tikelleştirme yoluyla) türetilebilir ise, bu önermeyi, mantıksal zorunlu bir önerme olarak adlandırabiliriz[15]. (Bu, onun olası tüm dünyalarda doğru olduğu anlamına gelir.)

Doğal zorunluluktan ne anladığımızı da aynı yöntemle açıklayabileceğimiz kanısındayım; çünkü şu tanımı kabul edebiliriz:

(N^0) Bir önerme yalnız ve yalnız, sadece, olsa olsa sınır koşulları bakımından kendi dünyamızdan ayrılan dünyalarda geçerli olan bir açık önermeden türetiliyorsa, fiziksel açıdan zorunludur (ya da doğal zorunludur).

Kuşkusuz tek tek durumlarla karşılaştığımızda, bunun, gerçek bir yasa mı, yoksa bir yasa gibi görünüp de, gerçekte evrenin bize ait bölgesindeki bazı özel sınır koşullarına bağımlı bir önerme mi olduğunu asla *bilemeyiz*. (Bkz. *79.* kesim). Bu nedenle, mantıksal olmayan bir önermenin, gerçekten doğal zorunlu olduğu sonucunu kesin olarak çıkaramayız: Doğal zorunlu olduğu sanısı, daima bir sanı olarak kalır. (Çünkü karşıt bir örneğin var olmadığına kendimizi inandırmak için dünyamızın tümünü araştıramayacağımız gibi, bizimkisinden yalnızca sınır koşulları yönünden ayrılan diğer dünyaları da araştıramayız.) Fakat, her ne kadar önerdiğimiz tanım, doğal zorunluluk için *olumlu bir ölçütün* bulunmasını konusuna değinmese de, pratikte *olumsuzluğun* ortaya çıkarılmasında kullanılabilir: Herhangi bir yasasının geçersiz olduğunu kanıtlayan sınır koşullarını bularak, söz konusu yasanın zorunlu olmadığını; yani bir doğa yasası olmadığını gösterebiliriz. Bu yönüyle getirdiğimiz tanım yöntembilimimize çok güzel uymaktadır.

[15] Bkz. benim "*Note on Tarski's Definition of Truth*", *Mind 64*, 1955, özellikle de s. 391'deki çalışmam.

Doğal olarak, önerdiğimiz tanıma göre, tüm doğa yasaları, kendi mantıksal vargılarıyla *doğal* (ya da fiziksel) *zorunludur*[16].

Tanımımızın tartıştığımız moa örneğinde (Bkz. yukarıdaki 6. ve 7. maddeler) elde edilen sonuçla tamamen uyuştuğunu hemen görürüz: çünkü moaların –daha uygun– başka koşullarda daha uzun yaşayabileceklerini söylerken, onların gerçek yaşlarına ilişkin doğru evrensel bir önermenin, rastlantısal bir yapıya sahip olduğunu düşünüyorduk.

(13) Şimdi, doğal ya da fiziksel zorunluluk –yani sınır koşullarından tamamen bağımsız– anlamında doğru olan önermeler kümesi için "*N*" simgesini alalım.

"*N*" yardımıyla "$a \underset{N}{\rightarrow} b$" (sözcüklerle ifade edildiğinde: "Eğer *a* ise, bu durumda zorunlu olarak *b*") için, kanıksanmış şu tanımı formüle edebiliriz:

(D) $a_N b$, yalnız ve yalnız, $(a \rightarrow b)$ *e N* ise, doğrudur.

Sözcüklerle ifade edersek: "Eğer *a* ise, bu durumda zorunlu olarak *b*" önermesi, yalnız ve yalnız, "Eğer *a* ise, bu durumda *b*" önermesi zorunlu olarak doğru ise, geçerlidir. Burada "$a \rightarrow b$" doğal olarak, önbileşeni *a* ve vargısı *b* olan sıradan koşullu bir önermenin adıdır. Mantıksal ya da "katı" koşulluluğu tanımlamak isteseydik, *(D)*'yi yine kullanır ama "*N*"yi ("doğal ya da fiziksel zorunluk yerine) "mantıksal zorunluk" biçiminde yorumlardık.

(N^0) ve *(D)* tanımlarına dayanarak, artık "$a \underset{N}{\rightarrow} b$"nin şu özelliklere sahip bir önermenin adı olduğunu söyleyebiliriz:

(A) Eğer *a* yanlışsa, $a \rightarrow b$'nin tersine, $a \underset{N}{\rightarrow} b$ her zaman doğru değildir.

(B) Eğer *b* doğruysa, $a \rightarrow b$'nin tersine, $a \underset{N}{\rightarrow} b$ her zaman doğru değildir.

(A') Eğer *a* olası değilse (zorunlu yanlışsa) ya da değillemesi $\bar{a}$ zorunlu doğru ise –bu zorunluluk mantıksal ya da fiziksel zorunluluk olabilir–, $a \underset{N}{\rightarrow} b$ her zaman doğrudur. (Bkz. s. 318vd. ve dipnot 26.)

(B') Eğer *b* –ister mantıksal ister fiziksel açıdan– zorunlu doğru ise, $a \underset{N}{\rightarrow} b$ her zaman doğrudur.

[16] Ayrıca, mantıksal açıdan zorunlu önermeler (her önermeden çıkarılabileceklerinden), fiziksel olarak gerekli de olabilecektir. Gerçi bunun pek de fazla bir önemi yoktur.

Burada *a* ve *b*, önermeler ya da açık önermeler olabilir.

$a \overrightarrow{N} b$ "zorunlu" ya da "sözcüksel" bir koşullu önerme olarak adlandırılabilir. Bence bizim formülümüz de, bazı yazarların "dilek kipli koşullu önerme" ("subjunctive conditioanal", "counterfactual conditional") biçiminde adlandırdıkları şeyi ifade etmektedir. (Bununla birlikte, başka yazarların "counterfactual conditional"den farklı bir anlam çıkardıklarını da görüyoruz: Bu ifade, onların terminolojisinde *a*'nın gerçekte yanlış olduğu anlamına gelmektedir[17]. Terimin bu anlamda kullanımı önerilmeğe değer bulmuyorum).

Biraz daha derinlemseine düşünürsek, doğal zorunlu önermeler kümesi N'nin, yalnızca, sınır koşullarının değiştirilmesiyle dahi aynı kalan doğru evrensel doğa yasaları gibi önermeler kümesini değil, aynı zamanda doğru evrensel doğa yasalarından (dünyanın yapısı hakkındaki doğru kuramlardan) çıkan diğer tüm önermeleri de içerdiği görülecektir. Bunların arasında, örneğin "Eğer bu deney tüpünde, normal oda sıcaklığı ve 1000gr/cm^2'lik bir basınçta, oksijen ve hidrojen karıştırılırsa, bu durumda ....." biçimindeki önermeler gibi, belirli sınır koşullarını betimleyen önermeler de yer alacaktır. Eğer bu tür koşullu önermeler, doğru doğa yasalarından türetilebilir ise, doğruluklarının, sınır koşullarının her türlü değişimleri karşısında da değişmez olacaktır: ya önbileşende betimlenen betimlenen sınır koşulları sağlanacak, böylece de vargı (ve bu nedenle de koşullu önermenin tamamı) doğru olacaktır; ya da önbileşende verilen sınır koşulları sağlanmamış olacak ve bu yüzden önbileşen gerçekte yanlış ("contrafactual" - "counterfactual") olacaktır. Bu durum-

17 "Note on Natural Laws an so-called Contrary-to-Fact Conditionals" adlı makalemde (*Mind 58*, N. S., 1949, s. 62-66) "subjunctive conditional" terimini, buradaki "zorunlu" ya da "adsal" koşul önermesi yerine kullandım; bu "subjunctive conditional"ların doğa yasalarından türetilebilir olmaları gerektiğini tekrar tekrar açıkladım. Bu nedenle KNEALE'in (*Analysis 10*, 1950, s. 122), yaklaşımımın, "subjunctive conditional" ("contray to fact conditional")'ın "$\sim\Phi(a)\cdot(\Phi(a)\supset\Psi(a))$" biçiminde olduğu şeklinde düşünmesini anlaşılmaz buluyorum. Bu formülün, "$\sim\Phi(a)$"nın yalnızca karmaşık bir ifadesi olduğunu, Kneale'ın dikkatini çekip çekmediğini bilemiyorum; çünkü "$\sim\Phi(a)$"nın "$(x)(\Phi(x)\supset\Psi(x))$" yasasından türetilebileceği kimin aklına gelebilirdi ki? *1959'da getirilen Ekleme: Bugün artık görüyorum ki, Kneale aslında bu gerçeğin bilincindeydi. Bu nedenle, nasıl olupta yaklaşımımı bu biçimde yorumlamış olmasına hiçbir anlam veremiyorum.

da, koşullu önerme, önbileşenin yanlış olması nedeniyle ("vacuously satisfied" ya da "boştutarlı" olarak) doğru olacaktır. Buradan da anlaşılacağı gibi, çok tartışılan "vacuous satisfaction" da, doğal zorunlu yasalardan türetilebilen önermelerin de (tanımımız anlamında) "doğal zorunlu" olmalarını sağlamaktadır.

Gerçekten de N'yi doğa yasalarının ve mantıksal türetik önermelerinin kümesi olarak tanımlayabiliriz. Fakat N'yi sınır koşullarının kavramı (aynı zamanda oluşturulmuş tekil önermelerin bir kümesinin) yardımıyla tanımlamanın az da olsa bir yararı olacaktır. N'yi örneğin, tüm dünyalarda doğru olan, bizimkilerden (olsa olsa) yalnızca sınır koşulları yönünden ayrılan önermelerin kümesi olarak tanımladığımızda, sözgelimi, "Her ne kadar (dünyamızda) şu anda var olanlardan başka sınır koşulları olsa da, şu anda var olanlar yine doğru olurdu" biçimindeki tümelevetlemeli ("dilek kipli") ifade şeklinden kaçınmış oluruz.

Fakat (N^0)'daki "Bizimkilerden (olsa olsa) yalnızca sınır koşulları yönüyle ayrılan tüm dünyalar" ifadesi, kuşkusuz örtük biçimde, doğa yasaları kavramını da içermektedir. Bu ifadeyle, "bizimkisi gibi, aynı yapıya –yani aynı doğa yasasına– sahip tüm dünyaları" kastediyoruz. Tanımımız, örtük biçimde doğa yasaları kavramını içermesi durumunda (N^0)'ı dolambaçlı bir önerme olarak nitelendirilebiliriz. Ama *bu anlamdaki* her tanım –aynı tüm türetimlerde (tanıtlamaların tersine[18]), örneğin tüm tasımlarda olduğu gibi– dolambaçlı olmak zorundadır: yani vargı, öncüllerde yer almak zorundadır. Fakat daha özel bir anlamda düşündüğümüzde, tanımımız dolambaçlı değildir. Açıklaması sezgisel bakımdan oldukça açık bir yaklaşımı işlemektedir: yani her deneycinin sürekli yaptığı gibi, dünyamızın sınır koşullarını başkalaştırmayı ya da çeşitleştirmeyi öngörmektedir. Bu değişikliklerin sonucu, dünyamızın bir tür "modeli" olarak yorumlanır (sınır koşulları bakımından aslına sadık olmayı gerektirmeyen bir model ya da bir "kopya"); sonra da herkesçe bilinen yöntemi; yani tüm bu modellerin toplamında doğru olan (başka bir deyişle, tüm *mantıksal olası* sınır koşulları için doğru olan) önermeleri "zorunlu" olarak adlandırma işlemini ele alır.

[18] Türetimle tanıtlama arasındaki fark "New Foundations for Logic", *Mind 56*, 1947, s. 193vd. adlı yapıtımda işlenmektedir.

(14) Sezgisel açıdan bakıldığında, burada verilen çözümleme daha önce yayımladığım bir yorumundan ayrılmaktadır[19]. Yeni betimlememi biraz daha iyi buluyor ve bu ilerlemeyi büyük ölçüde Kneale'ın eleştirisine borçlu olduğumu içtenlikle söylemek istiyorum. Ancak bu bakış açısından değil de, biçimsel açısından ele alındığında, farklılık neredeyse ortadan kaybolacaktır. Çünkü ilk yorumumda (a) doğa yasaları kavramı ve (b) doğa yasalarından *çıkarsanan* koşullu önermeler kavramını kullanmıştım. Fakat yukarıda da gördüğümüz gibi, *(a)* ve *(b)* birlikte, *N* gibi aynı kapsama sahiptir. Ayrıca, 1949'daki çalışmamda "subjunctive conditionals"ın (a)'dan çıkan koşullu önermeler; yani (b) kümesine ait önermeler olduğunu kabul etmiştim. Çalışmamın son paragrafında da, şu öngörünün kullanılması gerekebileceğini düşünmüştüm: Mantıksal açıdan olası tüm sınır koşulları (ve bu nedenle de yasalarla bağdaşabilen tüm olaylar ve olgular), evrenin herhangi bir yerinde ve herhangi bir zamanda gerçekleşmiş olmalıdır. Bu, aslında biraz daha dikkatlice ifade edilmekle birlikte, bizimkinden (olsa olsa) yalnızca sınır koşullarıyla ayrılan tüm dünyaların söz konusu olduğu şeklindeki şimdiki yorumumla az çok aynı anlama gelmektedir[20].

1949'daki bakış açım, kuşkusuz şöyle açıklanabilir: Dünyamız, mantıksal olası tüm dünyaları içermese de –çünkü başka yapıdaki dünyalar, başka yasalarla, mantıksal açıdan olası olabilir–, herhangi bir yerde ve zamanda fiziksel açıdan olası tüm sınır koşullarının gerçekleştiği fiziksel açıdan olası tüm dünyaları içermektedir. Şimdiki anlayışıma göre, bu fizikötesi öngörünün belki de -ama yalnızca belki- doğru olduğu aşikârdır; fakat onsuz daha iyi olacağı da bir gerçektir.

19 Bkz. "A Note on Natural Laws and So-Called Contrary-to-Fact Conditionals", *Mind 58*, N.S., 1949, s. 62-66; aynı zamanda bkz. *Elend des Historizismus* (Almanca baskı 1965) adlı kitabımın 97. sayfasında yer alan dipnot.

20 Eskisinde getirdiğim açıklamayı "dikkatlice" diye adlandırmamın nedeni, bunun bizi, Moaların bir zamanlar herhangi bir yerde ideal koşullarda yaşamış olabilecekleri ya da daha çok günün birinde yaşayabilecekleri öngörüsüne götürmesidir. Bunun yerine şimdi başka bir öngörüyü getirmek istiyorum: Dünyamızın "modellerinden" en azından birinde –bu, gerçek değil, mantıksal bir yapılanma olarak ele alınmalıdır– moaların ideal koşullarda yaşayabileceği bir model vardır. Ve ben bu öngörüyü yalnızca kabul edilebilir değil apaçık olarak da görüyorum. Terminolojik farklılığı bir yana bırakırsak, buradaki bakış açım, sanıyorum 1949'da *Mind*'da savunduğum yaklaşımdan ayrılan tek noktadır. Fakat bu değişikliği de önemli buluyorum.

Gerçi bu fizikötesi öngörü kabul edilirse, eski ve şimdiki anlayışım *yasaların durumuyla ilgili olarak* (terminolojideki ayrım dışında) eşdeğer olacaktır. Bu nedenle eski savımın, her ne kadar yasaların durumunu karakterize etmek için "zorunlu" sözcüğüne yer verilmişse de, şimdikinden açıkça "daha fazla fizikötesi" (ve daha az "olgucu") olduğu söylenebilir.

(15) Tümevarımı reddeden ve yanlışlama kuramını savunan bir yöntembilimci için, evrensel yasaların katı evrensel önermelerden başka bir şey olmadığı anlayışıyla, bunların "zorunlu" oldukları savı arasında büyük bir fark yoktur: Her iki durumda da tahminimizi yalnızca çürütme girişimleriyle sınayabiliriz.

Tümevarımcı için ise burada önemli bir fark vardır: O, "zorunlu" yasalar kavramını reddetmek zorunda kalacaktır; çünkü zorunlu yasalar, mantıksal açıdan salt evrensel önermelerden daha güçlüdür ve bu nedenle de tümevarıma temellendirilmeleri, evrensel önermelere oranla daha zordur.

Aslında tümevarımcılar her zaman bu tür sonuçlar çıkarmazlar. Tersine, bazıları, doğa yasalarını zorunlu olarak niteleyen bir önermenin, tümevarımın savunulmasında herhangi bir biçimde –sözgelimi, "doğadaki tekbiçimcilik ilkesi" anlamında– kullanılabileceğine inanmaktadır.

Ancak bu tür bir ilkenin tümevarımı haklı çıkarmayacağı apaçık ortadadır. Bu şekilde, tümevarımsal çıkarımlar asla geçerli ya da yalnızca olasılı olmayacaktır.

Doğa yasaları arayışımızı haklı kılmak için, "Doğa yasaları vardır" gibi bir önermeyi öne süremeyiz, kuşkusuz doğrudur[21]. Ama bu açıklamada geçen "haklı kılmak (çıkarmak)" ifadesi, anlamsal olarak, tümevarımın haklı çıkarılıp çıkarılamayacağı sorusu bağlamında tamamen farklıdır. Tümevarımda amaçlanan, belirli önermeleri -yani tümevarımla elde edilen genellemelerimantıksal açıdan kanıtlamaktır. Diğerinde ise, yalnızca bir faali-

[21] Bkz. WITTGENSTEIN, *Tractatus*, 6.36: "Bir nedensellik yasası olsaydı, şunu buyururdu: 'Doğa yasaları vardır'. Ama doğal olarak şu söylenemez: bu kendini gösterir." Açıkçası, bir şey kendini gösterebiliyorsa, bence bunun nedeni şunu *söyleyebilmemizdir: zaten bu da söylenmişti*, örneğin Wittgenstein tarafından. 'Doğa yasaları vardır' önermesini *doğrulamak*, kuşkusuz olanaksızdır (onu yanlışlamak dahi mümkün değildir). Ne var ki, bir önerme doğrulanamadığında (yanlışlanamasa bile), onun anlamsız olduğu, onu anlayamayacağımız ya da Wittgenstein'ın dediği gibi, "bunu söyleyemeyeceğimiz" anlamına gelmez.

yet –yani yasaları arama işi– haklı kılınmaktadır. Ve bu arayış, doğru yasaların var olduğu –dünyada yapısal düzenliliklerin görüldüğü– bilgisiyle belirli anlamda haklı çıkarılabilse bile, bu bilgi olmaksızın da savunulabilecektir: Herhangi bir yerde belki de yiyecek var olduğu umudu, bu umut bilgiye dayanmasa da, onu aramayı kuşkusuz "haklı kılar"; özellikle de açlıktan ölmek üzereysek. Buna dayanarak şunu söyleyebiliriz: Her ne kadar doğru yasaların var olduğu bilgisi, yasa arayışının haklı kılınmasına biraz olsun katkı getirse de, bu bilgi olmaksızın da arayışımızın haklı nedenleri vardır: öğrenme hırsımız ve salt başarı umudumuz.

Burada, "zorunlu" yasalarla katı evrensel önermeler arasındaki farkın pek bir rol oynamadığı kanısındayım: Zorunlu olsun olmasın, yasaların var olduğu bilgisi, bu türden bir "haklı çıkarmayı" gerektirmeksizin arayışımızı "haklı kılacaktır".

(16) Bununla birlikte, ben zorunlu doğa yasalarının var olduğu düşüncesinin, ((12). maddede açıklanan doğal zorunluluk anlamındaki) fizikötesi ya da varlıkbilimsel olarak önemli ve dünyayı anlama girişimlerimizle bağlantılı olarak, önemli bir sezgisel anlamı olduğu görüşündeyim. Ve bu fizikötesi düşünceyi -yanlışlanamaz olduğundan- ne görgül olarak ne de başka bir yolla tanıtlanabilir olduğundan, *79.* ve *83*'ten *85*'e kadarki kesimlerde işaret ettiğim gibi, yine de doğru kabul ediyorum. Ama şimdi, bu kesimlerde söylenenlerin dışına çıkıp, evrensel yasaların kendine özgü ve varlıkbilimsel durumlarını ("zorunluluklarından" ya da "yapısal özelliklerinden" söz ederek) vurgulamak; ayrıca fizikötesi yapının ve bizi ussal -yani eleştirel- tartışmalardan alıkoymayan, doğa yasalarının var olduğu savının çürütülemezliği gerçeğinin altını çizmek istiyorum (Bkz. *Postscript*'im, özellikle *6., *7., *15. ve *120. kesimler).

Ancak Kneale'ın tersine, "zorunluyu" salt bir sözcük *-yasaların evrenselliğiyle* evrenselliğin "rastlantısallığını" ayırt etmede yararı olan bir gösterge olarak görüyorum. Kuşkusuz, başka bir sözcük de aynı anlamda kullanılabilirdi; çünkü bunun burada, mantıksal zorunlulukla pek de ilişkisi yoktur. Wittgenstein'ın –dolaylı olarak Hume'dan bahsederek–: "Bir olgunun farklı şekilde ortaya çıkması nedeniyle, diğerinin de bu biçimde ortaya

çıkmasını zorlayan bir şey yoktur. Yalnızca bir tek *mantıksal* zorunluluk vardır[22]" sözlerini ilke olarak doğru buluyorum. $a_N b$'nin yalnızca tek bir açıdan mantıksal zorunlulukla bir ilgisi vardır: a ve b arasındaki mantıksal zorunluluk, a'ya ya da b'ye dayandırılmamaz; bu daha çok, ilgili ("N"siz) $a \rightarrow b$ koşullu önermesinin, *mantıksal zorunlulukla* doğa yasasından çıkmasıyla; bir doğa yasasına bağlı olarak bunun *mantıksal* zorunlu olmasıyla ilgilidir[23]. Diğer taraftan bir doğa yasasının, evrensellik düzeyi daha yüksek ya da "derinliği" daha fazla olan bir yasadan türetilebilir ya da açıklanabilir olmasından dolayı zorunlu olduğu söylenebilir. (Bkz. *Postscript*'im, kesim *15.) Var olduklarını *tahmin* ettiğimiz yüksek evrensellikteki doğru önermelerin bu biçimde mantıksal zorunlu olmaları, belki de vaktiyle, asıl neden ve etki arasında "zorunlu bağın" kurulmasına neden olmuştur[24].

314. sayfada yer alan (D) tanımımızın, doğal zorunlulukla olasılıklar hesabı arasında bir ilişki kuran birtakım vargıları vardır. Burada bir kaç kanıtsava yer verilecektir. Bunlar, aşağıda da görüleceği gibi, mantıksal zorunlu kanıtsavlarla benzeşiktir. Bunlardan (1), simgelerimizi Boole terimlerine dönüştüren temel eşdeğerliliktir:

(1) Yalnız ve yalnız, $ab = a \varepsilon N$ ise, $a \rightarrow b \varepsilon N$'dir.

Bu, olasılıklar kalkülüne geçmemize olanak sağlar. Örneğin 253. sayfadaki D3'ten şunu elde ederiz:

(2) Yalnız ve yalnız, her c için, $p(ab,c) = p(a,c) \varepsilon N$ ise, $a \rightarrow b$ e N'dir.
(3) $a \underset{N}{\rightarrow} b$ ise, her c için, $p(a,c) = r \underset{N}{\Rightarrow} p(b,c) \geq r$'dir.

Sözcüklerle ifade edersek: $a \rightarrow b$ koşullu önermesi zorunlu ise, bu durumda b, her c koşullu altında zorunlu olarak a ile aynı olasılığa sahiptir. (Zorunluluk mantıksal ya da fiziksel olabilir.)

[22] Bkz. *Tractatus*, 6.37.

[23] Bunu, *Aristotelian Society Supplementary Volume 22*, 1948, s. 141-154, kesim 3'te ortaya koydum; bkz. özellikle s. 148. Bu çalışmada, o zamandan beri büyük oranda geliştirdiğim bir programı kısaca açıkladım.

[24] Bkz. önceki dipnotumda değindiğim çalışma.

Bu kanıtsavların ışığında, sezgisel olarak aşikâr (ama yine de yanlış) olan, "eğer $a \rightarrow b$ olasılı ise ve a olasılı ise, b de olasılıdır" şeklindeki uslamlamada, "olasılı" sözcüğünün birbirinden tamamen farklı iki anlam içerdiğini söyleyebiliriz. En azından şu yorumla geçerliliği olabilecektir: "$a \underset{N}{\rightarrow} b$ tahminini (örneğin iyi sağlanmış olarak) kabul edersek, $p(a,c) \leq p(b,c)$'yi de kabul etmeliyiz". ("N"yi dışarıda bıraktığımızda da, kolayca karşıt örnekleri yapılandırabiliriz.) Ve burada "N"yi yine fiziksel ya da mantıksal zorunluluk göstergesi olarak yorumlayabiliriz. ("N"yi matematiksel zorunluluk olarak da yorumlayabiliriz; örneğin, $a \underset{N}{\rightarrow} b$, "Eğer bir çift sayı belirli özelliklere sahipse, iki asal sayı arasında yer alıyordur" tahmini olabilir; kuşkusuz bu haliyle de, olasılığa ilişkin bir tahmini içermektedir.)

Bu olasılı kanıtsavlar, $a_N b$'nin "göreli koşullu" –yani (bilinmeyen) *doğa yasalarında göreli olarak* geçerli olan (ya da geçerli kabul edilen) koşullu önerme– olarak nitelendirilebileceğini belki de en açık biçimde göstermektedir. Bu şekilde, zorunluluğun her iki türü arasındaki benzerlikleri yapılandırmak için, $a \underset{N}{\rightarrow} b$ ile mantıksal zorunluluk arasında bu tek bağ öğesinin yeterli olduğunu göstermektedirler.

(17) "Dilek kipli koşullu önermeler" ("subjunctive conditionals", "countrary-to-fact-conditionals", "counterfactual conditionals") konusundaki en son tartışmalardan anladığım kadarıyla, sorunun, tümevarımcılığın, olguculuğun, işlemciliğin ve görüngücülüğün içlerinde var olan zorluklarından kaynaklandığı kanısındayım.

Örneğin görüngücülükte, fiziksel dünyanın nesneleri hakkındaki önermeleri, gözlemlere ilişkin önermelere dönüştürme eğilimi vardır. "Pencerenin önünde bir saksı duruyor" önermesi örneğin şu biçime dönüştürülebilmelidir: "Eğer biri, uygun bir yerde durup doğru yöne baktığında, saksı diye adlandırdığı şeyden ne öğrendiyse, o şeyi görecektir". Bu ikinci önermenin, birincisinin dönüştürümü olduğu görüşüne karşı getirilebilecek en basit (ama hiçbir biçimde en önemlisi değil) eleştiri şudur: Belki, pencereye doğru kimse bakmadığında, ikinci önerme (yanlış koşullayanlı koşullu önerme olarak) doğru olacaktır; ama ne zaman hiç kimse herhangi bir pencereye bakmasa da, bu

pencerenin önünde bir saksının durması gerektiğini savlamak anlamsız olacaktır. Görüngücü buna her halde, bu yaklaşımın, koşullu önermenin ("içeriksel koşulunun") doğruluk tablosu-tanımına dayandığı; aslında koşullu önerme için başka bir yorumun zorunluluğunun –yani gerçekte düşündüğümüz şeyi, örneğin "Eğer biri oraya baksa ya da baksaydı, orada bir saksıyı görür ya da görürdü" önermesini dikkate alan *kipsel* bir yorumun– bilincinde olunması gerektirdiği şeklinde yanıt vermeye çalışırdı[25].

$a \underset{N}{\rightarrow} b$'mizin bize istenen kipsel koşullu önermeyi vereceğini ve bir bakıma bunun doğru da olduğunu düşünebiliriz. Bu konuda formülümüz işlevini hiç beklemediğimiz kadar iyi yerine getirmektedir. Fakat yine de başta getirdiğimiz eleştiri geçerliliğini koruyacaktır; çünkü biliyoruz ki, eğer $\bar{a}$ *zorunluysa*; yani $\bar{a} \in N$ ise, bu durumda, her b için $a \underset{N}{\rightarrow} b$ geçerlidir. Buna göre, herhangi bir nedenden dolayı, saksının bulunduğu (ya da bulunmadığı) yer, tüm gözlemciler için fiziksel açıdan onu görmeyi *olanaksız* kılacak biçimde belirlenmişse, bu durumda, "Eğer biri bu yere baksa ya da baksaydı, bir saksı görür ya da görürdü" önermesi -yalnızca kimse oraya *bakamayacağından-* doğru olurdu[26]. Ama bunun anlamı, "x yerde bir saksı vardır" önermesinin görüngücü kipsel dönüştürümünün, fiziksel herhangi bir nedenden dolayı kimse tarafından *görülemeyecek* tüm x yerleri için doğru olacağıdır. (Bu nedenle güneşin merkezinde bir saksı –ya da her neyse– vardır). Ama bu çok saçmadır.

Bu ve başka pek çok nedenden dolayı, görüngücülüğün bu yöntemle kurtarılabileceği kanısında değilim.

İşlemcililiğe –yani uzunluk ya da çözülebilirlik gibi bilimsel tüm kavramların, uygun deneysel işlemlerle tanımlandığı öğretisine– gelince. Bu tür işlemsel tanımların dolambaçlı oldukları-

[25] Metindeki (boştutarlılıkla ilgili) eleştiriyi, Prof. Susan Stebbing'in seminerinde, R. B. Braithwaite'ın görüngücülükle ilgili olarak sunduğu bir bildiriye karşı yöneltiğimde de kendisi benzer bir açıklama getirmişti. (Bu 1936 yılının İlkbaharındaydı.) Bu bağlamda, ilk kez o tarihte "subjunctive conditional" anlatımını duymuştum. "Görüngücü indirgeme programlarının" eleştirisiyle ilgili olarak bkz. yukarıdaki 4. dipnot.

[26] Bu (sezgisel açıdan belki pek açık olmayan) savı, formülleri kullanmaksızın, somut kanıtlarla *Mind*'da LXVIII, N. S., No 272, 1959, "On Subjunktive Conditionals with Impossible Antecedents" başlığı altında savundum.

nı kolayca gösterebiliriz. Bunu, kısaca "çözülebilir" konusuyla örneklendirmek istiyorum[27].

Şeker gibi bir maddenin *suda çözülebilir* olup olmadığını görmeye çalıştığımız sınama amaçlı deneyler, bu çözülmüş şekerin eriyikten (örneğin suyun buharlaştırılmasıyla; bkz. yukarıdaki (3). madde) tekrar geri kazanma deneyini de kapsamaktadır. Doğal olarak, yeniden elde edilen bu madde ilkiyle özdeş olmalıdır; yani şekerle aynı özelliklere sahip olup olmadığı saptanmalıdır. Bu özelliklerden biri de *suda çözülebilirliktir*. "*x* suda çözülebilirdir" önermesini normal deneysel işlemle tanımlayabilmek için, yaklaşık olarak şunu söyleyebilmemiz gerekir:

"Yalnız ve yalnız, (a) *x* suya konduğunda, (zorunlu olarak) yok olur; (b) suyun buharlaşmasından sonra da, (zorunlu olarak) geriye *yine suda çözülebilir* bir madde kalırsa, *x suda çözülebilir*."

Özde bu tür tanımların dolambaçlı olmalarının nedeni aslında şudur: Deneyler bize asla nihayi sonuçları vermez; sürekli daha başka deneylerle sınanmak zorundadırlar.

İşlemciler, dilek kipli koşullu önermeler sorununun çözümüyle (bu biçimde tanımlanan koşullu önermelerin "boştutarlı" olmasından kaçınılabilecekti), *nesne kavramlarının* işlemsel tanımı için yollarına çıkan her engeli aşabileceklerini sanıyorlardı. Görünüşe bakılırsa, dilek kipli (ya da "adsal") koşullu önermeler sorununa duyulan büyük ilgi aslında bu beklentiden kaynaklanmaktaydı. Sanıyorum getirdiğim örnek, sorunu, bu tür koşullu önermelerin mantıksal çözümlemeleriyle çözsek dahi, evrensel ya da *nesne kavramlarının* işlemci olarak tanımlanamayacağını göstermiştir. Çünkü evrensel ya da *nesne kavramları*, bu Ekin (1). ve (2). maddelerinde ve *25.* kesimde açıklandığı gibi, deneyimin ötesine çıkmaktadır.

27 Bu yorumlama, Ocak 1955 yılında, o tarihte henüz daha yayımlanmamış *Library of Living Philosophers* (yayımcı: P. A. Schlipp)'ın Carnap dizisine ait getirdiğim bir çalışmadan alınmıştır. Bu aynı zamanda *Conjectures and Refuations* (1963; 7. Baskı 1978; s. 278vd.) adlı eserimde de yer almaktadır. Uzunluk kavramının işlemci tanımındaki dolambaçlılığa gelince; bu, şu iki gerçekten ortaya çıkmaktadır: (a) *uzunluğun* "işlemci" tanımı, *sıcaklıkla* ilgili açıklamalar gerektirmekte ve (b) *sıcaklığın* (alışılmış) "işlemci" tanımı da *uzunluk* ölçümlerini gerektirmektedir.

*XI. ÖZELLİKLE KUANTUM KURAMINDA GETİRİLEN DÜŞÜNSEL DENEYLERİN DOĞRU VE YANLIŞ KULLANIMI

Bu ekin sonlarında yer alan eleştiri mantıksal yapıdadır. Burada amacım, belirli savları ve yaklaşım biçimlerini çürütmek değildir; bunlar, bu savları ya da yaklaşımları öne sürenler tarafından belki de çoktan çürütülmüştür. Amacım, daha çok *kanıtlamalardaki bazı yöntemlerin* uygun olmadığını göstermektir. Burada kastettiğim yöntemler, yıllarca hiçbir eleştiriye uğramadan kuantum kuramının yorumlamasıyla ilgili tartışmalarda kullanılanlardır. Özellikle eleştiri getireceğim konu, düşünsel deneylerin savunmalarında önerilen kuramlar değil, deneylerin *savunma amacıyla kullanımı* olacaktır[1]. Ancak, düşünsel deneylerin verimliliklerinden kuşku duyuyormuşum izlenimini kesinlikle vermek istemiyorum.

(1) Doğa felsefesi tarihinde var olan en önemli düşünsel deneylerden ve aynı zamanda evrenimiz hakkında akılcı düşünme tarihinin en basit ve ustaca yürütülen yaklaşımlardan biri, Galilei'nin, Aristoteles'in hareket kuramına karşı getirdiği eleştiridir[2]. Getirdiği düşünsel deneyle Galilei, ağır bir cismin doğal hızının hafif bir cisimden daha fazla olduğu biçimindeki Aristoteles'in öngörüsünü çürütmektedir. Galilei'ciler şunu ileri sürmektedir: "Hızları eşit olmayan hareket halindeki iki cismi bir-

1 Burada zaten ne kuantum kuramının ne de kuramın herhangi bir yorumunun eleştirisine gireceğim.

2 GALILEI, kendi kanıtlaması hakkında büyük bir gururla şunu söylemektedir: "İleri sürülen kanıtlama gerçekten de ikna edicidir." Bkz. *Dialoge über zwei neue Wissenschaften* (1938, s. 65 ve 66vd. = *Opere Complete XIII*, 1855, s. 66 ve *Edizio Nazionale*, 1890-1909, cilt VIII, s. 109).

birine bağladığımızda, yavaş olan hızlı olanı yavaşlatacak, hızlı hareket eden de yavaşı hızlandıracaktır". Buna göre şunu düşünelim: "Büyük bir taş, sözgelimi, sekiz birimlik bir hızla, küçük olanı da dört birimlik bir hızla hareket ediyor olsun; bu durumda, birbirlerine bağlandıktan sonraki hızları sekiz birimden daha az olacaktır. Ama birbirine bağlı bu iki taş birlikte, sekiz birimlik hızla hareket eden ilk taştan daha büyük bir taş oluşturmaktadır. *Bu nedenle bu bileşik taş, (ilk cisimden daha ağır olmasına rağmen) ilkinin hareketinden daha yavaş hareket edecektir.* Bu da öngörünüzle çelişmektedir."[3] Böylelikle, Aristoteles'in çıkış noktası ve buna bağlı öngörüsü çürütülmüştür; saçma olduğu gösterilmiştir.

Bana göre Galilei'nin düşünsel deneyi, kazandıracağı katkı açısından, en iyi biçimde geliştirilmiş deneylere güzel bir örnek oluşturmaktadır. Burada yatan, *düşünsel deneyin eleştirel kullanımıdır.* Kuşkusuz, düşünsel deneylerin *yalnızca* bu amaçla kullanılması gerektiğini savunmak istemiyorum; kuşkusuz onun kadar değerli *bulgusal kullanımlı* deneylere de rastlarız. Ama daha az değeri olan kullanım olanakları da vardır.

Bulgusal kullanımı açısından değerli olarak adlandırdığım düşünsel deneylere bir örnek verecek olursak, atomculuğun bulgusal temelinden söz edebiliriz. Bir parça altını ya da başka bir maddeyi alıp, küçük parçalara böldüğümüzü düşünelim; bu bölme işlemi, "artık daha fazla bölünemeyecek parçalara ulaşıncaya kadar devam etsin": Bu düşünsel deney, "atomun parçalanamazlığına" ilişkin açıklama için kullanılmaktadır. Bulgusal düşünsel deneyler termodinamikte daha özel bir anlam kazanmıştır (Carnot çevrimi), ve son yıllarda, görelilik kuramı ve kuantum kuramında oynadıkları rol bakımından adeta moda olmuştur. Bunun en iyi örneklerinden biri, Einstein'ın ivmelenen asansör deneyidir: Bu deney, ağırlık ve ivme arasındaki yersel eşdeğerliliği ve ışık ışınlarının çekim alanında eğileceklerini ortaya koymaktadır. Deneyin bu biçimdeki kullanımı önemli ve haklı bir kullanımdır.

Bu ekin amacı, *savunma amaçlı düşünsel deneylerin kullanılmasından* kaçınmamız gerektiğini göstermektir. Tarihsel açıdan

[3] A.g.y., s. 107 (1638), s. 65 (1855), s. 63 (1914).

bakıldığında, deneylerin bu biçimdeki kullanımı, özel görelilik kuramında incelenen cetvel ve saatlerin davranışı konusuna geri gitmektedir. Başlangıçta bu tür düşünsel deneyler, kuramın tasarımlanması ve betimlenmesi amacıyla yürütülmüştü, ve bence doğruydu da. Ama sonraları, özellikle de kuantum kuramına ilişkin tartışmalarda, bu deneyler, zaman zaman kanıtlamalarda hem eleştiri hem de savunma amacıyla kullanılmıştır. (Bu gelişmede, elektronları gözlemleyebileceğimiz Heisenberg'in hayali mikroskobu önemli bir rol oynamaktadır. Bununla ilgili olarak bkz. aşağıdaki (9). ve (10). maddeler.)

Eleştirel amaçlı düşünsel deneyler kuşkusuz doğrudur: Bu biçimde, kuramı ortaya atan kişinin olası bazı durumları gözden kaçırdığını gösterebiliriz. Doğal olarak o kişinin de, kendisine yöneltilen eleştirilere, önerilen düşünsel deneyin ilke olarak olanaksız olduğunu ve bu konuda en azından hiçbir olası durumun gözden kaçırılmadığını tanıtlayarak karşı çıkmaya hakkı olacaktır[4]. Kuramın formüle edilmesinde bazı olası durumların göze alınmadığı şeklinde yürütülmüş eleştirel amaçlı düşünsel bir deney, genelde kabul edilebilir niteliktedir; ama buna karşı getirilen açıklamalarda da çok dikkatli davranmak gerekmektedir: Özellikle dikkat edilmesi gereken konu, tartışmalı deneyi, kuramı savunma amacıyla yeniden yapılandırırken, *hiçbir biçimde idealleştirmelere* ya da özel öngörülere yer verilmemesidir. Bunlar, karşı görüşte olanlar için uygun, ya da düşünsel deneyi kullananlar için benimsenebilir nitelikteyse kuşkusuz durum değişecektir.

(2) Bence, düşünsel deneylerin kanıtsal kullanımı, karşı yaklaşımlar açık bir şekilde ortaya konduğunda ve *getirilen idealleştirmelerin onlara tanınan ayrıcalıklar olduğu ya da en azından onlar için kabul edilebilir olması gerektiği* kuralı izlendiğinde haklı olacaktır. Carnot çevrimi kuramında olduğu gibi getirilen bu tür idealleştirmeler, bu çevrimin etkisini artırmaktadır. Böylece kuramın karşısındakiler; yani, ısı aygıtının, yüksek sıcaklıktan daha düşük sıcaklığa ısı aktarımı yapmadan mekanik iş ürettiğini savunanlar, söz konusu durumun ayrıcalıklı bir durum olduğunu

[4] Sözgelimi Einstein, 77. kesimde ortaya attığım deneyin (kuantum kuramsal bakış açısından) ilke olarak olanaksız olduğunu mektubunda (Ek *XII) göstermiştir. Bkz. kesim 77, dipnot 3*.

itiraf etmek zorunda kalacaklardır. Bu kurala uymayan tüm idealleştirmeler eleştirel kanıtlamalar için geçerli olmayacaktır.

(3) Bu kural, örneğin Einstein, Podolsky ve Rosen'ın düşünsel deneyiyle başlatılan tartışmaya uygulanabilir. (Bu üç fizikçinin getirdiği kanıtlamanın kısa bir özetine Einstein, *XII. Ekte yayımlanan mektubunda yer vermiştir. Konuyla ilgili başka açıklamalar için bkz. *Postscript*'imin **109.* kesimi.) Eleştirel yaklaşımlarında, üçü de, Bohr'un benimseyebileceği idealleştirmeleri getirmeye çalışmış; ve Bohr da, buna yanıt verirken, bu idealleştirmelerin doğruluğu konusunda tartışmaya girmemiştir. Einstein, Podolsky ve Rosen, *A* ve *B* parçacıklarını ele almışlardır (bkz. Ek *XII ve *Postscript*'imin *109. kesimi); bu iki parçacık birbiriyle etkileşim halindedir ve kuram yardımıyla *B*'nin yer (ya da momentum) ölçümüne dayanarak *A*'nın yerini (ya da momentumunu) hesaplayabiliriz; çünkü *A* artık *B*'nin ölçümünden etkilenemeyecek kadar *B*'den uzaklaşmıştır. Bu nedenle *A* parçacığın momentumu (ya da yeri), Heisenberg'in ileri sürdüğü gibi, belirsiz –ya da Schrödinger'in deyişiyle, "bulanık"– olamayacaktır[5]. Yanıtında Bohr, şu düşüncelerden yola çıkmıştır: Yer (ya da konum) ölçümü, ancak "*referans çerçevesine sıkıca bağlı bir aletle*" yapılabilir; oysa momentum ölçümü için, "... parçacığın momentumunun, hem yarıktan geçmeden önce hem de yarıktan geçtikten sonra ölçülebildiği" *hareketli* bir ekran kullanmak zorunda kalırız[6]. Bohr, referans çerçevelerinden birini bu biçimde belirlemekle, aynı fiziksel sistemin incelenmesinde başka bir referans çerçevesini kullanma "... olanağını" ortadan kaldırmış olduğumuzu ileri sürmektedir. Onu doğru anladıysam, bununla Bohr, *A*'nın bizzat etkilenmediğini, ama *referans*

5 Heisenberg doğal olarak yalnızca ölçülen *tek bir* taneciğin bulanıklaştığını kastetmektedir. Einstein, Podolsky ve Rosen ise, bu bulanıklığın diğer bir parçacık –yani ölçülen parçacıkla herhangi bir zaman önce, belki de yıllar önce etkileşim halinde olan bir parçacık– için de geçerli olduğunu göstermektedirler. Peki durum eğer böyleyse, her şeyin –tüm dünyanın– tek bir gözlemle "bulanıklaşmasını" nasıl engelleyebiliriz? Bunun yanıtı, bana öyle geliyor ki, "dalga paketinin indirgenmesinde" yatmaktadır. Bu indirgemeden dolayı gözlem, sistemin eski *imgesini* bozmakta ve aynı zamanda yenisini yaratmaktadır. Buna göre, bozulan dünya değil, yalnızca onları betimleme şeklimizdir. Metinde yer alan Bohr'un yanıtı, böyle bir yanıta örnektir oluşturmaktadır.

6 BOHR, *Physical Review 48*, 1935, s. 696-702. Alıntılar, 700. ve 699. sayfalardan alınmıştır (vurgulamalar bana aittir).

çerçevesinin bulanıklaştırılmasıyla, koordinatlarının bulanıklaştırılabileceğini anlatmak istiyor.

(4) Aşağıda sayacağım üç nedenden dolayı Bohr'un bu yanıtını benimsenebilir olarak düşünmediğimi göstereceğim.

Bunlardan ilki: Einstein, Podolsky ve Rosen'ın düşünsel deneyinden önce, bir sistemin yer ya da momentumundaki bulanıklığı, ölçüm sırasındaki etkileşime dayandırılmıştı. Anladığım kadarıyla Bohr, bu kanıtlamaya sarılmayıp, yerine ölçümle, fiziksel sistemin kendisini değil de referans çerçevesini ya da koordinatlar sistemini bozduğumuzu, bu nedenle de bulanıklaşmanın söz konusu olduğunu (fazla açık olmamakla birlikte) ileri sürmektedir. Fakat yaklaşımdaki bu değişiklik göz ardı edilmeyecek kadar önemlidir. Bu nedenle, ilk savın düşünsel deneyle çürütüldüğünü açıkça belirtilmesi gerekmektedir ve sonra da, bu savın dayandığı ilkenin ortadan neden kaldırılmadığı gösterilmelidir.

Bu bağlamda, Einstein, Podolsky ve Rosen'ın düşünsel deneyinin amacını unutmamamız gerekir. Bu deney, formüllerin kendisini değil yalnızca *belirsizlik formüllerinin* bazı *yorumlarını* çürütecekti. Gerçi doğrudan ifade edilmiş olmasa da, düşünsel deneyin amacına ulaştığı konusu Bohr'un verdiği yanıtta belirli bir anlamda ortaya çıkmaktadır; çünkü Bohr yalnızca, belirsizlik ilişkisini savunmaya çalışmaktadır: Ölçümle A sisteminin bozulacağı ve bulanacağı yaklaşımından vazgeçti. Ayrıca, Einstein, Podolsky ve Rosen'ın izledikleri yolda biraz daha ilerleyip, A'nın yerini (rastlantısal olarak) ve B'nin momentumunu aynı zamanda ölçtüğümüzü kabul edebiliriz. Bu durumda *aynı an için*, *A ve B*'nin yer *ve* momentumunu elde ederiz. (Doğrusunu söylemek gerekirse, aslında bu ölçümlerle A'nın momentumu ve B'nin yeri bozulmuş ve bulanıklaşmış olacaktır.) Fakat Einstein, Podolsky ve Rosen'ın savlarını tanıtlamak için, sistemin aynı anda hem kesin bir yere hem de kesin bir momentuma sahip olamayacağı savını, –bir yandan her ikisini aynı anda *kestiremeyeceğimizi* söylerken– belirsizlik bağıntıları içinde yorumlamanın doğru olmadığını ortaya koymak yeterli olacaktır. (Tüm bunları hesaba alan bir yorum *Postscript*'imde yer almaktadır.)

İkinci neden: Bohr'un, diğer referans sisteminden kendimi-

zi "soyutladığımız" şeklinde getirdiği kanıtlamanın *ad hoc* olduğu kanısındayım. Çünkü, momentumu (doğrudan ya da çift etkili olarak) spektroskopla ölçmek kuşkusuz mümkündür; ve bu spektroskop, ilk "alet" gibi aynı referans çerçevesine sıkıca bağlı olacaktır. (Spektroskobun, *B* parçacığını soğurması, *A*'nın kaderine ilişkin kanıt için önemli değildir.) Buna göre, hareketli referans çerçevesine sahip bir düzenleme, deney için önemli bir düzenleme olarak düşünülemez.

Üçüncü neden: Bohr burada *B*'nin momentumunun hareketli ekran yardımıyla nasıl ölçülebileceğini açıklamamaktadır. Daha sonra yayımlanmış bir çalışmasında bununla ilgili bir yöntem getirmektedir; ama bana göre, getirdiği bu açıklamalar geçerli değildir[7]. Çünkü bu yöntem, "sağlam bir kirişe zayıf yaylarla asılmış tek yarıklı bir ekranın"[8] *yerinin* (iki kez) ölçümüne dayanmaktadır; ama burada momentum ölçümleri yer ölçümlerine bağlı olduğundan, bu düzenlemeyle Bohr, Einstein, Podolsky ve Rosen'a karşı bir kanıt getirememektedir. Bunun dışında da zaten bizi hiçbir başarıya ulaştırmayacaktır. Çünkü bu biçimde, *B*'nin momentumunu "ne geçişten önce ne de sonra kesin bir tamlıkla"[9] ölçemeyiz: Bu momentum ölçümlerinden ilki, (*yer* ölçümünü kullandığından) ekranın momentumunu etkileyecektir; bu nedenle ölçüm, yalnızca geriye bakış için bir anlam taşıyacak, ekranın *B* ile etkileşiminden hemen önceki momentumunun hesaplanmasında hiçbir yararı olmayacaktır.

Buradan da anlaşılıyor ki, Bohr, (neyi yadsımak istediğinin açık olmaması bir yana) verdiği yanıtta sözünü ettiğimiz kurala –yani yalnızca karşı görüştekiler için uygun olan idealleştirmelerin ya da özel adların getirilebileceği kuralına– uymamıştır.

(5) Görüldüğü gibi, bu tür düşünsel deneylerde herkes, çözümlemeyi yalnızca savına katkı getirebilecek kadar sürdürmekte, bunun ötesine çıkmamaktadır. Bu da, yukarıda değindiğimiz kurallara harfiyen uyulmadığında büyük tehlikelere yol açabilecektir.

7 Bkz. BOHR'un, Albert Einstein'ın *Philospher-Scientist* (yayımcı P. A. Sclipp, 1949)'inde getirdiği çalışma, özellikle de 220. sayfadaki diagram.

8 A.g.y., s. 219.

9 BOHR, *Physical Review 48*, 1935, s. 699.

Buna benzer birçok durum vardır ve bazılarını, çok anlamlı bulduğumdan, burada tartışmak istiyorum.

(6) Bohr, Einstein'ın kayda değer bir düşünsel deneyini (bu, ünlü $E=mc^2$ formülünün çıkışı olan bir deneydir) zayıflatmak amacıyla, yine Einstein'ın yer çekim kuramından (yani genel görelilik kuramından) kanıtlar kullanmaktadır[10]. Ne var ki $E=mc^2$, özel görelilik kuramından ve hatta göreli olmayan kuramlardan türetilebilmektedir. En azından, $E=mc^2$'yi kabul etmekle aynı zamanda Einstein'ın yer çekim kuramının geçerliliğini de kabul etmiş olmuyoruz. Bu nedenle, biz de Bohr gibi, kuantum kuramının tutarlılığını ($E=mc^2$'ye bağlı olarak) korumak için Einstein'ın yer çekim kuramının tipik bazı formüllerini benimsemiş olsaydık, bu, kuantum kuramının Newton'un yer çekim kuramıyla çeliştiği anlamında ilginç bir iddiayla; hatta bunun da ötesinde daha ilginç olan, Einstein'ın yer çekim kuramının (ya da en azından yer çekim alanının kuramına ait tipik formüllerinin) geçerliliğinin kuantum kuramından çıkarsanabildiği savıyla aynı olurdu. Düşünüyorum da, böyle bir sonucu kabul etmeye hazır olanlar bile bundan pek de hoşnut olmayacaklardır.

Görüldüğü gibi, buradaki düşünsel deney, yine geçersiz öngörülerde bulunan savunucu bir deneydir.

(7) David Bohm'un, Einstein, Podolsky ve Rosen'ın deneyine verdiği yanıt da bence doyurucu değildir[11]. Niyeyse Bohm, B'nin momentumunu (ya da yerini) ölçtüğümüzde B'den ve ölçme aygıtından uzaklaşmış olan A parçacığının, her şeye rağmen kendi konumunda (ya da momentumunda) bulanıklaştığını kanıtlama gereğini duymuştur. Bu amaçla Bohm, kestirimlerde de bulunmadan, A'nın, uzaklaşmış olmasına rağmen etkilendiğini tanıtlamaya çalışır. Bu şekilde, kendi kuramının Heisenberg'in belirsizlik bağıntılarının yorumuyla aynı olduğunu göstermeye

[10] Bkz. BOHR'un, Albert Einstein'ın *Philosopher-Scientist* (yayımcı P. A. Schlipp)'ındaki çalışması. Bu konu 225 ile 228 sayfaları arasında tartışılmaktadır. Bu kanıtlamanın doğru olmadığı konusuna dikkatimi çeken Dr. J. Agassi'ye teşekkür borçluyum.

[11] Bkz. D. BOHM, *Phys. Rev. 85*, 1951, s. 166vd., 180vd.; özellikle de s. 186vd. (Söylenenlere göre Bohm, burada eleştirilen çalışmalarında ortaya attığı görüşleri artık savunmamaktadır. Ama yine de, getirdiğim eleştirinin tamamının ya da en azından bir bölümünün, daha sonra geliştirdiği kuramlara isabet edebileceği kanısındayım.)

çalışır. Ne var ki başarılı olamamıştır. Bu başarısızlığının nedeni de, Einstein, Podolsky ve Rosen'ın deneylerinde yapılacak ufak bir eklemenin bize, *A* ve *B*'in yer *ve* momentumunu aynı anda belirleme olanağını sağlayacağı düşüncesidir -kuşkusuz, bu tür bir belirlemenin sonucu, yalnızca birinin konumu diğerinin momentumu için *kestirimsel* anlam taşır. Çünkü yukarıda, (4). maddede de vurgulandığı gibi, biz *B*'nin yerini ölçerken, bizden oldukça uzak bir yerde duran başka biri, *A*'nın momentumunu rastlantısal olarak aynı anda –ya da en azından biz *B*'yi ölçerken ortaya çıkacak herhangi bir bulanıklaştırma etkisi bir şekilde *A*'ya ulaşmadan önce– ölçebilir. Buradan da Bohm'un, *A*'yı etkilediğimiz konusunda Heisenberg'in getirdiği öngörüyü kurtarma çabasındaki başarısızlığı açıkça görülmektedir.

Bohm'un bu eleştiriye verdiği yanıt, örtük olarak savında yer almaktadır: Bohm, bulanıklaştırma etkisinin ışıkötesi bir hızla hatta belki de anında yayıldığını ileri sürmektedir (bkz. 76. kesimde tartışılan, Heisenberg'in ışıkötesi hızı). Bu öngörünün, etkinin, sinyallerin elde edilmesinde kullanılamayacağı şeklindeki ek öngörüyle destekleneceği sanılmaktadır. Peki ama, *geçekten* de aynı anda iki ölçümü gerçekleştirdiğimizde neler olacaktır? Gözlemcinin, Heisengerg'in mikroskobundan görmesi geren parçacık gözünün önünde dans mi etmeye başlayacak? Eğer böylese, o zaman bu bir sinyal değil midir? (Aynı "*dalga paketinin indirgenmesi*" gibi, Bohm'un bu özel bulanıklaştırma etkisi, formüllerine değil, onların yorumuna girmektedir.)

(8) Buna benzer bir başka örnek de, yine Bohm'un, Einstein'ın (deneyinde, Pauli'nin de Broglie öncü dalga kuramına (pilot wave theory) getirdiği eleştiriyi yeniden işleyen) kayda değer bir diğer düşünsel deneyine verdiği yanıttır[12].

Einstein, aynı biçimde belirli bir hızla paralel iki duvar arasında yukarı ve aşağı hareket eden ve bu duvarlardan yaylanarak yansıtılan makroskobik bir "parçacığı" (bu, bilardo topu gibi oldukça büyük bir nesne olabilir) incelememizi önermektedir; ortaya çıkardığı da, bu sistemin Schrödinger kuramında dikey bir dalgayla gösterilebileceği ve ayrıca, de Broglie öncü dalga kura-

[12] Bkz. A. EINSTEIN'ın *Scientific Papers Presented to Max Born*, 1953, s. 33vd., özellikle de s. 39'daki çalışması.

mının ve aynı zamanda Bohm'un "kuantum kuramının nedensel yorumunun" bizi, (ilk olarak Pauli'nin vardığı) parçacığın (bilardo topunun) hızının yok olduğu şeklindeki paradoks sonuca götürdüğüdür. Diğer bir deyişle, Einstein'ın bu kuramı, parçacığın serbestçe istediği bir hızla hareket ettiği şeklindeki ilk öngörümüzü, hızın aslında sıfır olduğu, bu nedenle de parçacığın hareket etmediği sonucuna vardırtmaktadır.

Bohm bu vargıyı benimseyip şöyle karşılık vermektedir: "Einstein'ın ele aldığı örnekte, tamamıyla yansıtıcı ve pürüzsüz iki duvar arasında *serbestçe hareket eden* bir parçacık söz konusudur"[13]. (Burada, deneyi tüm ayrıntılarıyla betimlemeye gerek duymuyoruz.) Bohm, "Kuantum kuramının nedensel yorumunda da" –yani Bohm'un yorumunda– "... parçacık *hareketsizdir*" diyerek, "parçacığı *gözlemlemek* istiyorsak, parçacığı harekete geçiren bir etkiyi ("ivmeleme")" devreye sokmalıyız", biçiminde devam etmektedir[14]. Ne var ki, sözü edilen *gözleme* ilişkin düşünceler –ne söylenmek istendiyse istensin– pek de dikkate değer değildir. Önemli olan yanlızca, Bohm'un yorumunun serbest hareket eden parçacığı etkisiz kıldığıdır. Kanıtlaması, parçacığı, gözlenmediği sürece iki duvar arasında hareket edemeyeceği savıyla noktalanmaktadır. Çünkü, parçacığın böyle *hareket ettiği* öngörüsü, sonunda Bohm'u, parçacığın *hareketsiz olduğu* ve harekete geçirmek için gözleme gereksinim duyulacağı vargısına götürmektedir. Burada sözü edilen etkisizleştiren etkiyi Bohm ortaya atmış ama hiç tartışmamıştır. Bunun yerine, *parçacığın* hareket etmediğini ama *gözlemlerimizle*, hareket ettiği izlenime kapıldığımızı ileri sürmekte (oysa bunun tartıştığımız konuyla hiç ilgisi yoktu), sonra da tamamen yeni bir düşünsel deneyin yapılandırılmasına eğilmektedir. Bu deneyinde, gözlemimizin -parçacığın hızını gözlemek amacıyla kullanılan radar sinyalinin ya da fotonun- istenen hareketi nasıl sağlayacağını anlatmaktadır. Fakat bununla da yine asıl soruyu ıskalamıştır. Kaldı ki, harekete geçiren fotonun, (ivmelendirerek kendine özgü hıza ulaşmış parçacığın değil) tamamen kendine özgü bir hızdaki parçacığın gözlemlenmesini nasıl olanaklı kıldığını da açıklamamıştır. Sanı-

[13] D. BOHM, aynı cilt, s. 13; vurgulamalar bana aittir.
[14] Anılan yapıt, s. 14; ayrıca bkz. aynı sayfadaki ikinci dipnot.

yorum bununla, (herhangi ağırlıkta ya da hızdaki) parçacığın, harekete geçiren fotonla etkileşime girdiği en kısa zaman içersinde tam hızına ulaşması ve gözlemcinin de bu hızı algılaması gerektiği vurgulanmaktadır. Tüm bunlar, Bohm'a karşı olanlardan yalnızca birkaçının benimseyebileceği *ad hoc* öngörülerdir.

Einstein'ın deneyini, iki parçacıkla (ya da bilardo topuyla) çalışarak düzeltelim: Parçacıklardan biri, sandığın sol duvarı ve ortası arasında, diğeri ise sağ duvarı ve ortası arasında aşağı yukarı hareket ediyor olsun. Parçacıklar ortada yaylanarak kesişecektir. Bu örnek, bizi yine dikey dalgalara ve bu nedenle yok olan hızlara götürecektir; kuramın Pauli-Einstein eleştirisi geçerliliğini koruyacaktır. Ama Bohm'un harekete geçiren etkisi için bu yeni durum fazlasıyla sorunsal olacaktır. Çünkü, sol taraftan bir foton atarak soldaki parçacığı gözlemlediğimizi düşünelim. Bu, (Bohm'a göre) parçacığı hareketsiz durumda tutan kuvvetlerin dengesini bozacak ve parçacık –muhtemelen soldan sağa doğru– hareket etmeye başlayacaktır. Öte yandan, biz yalnızca sol taraftaki parçacığı harekete geçirdiğimiz halde, sağ taraftaki de aynı anda ve diğer yönde harekete geçecektir. Bir fizikçiden, tüm bu gelişmeleri olabilir olarak görmesini istemek haksızlık olacaktır –ama bunların hepsi, yalnızca Pauli ve Einstein'ın kanıtlamalarının vargılarından kaçabilmek için *ad hoc* kabul edilmektedir.

Bana kalırsa Einstein Bohm'a şu yanıtı vermeliydi.

İrdelenen durumda, fiziksel sistemimiz büyük, makroskobik küresel bir cisimdi. Böyle bir duruma, alışılmış klasik ölçme kuramının neden uygulanamayışına ilişkin hiçbir açıklama getirilmemiştir. Oysa bu kuram, deneyimle, insanın düşünemeyeceği kadar uyumludur.

Ölçümü bir yana bırakalım –salınan bir (ya da burada betimlenen bakışımlı iki) bilyanın, gözlemlenmediğinde aslında *salınamadığını* mı öne sürmek istiyoruz? Yoksa –aynı anlamda– bilyanın gözlemlenmediğinde hareket ettiği ya da salındığı öngörüsünün, aslında harekte etmediği ya da salınmadığı vargısına götüreceğini mi savlıyoruz? Peki, bilya, gözlemle harekete geçtikten *sonra*, hareketsiz olacak şekilde artık bakışımsız etkilenmediğinde ne olacaktır? Bu durumda parçacık, aynı harekete

geçtiği gibi, birdenbire duracak mıdır? Yoksa bu tek yönlü bir süreç midir?

Her ne kadar tüm bu soruları bir biçimde yanıtlayabileceğimizi düşünsek de, bence bu sorular, Pauli-Einstein eleştirisinin önemini ve düşünsel deneyin –özellikle de Einstein, Podolsky ve Rosen'ın deneyinin– eleştirel kullanımını vurgulamaktadır. Ve sanıyorum bunlar ayrıca, düşünsel deneyin savunucu kullanımındaki tehlikeyi gösteren güzel bir örnek oluşturmakdtadır.

(9) Şu ana kadar, Einstein, Podolsky ve Rosen tarafından tartışmaya atılan *tanecik çiftlerindeki* sorunu tartıştım. Şimdi de, tek tek taneciklerle oluşturulan bazı eski düşünsel deneylere geçmek istiyorum. Bunlar arasında örneğin, elektronları "gözlemleyebileceğimiz" ve ya yerini ya da momentumunu "ölçebileceğimiz" Heisenberg'in ünlü *hayali mikroskobu* yer almaktadır. Bu deneyin dışında çok az deney, fiziksel yaklaşımı bu denli etkilemiştir.

Bu düşünsel deneyiyle Heisenberg, benim burada yalnızca üçüne değinmek istediğim, birçok farklı savı tanıtlamaya çalışmıştır. Bunlardan, (a) ölçümlerimizdeki tamlığın aşılamaz sınırları olduğunu ileri süren Heisenberg'in belirsizlik bağıntılarının bir *yorumu*; diğeri (b) ölçme olgusu nedeniyle *–ister yer ister momentum ölçümü olsun–* ölçülecek cismin *bozulması*; ve son olarak (c) parçacık *"yörüngesinin" uzay-zamansal denetlemesinin olanaksızlığıdır*. Bana göre Heisenberg'in savları için ortaya attığı *nedenler*, savlarının doğru ya da yanlış olduğuna bakılmakızın çürütülebilir nedenlerdir. Bu da, Heisenberg'in *yer ve momentum ölçümlerinin bakışımlı olduğunu tanıtlayamamasından* kaynaklanmaktadır -burada bakışımlılık derken kastettiğim, ölçülecek cismin ölçme işlemiyle bozulmasıdır. Gerçi Heisenberg deneyiyle, *yer* ölçümünde yüksek frekanslı bir ışığın; yani yüksek enerjili fotonların kullanılması gerektiğini göstermektedir -bunun da anlamı, elektrona bilinmeyen bir momentumun aktarıldığı ve böylece onu, adeta güçlü bir darbe uygulayarak *bozmaktır*. Ama, elektronun yeri yerine *momentumunu* ölçmek istediğimizde benzer bir durumun ortaya çıkacağını *göstermemektedir*. Çünkü Heisenberg, bu durumda, elektronu çok alçak frekanslı -öyle ki,

gözlemimizle elektronun momentumunun bozulmasını engelleyebilecek-bir ışık yardımıyla gözlemlememiz gerektiğini söyler. Bu biçimdeki bir gözlem, bize belirsiz kalan elektronun yerini değil ama momentumunu vermektedir.

Şimdi, bu son düşünceyi ele alalım. Burada söylenenler, elektronun yerini *bozduğumuz* (ya da "bulanıklaştırdığımız) iddiasını içermemektedir. Zaten Heisenberg de, *yerini belirleyemediğimizi* ileri sürmektedir. Hatta açıklamalarından, sistemi bile bozmadığımız (ya da göz ardı edilebilecek kadar az bozduğumuz) anlaşılmaktadır: O kadar düşük enerjili fotonlar kullanılmıştır ki, enerji, elektronun bozulmasına yeterli dahi değildir. Bu nedenle, Heisenberg'in yaklaşımı çerçevesinde *her iki durum* -yani *yer ve momentum ölçümü- kesinlikle benzeşik ya da bakışımlı değildir.* Ne var ki bu gerçek, itiraf edildiği gibi şüpheliliği, bakışımlı olarak yere ve momentuma bağlı olan "*ölçme sonuçları*" hakkındaki alışılmış (olgucu ya da işlemci veya araççı) söylemlerle örtbas edilmektedir. Yine de, deneyle ilgili –Heisenberg'in bizzat başlattığı– sayısız tartışmada, Heisenberg'in geliştirdiği düşüncelerde *bozulmadaki bakışımlılığın* tanıtlandığı kabul edilmektedir. (Formüllerinde yer ve momentum arasındaki bakışımlılık doğal olarak tamdır, ama bu, bakışımlılığın Heisenberg'in düşünsel deneyiyle açıklandığı anlamına gelmez.) İşte buna dayanarak, elektronun momentumu Heisenberg'in mikroskobuyla ölçüldüğünde, *yerinin bozulduğu*, ve bu "bulanıklaştırma etkisinin", Heisenberg'in düşünsel deneyini tartışmasında tanıtlandığı düşünülmektedir. Bu da tamamıyla yanlıştır.

İşte 77. kesimde benim ortaya koyduğum düşünsel deney, büyük ölçüde Heisenberg'in deneyindeki bu bakışımsızlığa dayanmaktaydı. (Bkz. Ek *VI, dipnot *1.) Deneyimin çürük olmasının nedeni de, aslında bakışımsızlıktan dolayı, Heisenberg'in ölçmeyle ilgili olarak tartıştığı tüm konunun tutunulamaz olmasıdır: Yalnızca (benim deyimimle) *fiziksel seçimlere* dayanan ölçümler Heisenberg'in *formüllerine* örnek oluşturur. Ve *76.* kesimde doğru ortaya koyduğum gibi, fiziksel bir seçim de "dağılım bağıntılarını" doyurmalıdır. (*Gerçekten* de *fiziksel seçimler* sistemi bozmaktadır.)

Heisenberg'in "ölçümleri" olanaklı olsaydı, iki yer ölçümü

arasında elektronun momentumunu, hiç bozmadan, denetleyebilirdik. Bu da bizim aynı zamanda, elektronun, her iki yer ölçümüne dayanarak hesaplayabileceğimiz uzay-zamansal "yörüngesini" –(c) maddesinin tersine– (kısmen) denetlememizi sağlardı.

Heisenberg'in getirdiği kanıtlamanın doğru olmadığının uzun süre fark edilmemesinin nedeni de, kuşkusuz, belirsizlik *formüllerinin* açıkça kuantum kuramının (dalga denklemi) formüllerinden türetilmesi ve bu formüllerin yer (q) ve momentum (p) arasındaki bakışımlılığı içermesidir. Belki de bu, neden birçok fizikçinin Heisenberg'in düşünsel deneyini yeterince özenle irdelemediği konusuna bir açıklama da olabilir: Belki deneyi, ciddiye almayıp, yalnızca türetilebilir bir formülün gösterimine bir örnek olarak düşünmüş olabilirler. Ben, bunun kötü bir örnek olduğu kanısındayım; çünkü yukarıda da söylediğim gibi, yer ve momentum arasındaki bakışımlılığı açıklamamaktadır. Kötü bir örnek olduğundan da, bu formüllerin yorumlanmasına tamamıyla elverişsiz bir temel oluşturmaktadır –kuşkusuz tüm kuantum kuramının yorumu bunun dışında kalmaktadır.

(10) Heisenberg'in düşünsel deneyinin bu inanılmaz büyüklükteki yankısı, sanıyorum ve bundan da eminim, deneyiyle fiziksel dünyanın yeni bir fizikötesi imgesini yaratmak ve aynı zamanda da fizikötesini reddetmekteki başarısına dayandırılabilir. (Bu biçimde Heisenberg, usçuluk sonrası çağın tutkun olduğu oldukça ilginç çift değerli bir gereksinimi karşılamıştır: Bu gereksinim, babayı –yani fizikötesini– öldürmek, ama bununla birlikte onu başka bir şekilde tutup tüm eleştirileri uzak tutmaktır. Bazı kuantum kuramcılarının, Einstein'ı neredeyse böyle bir baba olarak gördükleri ortaya çıkmaktadır.) Heisenberg'in tartışmasında değişik bir anlam kazanan ama hiçbir biçimde açıkça beyimlenmeyen fizikötesi dünya imgesi şöyle bir imgedir: *Kendinde şey bilinemez kalır*: yalnızca (Kant'ın gösterdiği gibi) kendinde şeyin ve duyu organlarımızın bileşkeleri olarak düşünülebilen görüngüyü bilebiliriz. Görüngüler, kendinde şeyle bizim aramızdaki bir tür etkileşimin sonucudur. Bu nedenle, tek ve aynı şey bize farklı biçimlerde görünebilir; çünkü duyu organlarımızın onu algılayışı, gözlemleyişi ve onunla etki-

leşime geçişi farklı olabilir. Biz, kendinde şeyi adeta bir kapana kıstırmaya çalışırız ama bunu hiçbir zaman başaramayız: Kapana kısılmış şeylerde yalnızca görüngülere rastlarız. Biz ya klasik bir *tanecik kapanı* ya da klasik bir *dalga kapanı* kurabiliriz ("klasik" diyorum, çünkü bu kapanları sanki klasik bir fare kapanı gibi hazırlayabilir ve kurabiliriz); *ve kapan kendini çözdüğünde* bu nedenle de onunla etkileşime girdiğinde, o şeyin, bir parçacık ya da bir dalga görüngüsüne bürünmesi sağlanmış olur. Her iki görüngü biçimi ya da şeye bir kapan hazırlamakla ortaya çıkan iki tür arasında bakışımlılık vardır. Kaldı ki, yalnızca kapan kurmakla biz, klasik fiziksel görüngülere bürünmesi için o şeyi uyarmış olmuyoruz; bir de kapanı enerji yemiyle donatmalıyız –öyle ki, bu enerji bilinemez olan kendinde şeyin klasik fiziksel ortaya çıkışı (adeta canlanması) için yeterli miktarda olmalıdır. Böylece korunum yasaları da sarsılmamıştır.

Bu, Heisenberg ve belki de Bohr'un bize aşıladığı fizikötesi dünya imgesidir.

Aslında ben (her ne kadar bu özel olgucu ve aşkıncı birleşimi pek de çekici bulmasam da) böyle bir fizikötesine ne ilke olarak ne de imgeleri kullandığı için karşıyım. Karşı çıktığım tek şey, bu fizikötesi dünya imgesinin neredeyse bilinçsizce, daha çok karşıt fizikötesi korumalarla yayılmasıdır.Çünkü bana göre, bu imgeyi bilinçsizce, bu nedenle de eleştirel bakmaksızın algılamak yanlış olacaktır.

David Bohm'un çalışmalarının büyük bir kısmında aynı fizikötesi eğilimlerden esinlenmiş olması bana çok ilginç gelmektedir. Fizikötesini açık ve belirtik ortaya koyan bir fizik kuramını yapılandırma çalışmasını da belki de yüreklilik olarak nitelendirebiliriz. Bu gerçekten de övgüye değer bir yapıttır. Ama yine de kendime şunları soruyorum: Bu çalışma gerçekten de zahmete değer miydi? Bu özel fizikötesi yaklaşım gerçekten de yeterince iyi miydi? Çünkü hepimiz biliyoruz ki (daha önce gördüğümüz gibi) Heisenberg'in düşünsel deneyi, tamın sezgisel kaynağı, fazlasıyla tartışmalıdır.

Bohr'un "tümlerlik ilkesi" ve bilinmez bir gerçeğin fizikötesi öğretisi arasında oldukça belirgin bir ilişkinin olduğunu düşünüyorum. Çünkü bu öğreti bize, bilgiye ulaşmaktan "caymayı"

(bu Bohr'un severek kullandığı bir kavramdır) ve fiziksel araştırmalarda görüngülerle ve onların karşılıklı etkileşimleriyle kısıtlanmayı önermektedir. Fakat bu ilişkiyi burada daha fazla tartışmak yerine, tümlerlik ilkesine ilişkin getirilen ve yine düşünsel deneylere dayanan bazı kanıtlar üzerinde durmak istiyorum.

(11) Sözü edilen "tümlerlik ilkesi" bağlamında Bohr, savunucu nitelikte düşünsel birçok zor deney çözümlemiştir. (Bu ilke, *Postscript*'imde ayrıntılarıyla işlenmiştir; ayrıca bkz. "*Three Views Concerning Human Knowledge*", 1956 adlı çalışmam ve şimdi de *Conjectures and Refutations*, 1963 ve 1965.) Bohr'un tümlerlik ilkesine ilişkin açıklamaları bulanık olduğundan ve güçlükle tartışılabildiğinden, herkesin bildiği ve birçok yönden mükemmel bulduğum bir kitabı, P. Jordan'ın *Anschauliche Quantentheorie*'sini ele almak istiyorum (bu kitapta, benim *Bilimsel Araştırmanın Mantığı*'na da kısaca yer verilmiştir)[15].

Jordan, tümlerlik ilkesinin içeriğini (aslında içeriğinin bir kısmını) şöyle formüle etmektedir: Bu ilke, *tanecik ve dalga ikiciliğin* sorunuyla çok yakın bir ilişki içersindedir: "Işığın dalga ya da tanecik özelliğini *aynı anda* tanıtlayabilecek herhangi bir deney, yalnızca klasik kuramlarla çelişmekle kalmayacak (zaten *buna* hepimiz alışmak zorunda kaldık), bunun da ötesinde *mantıksal-matematiksel bir çelişki* ortaya koyacaktır.[16]"

Jordan, bu ilkeye ünlü çift-yarık deneyini örnek olarak getirmektedir. (Bkz. İlk Ekteki V.) "Bir ışık kaynağından, tekrenkli bir ışığın, birbirine yakın [paralel] aralıkları olan siyah bir ekrana düştüğünü düşünelim; aralıktan geçen ışık da fotograflı bir ayna üzerinde toplansın. Bu arada *bir yandan*, aralıklar ve uzaklıklar o kadar küçük olsun ki, her iki aralıktan sızan ışık enerjileri arasında beliren bir girişim deseninin fotoğrafı ayna üzerinde çekilsin; *diğer yandan* da, herhangi bir deneysel düzenlemeyle, her bir fotonun, iki aralıktan *hangisinden* geçtiğinin saptanması olanaklı olsun.[17]"

Jordan şöyle der: "Bu iki öngörünün birbiriyle çeliştiği aşikârdır.[18]"

15 PASCUAL JORDAN, *Anschauliche Quantentheorie*, 1936, s. 282.
16 A.g.y., s. 115.
17 A.g.y., s. 115vd. (Vurgulamalar Jordan'a aittir.)
18 A.g.y., s. 116.

Her ne kadar bu çelişki (Jordan'ın yukarıda vurguladığı gibi) mantıksal-matematiksel bir saçmalık olmasa da, söylediklerini yadsımak istemiyorum; bu öngörüler daha çok kuantum kuramının formülleriyle çelişmektedir. Yadsımak istediğim, aslında Jordan'ın başka bir savıdır. Jordan bu deneyi, tümlerlik ilkesinin gösterimi için kullanmaktadır. Ne var ki, ilkesini örneklendirecek olan bu deneyin, aslında ilkeyi çürüttüğü ortadadır.

Jordan'ın çift-yarık deneyinine ilişkin betimlemeleri ele alalım ve son söylediği kısmı – "diğer yandan"– dışarda bırakalım. Bu deneyde fotoğraflı ayna üzerinde girişim desenlerini elde ederiz. O halde bu, "ışığın dalga özelliğini tanıtlayan" bir deneydir. Şimdi de ışığın yoğunluğunun çok az, bu nedenle de fotonların ayna üzerindeki düşme yerlerinin birbirlerinden belirgin ölçüde farklı olduğunu düşünelim. Diğer bir deyişle, ışık yoğunluğu, girişim çizgisi, tek tek foton noktalarının yoğunluk dağılımının sonucu olarak çözümlenebilecek şekilde düşük olsun. Böyle olduğunda artık bu deney, "ışığın dalga ve tanecik özelliğini *aynı anda*" –en azından bazılarını aynı anda– ortaya koyan bir deneydir; yani bu deneyin ortaya koyduğu, Jordan'a göre "mantıksal-matematiksel çelişkidir".

Öte yandan, hangi fotonun hangi aralıktan geçtiğini saptayabilsek, kuşkusuz onun yörüngesini de belirleyebiliriz; belki de sonra, (muhtemelen olanaksız) bu deneyin fotonun tanecik özelliklerini *daha güçlü* olarak ortaya çıkardığını söylerdik. Evet, bunların hepsini söyleyebilirim ama aslında hepsi de önemsizdir. Çünkü Jordan ilkesiyle, başlangıçta olanaklı görünen *bazı* deneylerin sonraları olanaksız olabileceğini ileri sürmemiştir –bu zaten anlamsızdır; Jordan'ın aslında iddia ettiği, "dalga ve tanecik özellikli ışığı *aynı anda* tanıtlayabilen bir deneyin *olmadığıdır*. Oysa bu iddia, bizim de gösterdiğimiz gibi tamamen yanlıştır: tipik kuantum mekaniğinin *hemen hemen tüm* deneyleriyle çürütülmektedir.

Peki, o zaman Jordan neyi ileri sürmek istemiş olabilir? İddia ettiği, acaba ışığın *tüm dalga ve tanecik özelliklerini* tanıtlayabilen bir deneyin olmadığı mı? Aslında amacının bu olduğunu sanmıyorum, çünkü, –parçacık özelliklerinden vazgeçsek dahi– aynı anda *tüm* dalga özelliklerini ortaya çıkaran bir deney bile olanaksızdır (bu durum tersi için de geçerlidir).

Jordan'ın bu biçimdeki yaklaşımında beni rahatsız eden, onun kendi başına buyruk olmasıdır. Yukarıda anlattıklarımdan, hiçbir deneyin bağlayamadığı bazı dalga ve tanecik özelliklerinin olması gerektiği açıkça anlaşılmaktadır. Bu gerçek önce Jordan tarafından genelleştirilmiş sonra da (en azından bizim çürüttüğümüz) ilke olarak ortaya atılmıştır. Şimdi de Jordan, olanaksızlığı gösteren düşünsel bir deneyle bu ilke örneklestirilmektedir. Oysa, herkesin olanaklı gördüğü bu deney, yukarıda da vurguladığımız gibi, aslında ilkeyi ya da en azından Jordan'ın bu ilkeyi yorumlayışını çürütmektedir.

Şimdi de, "diğer yandan" bağlacıyla eklenen son kısmı biraz daha yakından ele alalım. Deneyimizi, parçacığın hangi aralıktan geçtiğini belirleyebilecek şekilde düzenlediğimizde, girişim çizgilerini bozduğumuz ileri sürülmektedir. Peki ama bu durumda dalga özelliklerini de bozmuş oluyor muyuz? En basit düzenlemeyi ele alalım ve aralıklardan birini kapatalım. Bu durumda da yine ışığın dalga özelliklerine ilişkin birçok verimiz olacaktır. (Tek bir aralıkla bile dalga biçimli yoğunluk dağılımlarını elde ederiz.) Ama karşı görüşte olanlar şimdi de, tanecik özelliklerinin bütünüyle ortaya çıktığını ve artık parçacığın "yörüngesini" yapılandırabileceğimizi söylerler.

(12) Ussal bakış açısından ele alındığında, tüm bu kanıtlamalar ve savlar geçersizdir. Sanmıyorum ki, Bohr'un tümlerlik ilkesinde ilginç bir sezgisel düşünce yatsın. Fakat ne Bohr ne de onun okulunun herhangi bir üyesi ilkeyi bugüne kadar ussal açıdan açıklayamamışlardır. Hatta Einstein gibi yıllarca onları anlamaya çalışan eleştirmenlere dahi açıklama getiremişlerdir[19].

Bu durum yukarıda (10). maddede betimlenen fizikötesi düşünceyle ilgili olsa gerek. Kuşkusuz haksız olabilirim ve Bohr başka birşey kastetmiş olabilir. Ama en azından şunu söyleyebilirim: Bohr'un, bize daha iyi bir açıklama borcu vardır.

(13) *Ekleme* (1968). Kuantum kuramına ilişkin bugünkü görüşlerim (ve kısa bir kaynakça), Mairo Bunge'nin *Quantum Theory and Reality*, 1967'sinin, "*Quantum Mechanics Without 'The Ob-*

[19] Bkz. Albert Einstein: *Philosopher-Scientist*, yayımcı P. A. Schlipp, 1949, s. 674.

server" adlı çalışmamda yer almaktadır. Bu çalışma, büyük ölçüde bu kitabın (1934) IX. bölümüyle aynıdır. Özellikle de *dalga paketinin indirgenmesi* sorunu s. 268'deki gibi çözülmektedir. Farklı olan, yalnızca 268. sayfadaki ve 71. kesimdeki "*biçimci*" *olasılıkların* yerine, *doğal eğilim yorumunu* getirmemdir: Orada, doğal eğilimlerin ya da gerçekleşebilirliğin, aynı kuvvet ya da kuvvet alanları gibi fiziksel gerçekler olarak algılanabileceği gösterilmektedir.

*XII. EINSTEIN, PODOLSKY VE ROSEN'IN DENEYİ

Albert Einstein'ın 1935 Yılında Yazdığı Bir Mektup

Burada basılan Albert Einstein'ın mektubu, kitabımın 77. kesiminde yer verdiğim hatalı düşünsel deneyi, bir çırpıda kesin olarak çürütmekte (mektupta, aynı zamanda yayımlanmamış bir çalışmamda yürüttüğüm benzer bir düşünsel deneye de yanıt verilmekte); ayrıca (*XI. Ekin (3)'üncü kesiminde betimlenen) Einstein, Podolsky ve Rosen'ın düşünsel deneyini, hayranlık uyandıran bir açıklıkla özet olarak ortaya koymaktadır.

Her iki noktada, kuram ve deney arasındaki ilişki konusunda, kuantum kuramının yorumuyla ilgili olarak genel ve olgucu yaklaşımların etkisine yer verilmiştir.

Mektubun son paragrafı, kitabımda işlediğim başka bir sorunla; yani bilmediğimiz durumlardan hareketle yürüttüğümüz öznel olasılıklar ve istatistiksel vargılarıyla ilgilidir. Bu konuda Einstein'la hâlâ aynı görüşte değilim: Bana göre, vargılara, eşdağılımla ilgili yürüttüğümüz tahminlerden ulaşıyoruz (bu tahminler, genelde bilinçli olmayıp, kendiliğinden ortaya çıkmaktadır). O halde vargılar, olasılı öncüllerden çıkmaktadır: Bilmediklerimizden hareketle, olasılıklar türetemeyiz. Bu durumda, artık var olan *kuramın* (Einstein'ın dediği gibi) "belirlenimci" ya da "olasılı" olup olmadığı önemli değildir. Önemli olan, olasılığı olan vargımıza ulaşmak için, en azından olasılı *tek bir* öncüle yer vermemiz gerektiğidir.

Old Lyme, 11. IX. 1935

Sayın Bay Popper!

Makalenizi inceledim. Çoğu konuda size katılıyorum**. Ancak, bir fotonun yer *ve* momentumunu (rengini), "izin verilmeyen" kesin bir doğrulukta kestirmemizi sağlayan, "tümüyle salt bir durumun" yaratılabileceğine inanmıyorum. Yönteminizi (seçici cam filtrelerle birlikle ekranı hızla açıp kapama yolunu) ilke olarak geçersiz buluyorum; bana göre, böyle bir filtre, tıpkı bir kırınım ağı gibi "konumu bulanıklaştıracaktır".

Bunu şöyle gerekçelendireceğim: Kısa bir ışık sinyalini düşünün (kesin konum). Soğurma filtresinin etkisini kolaylıkla göz ardı edebilmek için, ben, sinyalin salt biçimsel olarak çok sayıdaki sanki-tekrenkli D_n dalgalarına bölünmüş olduğunu varsayıyorum. Soğurma yasası, D_1'e kadar tüm D_n dalgalarını (renkleri) etkiler. Fakat bu dalgalar, fazlasıyla genleşmektedir; çünkü sanki-tekrenklidirler (konumun bulanıklaşması); başka bir deyişle, filtre "konumu bulanıklaştırmaktadır".–

Gözlemlenebilirlikle ilgili olarak, günümüzde "olgucu" eğilimlere sımsıkı sarılmanın moda haline gelmesi, hiç de hoşuma gitmiyor. Bana göre, atomik ölçekli konularda istenen tamlıkta kestirimler yapılamaz. Ayrıca, (sizin gibi) ben de, kuramın, gözlem sonuçlarına dayanarak üretilebileceği değil, keşfedilebileceği kanısındayım.

Geçi şu anda elimde, Sayın Rosen ve Podolski ile birlikte yürüttüğümüz çalışmanın örneği yok; ama burada kısaca konu hakkında bir şeyler söyleyebilirim.

Bir y-fonksiyonu ile betimlenen dizgeler, aslında belirlenimci özellikte olsalar da, bugünkü kuantum kuramına uygun deneysel bulgularımızın istatistiksel yapısının, *ancak ölçümleri de içine alan dış etkenlerle* oluşturulup oluşturulmadığı sorusunu aklımıza getirebiliriz. Heisenberg, bu yaklaşımı katı bir biçimde savunmamakla birlikte, buna eğilim göstermektedir. Sorumuzu şöyle de yöneltebiliriz: Gözlemle yarattığımız yabancı (kesin olarak bilinmeyen) etki nedeniyle, kestirimler yalnızca istatis-

** Yeter ki, y-fonksiyonu, tek bir dizgeyi değil, (istatistiksel) dizgeler *bütününü* tanımlasın. Bu, aynı zamanda aşağıda ortaya koyduğum bakış açısının da sonucudur. Bu yaklaşım, özellikle "salt" ve "salt olmayan" durumlar arasında bir ayrım yapmanın gereksiz olduğunu da göstermektedir.

tiksel yapıda olurken, Schrödinger denklemine göre, zamana göre belirlenimci olarak değişen y-fonksiyonu, fiziksel gerçeğin *tam* bir betimlemesi değil midir?

Buradan, y-fonsiyonunun, bir dizgenin fiziksel büyüklüğünün tam bir betimlemesi şeklinde algılanamayacağı sonucuna varıyoruz. Yalnızca sınırlı bir zaman süresince birbirleriyle etkileşim halinde bulunan A ve B altdizgelerinden oluşan bir bütünü inceleyelim.

Bütünün y-fonksiyonunun, etkileşimden (örneğin iki tek parçacığın çarpışmasından) *önce* bilindiğini düşünelim. Buna göre, Schrödinger denklemi etkileşimden *sonra*, bize bütünün y-fonksiyonunu verecektir.

Artık (etkileşimden sonra) A altdizgesinde (tam) bir ölçüm gerçekleştirilebilecektir. Fakat ölçme işlemi, (kesin olarak) ölçeceğimiz (örneğin momentum *ya da* koordinatlar) değişkenlere göre değişmektedir. Bu durumda kuantum mekaniği, B altdizgesindeki y-fonksiyonunu verecektir. *Bu fonksiyon, A'da belirlediğimiz ölçmeye göre değişir.*

B'nin fiziksel büyüklüğünün, B'den ayrı olarak gerçekleştirdiğim A'daki ölçüme bağlı olduğu düşüncesi, mantıklı değildir. Bunun yerine, B'nin fiziksel büyüklüğüne ait farklı iki y-fonksiyonu vardır, deriz. Fiziksel bir büyüklüğün *tam* bir betimlemesi, bazı koşullarda, (büyüklükler, koordinatlar vb. gibi yüzeyselliğe yönelik betimlemeler dışında) *belirgin* bir betimleme olması gerektiğinden, y-fonksiyonu büyüklüğün *tam* bir betimi olarak algılanamaz.

Kuşkusuz, koyu bir kuantum kuramcısı, tam bir betimlemenin olmadığını; başka bir deyişle, *tek bir dizgenin* değil de, yalnızca dizgesel bir *bütününün* istatistiksel betimlemesi olduğunu söyleyecektir. Bence de bunu *söylemelidir* (öte yandan, böyle kolaylıkla anlaşılır bir doğa betimlemesiyle bir süre daha yetinmek zorunda olduğumuzu da sanmıyorum).

(A'daki ölçümü nasıl yaparsak yapalım) B dizgesine ulaşabileceğim (kesin) kestirimlerin, birbirleriyle aynı momentum ve yer ölçümü gibi davranabileceğini de unutmamalıyız; yani B dizgesinin, gerçekten belirli bir momentumu ve belirli bir koordinatı olduğu düşüncesinden kendimizi soyutlayamayız. Çün-

kü, büyüklüklerle ilgili olarak bulunacağım kestirimler, gerçekte de doğru çıkmalıdır.–

Bence, ilke olarak günümüzde kullanılan istatistiksel betimleme, yalnızca bir geçiş dönemidir. –şunu bir kez daha* vurgulamak istiyorum: Belirlenimci bir kuramdan istatistiksel vargıların çıkarılamayacağı biçimindeki görüşünüzü doğru bulmuyorum. Bu konuyla ilgili olarak, yalnızca klasik istatistiksel mekaniğini (gaz kuramını, Brown hareketleri kuramını) bir düşünün. Örneğin: Maddesel bir nokta, kapalı dairesel bir yörüngede aynı biçimde hareket eder; belirli bir zamanda, çevresinin belirli bir kısmında rastlayabileceğim noktanın olasılığını hesaplayabilirim. Bilmediğim ya da kesin olarak bilmediğim tek şey, yalnızca onun başlangıç durumudur.

Sevgilerimle

A. Einstein

* (Not) "biz kez daha" anlatımı, Einstein'ın yazdığı önceki bir mektuba bağlı olarak kullanılmıştır.

K. R. P.

Old Lyme. 11.IX. 35.

Lieber Herr Popper!

Ich habe Ihre Abhandlung angesehen und stimme weitgehend überein.* Nur glaube ich nicht an die Herstellbarkeit eines „übereinen Falles", der es erlaubem würde, Art und Impuls (Farbe) eines Lichtquants mit „ungelöschter" Genauigkeit zu prognostizieren. Ihr Mittel (Blende mit Momentan-Verschlußklappe in Verbindung mit selektiv durchlässigem Gliedersatz) halte ich aus dem Grunde für prinzipiell unwirksam, weil ich bestimmt glaube, daß ein solches Filter „ortsverschmierend" wirkt wie etwa ein Beugungsgitter.

Meine Begründung ist folgende. Denken Sie an ein kurzes Lichtsignal (gemeiner Art). Um die Wirksamkeit des Absorptionsfilters bequemer zu übersehen, denke ich mir dieses rein formal in eine große Anzahl von gemeinmonochromatischen Wellenzügen Wn zerlegt. Der Absorptionssatz wirke auf alle (Farben) H_z (Farben) verstörend bis auf W_s. Diese Wellengruppe hat aber eine erhebliche Ausdehnung, weil sie quasi-monochromatisch ist (Ortsverschmierung); d. h. das Filter wirkt notwendig „ortsverschmierend".—

Mir gefällt das ganze modische „gorestivestische" Kleben am Beobachtbaren überhaupt nicht. Ich

---

* Hauptsache: Die ψ-Funktion charakterisiert eine (statistische) Systems-Gesamtheit, nicht ein Einzelsystem. Dies ist auch das Ergebnis der unten angestellten Betrachtung. Diese Auffassung macht es auch selbstverständlich, zwischen „reinen" und „nicht-reinen" Fällen besonders zu unterscheiden.

halte es für trivial, dass man auf atomistischem Gebiete nicht beliebig genau prognostizieren kann und denke, dass Theorie nicht aus Beobachtungsresultaten fabriziert sondern nur erfunden werden kann (wie Sie übrigens auch). –

Ich habe keine Exemplare meiner mit dem Herrn Rosen und Podolski zusammen verfassten Arbeit hier, kann Ihnen aber kurz sagen, um was es sich handelt.

~~Wie Sie schon hervorgehoben haben.~~

Man kann sich fragen, ob der statistische Charakter unserer experimentellen Befunde gemäss der heutigen Quantentheorie erst durch die fremden Eingriffe inklusive Messungen veranlasst wird, während die Systeme als solche – durch eine ψ-Funktion beschrieben – sich an sich deterministisch verhalten. Heisenberg liebäugelt mit einer solchen Auffassung, ohne sie konsequent zu vertreten. Man kann auch so fragen: Ist die ψ-Funktion, die sich nach der Schrödingergleichung zeitlich deterministisch verändert, nicht als vollständige Beschreibung des physikalischen (umfassend bekannten) Realzustandes aufzufassen, wobei lediglich der fremde Eingriff durch Beobachtung dafür verantwortlich ist, dass die Prognosen nur statistischen Charakter haben?

Wir kommen zu dem Ergebnis, dass die ψ-Funktion nicht als vollständige Beschreibung des physikalischen Zustandes eines Systems aufgefasst werden kann.

Wir betrachten ein Gesamtsystem, das aus den Teilsystemen A und B besteht, die nur während einer beschränkten Zeit in Wechselwirkung miteinander stehen.

Die ψ-Funktion des Gesamtsystems vor der Wechselwirkung (z. B. Zusammenstoss zweier Teilchen) sei bekannt. Die Schrödinger-Gleichung liefert dann die ψ-Funktion des Gesamtsystems nach der Wechselwirkung. (nach der Wechselwirkung)

Es werde nun am Teilsystem A eine (vollständige) Messung ausgeführt, was aber in verschiedener Weise möglich ist, je nach der Versuchsart, die man (genau) trifft (z. B. Impuls oder Koordinate). Die Quanten-Mechanik liefert dann die ψ-Funktion für das Teilsystem B, und zwar verschiedene, je nach der Wahl der Messung, die man an A ausgeführt hat.

Da es aber unpraktisch ist, anzunehmen, dass der physikalische Zustand von B davon abhängig sei, was für eine Messung ich an dem von ihm getrennten System A vornehme, so heisst dies, dass zu demselben physikalischen Zustande von B zwei verschiedene ψ-Funktionen gehören. Da eine vollständige Beschreibung eines physikalischen Zustandes notwendig (obgleich im Allgemeinen nicht die volle Quantität) eine eindeutige Beschreibung (sein muss) so kann die ψ-Funktion nicht als eine vollständige Beschreibung des Zustandes aufgefasst werden.

Natürlich wird ein orthodoxer Quantentheoretiker sagen, es gebe eben keine vollständige Beschreibung, sage nur die statistische Beschreibung einer Systemgesamtheit und nicht eines Systems. Aber erstens will er dies sagen (und zweitens glaube ich nicht, dass wir uns für die Dauer mit einer so fadenscheinigen Naturbeschreibung werden begnügen müssen).

(cakter)
Zu beachten ist, dass die Prognosen, zu welchen ich (je nach freier Wahl der Messung zur A) für das System B gelangen kann, nicht zu einander sehr wohl wie Impulsmessung und Ortsmessung verhalten können. Man kann aber nicht wohl um die Auffassung herumkommen, dass das System B thatsächlich einen bestimmten Impuls und eine bestimmte Koordinate hat. Denn was sich nach freier Wahl prophezeihen lässt, das muss auch in der Wirklichkeit existieren. —

Meine Meinung nach ist die gegenwärtige prinzipiell statistische Beschreibung nur ein Provisorium. — Ich möchte wiederholt sagen, dass ich Ihre Behauptung, dass aus einer deterministischen Theorie keine statistischen Sätze gefolgert werden können, nicht für richtig halte. Denken Sie nur an die klassische statistische Mechanik (Gastheorie, Theorie der Brown'schen Bewegung). Beispiel: ein materieller Punkt läuft gleichförmig auf einer geschlossenen Kreisbahn; ich kann die Wahrscheinlichkeit rechnerisch bestimmen, ihn (auf einem bestimmten Teil der Peripherie anzutreffen. Wesentlich ist nur, dass ich den Anfangszustand nicht oder nicht genau kenne!

Freundlich grüsst Sie Ihr
A. Einstein

XIII. MUTLAK OLASILIK VE BOOLE CEBİRİNİN İKİ BELİTİ

Burada amacım, 363. sayfada yer verdiğim belitler dizgesini daha kısa bir dizgeyle değiştirmektir. Bu yeni belitler dizgesinde yalnızca eşitsizlikler ("<" ve "≤") ortaya çıkmakta; "eşitlikler" ("=") ise, kanıt savlarda yer almaktadır. A beliti, Aa, Ab, Ac ve Ad biçimindeki dört belitin tümel-evetlemesinden oluşmaktadır; ama tümel-evetleme imi "ve" olmaksızın yazılmıştır. Beşinci belit B, 363. sayfadaki dizgenin A4 ve B3 belitlerini birleştirmektedir.

x, y, z,... elemanlarından oluşan bir kümenin var olduğu koşulunu getirelim; *x* bu kümeye ait olduğunda, $\bar{x}$'nin de bu kümeye ait olduğunda, *xy*'nin de bu kümeye ait olduğunda, *x* bu kümenin elemanıysa, *p(x)*'in gerçek bir sayı olduğu koyutunu getirelim. Bu durumda, aşağıdaki iki belit geçerli olacaktır. (Kullanılan *"(x)"* ve *"(Ex)"* gibi farklı imler için aynı zamanda bkz. s. 389 ve s. 409.)

A $(x)(y)(z)\ (p(xy)z)\leq p(yz)x)\leq p(x)\leq p(xy)+p(x\ y)\leq p(xx)$
B $(x)(Ey)(p(xy)\leq p(x)p(y)\leq p(y)>p(x)-p(y))$

A'nın dört bileşeni şunlardır:

Aa $p((xy)z)\leq p((yz)x)$
Ab $p((yz)x)\leq p(x)$
Ac $p(x)\leq p(xy)+p(x\bar{y})$
Ad $p(xy)+p(x\bar{y})\leq p(xx)$

Burada Aa, 363. sayfadaki A1 ve A2 belitlerinin yerini al-

makla beraber[1], aynı onlar gibi salt cebirsel bir belittir. Ab, Ac ve Ad belitleri ise, her ne kadar, (göreli olasılık için ileri sürdüğüm belitler dizgesine benzer) özellikle A3 gibi cebirsel kanıtsavlar Ac ve Ad'den çıkarsansa da, salt metrikseldir. Ab, B1'e karşılık gelir, ama ondan daha zayıf bir koşuldur. Ac ve Ad, B2 eşitliğinde birleştirilmiş iki eşitsizliğin karşılığıdır. B2'yi bu biçimde iki kez saydığımızda, A'da yer alan bu dört bileşen, eski altı belitin yerine geçer. Yeni B, A4 ve B3 belitlerinin yerini alır. Belitlerde 0 ve 1 sınırlarına özellikle değinmek istemedim; ama bu sınırlar türetilebilir.

Türetimler.

(1) $p(xy) \leq p((xy)(xy))$ — Ac, Ad
(2) $p((xy)(xz)) \leq p(x)$ — Aa, Ab
(3) $p(xy) \leq p(x)$ — 1, 2

Bu, yeknesaklık yasasıdır (B1 s. 363).

(4) $p(xy)(xy)) \leq p((y(xy))x) \leq p((xy)x)y) \leq p((xy)x) \leq p((yx)x) \leq p(yx)$ — Aa, 3
(5) $p(xy)=p(yx)$ — 1, 4

Bu, yer değiştirme yasasıdır (A1).

(6) $p((xy)z) \leq p(x(yz))$ — Aa, 5
(7) $p(x(yz))=p((yz)x) \leq p((zx)y) \leq p((xy)z)$ — 5; Aa
(8) $p((xy)z)=p(x(yz))$ — 6, 7

Bu, ortaklaştırım yasasıdır (A2).

(9) $p(x)=p(xx)$ — *Ac, Ad, 3*

[1] Daha birkaç yıl önce Hollandalı bir matematikçi, dikkatimi, A1 ve A2 yerine Aa'nın geçebileceği konusuna çekmiştir. Sonra da birkaç kez karşılıklı yazıştık (elbette yalnızca Aa konusunda değil); fakat son mektubumdan sonra kendisinden bir daha yanıt alamadım ve bunun üzerine bu ilginç yazışmayı kestim; ne var ki şimdi adını anımsayamıyorum. Bu nedenle, kendisine burada, yalnızca ismini anamadan teşekkür edebileceğim.

Bu, eşsözün ya da denkgüçlülüğün Boole yasasıdır (A3)

(10) $p(x)=p(xy)+p(x\bar{y})$ Ac, Ad, 9

Bu, tümleme yasasıdır (B2).

Görüldüğü gibi, üç cebirsel yasayı; yani (5), (8) ve (9)'u ve metriksel iki yasayı; yani (3) ve (10)'u A'dan türetmiş olduk. Değiştirim sonucunda da (9) ve (10)'dan

(11) $p(x\bar{x})=0\leq p(x)$ 9, 10, 3

elde ederiz.

O halde, alt sınır olarak 0'ın "seçimi", serbest ya da keyfi bir saptamadan oldukça uzaktır. Bu seçim keyfi olmayıp, bütünüyle farklı bir saptamanın istemsiz ama gerekli bir sonucudur; yani toplama işlemiyle ve örtük olarak *Ac* ve *Ad* tanımlanmış değilleme düşüncesiyle yakından ilişkili olan tümleme yasasının bir vargısıdır.

Aynı şeyler, üst sınır olarak 1'in seçimi ve burada B belitinde yer alan olasılıklar mantığındaki bağımsızlık için de geçerlidir. Bir yanda

(12) $(Ex)p(x)\neq 0$ B
(13) $(Ex)(Ey)p(x)\neq p(y)$ 11, 12 (bkz. s. 363, A4)
(14) $(Ex)0<p(x)$ 13, 11

öte yandan

(15) $p(x)=p(x(y\bar{y}))+p(x\overline{(y\bar{y})})$ 10
(16) $0\leq p(x(y\bar{y}))\leq p(y\bar{y})=0$ 11, 5, 3, 11
(17) $p(x)=p(x(y\bar{y}))\leq p(y\bar{y})$ 15, 16; 5, 3
(18) $p(x)\leq p(y\bar{y})=p(x\bar{x})=k$ (k bir sabittir) 17
(19) $0<k=p(t)$ (t bir sabittir) 18, 14

belitlerimiz vardır.

Şimdi, "$y\bar{y}$" ve "$\overline{y\bar{y}}$" yerine "s" ve "t" yazmak istiyoruz. (5) ve (17)'ye göre $p(tx)=p(x)$, (11)'e göre de $p(tt)=0$ olduğundan

(20) $0=p(s)=p(\bar{t})<p(t)=k\geq p(x)$'i 19, 5, 17, 11

elde ederiz.

k sabiti ve aynı zamanda k'nın $0<k$ oluşu kuramın bir vargısıdır. Belki, yalnızca $0<k$'yı dikkate aldığımızda, tamamıyla $p(t)=k$ sayısının seçiminin keyfi yapılalabileceği sanılabilir. Ama durum böyle değildir.

Elimizde bir de, özellikle önemli saydığımız genel çarpım teoremi vardır. Göreli olasılıklar mevcut olduğunda bu teorem aşağıdaki gibidir:

$$p(xy)=p(x)p(y,x)=p(x,y)p(y).$$

$p(y)\neq 0$ olduğunda, teoremden

$$p(x,y)=p(xy)/p(y),$$

elde edilir. Bu formül, mutlak olasılıkların yardımıyla elde edilen göreli olasılıkların bir tür tanımı olarak yorumlanabilir.

Artık $0<k\neq 1$ seçildiğinde, göreli olasılık sınırlarının, (20)'ye rağmen her zaman 0 ve 1 arasında yer aldığını gösterebiliriz:

$$0=p(s,t)\leq p(x,y)\leq p(t,y)=1$$

Bu nedenle, $k\neq 1$ alındığında mutlak olasılığı, göreli olasılığının özel bir durumu olarak ele almak olanaksızdır. Buna karşın $k=1$ kabul edildiğinde, mutlak $p(x)$ olasılığını göreli $p(x,t)$ olasılığıyla tanımlayabiliriz:

$$p(x)=p(x,t),$$

çünkü bilindiği gibi, $p(x,t)=p(xt)/p(t)$'dir ve $k=1$ alındığında, $p(t)$ de $p(t)=1$'dir. Diğer hallerde $p(xt)=p(x)$'dir; bunu da formül (17) ve (20)'den biliyoruz.

Yukarıda anlattıklarımız, $k=1$ alınmasının ağırlıklı nedenlerini göstermektedir. Ama bunlardan başka daha da önemli nedenler vardır.

x ve y'nin olasılı bağımsızlığı, göreli olasılık kuramında

$$p(x,y)=p(x,t) \text{ ve } p(y,x)=p(y,t)$$

biçiminde tanımlanabilir. Bu tanımlama bizi, $k=1$ yerleştirdiğimizde özel çarpım teoremine; yani genel çarpım teoreminin aşağıdaki özel bir durumuna götürür:

* $$p(xy)=p(x)p(y)$$

Bu formül, şans oyunları kuramının önemli formüllerindendir.

Benzer şekilde, göreli olasılıklar için, z verildiğinde x ve y'nin bağımsızlığını öngörmüştük:

$$p(xy,z)=p(x,z)p(y,z)$$

Özel çarpım teoreminin bu biçimi, $k\neq 1$ seçtiğimizde de göreli olasılık için geçerli olurken, formül*, $k\neq 1$ koşulunda mutlak olasılık için geçerliliğini kaybeder.

Bunun tersine, özel durum olan *'ın geçerliliğini koşullayabilir, böylece de $k=1$'i örtük olarak belirleyebiliriz. Bu durumda k keyfi olarak değil, bağımsızlık kuramı yardımıyla saptanır. İşte bunu da bize B beliti sağlar: Belitten, formül (20)'ye göre, $x=t$ için

(21) $(Ey)(p(ty)\leq p(t)p(y)\leq p(y)\neq 0)$ B, 20, 12, 13

varılır; formül (5) ve (17)'ye göre

(22) $p(ty)=p(y)$ 5, 17

olduğundan

(23) $(Ey)(p(y)=p(ty)=p(t)p(y)\neq 0)$ 21, 22

elde edilir ve * özel çarpım teoreminden, $p(y)\neq 0$ koşuluyla

(24) $p(t)=k=1$ 21, 23

çıkarılır.

Buna göre B beliti ve formül (24) keyfi olmayan bir saptamadır: yani $x=t$ durumu için her zaman geçerli olan özel çarpım teoremi (21)'nin belirlenimidir.

Göreli olasılıkta olduğu gibi, tüm Boole cebirini ve bu nedenle de tüm önermeler kalkülünü yukarıdaki iki belit yardımıyla türetebiliriz. Bunun için de yalnızca, $x \geq y$ Boole altkümesini şu biçimde tanımlamamız yeterli olacaktır:

D1 $x\geq y \leftrightarrow (z)(p(xz)\leq p(yz))$

Önermeler kalkülünü de

D2 $\vdash (q_x \supset q_y)\leftrightarrow x\geq y$

den elde ederiz.

x'i, q_x'in mantıksal vargılarının kümesi, y'yi de, q_y'nin mantıksal vargılarının kümesi olarak yorumladığımızda, bu tanımlar sezgisel olarak anlaşılır olacaktır.

Görüldüğü gibi Boole, Boole cebiri ve olasılıklar hesabı arasında bir türetilebilirlik ilişkisini görmekte haklıydı: Olasılıklar hesabı, alışılmış Boole cebirinin D1 yardımıyla türetildiği, *metrikleştirilmiş* toplama işlemli Boole cebiridir[2]. (Ayrıca bkz. s. 419vd, dipnot 4.)

[2] Boole cebiri, bilindiği gibi –örneğin Huntington'un belitsel dizgelerinde– farklı farklı yorumlanabilir: Buna göre "elemanları", özellikler ya da olayların kümesi (bu bizi boş küme olarak $x.\ \bar{x} = 0$ ile yürütülen kümeler hesabına götürür); ya da önermeler, ifadeler olarak yorumlayabiliriz (bu da bizi çelişme anlamında $x.\ \bar{x} = 0$ ile yürütülen önermeler hesabına götürür). Söylediklerimiz, olasılık kuramı için de geçerlidir. Bu nedenle Carnap'ın (*Logical Foundation of Probability*, 1950, s. 345), böyle iki yoruma açık bir işlemin varlığını olanaksız tanımlaması anlaşılır değildir; özellikle de 1934'te kitabımın ilk baskısında 48. kesimde tartıştıktan ve 1938'de yayımladığım bildiriden (bkz. Yeni Ek *II) sonra hiç kabul edilebilir değildir. Buna göre, olasılık kuramıyla ilgili birçok çalışma, Boole cebirinin temel bağıntıları göz önünde bulundurulacak biçimde basitleştirilebilir.

Bir de şunu vurgulamakta yarar görüyorum: Kuramımızda (Ek *IV ve *V'te türettiklerimiz de buna dahildir), n'den $n+1$'e varmakla (matematiksel tümevarım), hem mutlak işlemlerin hem de göreli işlemlerin "sigma toplamı" olduğunu tanıtlayabiliriz; mutlak hesaplamada tikel-evetleme için D3 tanımını getirebiliriz:

D3 $p((x+y)z)=p(xz)+p(yz)-p((xy)z).$

Bu durumda ortaklaştırma (ve dağılma) yasasını elde eder, bunu da her bir n eleman sayısına genelleştirebilir ve n elemanın tikel-evetlemesi için Σ imini yerleştirebiliriz:

D4 $p(\sum_{i=1}^{n} x_i)=p(x_1+\ldots+x_n).$

Artık kolayca

(25) $p(\sum_{i=1}^{n} x_i)=(\sum_{i=1}^{n} p(x_i) - \sum_{i,j=1,2}^{n-1,n} p(x_i x_j))\leq 1 \qquad (1\leq i\neq j\leq n)$

tanıtlayabiliriz. Birbirleriyle bağdaşmayan sayılabilir birçok eleman olduğunda ise, bu formül bizi sigma toplamına götürür:

(26) *Eğer* $\sum_{i,j=1,2}^{n-1,n} p(x_i x_j)=0$ *ise,* $p(\sum_{i=1}^{n} x_i)=\sum_{i=1}^{n} p(x_i)\leq 1$*'dır.*

Benzer durum göreli hesaplamalar için de geçerlidir; bkz. Ek *IV, koyut 1.

Son olarak da şunu vurgulamalıyım: Yukarıdaki gibi geliştirilen göreli olasılıklar hesabı, bildiğim tüm işlemlere göre hem daha genel hem de daha güçlüdür. (Söylediklerim, A. Rény'nin işlemleri için de geçerlidir.) Brouwer ve Heyting'in tasarladığı biçimde sezgisel olasılık kuramını –Heyting cebirinin metrik-

Boole cebiri için, bkz. TARSKI'nin *Logic, Semantics, Metamathematics*, Oxford 1956, adlı eserinin özellikle IX. bölümü. (Tarski'nin S işlemi aşağıda tanıtılan işlemlerden daha güçlüdür.)

leştirilmesiyle– geliştiren üçüncü bir işlem (bkz. A.TARSKI, *Logic, Semantics, Metamathematics*, Oxford 1956, s. 352), aşağıdaki gibi yürütülebilir.

(1) Ek *IV'te yer alan dizgenin tüm belitlerini ve koyutlarını aynen alıyoruz. Koyut 4, şu biçimde geliştirilir:

a, *S*'de ise, bu durumda a^i, *S*'dedir; ayrıca *b* ve *c*'de *S*'deyse, o zaman *b*+*c*'de *S*'dedir; ve *S*'de yer alan bir *s* elemanı ve bir *t* elemanı için şu geçerlidir:

$C_{s,t}$ $p(s,t)=0 \leq p(a,b) \leq p(a,s)=p(t,b)=1$ *S*'deki her *a* ve *b* için

Ayrıca C1 beliti yerine de

C_{int}

$((c)p(ai,c)=p(b,c) \leftrightarrow ((c)(d)p(s,t) \geq p(ab,d) \geq p(ac,d) \rightarrow p(b,d) \geq p(c,d))$

ve

C^+ $p((a+b),c)=p(a,c)+p(b,c)-p(ab,c)$

belitleri yerleştirilir.

Kuşkusuz, bu belitlerin her birini bir tanım olarak algılayabiliriz[3].

[3] Bkz. *Creative and Non-Creative Definitions in Calculus of Probability, Synthese 15*, 1965, s.167-186 ve *Synthese 21*, 1969, s.107' adlı çalışmam. Burada C^{int} formülü, s. 174'te yer almaktadır; ancak C1 yerine C^{int} yerleştirildiğinde, C^+'nın kullanılması (C^+, sözü edilen çalışmanın 177. sayfasında D^+ olarak ifade edilmiştir) gerektiği vurgulanmamıştır.

*XIV. MANTIKSAL SINIRLANDIRMA AYRACI OLARAK YANLIŞLANABİLİRLİK VE GÖRGÜL YANLIŞLAMANIN TANITLANAMAZLIĞI

1981'de 7. baskının Önsöz'ünde değinilen iki eleştiriden ilki (bununla birlikte, bilim evrimine ters düştüğü gerekçesiyle yanlışlanabilirlik kuramıma yönelik karşıolumlar) aşağıdaki yanılgıdan kaynaklanmaktadır; dikkatli ve baştan önyargılı olmayan titiz bir okuyucu, sanıyorum, böyle bir yanılgıya düşmezdi[1].

Bilimsel Araştırmanın Mantığı (1934) adlı kitabımı yazdığımda[2], "yanlışlanabilirlik" ya da "görgül olarak çürütülebilirlik" kavramlarıyla kastettiğim, kuramın *salt mantıksal* bir özelliğiydi: Bir kuram, ancak ve ancak, *mantıksal olarak olası* doğru ya da yanlış tüm temel önermelerin oluşturduğu kümede kurama ters düşen önermeler bulunduğunda, yanlışlanabilir. Temel önermeden kastettiğim, mantıksal olarak olası ve ilke olarak gözlemlenebilir bir olayı betimleyen bir önermedir. (O halde, "yanlışlanabilir olma" durumu, kuramla önerme ya da önermeler arasında salt mantıksal ilişkiyi ortaya koyan bir yüklemdir; bu önermeler verilmiş temel önermeler kümesinin öğeleridir.)

Bir kuramın bu anlamda yanlışlanabilir olup olmadığı, (he-

[1] Ne yazık ki, önyargılı davranan birçok okuyucu vardır; bunlar da, tüm kestirimlerin temeli olarak tümevarımın gerekliliğini tartışmasız bir biçimde kabul eden, bu nedenle de kestirimlerin "yadsınmasını" saçma bulan düşünürlerdir. Bunlar arasında, tanınmış ünlü düşünürlerden yalnızca Rudolf Carnap ve Hans Reichenbach'ı saymak, yeterli olacaktır.

[2] Hatta daha da önce, 1933'te: bkz. Yeni Ek *I.

men hemen)[3]" tüm durumlarda salt mantıksal işlemlerle ve bu nedenle de *kesin olarak saptanabilir.*

Bununla birlikte "yanlışlanabilir" sözcüğünden belki şu da anlaşılabilir: İlke olarak bir kuramın, gerçekten görgül olarak çürütülmüş olup olmadığını *kesin olarak saptadığımızda*, o kuramın "yanlışlanabilir" ya da "görgül açıdan çürütülebilir" olduğu söylenebilir. Buna bağlı olarak da kuramların, (bu anlamda!) yanlışlanabilir olmadığı savlanır.

Bu yaklaşım, ya yeni bir buluş olarak değerlendirilmekte; bu gerçeği gözden kaçırdığım ve bu nedenle kuramlarımın çürütüldüğü ileri sürülmekte, ya da bu olguyla, benim de zaten çoğu yerde nihai yanlışlamalara varılamayacağı görüşüne işaret ettiğim vurgulanmaktadır. Ayrıca, çelişkilere düştüğüm, kitabımın bazı kesimlerinde kuramın nihai karar verilebilirliğine inanan "saf bir yanlışlamacı", başka kesimlerinde ise "kılı kırk yaran kurnaz bir yanlışlamacı"[4] olarak kendimi ortaya koyduğum konusunda yargılanmışımdır. Bu kadarla da kalınmamış ve yaşantımın evrelerine dayanarak başlangıçta "saf olduğum" ileride "kılı kırk yardığım", bu tutarsızlığın da kitabımın birçok yerine yansıdığı ileri sürülmüştür. Tüm bunlar kuşkusuz zırva yargılardır –titiz olmayan (evet belki de hata bulma amacı güdülen) bir okuma sonucunda yürütülen saçma varsayımlardır. Her iki savım –yani bir yandan, kuramın yanlışlanabilirliğinin mantıksal işlemlere bağlı olduğu ve bu nedenle sonuçta kararın (hemen hemen her zaman) saptanabilmesi, öte yandan aynı diğer görgül işlemler gibi, kuramın görgül olarak yanlışlanması sonucunda kararın kesin ve nihai olmayacağı görüşü– birbiriyle çelişkili değildir ve her ikisi de akla yatkın savlardır.

Bilimsel geçmişimle ilgili yargılara gelince: *Bilimsel Araştırmanın Mantığı* adlı kitabımda, görgül bilimle ilgili yaklaşımımın –yani yalnızca yanlışlanabilir varsayımların görgül-bilimsel var-

3 Burada "(hemen hemen)" yazmamın nedeni şudur: Belirli önermeler bazı araştırmacılar tarafından ilke olarak gözlemlenemez ya da *mantıksal açıdan olanaksız* diye tanımlanırken, bazıları önermelerin olanaklı ya da gözlemlenebilir olduğunu ileri sürebilir. Böyle bir duruma kitabımın 541. sayfasında örnek bulabiliriz: Pascual Jordan, önermeyi *"mantıksal ve matematiksel* açıdan tutarsız" (ve bu nedenle de ilke olarak gözlemlenemez) diye tanımlarken, ben, yanlızca gözlemlenebilir oluşuyla değil, gerçekten de gözlemlenmiş olmasıyla tanımlıyorum.

4 İngilizcede: "a sophisticated falsificationist".

sayımlar olarak kabul edilmesi gerektiği savının– tarihsel ya da görgül bir sav olmadığı, tersine düzgüsel bir önerme olduğu vurgulanmıştır. (Bkz. Bölüm II ve özellikle de Bölüm IV.)

Tüm bu eleştirilere rağmen, görgül bilimin (salt mantıksal) yanlışlanabilirlik olgusuyla karakterize edilebildiği şeklinde getirdiğim savın, görgül bir bilimin tarihçesini araştıranlar için önemli olduğu kanısındayım. Bu savla, bilimsel evrime, özellikle de en önemli evrelerine yeni bir ışık saçılmıştır. Kuşkusuz tüm yanlışlamalar başlangıçta tartışmalı durumlar yaratmıştır. Zaten bu gerçek de altını çizerek vurguladığım olgunun, yani yanlışlamaları her zaman yadsıyabileceğimiz ve özellikle de kuramı yanlışlamalara karşı dokunulmaz ya da muaf sayabileceğimiz biçimindeki görüşün gerekli bir vargısıdır.[5] Gerçi bilim tarihine baktığımızda, yanlışlanmış olmasına rağmen yıllarca kuramın savunulduğu durumların yanında, yanlışlanmış bir kuramın hemen benimsendiği durumların ya da yanlış olduğu sanılan kuramların zaman içersinde, aslında deneysel çalışmada yapılan bir hata sonucu yanlışlanmış olduğu da gözlenmektedir. Aslında yanlışlama olgusunun başlıca özelliği, önemli yeni kuramların bulunmasında bizi bilimsel devrimlere götürmesidir. Bu devrimlere birçok örnek verebiliriz, ama burada yalnızca beşine değineceğim.

İlk örneğim J. J. Thomson'un, (kendisi ve başkaları tarafından) yeni bulunan elektronun atomun bir parçası olduğu görüşüdür; bu yaklaşım, bir zamanlar atomun bölünmez olduğu şeklinde ileri sürülen kuramı yanlışlamış ve elektron çağını başlatan bilimsel bir devrime yol açmıştır. İkinci örneğim Planck'ın kuantum kuramıdır. (Bkz. kesim *30*, *Kuram ve Deney*.) Bu kuram, Wilhelm Wien'in (Planck'ın deyişiyle[6]) enerji dağılımı yasasına değişiklik getirmek amacıyla ortaya atılmıştır; çünkü bu yasa, Lummer ve Pringsheim, Kurlbaum ve Rubens tarafından artık çürütülmüştü. (Planck kibarca, "yasanın, o ana kadar taşıdığı evrensel önemi artık taşımadığını" ileri sürmüştür.) Üçüncü örneğim, Rutherford'un yine bilimsel bir devrim niteliğindeki çekir-

5 Buradaki "dokunulmaz ya da muaf saymak" anlatımı Hans Albert'in bir deyişidir; kitabımda bunun yerine, bir kuramın "uzlaşımcı yaklaşımı" anlatımını kullanıyorum.

6 MAX PLANCK, *Verhandlungen d. Deutschen Physikalischen Gesellschaft*, Sayı 1, s. 202-204.

dek atomu varsayımıdır. Bu varsayım, J. J. Thomson'un ortaya attığı atom modelinin Geiger ve Marsden'in yaptıkları bir deneyle yanlışlanmış olduğu görüşünün bir sonucudur.

Dördüncü örneğim, Anderson'un 1935'te buduğu mezondur. Bu buluş (ve bununla birlikte, 1932'de bulunan, Anderson'un pozitif yüklü elektronu ve Chadwick'in nötronu) maddenin elektromanyetik kuramını yanlışlamıştır. Bu kuram neredeyse unutulmuştur, ama Weyl, Eddington ve Einstein'ın araştırmalarında çok önemli bir vardır.

Son olarak getireceğim beşinci örnek, 1957 yılında deneysel olarak çürütülen eşdeğerlilik kuramıdır. Dördüncü örneğim pek fazla yankı uyandırmamış ve ancak bazıları tarafından benimsenmişken, üçüncü ve beşinci örnekte değindiğim yanlışlamalar büyük bir ilgi ve heyecan yaratmıştır.

İşte bunlar, yüzyılımızdan örneklerdir. Kuşkusuz geçmiş yüzyıllara ait sayısız örnek vardır.

*XV. GERÇEĞE YAKLAŞMA

Yakınlaşma, özellikle de gerçeğe yaklaşma düşüncesi *Bilimsel Araştırmanın Mantığı*'nda önemli bir rol oynamaktadır. Gerçi bu kitapta geliştirilen kuram, bu düşünceye kesinlikle dayanmamaktadır. Ama gerçekçi olduğumdan ve yapısını kuramlarımızla betimlemeye çalıştığımız gerçek bir dış dünyanın var olduğunu kabul ettiğimden, kitabımda kuramlarımızın bu hedefe bazen daha fazla bazen de daha az yakınlaştığını vurgulamayı önemli buldum.

Yıllar sonra, bazı değerli bilim kuramcılarının, özellikle de Willard Van Orman Quine'nin[1], gerçeğe yaklaşma konusunda oldukça kaygılı görüşlerini okudum. Bu nedenle de Tarski'nin iyileştirdiği (nesnel ve mutlak) doğruluk kavramı yardımıyla bu düşünceye açıklık getirme gereğini duydum[2]. Ve bir kuramın (kolaylıkla tanımlanabilen) doğruluk kavramı yardımıyla mantıksal bir tanım getirmeye çalıştım.

Çalışmalarım başlangıçta, kapsamı yönüyle çok değerli bir araştırmada Profesör Pavel Tichy tarafından sert saldırılara uğramıştır[3]. Daha derinliğine inen ve tartışmalara götüren eleştiriler ise David Miller'den gelmiştir[4]. Getirilen eleştirileri haklı görerek daha belirgin tanımlamalar bulmaya çalıştım. Bunun üzerine

1 W. V. QUINE, *Word and Objekt*, New York 1960, s. 23.

2 A. TARSKI, *Der Wahrheitsbegriff in den formalisierten Sprachen, in Studia Philosophica*, Sayı 1, 1936. (Bu yapıt, ilk olarak 1930-31 yıllarında Lehçe yayımlanmış bir çalışmanın çevirisidir.) İngilizcesi: A. TARSKI, *Logic, Semantics, Metamathematics*, Oxford 1956.

3 P. TICHY, *British Journal for the Philosophy of Science*, Sayı 25, 1974, s. 155-160; a.g.y., 27, 1976, s. 25-42.

4 D. MILLER, a.g.y., 25, 1974, s. 166-188; a.g.y., 27, 1976, s. 363-381; *Synthese*, Sayı 30, 1975, 159-191; a.g.y., 207-219; *Bulletin of the Section of Logic*, Institute of Philosophy and Sociology, Polish Academy of Sciences, Sayı 6, 1977, s. 15-26.

gerçekten de, önceki çalışmalarımda kısaca ortaya koyduğum, birbirinden bazı yönleriyle ayrılan belgin iki tanıma ulaştım. Bunlardan ilki, doğruya ya da gerçeğe potansiyel daha iyi yaklaşma; diğeri ise, gerçekte daha iyi yaklaşma düşüncesine açıklık getirmektedir. Her iki tanımlama farklı bakış açılarından yola çıkmakla birlikte, birbirine çok yakın (belki de özdeş denebilecek) sonuçlara varmaktadır. Her iki tanımlamayla, iki ya da daha fazla kuramın gerçeğe daha iyi yaklaşıp yaklaşmadığı konusunda adeta aynı yargıya varılmaktadır. Kuşkusuz bu, o kadar da önemli değildir; elbette kuramın, gerçeğe yaklaşıp yaklaşmadığını belirleyen birçok ölçeği olabilir.

İlk tanımlamamda aşağıdaki problem durumundan hareket ettim. Bazı sorunlara yol açmış, başarılı bir t_0 kuramının var olduğunu düşünelim: bu kuram, belki belirli problemlerin çözümünde yetersizdir (örnek: kuantum mekaniği, h, e ve c gibi belirli sabitler arasındaki ilişkiyi açıklayamamaktadır); belki de kuram, belirli sınır durumlarda yanlışlanmıştır (örnek: önceki kesimde değinilen Wien'in dağılma formülü). İşte, böyle bir t_0 kuramına sahip olduğumuz gerçeğini göz önünde bulundurarak, artık kendimize şu soruyu sorabiliriz: Yeni bir t_1 kuramını *olası bir evrim*; yani t_0'a göre potansiyel daha iyi bir kuram, bu nedenle de tüm olanaklarla sınanması gereken bir kuram olarak değerlendirmeden önce, sınanma *öncesi* salt mantıksal hangi beklentimiz olmalıdır?

Buna yanıtım şudur: t_0'ın doyurucu bir biçimde çözdüğü tüm problemlerin (yani t_0'ın doyurucu bir şekilde getirebildiği tüm açıklamaların), t_1'le de en azından aynı başarıyla çözülebileceğini şart koşmalıyız. Bundan başka t_1 bir de, t_0'ın açıklamakta zorlandığı durumlardan en azından birkaçına doyurucu açıklamalar getirebilmeli; t_0 yanlışlandıysa, onu yanlışlayan bazı olgular en azından t_1 yardımıyla açıklanabilmelidir. Ancak bu durum, t_0 ile t_1 mantıksal olarak birbirleriyle çeliştiklerinde söz konusu olabilir.

t_1'den özellikle istenen, tahmin yürütmesidir. Öyle ki, bu tahminler sağlandıklarında, t_0'ın başarılı öngörülerini (belki de başka başarılı kuramların ortaya attıklarını) bile daha da iyiye götürecektir. t_1'den son olarak beklediğimiz (gerçi bu durum sey-

rek olarak görülür), bizim için yeni –yani bugüne kadar bilinen kuramlarla kestirilebilen olgulardan farklı– gözlemlenebilir olguları kestirmesidir.

Özetleyecek olursak: Deneylerle sınanmaya değer kuramlar, hem tutucu hem de devrimci olmalıdır. (Kolayca görüldüğü gibi, yanıtımda söz ettiğim ilk beklenti tutucu, diğerleri ise devrimci eğilimlerdir; ayrıca, bazı yazarlar tarafından ileri sürülen bilimsel devrimlerin köklü devrimler olduğu savı da, gerek mantıksal gerek tarihsel bakış açısından bütünüyle saçmadır.)

İşte t_1 kuramı, t_0'ın başarısız olduğu durumlarda görgül sınamalarında tutarlılığını koruduğu sürece, doğruya daha iyi yaklaşan bir kuram olarak kabul edilebilir ve buna göre değerlendirilebilir. Kuşkusuz böyle bir yargı varsayımsal bir yargıdır; çünkü gerçeği kesin bir şekilde bilemeyiz[5].

Şimdi ikinci tanımlamama gelelim. Buradaki çıkış noktam, aşağıdaki problem durumuydu. (Benzer düşüncelere ileriki yıllarda Henri Poincaré ve Sigmund Freud'da rastladım.)

Güneş sistemiyle ilgili olarak Ptolemaios'un yermerkezli t_0 kuramını, Kopernikus'un günmerkezli t_1 kuramını karşılaştırdığımızda, başlangıçta, t_0 ile açıklanabilen tüm gözlemlerin t_1'le de açıklanabileceğini görürüz. Aslında Kopernikus'un kuramında işlediği ana konu, Ptolemaios'un dünyasını alıp yerkürenin değil de güneşin etrafında döndürebileceğimiz, bunun da *daha basit tanımlamalara* götürebileceği düşüncesiydi.

En azından t_0 ile açıklanabilen tüm gözlemler –bunlara b_0 diyelim– aynı başarıyla ya da daha iyi –basit– olarak t_1 kuramıyla açıklanabiliyordu. Bu durum pek de şaşırtıcı değildi, çünkü yeni kuram baştan bu biçimde yapılandırılmıştı.

Fakat t_1, yalnızca daha basit tanımlamalara *götürmemektedir.* Günmerkezli evren, daha önce hiç bilinmeyen ya da açıklanamamış birçok şeye açıklık getirmektedir; örneğin Venüs'ün evrelerini ve yeni kurama göre güneşten uzaklığı dünyaya göre daha fazla olan Mars ya da Jüpiter gibi gezegenlerin gözle ayırt edilebilir farklı parlaklıklarını açıklayabilmektedir.

5 Burada potansiyel ilerlemeyi karakterize etmek amacıyla getirilen tanımlamalar, *Conjectures and Refutations*, Routledge and Kegan Paul, London, 1963, 1978, s. 217 adlı çalışmamda ve R. HARRE (ed.)'nin *Problems of Scientific Revolution*, Clarendon Press, Oxford, 1975, s. 82vd.'deki *The Rationality of Scientific Revolutions*'da getirilen tanımlamalara benzemektedir.

Zamanla, artık t_0 kuramıyla açıklanamayan gözlemlenebilir pek çok farklı olgu ortaya çıkmıştır. Bunlar t_0'la açıklanamamıştır; çünkü kuramın bu olgularla hiçbir ilgisi yoktu; oysa t_1 olgulara açıklık kazandırabilmiştir. Yerkürenin biçimi –dönme elipsoidin kutuplarda yassılması; Foucault sarkacının salınım düzleminin dönmesi; siklonun dönmesi, alizelerin yönü. Tüm bunlar, yer hareketiyle açıklanabilmektedir; bu da zaten günmerkezli sistemin bir parçasıdır. Birtakım görüngüler de, benzer biçimde dünyanın güneş etrafındaki tam dönüşüyle açıklanabilmektedir. Gezegenlerden birinin görünen hareketi, dünyanın bir tam dönme hareketine bağlı olarak saptandığında, gezegenin hareketi, Kepler yasaları doğrultusunda yorumlanabilmektedir. Yersel yılın devri de, gökcisimlerden gelen ışığın sapıncına ve (ölçülebildiği sürece) gökcisimlerin paralaksına uymaktadır.

Tüm bu görüngüleri incelediğimizde, Poincaré gibi şu soruyu sormalıyız: "Tüm bunlar rastlantı olabilir mi?"[6] Günmerkezli t_1 varsayımına göre bu olgular ve gözlemler –bunlara b_1 diyelim– öngörülen, belki de "gerekli" görüngülerdir. Oysa yermerkezli varsayımda, bunlar gerçekten birer rastlantı olarak ortaya çıkmaktadır. Bu durumda da, aslında günmerkezli varsayımla açıklanabilen tüm bu oluşumlar tamamen rastlantısal olarak ortaya çıktığında, bunların *kesin olarak olasılığı olmayan bir rastlantı* olduğunu söylememiz gerekir.

Bir sonraki adım da şudur:

Kuşkusuz hiç olasılığı olmayan böyle bir rastlantıyı kabul edemeyiz. Bu nedenle Poincaré, günmerkezli varsayımı *doğru* olarak kabul etmemiz gerektiğini, duraksamalı da olsa, dile getirmiştir. Bu duraksayışından yine de, b_1 gözlemle verildiğinde, günmerkezli varsayımı (olasılıklar hesabına göre) *olasılığı* fazlasıyla yüksek bir varsayım olarak algılamak istediğini anlıyoruz; çünkü aksi halde, b_1 olarak tanımladığımız tüm bu oluşumları, olasılığı hiç olmayan birer rastlantı olarak değerlendirmemiz gerekirdi.

Fakat bu yaklaşımın geçerli olamayacağını gösterebiliriz: t_1

6 Bkz. HENRI POINCARÉ, *La Valeur de la Science*, Almancası: *Der Wert der Wissenschaft*, Teubner, Leipzig, 2. Baskı (1910)'daki son cümleleri.

belki doğru olabilir; fakat b_1 verilmiş olsa bile, t_1'in doğru ya da olasılıklar hesabı anlamında olasılı olduğunu hiçbir zaman ileri süremeyiz. (Ama t_1, b_1'le çok iyi *sağlanmış* olabilir; bkz. Ek *IX,[7] ve bir sonraki Ek'te son paragraf.)

Bir t kuramının olasılığını (İngilizcesi: probability) verilmiş b gözlemleri ışığında

$$p(t,b)$$

ile tanımlayabiliriz. $p(t,b)$ bir önermenin olasılığıdır (ya da varsayımın olasılığıdır): yani, b (daha doğrusu b tümel-evetlemesinin tüm bileşenleri) doğru olduğunda, t kuramının *doğruluğunun* bir olasılığıdır.

Olasılıklar hesabına göre,

$$0 \leq p(t,b) \leq 1 \text{ ve } p(\bar{t}, b) = 1 - p(t,b)$$

geçerlidir. O halde "büyük" bir olasılık en azından 1/2'den daha büyük olacaktır; çünkü

$$p(t,b) < 1/2$$

olduğunda, t'nin *olasılığı* hiç yoktur; bu durumda t'nin değillemesi t'nin kendisinden daha olasıdır.

Olasılıklar hesabına göre şu da geçerlidir: $t_1, t_2, t_3, \ldots t_n$ biçiminde birbirini mantıksal olarak çürüten iki ya da daha fazla kuramımız olduğunda,

$$p(t_1,b) + p(t_2,b) + p(t_3,b) + \ldots + p(t_n,b) \leq 1$$

olmalıdır.

Diyelim ki:

t_1, Galilei'nin öngördüğü biçimdeki günmerkezli varsayım;

t_2, *tam* olarak Kepler'in ileri sürdüğü biçimdeki varsayım (yani eliptik gezegen yörüngelerinin *güneşle* ortak odaklı olduğu varsayımı);

7 S. 475 vd.

t_3, Sistemin, *ağırlık merkeziyle* ortak odaklı olduğunu öne süren Kepler'in varsayımı;

t_4, Newton'un ortaya attığı (etkileşimi de kapsayan) kuram;

t_5 de Einstein'ın özel görelilik kuramını da içine alan bir kuram olsun.

Tüm bu kuramlar bizi birbirine çok benzer sonuçlara götürecektir (hepsi, b_1'i hemen hemen aynı biçimde açıklamaktadır); fakat yine de mantıksal olarak birbirleriyle çelişmektedirler. Ve beşinin de tutarlılığı, b_1 ile benzer şekilde sağlandığından, "yaklaşık olarak eşit" anlatımını "≈" imiyle gösterdiğimizde, aşağıdaki önermeyi ileri sürebiliriz:

$$p(t_1,b_1) \approx p(t_2,b_1) \approx p(t_3,b_1) \approx \ldots \leq 1/5$$

Buna göre kuramların her biri hemen hemen hiç olasılı değildir. Ayrıca, bu kuramlar dizisini (örneğin, Dicke'nin t_6 kuramı, Einstein'ın açık evrenle geliştirdiği evrensel t_7 ve kapalı evrenle geliştirdiği evrensel t_8 kuramlarıyla vb.) devam ettirdiğimizde, kuramların olasılığının çok küçük –neredeyse sıfır– olduğunu tanıtlayabiliriz. Özellikle de başlangıçta tahmin edilen olasılıklarının maximum olasılıklı entropi ilkesi[8] bağlamında bu durum, bana göre *VII. Ek'te tartışılan, sıfır-olasılık savını *destekler*, buna karşın –ister nesnel ister öznel olsun– olasılıklar hesabıyla yürütülen tüm tümevarım kuramlarını *çürütür* nitelikte bir kanıttır. Bu da daha çok Bayes kuramlarının değişik çeşitlemeleri ve Hintikka'nın ilginç kuramı için geçerlidir.

O halde, b_1'in (ve bununla birlikte diğer oluşumların) bütünüyle rastlantısal olabileceği düşüncesinin (olasılıklar hesabına göre) kesin olarak olasılı olamayacağı savına dayanarak, t_1'i doğru ya da fazlasıyla olasılı bir kuram olarak değerlendirmek yanlış olur: t_1'in olasılığı (Ek *VII'de de daha önce gösterildiği gibi) yoktur ve öyle de kalacaktır. Ama kuşkusuz, t_1'in t_0'a göre gerçeğe daha yakın olduğunu söyleyebiliriz; başka bir deyişle, Poincaré'in, t_1 kuramının daha önce açıklanamamış birçok şeyi açıklaması, rastlantı olabilir mi sorusuna şu yanıtı verebiliriz:

8 Bkz. A. I. KHINCHIN, *Mathematical Foundations of Information Theory*, Dover Publications, 1957.

"Hayır, bu bir rastlantı değildir. Bunun nedeni, t_1'in (aynı şekilde t_2, ... vb.) gerçeğe t_0'a göre daha yakın olmasıdır."

Gerçekten de günmerkezli t_1 kuramının ilk durumu, sonraki kuramlarla yorumlanabilen yeni gözlemlerle çürütülmüş, hatta zamanında birçok oluşumu açıklayabilmiş olması nedeniyle sahip olduğu sağlanmışlık derecesine rağmen, doğrudan uzaklaşan bir kuram niteliğini almıştır.

Buna göre savımız şudur: b_1, t_0 kuramıyla açıklanamadığından ve kesin olarak olasılığı da olmadığından ($p(b_1,t_0) \approx 0$), t_1 kuramının, b_1'le betimlenen oluşumları açıklayabilme olasılığı vardır, bu nedenle de kuram, b_1'e 1 olasılık yükler ($p(b_1,t_1) = 1$) ve gerçeğe t_0'a göre daha çok yaklaşır. Genelleyecek olursak: Ancak gerçek durumlarla özdeş olan bir kuramın doğruluğu vardır; gerçek durumlarla daha iyi (ya da daha fazla olgularla) özdeş olduğunda bu kuramın rakip kuramlara göre gerçeğe yaklaşma olasılığı daha fazladır.

Her ne kadar Ek *IX'da tartıştığım sağlanmışlık kavramının çıkış noktası farklı olsa da (bkz. s. 476), bu kavram, göreli olarak gerçeğe yaklaşan iki kuramı ayırt etmede oldukça kullanışlıdır. Gerçeği bilmediğimizden, en azından iki ya da daha fazla kuramı yalnızca *göreli* olarak gerçeğe yaklaşıp yaklaşmadıklarını karşılaştırabiliriz.

Bir kuramın olasılı; yani kuramın, olasılıklar hesabındaki gibi –olasılı olarak doğru– olduğunu hiçbir zaman söyleyemeyiz. Söyleyebileceğimiz tek şey, *t_1'in en azından t_0'a göre gerçeğe yaklaşma olasılığının daha fazla olduğudur.*

*XVI. SIFIR-OLASILIK

Her ne kadar Ek *VII'de verilmiş farklı kanıtlamaları (bunlarla, bir kuramın mutlak olasılığının 0 olduğunu tanıtlamaya çalışmıştım) inandırıcı bulsam da, burada bir kanıtlamaya daha yer vermek istiyorum.[1]

Getireceğim kanıtlama çok basit. t_∞'ın, bize yeten matematiksel olarak formüle edilmiş bir kuram olduğunu düşünelim. Bu durumda her zaman, (a) birbirlerini dışlayan –öyle ki, $p(t_i;t_j) = 0$ olsun–, (b) birbirlerinden az bir sapma gösteren ve (c) dizi t_∞ ile yakınsak olacak şekilde tanımlanan $-t_\infty$ sonsuz dizinin son öğesidir– kuramlardan oluşan sonsuz bir dizi oluşturabiliriz. $\sum p(t_i) \leq 1$ olduğundan, $p(t_\infty) = 0$ elde ederiz. Böyle bir dizinin güzel bir örneğini, *Die beiden Grundprobleme der Erkenntnistheorie*, 1979 adlı kitabımda bulabilirsiniz (bkz. s. XIXvd, dipnot 11): Dizi Einstein'ın yerçekim kuramıyla başlar ve Newton'un kuramıyla biter. Fakat Newton'un kuramıyla (ya da buna eşdeğer bir kuramla) başlayan ve Einstein'ın kuramıyla biten başka bir diziyi de yapılandırabiliriz. İşte bu tür dizilerin varlığı, matematiksel olarak formüle edilen evrensel kuramların olasılığının 0 olduğunu göstermeye yeterli olacaktır.

[1] Bu kanıt, Ek *VII, 439. sayfada başlayan ve 441. sayfada tamamlanan kanıtlamanın bir çeşitlemesi olarak algılanabilir. Ayrıca bkz. s. 569vd.

*XVII. BAYES TÜMEVARIM OLASILIĞINA KARŞI YÜRÜTÜLEN KANITLAR

Bayes kuramına göre olasılık, inancın (*credence*) ya da kanaatin derecesi olarak yorumlanmaktadır. Çıkış noktası, bende de olduğu gibi, kuramlarda $p(t,b)=1$ kesinliğine erişilemeyeceği düşüncesidir. Tek hedef, yüksek olasılıklara ulaşabilmektir; yani

hedef: $1/2 << p(t,b) < 1$'dir.

1. Kanıtsav. Bayes'in bu hedefine ulaşmak olanaksızdır.

Kanıt. Jaynes, Khinchin ve Carnap'ın düzensizlik (entropi) ilkesini esas aldığımızda, n sayıdaki kurama yüklediğimiz olasılık şöyledir:

(1) $p(t_1) = p(t_2) = ... = p(t_n) \leq 1/n$

Kuramlardan bazılarının, b sınama önermeleriyle görgül olarak yanlışlandığını varsayalım; buna da f diyelim. Yanlışlanmamış $m=n-f$ kuram için

$$p(b,t_1) = 1$$

geçerli (bu, sınama önermelerinin kestirimler olduğu anlamına gelir), bu nedenle de

$$p(t_i,b) = p(t_i)p(b,t_i) = p(t_i)$$

söz konusu olduğundan,

(2)

$$p(t_i,b) = p(t_i b) / p(b) = p(t_i) / p(b)$$

ve (1) ve (2)'ye bağlı olarak,

(3)

$$p(t_1,b) = p(t_2,b) = \ldots = p(t_m,b) \leq 1/m$$

geçerlidir.

2. Kamtsav. Yanlışlanmamış *m* sayıdaki kuramın olasılığı, bu yaklaşıma göre eşit değerdedir ve her bir kuramın olasılığı en fazla *1/m* kadardır. Buna göre:

3. Kamtsav. $0 < p(t_i,b) < 1$ olduğunda, $p(t_i,b) \leq {}^1/_2$ olur.

Demek ki, yüksek olasılıklara ulaşabilmek olanaksızdır: Olasılığı 0 ve 1'den farklı olan –yani bizim göz önünde bulunduracağımız– hiçbir kuramın olasılığı, $^1/_2$'den, ve kendi değillemesinin olasılığından daha büyük olamaz. O halde kuramın, başlangıçta ne inandırıcılığı ne de olasılığı vardır; olasılığı olabileceği gibi, 0 olasılığı da olabilir. Aynı şekilde $p(t_i,b) = {}^1/_2$ koşulu da, ancak $m=2$ olduğunda –yani geriye yalnızca olası iki kuram kaldığında– geçerlidir; üç kuram kaldığında ise yine $p(t_i,b) \leq {}^1/_3$ söz konusudur; bu da her bir kuramın güvenilir olamayacağı, olasılı olabileceğinden iki kat 0 olasılı olabileceği anlamına gelir!

Ayrıca, Jaynes-Khinchin (eşdağılımın düzensizlik) ilkesine göre, kuramların olasılık dereceleri sınamadan sonra da yine eşittir.

4. Kamtsav. Bayes'in izlediği yol bize yeni *hiçbir şey kazandırmamıştır*; görgül sınamayla elde ettiğimiz tek şey, hangi kuramların yanlışlandığı (elendiği), hangilerinin yanlışlanmadığı (sınamalardan geçtiği) şeklindeki vargılardır. Ve bu vargılara ulaşmak için de olasılık kuramına gerek duymayız.

Belki bu aşamada şu soruyu yöneltmeye kalkışabiliriz:

Acaba kuramların tikel-evetlemesiyle $-t_i+t_j$ ("+" imi burada

"ya da" anlamındadır)– daha yüksek olasılıkları amaçlayabilir miyiz?

Yanıtımız "evet" olacaktır. Örneğin m=3 olduğunda, aşağıdaki formülü elde edebiliriz:

$$p(t_1 + t_2) = {}^2/_3,$$

gerçi buradaki olasılık oldukça büyüktür; ama:

Olası üç tikel-evetleme bileşiminin $-t_1+t_2$, t_1+t_3, t_2+t_3– olasılık derecesi eşittir; bu nedenle de hangisinde karar kılacağımızı bilemeyiz.

Bir de şunu söylemeliyim: Bu tikel-evetlemelerden birini seçtiğimizde, buna d_1 diyelim,

5. Kanıtsav. $p(d_1) / p(t_i) = p(d_1,b) / p(t_i)$ geçerlidir.

Görülüyor ki sınamayla, olasılıkların değerinde bir değişiklik *olmamıştır*: görgül sınamanın sonucunda görgül açıdan bir şey öğrenmiş *değiliz*; ortaya attığımız 4. kanıtsav geçerliliğini korumaktadır.

5. kanıtsavın aşağıdaki anlamda genel geçerli bir sav olduğunu da kabul etmek gerekir:

6. Kanıtsav. Eşdağılım (düzensizlik) ilkesini dikkate almayıp, başlangıçta farklı olasılık değerlerinden yola çıksak bile, 5. kanıtsavla ilgili olarak hiçbir şey değişmeyecektir: başlangıçta geçerliliğini koruyan kuramlara biçilen olasılık değeriyle görgül olarak saptanan olasılık değeri arasında bir değişiklik olamaz; yani *kuramların yanlışlanması dışındaki* tüm öngörüler aslında görgül çalışma öncesinde vardır.

Tümevarımla ilgili Bayes'in geliştirdiği kuram; yani olasılık kuramının evrensel görgül-bilimsel önermelere uyarlanması tümüyle anlamsızdır. Ayrıca "olasılık" *sözcüğünün* kullanımı da doğru değildir: sınamalar sonrası elde edilen olasılıklar, 1'den farklı olduklarında, en fazla $^1/_2$, genelde de daha küçüktür. Başka bir deyişle: "*olasılıksızlıklar*" (*0 olasılıklı durumlar*) söz konusudur.

Evrensel olmayan kuramlar için bkz. Ek *XVIII.

Sonuç: Yalnızca yanlışlama, bir şeyler çıkartabilmemize olanak sağlar. Geçerliliğini koruyan evrensel kuramların "olasılığı" *hiçbir zaman* artmadığı gibi, kuramın "olasılı" olabilmesi de söz konusu değildir; evrensel kuramlar için, bunun hiçbir anlamı yoktur. Ancak mantıksal açıdan olası tüm kuramlar arasından *biri* hariç hepsi elendiğinde, sınamaları atlatan bu kuram, hem yanlışlama kuramı hem de Bayes yaklaşımı için "*kesinlik*" kazanır ve bu nedenle de zaten "olasılıktan" söz edilmez (böyle bir durumla karşılaşmak olanaksızdır). Beyes'ın izlediği yöntem demek ki hiçbir amaca –onursal "olasılık" sanma dahi– ulaştırmamaktadır. Evrensel kuramlar için anlamsızdır.

Not: Bu kanıt, fazla katı olmamakla birlikte istatistiksel kuramlar (doğal eğilim kuramları, yaradılışsallığa ilişkin kuramlar, gerçekleşebilirliğe ilişkin kuramlar) için de geçerlidir: ne var ki ancak, istatistiksel *b* sonucunun *doğal eğilim kuramı yardımıyla kestirilebilir* olduğunu görmemizi sağlar; bu da kuşkusuz yalnızca yaklaşık bir sonuç vermektedir. (Bununla birlikte bkz. Ek *XVIII'deki 3. kanıtsav.)

Burada yürütülen kanıtlama, bir önceki Ek *XVI'daki kanıtlamadan bağımsızdır. Fakat her ikisini birlikte düşünebiliriz. İkisi bir arada daha güçlü olacaktır.

*XVIII. SON OLARAK: OLASILIKLI TÜMEVARIMIN OLMADIĞINI GÖSTEREN BASİT BİR TANITLAMA

Buradaki çıkış noktam, evrensel varsayımların önsel olasılıklarının da sıfıra eşit olmadığı şeklindeki (doğru olmayan) öngörüdür.

I.

Tümevarım işlemini yürütebileceğimiz tüm görgül olgular herhangi bir uzay-zaman bölgesiyle sınırlıdır. Tümevarımsal çıkarım, "görgül olarak incelenen" bir bölgeden (bu bölgenin kendi içinde bir bütünlüğü olması gerekmez) incelenmemiş başka bir bölgeye; ya da bilinen durumlardan bilinmeyen durumlara varma işlemidir.

Örneğin, belirli bir zamana kadar Avrupa'da birçok beyaz kuğu gördük, siyah kuğulara hiç rastlamadık. İşte buna dayanarak varacağımız tipik bir tümevarım çıkarımı da, (büyük bir "olasılıkla") diğer kıtalarda da *tüm* kuğuların beyaz olduğu savıdır.

Bu tür bir çıkarım, hepimizin de bildiği gibi kaçınmadan yürütülen bir çıkarımdır: aslında bu biçimde bir vargıya ulaşmanın yanlış olduğu kabul edilmiştir. Buna karşın aşağıdaki örneğimizde verilen iki varsayım kaçınılarak yürütülen vargılardır:

h_1= "Diğer kıtalarda yaşayan tüm kuğuların en azından %90'ı beyazdır, ama seyrek de olsa başka kuğular da vardır";

h_2= "Diğer kıtalarda yaşayan tüm kuğuların en azından %75'i beyazdır".

Bu tür çıkarımları, *genleştiren çıkarımlar* (ampliative inferences) olarak tanımlayabiliriz. İlk varsayımımız,

h_0= "Tüm kuğular beyazdır"

varsayımıydı. Bu çıkarsama da kuşkusuz genleştiren, hatta genleştirmeyi köktenci biçimde ortaya koyan bir çıkarsamadır.

Gerçekten de genleştiren ya da genellemeyi sağlayan tüm çıkarımların riskli olduğu aşikârdır. Belki de bu nedenle, bu tür çıkarımların ancak olasılıklı çıkarımlar olabileceği ve genleştiren vargıların en iyi koşullarda 1'den daha küçük bir olasılık değeriyle görgül öncüllerden çıkarsandığı genelde kabul edilmiştir; ne var ki bu da yanlıştır. (Bkz. Ek *XVII.)

II.

Şimdi de şu soruyu yöneltmek istiyorum:

Araştırılan yerlerde tüm kuğuların beyaz olduğu ve araştırmaların yapılmadığı yerlerde de *muhtemelen* siyah kuğuların olmadığı yaklaşımından yola çıktığımızda, tümevarımlı ya da genleştirici çıkarımların *tersi* bir varsayım nasıl olurdu? Kuşkusuz, tümevarım karşıtı en köktenci varsayım (buna h_n diyelim) şöyle olurdu:

h_n= "Araştırılan bölgede yaşayan beyaz kuğular dışındaki tüm kuğular siyahtır".

Böyle bir varsayım belki önsel olarak 0 olasılıklıdır, ama olabilirliği de kuşkusuz yok değildir. h_n'in önsel olasılığının $1/n$ olduğunu varsayalım; n sonlu herhangi bir sayı olabilir.

Buna karşın,

h_0= "Tüm kuğular beyazdır"

varsayımının olasılığının oldukça yüksek olduğunu düşünebiliriz; bu değere *(n-1)/n* diyelim. Her iki olasılık arasındaki ilişki bu durumda

$$1/n : (n-1)/n = 1/(n-1)$$

dir. Bu küçük sayıyı

$$R_{a\,priori} = 1/(n-1)$$

şeklinde adlandırıyorum. Şimdi artık $R_{a\,posteriori}$'nin; yani görgül oluşumlar *sonrasındaki* bulgular dikkate alındığında her iki olasılı durum arasındaki ilişkinin daha da küçüleceğini beklemeliyiz. Çünkü, eğer genleştirici ya da tümevarımlı bir olasılık gibi bir şey varsa, bu durumda

e= "Şu ana kadar bulunmuş tüm kuğular beyazdır"

bulgusu, h_0 varsayımının olasılığını arttıracak, h_n varsayımının olasılığını da azaltacaktır.

Fakat durum hiç de böyle değildir. Görgül bulgular, ya her iki varsayımın olasılığını değiştirmeyecek, ya da, *aynı oranda* arttıracaktır:

1. Kanıtsav. h_0 ve h_n varsayımları görgül bulguları (bunlara *e* diyelim) açıkladığı ya da kestirdiği (1 olasılıkla) sürece, olasılıklar arasındaki orantı aynı kalmaktadır; yani

$$p(h_n,eb)/p(h_0,eb) = p(h_n,b)/p(h_0,b)$$

geçerlidir. Başka bir deyişle, *R*'ler arası orantı değişmemektedir:

$$R_{a\,posteriori} = R_{a\,priori}$$

O halde, genleştirici, daha doğrusu, tümevarımlı bir olasılık çıkarımı yoktur.

Tanıtlama: "Görgül *e* bulgusu ve bunun için gerekli *b* önbilgisi ('background information'[1]) verildiğinde, *h* varsayımının olasılığı" için

$$p(h,eb)$$

yazalım.

e, *hb*'den çıkarsandığı ya da *hb* ile açıklandığında, $p(e,hb) = 1$'dir; bu durumda genel çarpım yasası şunu öngörmektedir:

(1) $p(e,hb) = 1$ ise,
$p(h,eb) = p(h,b)/p(e,b)$'dir;

yani, varsayım *e*'yi açıklıyorsa, varsayımın $p(h,eb)$ sonsal olasılığı, varsayımın $p(h,b)$ önsel olasılığının *e*'nin $p(e,b)$ önsel olasılığına bölümüne eşittir.

Buradan da şu sonuç çıkmaktadır:

(2) $p(e,h_i b) = p(e,h_j b) = 1$ ise,
$p(h_i,eb)/p(h_j,eb) = p(h_i,b)/p(h_j,b)$

Burada h_i tümevarımlı ve h_j de tümevarım karşıtı bir varsayım olabilir: ama görgül *e* bulgusu, $p(h_i,b)/p(h_j,b)$ önsel olasılıklar oranını *değiştirmemektedir.*

Bunun da ötesinde,

$$p(e,h_i b) = p(e,h_j b) = 1$$

koşulu yerine daha zayıf bir

[1] "Background bilgisi" *b* bağlamında şunu da vurgulamak gerekir: *b*'yi dikkate almasak ve "$p(h,b)$" ve "$p(e,b)$" önsel olasılıkları yerine, "$p(h)$" ya da "$p(e)$" yazsak dahi, kanıtlamamda matematiksel açıdan hemen hemen hiçbir şey değişmemektedir. Ama ilk yazılış biçimi daha gerçekçidir. *e*'yi "verilmiş" olarak değerlendirmeden önce, olası *h* varsayımlarının olasılıklarını ve o ana kadar sorunsuz olarak düşündüğümüz *b* bilgilerinin ışığındaki olası *e* deneyimlerinin olasılıklarını irdeleriz. *b*, hem gözlemleri, hem kuramları hem de "Genelleştirmeler genelde başarılıdır" şeklindeki önermeleri içerebilir; öyle ki, *b*'nin var olması halinde, $p(h_0,b)$'yi $p(h_1,b)$'dan daha büyük düşünmeliyiz.

$$p(e,h_i b) = p(e,h_j b) \neq 0$$

koşulunu getirdiğimizde, 1. kanıtsavı daha fazla güçlendirebiliriz:

2. Kanıtsav. Görgül *e* gerçeği karşısında biri tümevarımlı diğeri de tümevarım karşıtı iki varsayım, h_i ve h_j, gerçekleri aynı derecede iyi ya da kötü açıkladığında[2], önsel $p(h_i,b)/p(h_j,b)$ olasılıklar oranında yine hiçbir değişiklik olmayacaktır. (Ancak gerçekler her iki varsayımı da yanlışladığında, oranda bir değişiklik olduğunu söyleyebiliriz; çünkü 0/0 oranıyla hiçbir hesaplama yapamayız.)

Demek ki, istatistiksel ya da olasılık değeri taşıyan kuramlar için de bir tümevarım; yani bir genelleştirme yoktur.

Örneğin:

h_1= "Beyaz kuğulara rastlama olasılığı (ya da beyaz kuğuların sıklığı) 0.90'dır";

h_2= "Beyaz kuğulara rastlama olasılığı araştırılan bölgede 0. 90, bu bölge dışında 0'dır";

ve daha önce söylediğimiz gibi

e= "Araştırılan bölgede yaşayan tüm kuğular beyazdır"

varsayımlarını alalım. Araştırmanın yapıldığı bölgedeki kuğu sayısı arttıkça, *e* gerçeğinin bu varsayımlarla açıklanabilirliği azalacak; fakat her ikisi de *e*'yi aynı derecede iyi ya da kötü olarak

[2] *e* ile betimlenen görgül olgular *h* varsayımından çıkarsandığında, $p(e,h)=1$ (daha doğrusu: $p(e,hb)=1$) olur. *h*'yı verilmiş varsaydığımızda –yani $p(e,h)$ söz konusu olduğunda–, *e*'nin olasılığı, İngiliz istatistikçi R. A. Fischer tarafından da "the likelihood of *h*" biçiminde tanımlanmıştır. Bu anlatım daha önce, s. 376'da "olabilirlik" olarak çevrilmiştir. Şimdi artık $p(e,h)$'yı, "*e* gerçeğine bağlı olarak *h*'nın açıklama yetisi" ya da "*e*'nin *h* ile açıklanma derecesi" biçiminde yorumlamayı yeğlerdim. İstatistiksel *h* varsayımlarının değerlendirilmesinde ise $p(e,h)$ ya da $p(e,hb)$ –yani Fisher'in likelihood'u– *h*'nın olasılığından –yani $p(h,e)$ ya da $p(h,eb)$'den– daha önemli görülmektedir.

açıklayacaktır. *e*'de fazlasıyla beyaz kuğu gözlendiğinde de iki varsayımın olasılık değerleri birbirine $e \to 0$ olacak şekilde yaklaşacaktır:

$$p(e,h_i,b) = p(e,h_j,b) = e$$

Bu durumda da, her iki varsayımın *e* ile görgül olarak yanlışlandığını söyleyebiliriz. Ama $e \neq 0$ olduğu sürece, *e* gerçeği önsel olasılıkların oranında bir değişiklik getirmeyecektir; yani

$$p(h_i,eb)/p(h_j,eb) = p(h_i,b)/p(h_j,b)$$

ya da

$$R_{a\ posteriori} = R_{a\ priori}$$

geçerlidir.

Ekleme (1983).

$$R_{a\ posteriori} = R_{a\ priori}$$

formülünün basit ama oldukça önemli olan matematiksel içeriği aşağıda getireceğim *3. kanıtsavla* da formüle edilebilir. (Bu sav *b* "background bilgisi" için kolayca genelleştirilebilir.)

3. Kanıtsav. $p(h) \neq 0$, $p(e) \neq 1$ ve (örneğin *e*, *h*'den çıkarsandığında) $p(e,h)=1$ olduğunda, her zaman

$$p(h,e) > p(h)$$

olur. Bu durumda, *h*'nın olasılığı *e* bilgisine bağlı olarak artığından *h*'nın sanki *e*'le (görgül olarak) desteklendiği düşünülebilir. Ne var ki bu bir yanılsamadır; çünkü bu *h* tüm durumlar için

$$p(h,e) = k_e p(h) > p(h)$$

dır. Burada k_e tüm h'lar için değişmez bir orantı sabitidir ($k_e=1/p(e)>1$); bu sabit *yalnızca* e'nin mutlak olasılık değerine bağlı olarak değişir.

Şimdi de bu savın vargılarına bakalım. Tüm durumlarda $p(h)\neq 0$ olduğunu düşünelim. (1 olacak olsa, hepimizin de bildiği gibi, olasılı bir tümevarıma gerek kalmaz.) *Herhangi* bir a varsayımını (örneğin Wegener varsayımını ya da Newton mekaniğini) ve a'la çelişmeyen görgül *herhangi* bir e önermesini ele alalım. Sonra da *ae* tümel-evetlemesini oluşturalım, buna da "h" diyelim. Artık herhangi bir h için yalnızca

$$p(h,e) > p(h)$$' yı

değil,

$$p(h,e) = k_e p(h) > p(h)$$' yı

elde ederiz; bu şu anlama gelir: e'nin çıkarsandığı herhangi bir h varsayımı, olasılı olması yönüyle *aynı biçimde e* ile desteklenmektedir. Burada a, Wegener varsayımı *ya da bu varsayımın değillemesi* olabileceği gibi, Schrödinger denklemi *ya da onun değillemesi* de olabilir; e de "Şehir parkındaki tüm kuğular beyazdır" biçiminde; yani a ile hiçbir ilişkisi olmayan herhangi başka bir önerme olabilir.

Açıkça görüldüğü gibi bu yaklaşım, tümevarımın bilinen ya da bilinmeyen tüm olasılık kuramlarını, özellikle de h ya da e'nin içinde (ya da her ikisinde) geçen yüklemler gibi dil çözümleme sonuçlarına dayanan kuramları ortadan kaldırmaktadır.

Mantıksal işleyişi değiştirmek de ("Relevanzlogik") bizi burada bir sonuca götürmeyecektir: yapılandırılan ilk önermeler dizgesi tümdengelim için geçerlidir; çünkü dizge, doğru önermelerden başka doğru önermelerin tümdengelimsel olarak çıkarsanmasına izin vermektedir. Bunun dışında amaçlarımıza tamamen uyan, Brouwer-Heyting'in sezgisel mantığıdır. Fakat bilimsel çalışmalarda, *Organon der Kritik* (Aristoteles'in doğru bil-

giye ulaşmak için getirdiği mantık) gibi bir mantığa; yani güçlü bir mantığa gereksinim duyarız.

III.

Şimdiye kadar bu denli basit yollarla ulaşılabilen sonuçların gözden kaçırılmış olmasını nasıl açıklayabiliriz?

Yanıtı herhalde şu olsa gerek:

Bir varsayımı, *e* ile yanlışlanmamış bir varsayım olarak değerlendirdiğimiz sürece, varsayımın olasılığının *e* gerçeğine bağlı olarak artması gündemde olacaktır. Çünkü *e*, genelde olası varsayımlardan bazılarını yanlışlayacak, bazılarını da *e* ile bağdaşmaz; yani *e*'nin var olduğu durumlar karşısında olanaksız varsayımlar olarak karakterize edecektir.

Böylelikle (bizim burada vurgulamak istediğimiz sonlu sayıdaki) olası diğer varsayımların sayısı azalır; ayrıca, birbirlerini dışlayan varsayımların olasılıkları toplamı 1'e eşit olduğundan, (sınamaları atlatan) "daha iyi" varsayımların *olasılığı*, az çok açıklanmış görgül *e* gerçeklere bağlı olarak *artmaktadır*.

Olasılığın bu şekilde artması, yanlış bir izlenime yol açmakta, ve buna göre, varsayımların olasılığının, "görgül desteklenme" ("empirical support") ile arttığı; yani *e* ile *tümevarımsal* ya da olumlu yönde desteklendiği düşünülmektedir. Aslında buradaki durumun genelleştirici bir çıkarımla, hele tümevarımla hiçbir ilgisi yoktur. Tersine bu tür bir gelişmenin tek açıklaması, kötü varsayımların karalanması (yanlışlanması) ya da olasılıklarının azaltılmasıdır.

O halde, p(h,eb) olasılığının artması (yaklaşık) *bir doğrulamanın sonucu değil, her zaman* (yaklaşık) *bir yanlışlamanın sonucudur.*

Tüm bu söylediklerimiz, katı evrensel varsayımlar için olduğu kadar, incelenmemiş bölgeyle ilgili evrensel olmayan varsayımlar ve istatistiksel ya da olasılı varsayımlar için de geçerlidir.

IV.

Matematiksel açıdan bakıldığında, bunların hepsi apaçık şeylerdir; öyle ki, *tümevarımlı* bir olasılık mantığının *olmadığını* kolaylıkla görebiliriz. Gerçi olasılık kuramı,

(*) $\quad a \vdash\!\!\!- b \leftrightarrow (c)\, p(a,c) \leq p(b,c)$

olduğundan, önermeler dizgesinin genelleştirilmesi olarak kolayca gösterilebilir; ama bunun tümevarımlı bir olasılık mantığıyla bir ilgisi yoktur. Kuşkusuz bu formülün geçerli olmasının tek nedeni, *b*'den *daha çok bilgi veren a* önermesinin *b*'den daha az olasılı olmasındandır.

Fakat formül (*), olasılıklar hesabını önermeler mantığıyla birleştirmek için gerekli olan her şeyi içermektedir.

V.

Die beiden Grundprobleme der Erkenntnistheorie adlı kitabımın (daha doğrusu, 1979'da yayımlanan 337 sayfalık kitabın "ilk cildinin") taslağını, 1932'de Rudolf Carnap ve Herbert Feigl ve bazı başka bilim kuramcılarının, hatta fizikçi Franz Urbach'ın okumaları için vermemin üzerinden tam 50 yıl geçti. Fizikçi Franz Urbach daha ilk okuyuşunda, olasılık kuramına dayanan tümevarım kuramının olanaksız olduğu yaklaşımı hemen benimsemişti. Carnap da o zamanlar hiçbir eleştiri getirmemiş, ve olasılık (probability) ile sağlama derecesi (degree of confirmation; bunu ileriki yıllarda corroboration olarak değiştirmiştim) arasında yaptığım terminolojik ayrımı kabul etmişti.

Gerçi konuyla ilgili ayrıntıları daha fazla irdelemem gerektiğini biliyordum, ama yine de kitabıma yönelik yaklaşımlar o tarihte bana hiç de aykırı gelmemişti.

Ne var ki 50 yıl sonra da halen, olasılıklı bir tümevarımın olmadığı biçimindeki aşikâr yaklaşıma karşı olan birçok bilimkuramcısı vardır –gerçi saldırılar, 20 yıl öncesinde olduğu kadar sert değildir, ama karşıolumlar sürmektedir. Geçen sürede orta-

ya sürekli oldukça basit ve inandırıcı yeni tanıtlar getirdim; hiçbiri de şimdiye kadar çürütülmedi. Tümevarımcı yaklaşım, adeta herkesin benimsediği bir yoldu, ve hâlâ da öyle. Bu nedenle de tanıtlamalarım ciddiye alınmadı.

Burada ortaya koyduğum tanıtlamanın (tanıtlamalarımın sonuncusunda olduğu gibi) en iyisi ve şimdiye kadar yaptıklarımın, en basiti olduğunu düşünüyorum. Belki de bu, 80 yaşında biri olarak kitapta yayımlayacağım son tanıtlama olacaktır. (Bu kitap, ilk baskısından sonra da yazarının 50 yıldan fazla üzerinde çalıştığı bir kitaptır.) Acaba, getirdiğim bu son ve basit tanıtlama dikkatleri artık üzerine çekebilecek mi ya da hiç değilse, buna içeriksel açıdan önemli eleştiriler gelebilecek mi, bilemiyorum.

*XIX. DAYANAK VE KARŞIT DAYANAK: TÜMEVARIM KARŞIT TÜMEVARIMA DÖNÜŞÜ; KENDİNİ DOĞRULAMADAN (EPAGOGÉ) KENDİNİ YANLIŞLAMAYA (ELENCHUS) DÖNÜŞ

Daha (hâlâ tümevarım felsefesini yıkan ek olarak nitelendirdiğim) *XVIII. Eki yazmadan önce, yani tam olarak 1981'in yazında, olasılı tümevarıma karşı getirdiğim yeni bir tanıtlamanın açık biçimde ortaya konulması ve basitleştirilmesi üzerinde çalışmalara başlamıştım. O tarihten bugüne kadar (Aralık 1983) tanıtlamanın basitleştirilmesi ve belirginleştirilmesi üzerinde yoğun olarak çalıştım.

Dostum ve ortağım David Miller'in bana yazdığı mektup olmasaydı, sanırım bu tanıtlamayı gerçekleştiremezdim. Mektupta önemli gördüğüm içeriği, *Realism and the Aims of Science* adlı kitabımın 326. sayfasının 2. dipnotunda özetledim. Bu dipnotta, başlangıçta ikimizin de fark etmediği, ancak Nisan 1983'te David Miller'le birlikte *Nature* (vol. 302, s. 687vd.)'de yayımladığımız, bizi tanıtlamaya götüren çalışmanın en önemli boyutu yer almıştı[1]. Bu-

[1] *Nature*'deki bu tanıtlama, 1938 yılında bulduğum ve sonucunu *Conjectures and Refutations* (1963, 1981) adlı kitabımın 396. sayfasında da kısaca yer verdiğim, (*Exc(a,b)*;bkz. s. 420) *fazlalık* denkleminin cebirsel türetimine dayanıyordu. Orada aşağıdaki tanımı getirmiştim:

Tanım: $Exs\,(a,b) = p(a \leftarrow b) - p(a,b)$

"$a \leftarrow b$", "*b* ise *a*" biçiminde okunur ve *b*/*Ea* ("eğer *b* ise, bu durumda *a*") ile aynıdır.

Türetim, Exc (a,b) = p (~a,b) p (~b)≥ 0 olduğunu gösterir.

$0 \leq p(\sim a,b)\ p\ (\sim b) = (1 - p\ (a,b))\ (1 - p\ (b)) = 1 - p\ (a,b) - p\ (\ b) + p\ (ab) =$
$1 - (p\ (b) - p\ (ab)) - p\ (a,b) = 1 - p\ (\sim ab) - p\ (a,b) =$
$= p\ (a \leftarrow b) - p\ (a,b) = Exc\ (a,b) \geq 0.$

$p(a,b) = p(a \cdot b,b)$ olduğundan, daha sonra şunu elde ederiz:

$$p(a \leftarrow b,b) - p(a \leftarrow b) = - Exc\ (a,b) \leq 0$$

Demek ki $p(a \leftarrow b)$, *b* ile sürekli olarak çökertilmektedir ("countersupported").

radaki Ek ise, tanıtlamanın daha basit ve iyileştirilmiş biçiminin yanı sıra Aristoteles ve Sokrates'le ilgili bazı notları da içermektedir.

I

İlk olarak, *a*'nın, olasılı *b:st(a,b)* dayanağının tanımıyla işe koyulacağım; yani *a*'nın olasılıklar hesabı anlamında, *b* ile desteklendiğini göstereceğim.

Tanım: st(a,b) = p(a,b) - p(a)

Buna göre, *a*'nın *b*'ye *dayanağı* (*support*), virgülden sonraki *b*'nin ortaya çıkmasıyla *a*'nın olasılığının artışı şeklinde tanımlanır. Eğer *p(a,b)* –yani *b* verildiğinde *a*'nın olasılığı–, *p(a)*'dan –yani *a*'nın (mutlak) olasılığından– *büyükse*, *b*, *a* varsayımını *desteklemektedir*. *p(a,b)*, *p(a)*'dan *küçükse*, *b*, *a*'yı *çökertmektedir*. Bu durumda *st(a,b)<0* olur ve biz olumsuz bir dayanaktan ya da *karşıt dayanaktan* (*countersupport*) söz ederiz. *p(a,b)=p(a)* ise, *st(a,b)=0*'dır, böyle olduğunda da, ne *b a*'yı desteklemekte ne de çökertmektedir: *a* ve *b* bu durumda (olasılıkları yönüyle) birbirlerinden *bağımsızdır*.

II

Tümevarım kuramcıları, görgül *e* sınama önermelerinin *h* varsayımına verdikleri olumlu yöndeki dayanağı, tümevarım olarak yorumlama eğilimindedir. Getirilen bu yorum da aşağıdaki kanıtlamayla desteklenebilir.

h varsayımından, *b* "background-bilgisi" (bu, başlangıç koşullarını içeren kabul edilmiş bilgidir) yardımıyla *e* sınama önermelerini türetiriz; başka bir deyişle, *e*, gerekli önbilgi *b* ve *h*'dan çıkarsanır. Buna göre:

(1) $p(he,b) = p(h,b)$

geçerlidir. Bu durumda artık çarpım teoreminden

(2) $p(he,b) = p(h,eb)p(e,b) = p(h,b)$' yi,

sonra da, $p(e,b) \leq 1$ olduğundan,

(3) $p(h,eb) \geq p(h,b)$' yi

çıkartırız. Öte yandan, $st(a,b)$ tanımımızı 3 değişken için genelleştirebiliriz:

Tanım: $st(h,e,b) = p(h,eb) - p(h,b)$

(Bu tanım, b'nin var olması durumdaki dayanağı göstermektedir.) Buna göre, artık (1) geçerli olduğunda,

(4) $st(h,e,b) \geq 0$

elde ederiz. Bu da şu anlama gelir: e, b'nin var olması halinde h'den çıkarsandığında, her zaman h varsayımını destekler; çünkü bu durumda $st(h,e,b)$, her zaman *olumludur*.

Şimdi, kendi içinde tutarlılığı olan bu türetimin, neden tümevarımın bir tanıtlaması olarak yorumlanamayacağını göstereceğim. Bunun açıklaması çok basittir (ve *XVIII. Ek'te getirdiğim *Ekleme* (1983)'ye benzemektedir; bkz. s. 582). (2). formülden ve dayanağın tanımından aşağıdaki formüller çıkarılır:

(5) $st(h,e,b) = p(h,b)/p(e,b) - p(h,b) = p(h,b)(1/p(e,b) - 1)$
(6) $st(h,e,b) = p(h,b)(1 - p(e,b))/p(e,b)$.

Buna göre kuşkusuz, $(1-p(e,b))/p(e,b) \geq 1$ olması yalnızca e'ye bağlıdır; ve $p(e)<1$ olduğunda da $(1-p(e,b))/p(e,b)>1$'dir. Bu formül, e'nin hb'den çıkarsanması durumunda, dayanağın her zaman olumlu olacağını göstermektedir. Fakat dayanak yalnızca

e'ye bağlı olduğundan, 1983'te getirilen *Ekleme*'de değinilen tüm vargılar geçerli olmaktadır (bkz. s. 582).

III

Burada ise, *e*'nin *hb*'den çıkarsandığı düşüncesinden (ya da benzer başka bir öngörüden) uzaklaşıp, herhangi bir *h* ve *e* önermesi için bütünüyle genel bir tanıtlama getirmek; ve tümevarımsal (tümdengelimsel olmayan) bir doğrulama –yani dayanaklandırma– varsa bile, bunun her zaman *sıfırdan küçük* olması gerektiğini göstermek istiyorum. Buna göre, tümevarımsal bir destekleme –eğer böyle bir şey varsa– *karşıt dayanaktır.*

Tanıtlamayı getirirken, *st(h,e,b)* yerine *st(h,e)* tanımını kullanacağım; çünkü türetimler kolayca üç değişken için genelleştirilebilir.

Aşağıdaki kanıtsavlar, herhangi bir *h* ya da *e* önermesi için genel geçerliliği olan önermelerdir:

1. Kanıtsav: $st(h,e) = st(h \vee e,e) + st(h \leftarrow e,e)$

Burada $h \vee e$, "*h* ya da *e*" biçiminde okunur; bu önerme, ancak ve ancak *h* ve *e* bileşenlerinden birisi doğru olduğunda doğrudur; bu nedenle de $h \vee e$, tümdengelimsel olarak hem *h* hem de *e*'den çıkarsanır.

$h \leftarrow e$; yani "*e* ise *h*" önermesi, ya *h* doğru ya da *e* yanlış olduğunda doğrudur. ($h \leftarrow e$, $e \rightarrow h$'nin aynısıdır; yani "eğer *e* ise, bu durumda *h*" anlatımının aynısıdır.) *e* ve *he*'den *he* türetilir ve $p(h \leftarrow e,e) = \underline{p}(\underline{he},e) = p(h,e)$ geçerli olur. Bu nedenle $st(h \vee e,e) = 1 - p(h \vee e) = p(\overline{h}\ \overline{e})$; $st(h \leftarrow e,e) = -Exc(h,e)$ geçerlidir; bkz. dipnot 1. Böylelikle

2. Kanıtsav. $st(h \vee e,e) \geq 0 \geq st(h \leftarrow e,e)$

elde edilir. Yani, 1. kanıtsavdaki toplamın ilk bileşeni artı (ya da sıfır) değerde bir dayanak oluştururken, ikinci bileşen sıfır ya da

eksi değerdedir; başka bir deyişle, olumsuz bir dayanak; yani karşıt dayanaktır.

3. Kanıtsav. $st(h \vee e,e) \geq 0$ her zaman artı değerdedir; çünkü $h \vee e$, e'den türer ve $p(h \vee e,e)=1$ olur. O halde, $st(h \vee e,e)$'nin olumlu bir dayanak sağlamasının tek nedeni, *dayanağın tümdengelimsel* olmasıdır.

4. Kanıtsav. Toplama işlemindeki eksi değerdeki bileşen,

$$st(h \leftarrow e,e) = p(h \leftarrow e,e) - p(h \leftarrow e) = -Exc(h,e) \leq 0$$

(bkz. 1. dipnot) ilginç bir özelliktedir. e öncül olarak verildiğinde, koşul önermesi olan $h \leftarrow e$ ("e ise h"), he tümel-evetlemesiyle eşdeğerdir. Bu nedenle, $p(h,e)=p(h \leftarrow e,e)=p(he,e)$'dir. Öte yandan $h \leftarrow e$, mantıksal açıdan en zayıf (yani olasılığı en yüksek olan) önermedir; öyle ki, (e verildiğinde) h onun vargısı olabilecektir. e verildiğinde $h \leftarrow e$, h için gerekli ve yeterlidir. Demek ki, h'yı elde etmek istediğimizde $h \leftarrow e$ önermesi, e'nin eksik, *tümdengelimsel* açıdan *var olmayan* yönünü *tamamlamaktadır*; işte bu da, h'ya ulaşabilmemiz için e'yi "*genelleştirecek*" özelliktir. Bunu sağlayabilen herhangi başka bir x önermesi, daha güçlü bir önermedir. Ve (fazlasını değil de yalnızca $ex=he$'yi veren) böyle bir x önermesi için, $x \leftarrow e == h \leftarrow e$; bu nedenle de

$$p(x \leftarrow e) = p(h \leftarrow e),$$

daha da ileriye gidersek, ilk baştaki gibi

$$st(x,e) = st(x \vee e,e) + st(h \leftarrow e,e)$$

söz konusu olacaktır. Görülüyor ki, bu tür bir x önermesinin (e'ye bağlı olarak) salt-tümdengelimli olan ve (mantıksal açıdan açıkça belirlenen) salt-tümdengelimli olmayan bileşenleri arasında bir ayrım yapmaktan daha kolay bir şey yoktur:

$$x = (x \vee e)(x \leftarrow e).$$

Burada yalnızca ikinci bileşen olan $x \leftarrow e$, "tümevarımsal" ya da "genleştirici" bileşen olarak nitelendirilebilir; ancak dayanağı olumsuzdur: yani *karşıt dayanak* söz konusudur.

5. Kanıtsav. 1., 2. ve 3. kanıtsavlara göre herhangi bir $st(h,e)$ dayanağı, salt tümdengelimsel bir dayanağın toplamı ve geride kalan olumsuz, yani karşıt bir dayanağın toplamı olarak gösterilebildiğinden, şunu söyleyebiliriz: Herhangi bir $st(h,e)$ dayanağının olumlu olması, aslında ($st(h,e)$ gerçekten olumlu ise) onun e'ye bağlı olarak, salt-tümdengelimli $h \vee e$ bileşenlerinin bir sonucudur: yani bu bileşenlerin dayanağı, tümdengelimli olmayan $-st(h \leftarrow e,e) = -Exc(h,e)$ değerinde olan– $h \leftarrow e$ bileşenlerinin karşıt dayanağından daha büyüktür. Bu nedenle, tümdengelimli olmayan toplanan sıfıra eşit değilse ve e'ye bağlı olarak tümevarımlı bileşen gibi bir bileşen gerçekten varsa, bunun toplam $st(h,e)$ dayanağına katkısı *her zaman olumsuz* olacaktır. İşte, tümdengelimli olmayan dayanak hep olumsuz olduğundan, tümevarımlı dayanak da (eğer böyle bir şey varsa) hep *karşıt dayanak* biçiminde olacaktır. *O halde tümevarım (eğer böyle bir şey varsa), her zaman karşıt tümevarımdır.*

IV.

Böylelikle artık tümevarım tükenir. Aslında Aristoteles'e inanacak olursak, başladığı an sona ermiştir: Sokrates'le. Çünkü, Sokrates'in yöntemini, yani örneklerden yola çıkarak bir şeyler öğrenmeyi, Aristoteles gibi biz de "tümevarım" (*Epagogé*) diye adlandıracak olursak, şunu eklemeyi de unutmamalıyız: Evet, ama Sokrates'in kanıtlamalarında en önemli örnekler *karşıt örneklerdir*; vargıya ulaşma biçimi de Aristotele'in tümevarımı ya da *Epagogé (kendini doğrulama)*'sinden belirgin ölçüde farklıdır: Sokrates'in kanıtlamaları *Elenchus (kendini yanlışlama)*; yani özellikle karşıt örnekler getirerek, çürütme, karşıt dayanak, (dogmayı) çökertme biçimindedir.

V.

Aristoteles'i zaman zaman haksız yargıladığımı söylemeliyim. Ama, Sokrates öncesi, Sokrates, Platon ve Aristoteles dönemleriyle ilgili olarak gelişmenin tutarsızlıklarını ortaya koymam konusunda hep kışkırtılmışımdır ve halen de kışkırtılmaktayım: çünkü bu gelişme, bizi eleştirel usçuluktan ussal dogmaya, Aristoteles'in tanıtlama öğretisine götüren bir gelişmedir.

Eleştirel usçuluk, Sokrates öncesi düşünürlerin yaklaşımıdır. Bu düşünürlerin hepsi, hatta Parmenides bile, biz ölümlü insanların gerçekte hiçbir şeyi *bilemeyeceğini* vurgulamaktadırlar çünkü onlara göre biz, *güvenilir bilgiye sahip değiliz.* Bu eleştirel usçuluk, Sokrates'in çürütme yöntemiyle; yani Parmenides'in deyimiyle[2], Elenchus'la doruğa ulaşır. Kuşkusuz bu yöntem Aristoteles'in de çok iyi bildiği bir yöntemdir. Sokrates'in yöntemini Aristoteles (ne var ki, Platon'un *Mäeutik*'iyle hiçbir ayrım yapmaksızın) (*Peri Sophis tikon Elenkhon [De Sophisticis Elenchis*, adlı yapıtında) şöyle karakterize etmektedir: "Sokrates'in alışkanlığı, soru yöneltmektir, onlara yanıt bulmak değil; zaten hiçbir şey bilmediğini de açıkça söylemiştir."[3]

Fakat Aristoteles'in yazdıklarını[4] bir bütün olarak ele aldığımızda, Sokrates'in sürekli olarak, hiçbir şeyi bilmediğini vurgulayarak sergilediği tavra aslında inanmadığı anlaşılmaktadır Aristoteles'e göre, Sokrates'in bu tavrı, kendilerini bilge sanan ama aslında hiçbir şey bilmeyen, gerçek bir sonuca değil de, yalnızca göstermelik bilgiye ulaşmak amacıyla karşıt görüşler ortaya atan sofistlerden belirgin ayrıcalığını göstermek için başvurduğu bir hile, alaysılamalı bir tavırdır. Aslında Aristoteles, Sokrates'in gerçek anlamda bilge olduğuna inanmakta ve sergilediği bilgisizliğin göstermelik olduğunu savunmaktadır.

Ne var ki, doğruları arayan Sokrates ve Sokrates öncesi düşünürler, bilgisizliklerini öylesine ileri sürmüş değildirler. Hepsi, hiçbir şey bilmediklerini biliyordu; ama Aristoteles bunu ka-

2 DIELS-KRANZ, *Die Vorsokratiker, Parmenides B7(5).*

3 ARISTOTELES, *De Sophisticis Elenchis 33*, 183 b 7. Biraz daha açık ifadeyle: "Soru sormak, Sokrates'e özgü bir ustalıktı..." Buradan da anlaşılacağı gibi, bu tutum bir alışkanlık değil, bir yöntemdir.

4 ARISTOTELES, a.g.y.; "bunun nedenini açıkladık", kuşkusuz 165 a 19-30'a bir göndermedir.

bullenmemektedir. O, kesin, tanıtlanabilir bilgiyi (episteme) savunan bir adamdır.

VI

Aristoteles mantığı, tanıtlanabilen bilginin kuramıdır; bu nedenle Dante, onu "her şeyi bilenlerin ustası" olarak adlandırmakla pek de haksız değildir. Aristoteles, tanıtlamanın, zorunlu önermenin, zorunlu tasımın yaratıcısıdır; o, bilimsel anlamda bir bilim adamı, bilimsel tanıtlamanın ve bilimin yetke alanının kuramcısıdır.

Böylelikle Aristoteles, bilgiye ulaşmanın olanaksızlığını bulan; yani bilgideki sorunu ve çözümünün olanaksızlığını keşfeden (daha doğrusu, yeniden keşfeden) bir düşünür kimliğine bürünmüştür.

Aristoteles'e göre, bilginin ya da bilimin tanıtlanabilir olması durumunda, sonsuz geri gitmeler söz konusu olacaktır. Çünkü, her bir tanıtlama, öncüllerden ve vargılardan, başlangıç önermelerinden ve çıkarım sonuçlarından oluşmaktadır. İşte, başlangıç önermeleri tanıtlanmadığı zaman, çıkarım önermeleri de tanıtlanmamış olacaktır.

It is as simple as that. (İşte bu kadar basit.)

VII

Buna rağmen, Aristoteles yine de her şeyi bildiğini sanmıştır. Kendi yaklaşımındaki bilim (Episteme) anlamında bir bilginin olmadığını, her türlü bilginin –hatta fazlasıyla önemli gördüğüm sezgisel bilginin ve bilim bilgisinin–, eksik bilgi, tahminler üzerine kurulan bilgi olduğunu itiraf etmek yerine, kendince başka bir çıkış yolu bulmuştur: *Tümevarım kuramı*, örneklerle öze ulaşmanın kuramı; ve bunun içinde yer alan, *Tanımın kuramı*: tanıtlamanın temeli, yani tanıtlamanın çıkış noktasını oluşturan ilke (arché) olarak geliştirilen öz tanımının kuramı.

Bu görkemli ama doğru olmayan, vahim kuramı ortaya ata ve günümüze kadar yaşatan düşünce, Aristoteles'in Platon'da devraldığı *özcülüktür*: yani her nesnenin bir özü; *iç görünümü* y da iç yanı ya da doğası olduğu; ve bunların, nesne içindeki e önemli, bilinmeye değer, nesneyi nesne yapan ve bilgiye ulaşt rabilen tüm özellikleri taşıdığı düşüncesidir. Bu yaklaşımı b nimseyen Aristoteles, Platon'un idea öğretisinden etkilenmişti ama kendisi, aslında Sokrates'ten etkilendiğini yazmıştır.

Geliştirilen tanım, daha doğrusu özün tanımı, Aristotele için "ilk öncül" (*archée*); yani tüm tanıtlamaların kaynağı, tem ilkesi olmuştur: Bu tanımın ayrıcalığı, tümdengelimli-tasıms olarak tanıtlanmasına gerek duyulmaması ve bu biçimde zate tanıtlanamamasıdır. (Bunun tersini savunduğunu sanarke Aristoteles, aslında tümevarımı bir tür tasım olarak düşünmel tedir.)

Bir tür yarı tasımsal tanıtlamayla tanımın doğruluğunu ya d yanlışlığını sağlamak, tümevarımın (Epagogé'nin); yani örnekl yardımıyla öze, özün sezgisine ulaşmanın işlevidir. Aristotele zaman zaman tümevarımın bir tanıtlama *olmadığı* bilincine va mış; ve sıkça, bilimsel önermelerin *hepsinin* tanıtlanabilir *o madığını*, ilk ilkelerin, bizi sonsuz geri gitmelere götüreceğinde tanıtlanabilir olamayacağını dile getirmiştir. Ne var ki, ayı nedenlerden dolayı, *hiçbir bilimsel önermenin* tanıtlanabilir ol mayacağını, bildiğim kadarıyla, söylememiştir. Çünkü *tanıtla mamış* bir önermeden başka bir önerme türetmek, her şey ol bilir, ama tanıt olamaz; özellikle de, Aristoteles gibi, gerçek bi giyi tanıtlanabilen bilgiyle özdeşleştirmeye çalışıyorsak. İşt Aristoteles, tümevarımı, bir tür yarı-tanıtlama ya da dörtte üç tanıtlama olarak değerlendirerek, bu gerçekten kaçış yolu bu muştur.

Sonuç olarak, tümevarımın ve öz tanımının bulunmasıyl umulan başarıya; yani kesin bilgi sorununa getirilecek olumlu bir çözüme ulaşılmadığını söyleyebiliriz. Ve Aristoteles, ker disince de şüpheli görünen bu buluşu Sokrates'e, hiçbir şeyi bi mediğini bilen ve bunu da itiraf eden –ama Aristoteles'i b konuda ikna edemeyen– adama mal etmiştir.

Ne var ki, insanlar (dostum Arne Petersen'in de dediği gib

Sokrates türü bilgisizlikten çekinirler; ve bu nedenle, bilgeler, filozoflar, tıpçılar, bilginler, önderler her şeyi bildiklerini iddia ederler.

VIII

Günümüzde bu insanların, olasılıklar hesabına başvurmalarının nedeni de sanıyorum şudur:

Tümdengelimsel çıkarımlar geçerli olabileceği gibi (Tüm insanlar ölümlüdür – Sokrates bir insandır – Sonuç: Sokrates ölümlüdür) geçersiz de olabilir (Tüm insanlar ölümlüdür - Sokrates ölümlüdür –Sokrates insandır). Ancak tümevarımsal çıkarımlar (bu anlamda) *hiçbir zaman geçerli değildir.* Peki, o halde "iyileri" (Gözlemlediğimiz tüm kuğular beyazdır – Sonuç: Avrupada yaşayan tüm kuğular beyazdır) "kötülerden" (önceki öncüller gibi – Sonuç: Gözlemlediğimiz kuğular dışındaki tüm kuğular beyazdır) nasıl ayırt edebiliriz? *Yanıt.* Olasılık kuramıyla. Bu kuram sayesinde, (az ya da çok) iyi olan tümevarımsal çıkarımların veya genellemelerin olasılığı, (az ya da çok) kötü olanlardan daha fazla olmaktadır.

Evet, böyle düşünülmüştür. Ama bu doğru değildir ve hatta çürütülebilir.

IX

Tüm bilgi yalnızca tahmini bilgidir. Farklı tahminler ya da varsayımlar da sezgisel buluşlar; yani önsel bilgidir. Bunlar deneyimle, acı deneyimlerle, ayıklanır ve yerine, daha iyi tahminler yürütülerek yenileri aranır: İşte deneyimin bilimsel araştırmalara katkısı, yalnız ve yalnız, budur. Bunun dışındaki her şey, araştırmaya yaklaşımımızla biçimlenir: Artık yapılacak tek şey, kuramlarımızın sınanabilir vargılarının –kan alınabilecek damarların– aranması; kuramlarımızın olası yanlışlarını ortaya koymak için deneysel koşulların aranmasıdır. Hatta deneyimlerimiz ya da gözlemlerimizde de keskin olmalıyız: adeta, akustik radarlarıyla yönlerini bulan yarasalar gibi her zaman tetikte olmalıyız.

DİZİN

(Sayfa numarasını izleyen t harfi, o sayfada ilgili kavramın açıklamasının yapıldığı anlamına gelmektedir. İtalik karakterde yazılmış sayfa no'ları önemli bölümleri işaret etmektedir.)

açık önerme, önermeler denklemi 95t-97t, 516

açıklama gücü; deneyimi oluşturan öğeler ışığında varsayımların ~ 581'deki dpn.

açıklama yetisi 192'deki dpn., 475-476t, 481t, 494

açıklama; görüngülerin açıklanması 567, 568; bkz.: *nedensel açıklama*

ad-hoc varsayımlar bkz. *varsayımlar*

ad-hocçuluk, ad-hocçuluğun dereceleri 106'daki dpn.

akılcı anlatımdan biçimsel anlatıma dönüştürüm 111-113

alan (bağıntı alanı), kuramın grafikle gösterildiği ~: kesim 39, 450-452; ayrıca bkz.: *eğriler*

algı, bkz.: *gözlem*

all-and-some-statements 224'deki dpn.

almaşık 180t, 187t, 188, 189, 190, 191, 192'deki dpn., 193, 215, 216, 217, 218, 221, 223, 224; rastlantısal (gelişigüzel) ~: 192 ve dpn.t, 425, 426; ayrıca bkz.: *diziler*

altdizgeler, bkz.: *bağımsızlık*

altküme ilişkisi, bkz.: *sınanabilirlik*

anlam, anlamlılık dogması, olgucu anlamlılık: 29, 59-62, 63, 64-65 ve dpn., 74, 75, 76, 77, 87, 147, 148, 227 ve dpn., 253, 280-281 ve dpn., 356, 441, 442, 521'deki dpn.; ~'ın dogmatik yapısı: 61, 74-77 ve dpn., 147-148, 281-281 ve dpn., 282-284, 521, 522; ayrıca bkz.: *sınırlandırma ve anlamlılık*; *fizikötesi*ne karşı olgucu düşmanlık:; sözcük ve kavramların ~'ı, bkz.: *temel kavramların anlamı*; *sözcüklerin kullanımı*; *diller*

anlatım, biçimsel ve içeriksel ~ (Carnap): 119-120t; gerçekçi ~: 112, 113, 128;

apaçıklık (kendiliğinden anlaşılırlık) 70, 95, 240, 387, 388, 389; ayrıca bkz.: *kanı*

araççılık 60'daki dpn., 83 ve dpn., 85'deki dpn., *124* ve dpn., 441, 442, *504*t, 506, 507, 508; ayrıca bkz.: *işlemcilik*; *pragmacılık*

aşkın kanıtlama 318, 435-436t ve dpn. t, 437'deki dpn., 454-455 ve dpn.

aşkınlık 118, 119, 136, 137, 504

atomculuk, fizikötesi ~ 32, 62, 313; ~'un bulgusal temeli: 529

atomik önermeler; bkz: göreli *elemanter önermeler*

atomik yüklemler 437-449

aydınlama 39

ayıklama, elemine etme, kuramların ayıklanması *133*, *157*, *158*, *168*'deki dpn., 315'deki dpn., 499, 500

background bilgisi (`background knowledge", çerçeve bilgisi) 487'deki dpn., 588

bağ, olasılıklar hesabı dizgesi belitleri arasındaki organik ~ 383, 384, 385, 389

bağımsızlık, bir dizgedeki belitin ya da parçanın mantıksal ~'ğı: 94t, 99, 100'deki dpn., 131, 132; olasılık belitlerinin ~'ğı, bkz.: biçimsel *olasılıklar hesabı;* özerk ~, bkz.: biçimsel *olasılıklar hesabı;*
olasılıksal ~: 185t, 186t ve dpn., 199, 201, 202, 432, 434-436, 440, 444'deki dpn., 470-473; ayrıca bkz.: *önemsizlik*;
mantıksal ve olasılıksal ~'ğın karşılaştırılması: 176-177, 215, 482-483

bakışımlılık 197, 198, 237;
olasılıklar hesabı belitlerinde yer alan her iki sav arasında ~: 371-372, 375, *376*, 377, 378; ayrıca bkz.: *sıfır olasılık* (ikinci savın sıfır olasılığı);
kuantum mekaniği formüllerinde ~ (bu bakışımlılık Heisenberg'in düşünsel deneyi için geçerli değildir): 537-539

bakışımsızlık, doğrulama ve yanlışlama arasındaki ~ 64-66, 93, 94 ve dpn., 101'deki dpn., 296, 297, 300, 303, 356, 357, 504, 505

Bayes Okulu ve tümevarım 573-576

Bayes teoremi 207'deki dpn., 298'deki dpn., 328-329 ve dpn.

başlangıçta öngörülen olasılık değeri 455-458;
ayrıca bkz.: *olasılık* [mutlak -], [önsel -]; olasılık kuramının asıl (birincil) belitler dizgesi 360-422, 553-560

beklendik değer; matematiksel olarak beklenen değer 176-177
ayrıca bkz.: istatistiksel *varsayımlar*

beklenti: akılcı ~(Keynes), bkz.: akılcı *inanç*

belginlik, kesinlik, tamlık; sınanabilirlik ~ derecesiyle artar kesim 36 (*147*t-*149*t), 150-152, 157, 158, *303-305*, 490'daki dpn., 493'deki dpn.;
kuantum kuramında ~: bkz. *kuantum kuramı*;
~ ve olasılık: 234-237

belirginlik koşulu bkz.: von Misses'in belitler dizgesindeki *göreli sıklık*

belirlenimci olmayan fizikötesi 238 ve dpn., 244, 245 ve dpn., 249, kesim 78

belirlenimcilik, fizikötesi ~ği: 85, 238 ve dpn., 239-240 ve dpn., 249, 280, 281, 282, 283, 284

belirsizlik ilkesi 197'deki dpn.;
ayrıca bkz.: *eşdağılım*

belirsizlik ilkesi, bkz.: *Heisenberg'in belirsizlik bağıntıları*

belirsizlik, şüphelilik, bkz.: *varsayımlar*

"belirtikleştirme" 486

belitler dizgesi 363

belitler, belitselleştirilmiş dizgeler 94-98, 101, 102, 115, 200, 201, 361-366, 371-422;
belitlere ilişkin yorum : kesim 17, (*95-101*), 106, 107, 361, 362, 363, 264, 265, 371-372, 383, 389

benzerlik 239'daki dpn., 501-504

benzerlik soyutlaması 90'daki dpn.

benzersizlik, biriciklik, benzersiz olgular: 69-70;
ayrıca bkz.: yeniden üretilebilir *etki*

Bernoulli problemi 193'deki dpn. t, kesim 60, 204t, 207-208;
sanki-Bernoulli problemi: 193'deki dpn. t, 203'deki dpn. t, 207-209, 218'deki dpn.
Bernoulli teoremi (büyük sayılar yasası): 182, 200, kesim 61 (*207*'deki dpn.-*209*), kesim 63, 219, 226'daki dpn., 231, 232, 234, 239, 159;
köprü olarak ~: 176 ve dpn., 210-211 ve dpn., 267, 496-498;
~nin yorumları: 209, kesim 62, 220
betim (description), ~e ilişkin Russel'ın kuramı 91'deki dpn., 92'deki dpn.
biçimselleştirme 369-370, 371'deki dpn.;
ayrıca bkz.: *belitler*
bilgi kuramı, bilgi mantığı 27-44, 51, 55, 57, 58, 59, 63, 73, 74, 77, 78, 79 ve dpn., 106-107, *122-124*, 126-128, 136'daki dpn., 163, 164, 167, *297, 302-304, 314*, 357-360, 434-435 ve dpn., 440, 468-470, 521, 522
bilgi ruhbilimi 55, 56, 62, *68-70*, 75-77, 123, 134-136, 501, 503 ve dpn.
bilgi, ussal ~; nesnel ve öznel anlamda ~, bkz.: *nesnel bilgi*;
akılcı ~ (akılcı bilginin derecesi - Keynes), bkz.: *inanç* [akılcı -]
bilgikuramsal karamsarlık 41f
bilgisel içerik, bkz.: görgül *içerik*
bilgisel kuram 481
bilim 70-73, *75-77, 79-80, 98-99*, 302-304, 314-317, 434-436, 594;
görgül ~, bkz.: *görgül yapı*; *görgücülük*; *kuram*;
uygulamalı ~: 57, 83'deki dpn., *85-86, 130*, 134-136;
~ ve günlük bilgi: 30-36;
~'in hedefi: 61-62, 73, kesim 9, 75-77, 79, 83, 102-103, 130-132, 136-137, 161-162, 307-308 ve dpn., 365;
belirli kurallarla oyun anlamında ~: *78*, 314-317;
~ ve mantık: 248;
~ ve özgürlük: 315'deki dpn.;
araç ya da üretim aracı anlamında ~: 124
bilim için önemli noktalar 130, 502-504
bilimde ilerleme (bilimde evrim) 102, 103, 106, 303, kesim 85; ayrıca bkz.: *verimlilik*
bilimsel araştırmalarda değerlendirmeler (normlar, hedefler) 61-62, 73-74, 79;
ayrıca bkz.: *saptamalar*
bilimsel buluş, bilimsel araştırma 56, 62, 69, 75, 74, 129, *131-133*, 286;
rastlantısal buluşların seyrekliği: 133;
ayrıca bkz.: gizli *etki*;
ayrıca bkz.: *yanlışlama*
bilimsel gelişme, bkz.: *evrensellik*; *bilimde ilerleme*; *verimlilik*
bilimsel gözlemcilerin görüş birliği 129;
ayrıca bkz.: *saptamalar*
bilimsel kuramların incelenerek yeniden düzeltilmesi ya da değiştirilmesi: 94, 100'deki dpn., 106, 107, 110'daki dpn., 121, 133, 286, 287, 288;
ayrıca bkz.: *yaklaşma*
bireyseller (bireysel kavramlar) 87-92, 97'deki dpn., 98, 160-162
bireşimsel önermeler 38, 62, 84-86, 87, 97, 147, 148;
görgül olmayan ~, bkz.: *önermeler* (bireşimsel ve görgül - arasındaki fark);
ayrıca bkz.: *sınırlandırma ve anlamlılık*:; *fizikötesi*; anlamlılık dogması [olgucu -]
~ ve çözümsel önermeler arasındaki fark: 38, kesim 20
Boole cebiri 373-419 (*414, 415, 416*), 524, 553-560;
~nin türetimi: 414-419

boyut 140t, kesim 38, 155-160, 168, 169, 170, Ek I, Yeni Ek *VIII (*450-459*) ayrıca bkz.: *uygulama alanı*; *görelileştirme*;
içeriksel ve biçimsel ~un indirgenmesi: 157t, 158t, 159t, 160t, 170, 450, 455-459;
olasılık önermelerinin ~u: 168, 221; ayrıca bkz.: *karar verilebilirlik*

boyutun daraltılması; bkz.: *boyut*

Brown hareketi 204'deki dpn., 447, 448;
ayrıca bkz.: *yasalar*, mikro ve makro *yasalar*; olasılıksal *dalgalanma*; *termodinamik*

bulgucu 158, 367-370, 528

büyük sayılar yasası, bkz.: *Bernoulli teoremi*

common sense, bkz.: *günlük yaşam bilgisi*

contrary-to-fact conditional, counterfactual conditional, bkz.: *koşullu* önerme, bitiştirici (subjunktiv)

çapraz deney (experimentum crucis) 110'daki dpn., 281, *313* ve dpn., 344; ayrıca bkz. kesinleştirici *deneyler*

çarpım teoremi 200, 204, 212, 213, 214, 216'daki dpn., 325, 336, 367-370, 373, 482

çelişki, tutarsızlık 56, 57, *79* ve dpn., 94, 108, 109, 110 ve dpn., *114* ve dpn., *115, 116*, 120, 121, 125, 141-146, *147-148*, 152, 176, 200, 218-219 ve dpn., 221, *358*, 418'deki dpn., 443-444 ve dpn., 465, 467, 468, 469, 470, 511;
çelişmezlik, tutarlılık, sağlamlık (dayanıklılık): 56, 77, 79 ve dpn., 94, kesim 24 (*115-116*), 120, 121, 143, 441; olasılık belitlerinde -, bkz.: *olasılıklar hesabı* [biçimsel -]

çerçeve bilgisi, bkz.: *background bilgisi*

çerçeve koşulları 237t, 238; ayrıca bkz.: *deney koşulları*

çift-terimli önerme, bkz.: *Newton formülü*

çift-yarık-deneyi Ek V, 541-544

çözümsel önermeler; bkz: *eşsöz* (eşsözel önerme)

çürütme, çürütülebilirlik, bkz.: *yanlışlama*

dalga paketi 254t, 256, 257, 267, 344; ~'nin indirgenmesi: 268 ve dpn. t, 530'daki dpn., 543

dalga ve tanecik arasındaki ikilem 254, 266-267, 337,'deki dpn., 339, 541-544;
ayrıca bkz.: *tümlerlik*

dalgalanma, olasılıksal ~ 181, 204, 209, 229, 230, 231 ve dpn., 232, 236-237, 241, 242; ayrıca bkz.: *sapma*; *istatistiksel kararlılık*

dayanak (support) 587-597

değişmezlik, bkz.: *dönüştürümler*

deney koşulları, deney yönergesi 237, 238, 244'deki dpn., 262, 263, 303

deneyim 51, 52, 53, 57, 58, kesim 5, *64*, 65, 66, 70, 75 ve dpn., 102-104, 113, *118*, 119, 120, 123, 130-132 ve dpn., *136, 137, 138, 157, 158*, 165, 166, 315, 356, 435-437 ve dpn., 503-505, 566; ayrıca bkz.: *görgül temel*; *deneyler*; *kuram* ve deney; *gerçek*; algıya dayanan ya da dolaylı ~: 67, 70, *117-122, 124*, 129, 130, 134, 136'daki dpn., 315, 501, 503; ~ ve olasılık; bkz. *olasılık ve ~*

deneyler, kuramsal tartışmalarda ~lerin kullanımı 57, 103, 106, *123*, kesim *30*, 150, 239'daki dpn., 293, *303, 315-317*; ayrıca bkz.: *kuram*; kesinleştirici ~: 101'deki

dpn., 110'daki dpn., 150, *313* ve dpn., 344, 442'deki dpn.;
düşünsel ~, bkz.: *düşünsel deneyler*;
yinelenebilir ~: 69 ve dpn., 103, 110'daki dpn.
deneysel sınama, bkz. *sınanabilirlik*
denkgüçlülük 373, 387, 409-410
derinlik 506, 508'deki dpn., 522, 523
description (Russell), bkz.: *betim*
dışavurumculuk, felsefi ~ 40
diller, dil dizgeleri 27-36, 83'deki dpn., 118, 119, 129, 136, 137, 144 ve dpn., 154'deki dpn., 309'daki dpn., 440, 443'deki dpn., 491'deki dpn., 504, 506, 508'deki dpn.
ayrıca bkz.: *temel kavramların anlamı*; *sözcüklerin kullanımı*; *anlatım*
dizge, önermeler dizgesi, bkz.: *kuram*
dizi parçaları 192, 330, 331;
bitişik~: 192t-193 ve dpn., 204, 207-208;
örnek~: 209t, 220-225, 228, 233'teki dpn., 236;
örtüşen~: 192t-193 ve dpn., 202, 203 ve dpn., 204 ve dpn., 206-208;
~'nın olasılığı: 208, 212-215, 216'daki dpn., 218-219;
ayrıca bkz. en kısa rastlantısal *diziler*
diziler 177
parçaların ~i (parça dizileri): kesim 56, 204;
almaşıklar: 180t, 187t, 188, 189, 190, 191, 192, 215, 216, 217, 218, 223, 426;
önermelerin ~i (önerme dizileri): 291, 292, 293, 294, 360;
görgül ~: 180, 181, 183, 184, 187, 195, 196, 197, 198, 213, 214, 215, 221, 222 ve dpn., 223-226, 227-228, 231'deki dpn.239, 240, 241, 242, 243, 244, 487-488;
sonlu ~: 109, 191, 192, 195-196, 212, 213, 214, 215, 426;
sonsuz ~: 193'deki dpn., 194'deki dpn., kesim 57, 207, 212, 215, 216, 402;
matematiksel ~: 195t-197, 198-200, 213, 214, 215, 227, 239, 439'daki dpn., 503;
n-serbest ~; bkz.: *sonraki etki*den bağımsızlık;
göreli sıklıkların ya da özelliklerin ~: 180t-181, 215-216, 229'daki dpn.;
rastlantısal ~: 180t, 182, 183, 184, 190'daki dpn., *195-197*, 198-199, 200, kesim 59 (*201*t-*203*t), 204, 209, 210, 211, 212-215, 217, 218, 219, 220 ve dpn., 221, 238t, 239, 333-336, 423, 424, 425, 426, 427;
en kısa rastlantısal ~: 213'deki dpn., 217'deki dpn., 222'deki dpn., 231'deki dpn., 333'deki dpn., 334'deki dpn., 423-427;
ayrıca bkz.: *referans kümesi*, *dizi parçaları*, *seçme*; *rastlantısallık*
doğa yasaları, bkz.: *yasalar*
doğada değişmezlik ilkesi 113'deki dpn., 286-288, 437, 521 ve dpn., 523;
ayrıca bkz.: yasallığa duyulan *fizikötesi* inanış; *gerçek*
doğal eğilim = gerçekleşebilirlik (Disposition), bkz.: biçimsel *olasılıklar hesabı*; *olasılıklar hesabı*nın yorumlanmaları; *kuantum kuramı*, yorum
doğalcılık 59, kesim 10 (75t-77t), 297
doğru, doğruluk 85'deki dpn., 94, 95-97, *111-113*, 118, 134, 167, 280, 281, 285, 290, 293, 297, 298, 299, *300*, kesim 84 (*309-312* ve dpn.), 314, 359, 360, 495, 500, 505'deki dpn., 510, 511, 521, 522, 523, 565-571;
~'ya yaklaşma 41, 161, 318

doğrulama, onaylama, sağlamlaştırma 57, 60'daki dpn., 73-74, 78, 102-103, 285'deki dpn., 293 ve dpn., 296-297, 301'deki dpn., 307, 313-314, 356, 359;
evrensel önermeleri ~: "bir yandan olanaksız öte yandan çok basit": 63-66, 87-88, 93-94, 101'deki dpn., 114, 125'deki dpn., 132'deki dpn., 198, 238, 264, 265, kesim 79, 291-293, 299-300, 359, 438-440, 503-508; ayrıca bkz.: *özelleme*; evrensel önermenin *sıfır olasılığı*;
temel önermede ~'nın olanaksızlığı: 114, 117-119, 504-505 ve dpn.;
vardır-önermesinde ~'nın olanaklılığı: 57, 93-94 ve dpn., 113-114;
olasılık önermelerinde ~'nın olanaksızlığı: 221-222 ve dpn., 223-225 ve dpn., 227 ve dpn.

doğruluk içeriği 161

doğruluk izergesi 154'deki dpn., 324, 357

doğruluk sıklığı 290, 295, 360

doğruya yaklaşma 41, 161, *318, 565-571*

dogmacılık 61, 73, 117, 121, 129;
ayrıca bkz.: olgucu *anlam*lılık dogması

dönüştürümler, matematiksel ~ 170, 171, 172, 482;
ayrıca bkz.: *koordinatlar*

dönüştürümler, olasılıksal ~ bkz.: *olasılık kuramı*

Duhem-Quine savı (ya da problemi): burada, 100. ve dpn. 2, 106. sayfalarında örtük olarak ele alınmıştır

duyarsızlık, bkz.: *seçme* [olasılıksal]

duyu verileri 29, 58, 117-119, 129-130, *136*;
ayrıca bkz.: *gözlem*

duyumculuk 136; ayrıca bkz.: *duyu verileri*

duyumlar arası, bilimsel deneyimlerin ~ olması 126

düzenlilik 130-132, 164, 187, 200-202, 220, 227-228, 231, 238 ve dpn., 239'daki dpn., 240-242, *286, 287, 288*, 423, 521-522;
ayrıca bkz.: *gözlemlenebilirlik*; yeniden üretilebilen *etki*; *yasal davranışlar*; *doğada değişmezlik ilkesi*; *dalgalanma*lar [olasılıksal -]; *istatistiksel kararlılık*

düzensizlik, bkz.: *gelişigüzellik*

düşünsel deneyler: Yeni Ek *XI (*527, 528, 529, 530*);
Bohm: 534-537;
Bohr: 275-277, Ek V, 530-532, 533, 540-544;
Carnot: 528, 529;
Einstein: 528, 533;
Einstein ve Pauli: 534—537;
Einstein, Podolski ve Rosen: 254'deki dpn., 278'deki dpn., 529, 530, 531, 532, 533-534, 536. Yeni Ek *XII (*546-548*);
Galilei: 527-528 ve dpn.;
Heisenberg: 262-263, 275-276, 528, 536-539, 540;
Popper: 248, 262-265; Popper'in çürütülmüş deneyi: kesim 77, 344, Ek VII, 539; 265'deki dpn., 269'daki dpn., 272'deki dpn., 275'deki dpn., 341'deki dpn., 529'daki dpn., 539, 545-547; yerine geçebilecek Einstein, Podolski ve Rosen'ın deneyi: 269'daki dpn., 278'deki dpn.

eğilimler, gerçeğin aranmasında başvurulan öznel ~ 134;
ayrıca bkz.: *önyargılar*

eğriler, ~in boyutu: kesim 39-40, 164-167, 169'daki dpn., 170, 450-452

ekstrapolasiyon, istatistiksel ~ 196, 197
elemanter önermeler (atomik önermeler) 58, 59, 153t ve dpn. t, 356, 357, 448-449;
göreli atomik önermeler: 153t, 154, 155, 156, 323, 324, 449, 450, 451, 452, 453, 459, 483; ayrıca bkz.: *temel önermeler*; *uygulama alanı*
eleştirel tartışma 30-32, 61 ve dpn., 68'deki dpn., *73-74*, 87, *102-105*, 129, 238'deki dpn., 468, 469, 527-530
eleştiri, eleştirel yaklaşım 28, 29, 68'deki dpn., *74*, 75 ve dpn., 79'daki dpn., 122'deki dpn., 123, 238'deki dpn., 249, 250, 314-316, 317, 468, 469, 498, 499, 528-530, 540; ayrıca bkz.: *seçme*; *uşçuluk*;
~ye yanıtlar 561-571, 586
eleştirircilik, bkz.: *kantçılık*
enerjinin korunumu yasası 106, 152
entropi, olasılık dağılımındaki düzensizlik (Jaynes-Khinchin ilkesi) 573-575
estetik yalınlık kavramı; bkz. *yalınlık*
eşdağılım 197, 198 ve dpn. t, 237, 240 ve dpn., 241, 242, 333-334 ve dpn., 367, 490, 492'deki dpn., 570, 573-575; ayrıca bkz.: *entropi*
eşdeğerlik, eşitlik 564
eşdeğerlilik, mantıksal ~ 111t, 416, 417
eşsöz, eşsözel önerme 64, 65, 97, 99'daki dpn., 102, 107, 114, 122, 142, *143-144*, 146 ve dpn., 298 ve dpn., 300, 310, 311, 509'daki dpn., 510, 511, 513, 514, *515*t
etki, yeniden üretilebilen ~: 69 ve dpn., *109-110* ve dpn., *123*, 230'daki dpn., 231, 234, 235, 237, 293;
gizli ~: 69t ve dpn., 106, 124 ve dpn., 234, 235;
ayrıca bkz.: *gözlemlenebilirlik*; *yasal davranışlar*; *düzenlilik*
evrenbilim, tüm bilimler ~dir: 27-33,
evrensel önermeler 51, 52, 60, 64-66, 69, 86, 94'deki dpn., 113'deki dpn., 241, 293, 324, 441-447;
ayrıca bkz.: *yasalar*; *evrenseller*;
türsel ~ (tümel önermeler, yasaklar): 86t, 87-88, 91'deki dpn., 124-125 ve dpn, 126, 225, 507, 508, 509, 514, 515, 521, 523;
sayısal evrensel önermelerle evrensel önermeler arasındaki ayrım: kesim 13;
genelleştirilmiş vardır-önermeleri: 223-225;
~in sıfır olasılıkları: bkz. *sıfır olasılık*
evrenseller 87-92, 98, 106 ve dpn., 107, *118, 153-154*, 159-162; ayrıca bkz.: *kavramlar*; evrensellik sorunu: 89-90, 92, 98, 118, 526
evrensellik, evrensellik düzeyleri 70-72, 98, kesim 18, 107, kesim 36, (*149*t ve dpn.t-*151*t) 302, 304, 305, 307, 308, 311, 312, 313, 506, 522, 523
evrensellik, rastlantısal ~ ve zorunlu ~ 509-510, 514-523
excess (olasılık mantığı) 420, 587
eytişimsel yöntem, çelişkileri çözme yönteminde başvurulan ~ 79'daki dpn.

"fazlalık" (olasılık kuramı), bkz.: *"excess"*
felsefe 25, 27, 32-41, 74, 75, 80; ayrıca bkz.: *bilgi kuramı*; *evrenbilim*; *fizikötesi*; *yöntem*; *problem*
fizik 94, 95, 100'deki dpn., 101-102, *105*, 106, 115, 116, 125'deki dpn., 129, 131-133, 152, 178, *317*;
~'teki olasılık, bkz.: *yasalar*, mikro ve makro *yasalar*; *olasılık* ve

deneyim; fizikte *olasılık*;
ayrıca bkz.: *görelilik kuramı*; *kuantum kuramı*; *termodinamik*
fizikçilik 123t, 126, 127
fizikötesi inanış, yasallılığa duyulan ~ *131*, *286-289*, 314, 436, 437, 520, 521, 522-523 ve dpn.;
ayrıca bkz.: *yasalar*; *nedensel önerme*; *doğada değişmezlik*; *düzenlilik* (kurallılık); *aşkın kanıtlama*; *gerçek*
fizikötesi, fizikötesi önermeler 38, 58, 59, 60, 61, 62, 70, 74, 75, 77'deki dpn., 80, 93 ve dpn., 94 ve dpn., 107, 131, 132, *136*'daki dpn., *238*'deki dpn., 244, 253, 286, 287, 288, 297, *301*, *313*, 356, 357, 520, 521, 522, 523; yanlışlanamaz ~: 66, 83, 86, 301;
ayrıca bkz.: *içerik*;
evrensel vardır-önermeleri: 92-*93* ve dpn., *94* ve dpn., 113 ve dpn., 126, 225;
~ ve olasılık: 223-225 ve dpn., 226, kesim 67, 286-288;
bazı koşullar altında bilim için büyük önemde olan ~: *62*, *158*, 238'deki dpn., *313-314*, *358*;
~ne karşı olgucu düşmanlık: 59-62, 77'deki dpn., 357, 521'deki dpn., 538-540

geçerliliğin kanıtlanması, savunma; önermelerin ~: 67, 68, 134-137, *359*, 437, 501, *520-522*;
~ ve nesnellik: 117-124
geçerlilik, Bolzano'nun ~ kavramı 145'deki dpn.
gelişigüzellik, nesnel düzensizlik, rastlantısallık 192'deki dpn., 194'deki dpn., 200-202, 203, 204, 213-215, 217, 225, 228, 238'deki dpn., 246, 247, 336, Yeni Ek *VI (*423*t); ayrıca bkz.: *seçmeler* [olasılıksal -] karşısında duyarsızlık; *diziler* [rastlantısal -]; *göreli sıklık*; *gelişigüzellik* beliti; *numune*; *rastlantısallık*
genelleştirme 89-90 ve dpn., 109-110 ve dpn., 131, 132, 164, 196, 197, 198, 306, 356, 503-505, 521, 522;
ayrıca bkz.: *evrensel önermeler*; *ekstrapolasiyon*; tümevarım; *evrenseller*
genelleştirme, olasılıklar hesabı formüllerinde ~ 412, 413, 414, 415, 418, 419
geometri 95, 96, 97, *158-162*, kesim *45*, 357'deki dpn.
gerçeğe uygun dayanak, ~'ın derecesi 486
gerçeğin sorgulanması, ~'na ilişkin kararlar 123-125, 134-136
gerçek, "deneyime dayalı gerçek"; varlıkbilimsel ya da fizikötesi gerçekçilik 64, 279, 286-288, 309-*319*, *521*
gerçekçilik, bkz.: *gerçek*
gerçekler, olgular 83, 97 ve dpn., 98, 110'daki dpn., 118, 119, 120, 121, 122, 123, 136 ve dpn., *504-505*, 506-508
gerçeklerin saptanması (=görgül bulgu), ~'ndaki paradoks, gerçeklerin taşıdığı ağırlık 484-487, 488, 489, 490, 495
gerçekleşebilirlik, bkz.: biçimsel *olasılıklar hesabı:* kalküle ilişkin yorumlar
gizli etkiler, bkz.: *etki*
"gizli" özellikler 504
görecilik 136'daki dpn.
göreli sıklık 175 ve dpn., 176'daki dpn., 177'deki dpn., 183-185, 335-336, *427*;
sonlu kümelerde ~ (*S*"): 183-186, 202-203, 212, Ek II;
sonlu dizilerde ~: 187-192, 203, 213-214;

~'ların sınır-değeri (*S'*): 194t, 195, 196, 203, 213-214;
rastlantısal sonsuz dizilerde ~ (*S*): 203t, 204, 212, 213, 214, 215, 246-247, 335-336;
~'a ilişkin von Mises'in belitleri: 174, kesim 50, 199-201, 213, 214, 215, 220; bunların dayanıklılığı: 220'deki dpn., 425-427; bunlara yöneltilen eleştiri: 182, kesim 58, 220'deki dpn.; bunların bağımsızlığı: 211-212, 225-226; bunların değiştirilmesi: kesim 51, 211-214, 218-219; sınır-değer beliti: 181t, 182, 194, 195, 211-214, 226, 227'deki dpn.; sınır-değer belitinin belirginlik koşuluyla değiştirilmesi: 179, 182-183 ve dpn., *194*'deki dpn., 213 ve dpn., kesim 64, 225-227 ve dpn.; sınır-değer belitinin vazgeçilebilirliği: 213'deki dpn., 217'deki dpn., 222'deki dpn., 231'deki dpn., *334*'deki dpn., *425-427*; *gelişigüzellik* beliti: 180t-181t, 182-184, 197, kesim 58 (*198t-199t*), 220'deki dpn., 225-226, 227 ve dpn.; bunun değiştirilmesi: 182-183 ve dpn., 194'deki dpn., 199'daki dpn., 212, 215-216, ve dpn., *425-427*;
ayrıca bkz.: *dizi parçaları*; *seçme* [olasılıksal -]; *diziler*; *sonraki etki*; *gelişigüzellik*

görelileştirme, yalınlığın görelileştirilmesi, içeriğin sınanması, etc. 161, 162, 173, 323, 446, 447, 449-453, *459*

görelilik kuramı, Einstein'ın ~: 100'deki dpn., 106 ve dpn., 133, 171, 172, 528, 529, 533;
~ ve kuantum kuramı: 251, 283, 284, 482, 483;

görgücülük 65, 94, 107, 108 ve dpn., 122-123, *136-137*, *435-436*, 437'deki dpn., 453

görgül sınama 566, 567; bilimde ~: 561-564; ayrıca bkz.: *temel önermeler*, *sınanabilirlik*

görgül temel: kesim 7, 70, Bölüm V, *136*, *137*, *138*;
~in nesnelliği kesim 27, 135-137

görgül yapı, önermenin ya da önermeler dizgesinin ~sı 56, 58, 59-62, 63-66, 73, 74, 75, 83, 93, *94*, 99, *107*t, 111-116, *122-123*, 177, 229, 230, 244, 263, 264, 265, 279-280 ve dpn., *356-358*;
ayrıca bkz.: *sınırlandırma*; *yanlışlanabilirlik*

görüngücülük 136, 524, 525 ve dpn.

gözlem, algı 38-39, 51, 58, 67, 70, 83 ve dpn., 95, 96, 99, 103, 110'daki dpn., kesim 25-26 (*120-122*), 125'deki dpn., 126-128 ve dpn., 129-130 ve dpn., *136-137*, 150, 164-167, 198, 310, 315, 357, 359, 498, 499, 504-506; ~ya ilişkin önermeler, bkz: *temel önermeler*; *tutanaklar*; *yorum*: kuramların ışığında ~lerin yorumu: 83 ve dpn., 98-99, 102-104, *130-132* ve dpn., *136-137*, 158, 315-317, *492-493*, 504-505; ayrıca bkz.: *deneyim*; ~ ve olasılık: 221, 223-225, 492-493 ve dpn.

gözlemlenebilirlik *126-128*, 150, 223, 224, 249, 250, 251, 265, 266, 491 ve dpn., 506 ve dpn.;
ayrıca bkz. *benzerlik*; yeniden üretilebilir *etki*; *yasal davranışlar*; *düzenlilik*

gözlemlenemeyen büyüklükler 249-251, 265;
ayrıca bkz.: *Heisenberg'in belirsizlik bağıntıları*

grafikle gösterim, bkz.: kuramın grafikle gösterildiği *alan*; *geometri*; *eğriler*

günlük yaşam bilgisi (common sense); 30, 31, 32, 34, 36
günmerkezli kuram 568-570

Heisenberg'in belirsizlik bağıntıları 248, 249, 252, 253, 254, 256 ve dpn., 257, 258, 260, 261, 269, 283, 284, 342;
–nın bağnaz yorumu: 248, 249, 250, 251-254, 255, 256 ve dpn., 261, 262, 269, 279, 280, 337-340, 341 ve dpn., 342, 343, 530 ve dpn., 532, 534, 537, 538-540, 546; ayrıca bkz. *düşünsel deneyler*;
–nın olgucu yönü: 252, 253 ve dpn., 265, 282, *283*, *284*, 341 ve dpn., 342, 538-540, 546; ayrıca bkz.: *Heisenberg'in programı*; *olguculuk*; olgucu *anlam*lılık dogması; Schrödinger'in –na getirdiği bir yorum: 267;
–nın istatistiksel yorumu: 248, 249, 256, 257, *258-260*, *262*, 267, *269*, 279, 280, 539, *545*, *546* ve dpn.; ayrıca bkz.: *istatistiksel dağılım bağıntıları*; ek ve ad-hoc varsayımlarla yorumlanmış – 272-273 ve dpn., 532, 533
Heisenberg'in programı kesim 73, 261, 262, 263, 282-284 ve dpn., 540
hep-hiç ilkesi 432t
hidrodinamik 241
hoşgörü ilkesi (Carnap) 77'deki dpn.

içerik, görgül –, bilgisel – 64, 138t, 150, 156, *161*, *162*, *173*, *318*, *319*, *356-558*, 441-442, 470 ve dpn., 476;
–ğin ölçüsü: 145-148, 150, *441-447*, Yeni Ek *VIII, 476-477, 479, 490-493 ve dpn.; ayrıca bkz.: *sınanabilirlik*; *yalınlık*;
– yanlışlanabilirlik ya da sınanabilirlik ve olasılıksızlıkla artar: 144'deki dpn., kesim 35, 152, 154 ve dpn., 156, *161*, *162*, 168'deki dpn., 170, *173*, 223, 305'deki dpn.-306, 307 ve dpn., *308*, 428-430, 459, 470 ve dpn., 476; ayrıca bkz.: *rekabet*;
olasılık önermelerinin –ği: 220-222
içerik, mantıksal – 146t-148, 154'deki dpn., 221'deki dpn., 470'deki dpn.
idealleştirme, *ideal biçim* 424-427, 529-530, 533
ifadeler, bkz.: *önermeler*
ikinci kuantumlanma 249'daki dpn., 339
imgelem 25 ayrıca bkz.: *sezgi*
inanç, akılcı – 175-178, 210'daki dpn., 243, 244, 484-485t, 486-487, 494-495
inancın akılcılık derecesi; bkz.: *inanç*
inandırıcılık, göreli – ("likelihood") 376, 462-465, 473'deki dpn., *489-490*, 491, 492, 493 ve dpn., 494, 581'deki dpn.
ince yapı, olasılığın ve içeriğin –sı 444t-447, 450-453, *459*
indirgeme, gözlemlere –: 118, 505, 506, 508'deki dpn., 524-526; ayrıca bkz.: *yapılandırmak*; *dalga paketi*
istatistik, bkz.: *olasılık*; *göreli sıklık*
istatistiksel dağılım bağıntıları 248, 257, 258, 259, *262*, 263 ve dpn., 266, 270, 271, 272, *342*, *343*
istatistiksel kararlılık 196-198, 209-211 ve dpn., 212, 213, 214, 215, 218, 219, 220;
ayrıca bkz.: *salt durum*; *dalgalanma*
istatistiksel tahminler, *istatistiksel varsayımlar*, bkz.: *varsayımlar*
işlemcilik 441, 524, 526 ve dpn.;
ayrıca bkz.: *araççılık*
iyimserlik, bilgikuramsal – 40f

kabul edilebilirlik, ~in derecesi ya da ölçüsü 461, 462, 469, 470, 495; ayrıca bkz.: *takdir önermesi*; *sağlama*; *saptamalar*; *inanç*
kalıp, üretgen ~ 155
kantçılık 39, *101*, 130'daki dpn.
kanı, öznel ~ (bilimsel önermelerin doğruluğunu tanıtlamaz) 68-70, 122, 123, 124, 125, 129, 130 ve dpn., 134, 135, 136; olasılık kuramında öznel ~, bkz.: *inanç* [akılcı]
karakteristik aralık 205 ve dpn., 206
karar verilebilirlik; olasılık önermelerinin sınanabilirliği ya da karar verilebilirliği 169, 174, 178, 179, 196'daki dpn., kesim 65, 222, 223, 224, 225 ve dpn., 231-233'deki dpn., 236-237, 296-297 ve dpn., 488-496
kararlar, yöntembilimsel ~, bkz. *saptamalar* (saptanmış önermeler); özel önermelere ilişkin ~, bkz. *tekil önermeler*
kararlılık, bkz.: *istatistiksel kararlılık*
karartma; bkz.: *seçme* [fiziksel -]
karmaşıklık derecesi 140-142 ve dpn.t, 152-155, 168'deki dpn., 323; karmaşıklığın sıfır noktası, mutlak karmaşıklık dereceleri 154 ve dpn.
karşıt tümevarım, *karşıt dayanak* 587-597
kavramlar, ayrıca bkz. *nesne kavramları*; *bireyseller*; *evrenseller*; tanımlanmamış ~ (temel kavramlar): 95, 98, 106-107; ~ın tümevarımsal ele alınış biçimi: 58, 59 ve dpn.; mantıksal ~: 310; ~ın görgül olarak tanımlanmasının olanaksızlığı: 98, 106 ve dpn.; ayrıca bkz. *yapılandırmak*
kavramların kullanımını denetimsizce değiştirmek, bkz.: *saptamalar*
kayda değer deney, bkz.: *deneyler*, kayda değer -
kesiklilik, *süreksizlik* (kuantum kuramı); bkz.: *kuantum kuramı*nda kesiklilik
kesinlik, *güvenirliği olan bilgi* 61, 70, 73-74, 96, *102-103*, 118, 128-129, 130'daki dpn., 176-177 ve dpn., 307, 308, *314-317*, 356, 358'deki dpn., 359, 435'deki dpn., 468-469; ayrıca bkz.: *sınırlandırma*; *varsayım*; *kanı*; *doğrulama*
kesinlik, *tamlık*, ~ği arama 35-36, 468-469; ayrıca bkz.: *belginlik*
kesinlilik, bir kuramın ~ği bkz.: *belginlik*
kestirimler, kuramların sınanmasında başvurulan araç olarak ~ 57, 83'deki dpn., kesim 12 (*84* ve dpn. t), *106*, 152-154, 167, 178, 179, 190, 196-198, 221-222, 236-237, 295, 239-240, 243, 244, 279, 280, 289-290, 307-308 ve dpn., 359; ayrıca bkz.: *kuantum kuramı*
kitlesel görüngüler 255, 256; ayrıca bkz.: *yasalar*, mikro ve makro; *termodinamik*
kişisel denklem 173
kolektif, von Mises'in ~i, bkz.: *referans kümesi*; rastlantısal *diziler*
Kolmogoroff'un programı 372, 375, 406, 558, 559
koordinatlar, uzay-zamansal ~ sistemi 87- 89 ve dpn., 90, 91'deki dpn., 93, 94, 110'daki dpn., 113, 125'deki dpn., 126, 127, 153, 154, 160-162, 165, 323, 424, 425, 478'deki dpn.
koşullu önerme, bkz.: *koşullu*
koşullu ya da koşullu önerme 86 ve dpn., 92'deki dpn., 146'daki dpn., 147, 148, 149 ve dpn., 522-523;

genel (biçimsel) ~:86'daki dpn., 92'deki dpn.;
mantıksal ya da katı ~: 99'daki dpn., 114'deki dpn., 149'daki dpn., 517, 522, 523;
içeriksel ~: 99'daki dpn., 114'deki dpn., 149'daki dpn., 419, 525 ve dpn.;
~nin kipsel yorumu: 525;
zorunlu~: 517-518t ve dpn., 519-526; ayrıca bkz.: *zorunluluk*;
bitiştirici (subjunktiv-kontrafaktual) ~: 518t ve dpn. t, 519-520, 523-526

kuantum kuramı 85'deki dpn., 86, 133 ve dpn., 152, 174, 175 ve dpn., 240'daki dpn., Bölüm IX; 460-552;
ortaya atılan ilk ~: 249-251, 254-256;
~'ında kesiklilik (süreksizlik): 342, 343;
~'ında düşünsel deneyler, bkz.: *düşünsel deneyler*;
Heisenberg'in belirsizlik bağıntıları: bkz. *Heisenberg'in belirsizlik bağıntıları*;
~'nın yorumu: *248-250*, 268, 269;
~'nın bağnaz yorumu: 248-250, 251-253, 262, 266, 267, 337-340 ve dpn., 341'deki dpn., *342*; ~'nın Popper'ce getirilen istatistiksel yorumu: 248-250 ve dpn., kesim 74-75, 341-344, 539, 545-546 ve dpn.; ayrıca bkz.: *parçacığın yörüngesi*; *istatistiksel dağılım bağıntıları*; dalga paketi. Popper'in doğal eğilim yorumu: 175'deki dpn., 250'deki dpn., 266'daki dpn., 351, 352, 353, 487'deki dpn., 532, 543, 544;
~'nın Bohm'cu nedensel yorumu: 533-535; ~'nın öznel ve nesnel yorumu: 253, 254, 257, 258, 266-267, 546;
~'nda ölçümler ve kesinlik: 248, 249, 250-254, 255, 256 ve dpn., 258 ve dpn. t, 259, 261, 262, 263, 270-272, 275, 278'deki dpn., 279, 280, 337-338, 341 ve dpn., 344 ve dpn., 346, 347, 530 ve dpn., 532, 537-539;
~'nda kestirimler: 250, 251, 252, 262-263 ve dpn., 264-265 ve dpn., 269, 270, 271, 272, 274, 275 ve dpn., 276-277, 279, 280, *337-339*, 341'deki dpn., 532, 534, 546-548;
~'nın sınanabilirliği: 251, 263-265;
~ ve olasılık: *248*, 249, 250'deki dpn., 261, 266 ve dpn., 267-268, *283*, *284*, *342*-344; ayrıca bkz.: *olasılık önermeleri*

kuantum kuramında fizikötesi öğeler, bkz.: *Heisenberg'in programı*

kuram, kuramlar dizgesi, 51, 52, 56, 58, 63-65, 73-74, Bölüm III (*83* ve dpn., kesim *16*), *100*, 103, 104, 105, 106, 108, 109, 110, 111, 115, 116, kesim *30*, *138-140*, 145, 150, 152, 163, 311-*319*, 323-324, 356-358, 441-*447*, 449-453, *459*, 499, 500;
ayrıca bkz.: *evrensel önermeler*; *içerik*;
~ ve deney: kesim 30, 303, 503-508 ve dpn., 526; ayrıca bkz.: *yorum*;
~'ın kökeni, bkz.: *kuramların kalıtsal kökeni*

kuramların kalıtsal kökeni 55-56, 198, 359

kuramın yasallık derecesi 169t

kümeler, kavramlardan oluşan ~: 88, 89, 90, 91;
önermelerden oluşan ~: 108, 111, 112, 113, 114, 119, 120, 140'daki dpn., 141-146, 150, 153, 154, 223, 224;

dizgelerden oluşan ~: 97;
artık küme (tamamlayıcı küme): 140, 141t, 142; ayrıca bkz.: *referans kümesi*; *önermeler* dizisi;
~ arası karşılaştırma kesim 32 (*139-141*)

"likelihood" (Fisher), bkz.: göreli *inandırıcılık*; *açıklama gücü*

maddecilik 126;
ayrıca bkz.: *mekanikçilik*
mantık 29, 67, 86 ve dpn., 90'daki dpn., 91 ve dpn., 92 ve dpn., 94, 99 ve dpn., 107, 114'deki dpn., 117, 122, 123, 146 ve dpn., 149 ve dpn., 222, 223, 224, 310, 311, 312, 366, 372;
~ ve tümevarım: 51, 52, 53, 54, 57, 58, 59, 196-198; ayrıca bkz. *önsel*cilik; *Boole cebiri*; *sonsuz geri gitme*; *olasılık mantığı*;
kipler mantığı: 420-422, 516;
anlamsal (Relevanz) mantık: 583;
~ ve olasılık, bkz.: mantıksal *olasılık*;
~ ve bilim: 248, 249, 594;
bimsel araştırma ~ğı, bkz.: *bilgi kuramı*; tümdengelimsel *yöntem*bilim; ayrıca bkz.: *türetilebilirlik*; *önermeler kalkülü*; *koşullu*; mantıksal *zorunluluk*; *çelişki*; çelişmezlik; *eşsöz* (eşsözel önerme)
mantıksal olguculuk 43
matematik 94-96, 123, 164, 441-442
ayrıca bkz.: *eşsöz*
matematiksel yapılandırma yasaları, diziler için ~ 194, 199
matrisler, biçimsel olasılık kuramında ~ 394-402
mekanikçilik 126, 127, 239
metrik, bkz.: mantıksal *olasılık*
model diller, bkz.: *diller*
modeller 97 ve dpn., 516, 520 ve dpn.; rastlantısal dizi ~i: Ek IV
modus ponens (ussal çıkarımların doğrulama yöntemi) 114'deki dpn., 298'deki dpn.
modus tollens (ussal çıkarımların yadsıma yöntemi) 49, 66, kesim 18, 288, 357, 382
mutlaklık 136'daki dpn.; ayrıca bkz. *benzersizlik*, biriciklik

nedensel açıklama 69-70 ve dpn., 80, 83'deki dpn., kesim 12t, 107, 128, 129, 130, 163, 164, 165, 190, 237, 236-239, 240-442, 244, 245, 279-282, 287'deki dpn., 312'deki dpn., *440-441*, 506-508 ve dpn, 521-523
nedensel önerme, nedensellik ilkesi 54, 84t-84 ve dpn., 107, 113, *150*, 240-242, 281 ve dpn., 282, 287
neredeyse kesin: 210, 419;
"en azından kesine yakın çıkmaktadır": 419;
"neredeyse kesin çıkmaktadır": 492
nesne kavramları, yaradılışsal kavramlar (Dispositionen) 118, 123, 504-508, 526
~ın derecesi: 507;
ayrıca bkz.: *yasal davranışlar*
nesnel bilgi, öznel bilginin karşıtı olarak ~ *55, 57*, 83, 98-104, 112, 157, 158, 163, *164*-166, 178-180, 290-292, 386; kesimler: *2, 8, 27*
nesnel düzensizlik, bkz.: *gelişigüzellik*
nesnellik, bilimsel nesnellik: 68, kesim 8, 80, kesim 27 (*123*), *136*-137 ve dpn., 234, 235, *244-245*, 293;
olasılıkta ~, bkz.: *olasılık kuramı*: öznel yaklaşım karşısında nesnel yaklaşım;
kuantum kuramında ~, bkz.: *kuantum kuramı*
Newton formülü (çift-terimli önerme) 193t, 221, 491;
(en az *n*-1-serbest dizinin sonlu

örtüşen parçaları için) birinci ~ü: 193t, 203, 204, Ek III;
(en az n-1-serbest sonsuz dizinin sonlu örtüşen parçaları için) ikinci ~ü: 203t-205, 207, 208;
(sonsuz rastlantısal dizinin sonlu bitişik parçaları için) üçüncü ~ü: 203t-206t, 207, 208, 335, 336
numune, istatistiksel ~ 233'deki dpn., 236, 237, 458'deki dpn., 490'daki dpn., 492'deki dpn.;
ayrıca bkz.: *dizi parçaları* [örnek -]

odakmerkezli kuramlar 567-570
olabilir durumlar, ~ın ağırlığı 367-370
"molecular statements" (Russel-Whitehead) 154'deki dpn.
olasılığın fizikötesi oluşu: kesim 67, 236
olasılık alanı, Borel ~ 379, 380, 401, 402 (*404t*)-407
olasılık dağılımı 181t, 188, 189, 190, 191, 192 ve dpn., 193, 196, 197, 198, 233, 234, 239, *240*, 241, 242, 423-427, 444'deki dpn., *490*, *492*'deki dpn.
ayrıca bkz.: *başlangıçta öngörülen olasılık değeri*; *entropi*; *eşdağılım*
olasılık kuramı 174, 244'deki dpn., 245-247, 279-281, 283-284, 443'deki dpn., 556-557;
~'nın temel sorunu: kesim 49, 218-220;
~'nın bilgikuramsal sorunu: 174, 182, 211-215;
~'nda nesnel ve öznel bakış açısı: 175'deki dpn., kesim 48, *186*'daki dpn., *210-212* ve dpn., 220, 221, 236-237 ve dpn., 240 ve dpn., *243, 244, 245*, 297-298, 423-425, 484-489, *498-499*, 545, 547
olasılık mantığı, olasılıklar hesabının mantıksal yorumu ve Boole cebirinin genelleştirilmesi olarak ~: 419 ve dpn., 420, 421; ayrıca bkz.: *olasılık* [mantıksal -]; *olasılıklar hesabının* yorumları
olasılık mantığı, tümevarım mantığı olarak ~: 52-55, 57, 145, 161, 162, 176, 177, 196-198, 221-222, 223-224, 285t, 287-289, 300, 358, *428-429*, *434*, *460-462*, *482-483*; bunun çürütülmesi: *464-465*, 470-473, 485, 486, 487, *577-581*;
Carnap'ın yaklaşımı: 308'deki dpn., 437 ve dpn., 467-469;
Hempel'ın yaklaşımı: 442'deki dpn,;
Keynes'in (mantıksal) yaklaşımı: 304-308 ve dpn.;
Jeffreys ve Wrinch'in yaklaşımı: 441-442, 453-458;
Laplace'ın ardıllık kuralı: 435-440 ve dpn., 453-458;
Reichenbach'ın (sıklık) yaklaşımı: 289-*295* ve dpn., 296-297, 358-360; ayrıca bkz.: *sıfır olasılık*
olasılık önermeleri 79, 93, 175, 176, 231-234 ve dpn., 239-240, 244'deki dpn., 279, 280, 281, 290-292, 524;
~'nin mantıksal biçimi: 222, kesim 66, 230'daki dpn., 236;
sayısal ~: 145, 176-177, 298;
~ sınanamaz: 220-222, 223-225 ve dpn., 226, 227, 228, *236*;
sınanabilir yapılmış ~: 230, 231-235, 236, 237; ayrıca bkz.: *karar verilebilirlik*;
"biçimci" (yalnızca yapıları yönüyle tekil olan) ~: kesim 71 (*241t-242t* ve dpn. t), 245-247;
biçimci ~ sınanamaz: 243-244, 245, 261; öznel olasılık kuramına köprü olarak kullanılan biçimci ~: 243-244, 245; özellikle kuantum kuramında kullanılan biçimci ~: 256-258, 261-262, 266-269, 283-284, 294-295, 342-343

olasılık ve deneyim 174, 194'deki dpn., 196-198, 211'deki dpn., 213-215, 283-284;
ayrıca bkz.: *karar verilebilirlik*; gerçeklerin saptanmasındaki *paradoks*
olasılık, fizikte ~ 227-228, kesim 68, 239-242; ayrıca bkz.: *kuantum kuramı*;
nesnel rastlantısallık 238 ve dpn., *239* ve dpn., 279, 280
olasılık, mantıksal 145t ve dpn. t, 176-177 ve dpn., 223-224 ve dpn., 245, 298'deki dpn., kesim 83, 361, 362, *417-418*, 494;
~'ğın ince yapısı: 444t-447, 451-452; oynama payı kuramı olarak ~: kesim 37 (*150*t ve dpn.), 242, kesim 72, 462;
~'ğın ölçeği: 140'daki dpn., 144'deki dpn., 154'deki dpn., 458'deki dpn., *480-482* ve dpn., 488-491 ve dpn., 492 ve dpn., *495-498*; ayrıca bkz.: *uygulama alanı*; *elemanter önermeler*
olasılık, matematiksel ~ 231-234, 240 ve dpn., 352, 353, 371'deki dpn., 404'deki dpn.
olasılık, mutlak ~ için belitler: 362, 363, 553-560; ~ ve Boole 554, 558;
mutlak ve göreli ~ 145t ve dpn., 361, 365 ve dpn., 369, 370, 373, 374, 375, 376, 404'deki dpn., 429, 430, 461-463, 467'deki dpn., 471'deki dpn., 553, 558;
önsel (ya da başlangıçta öngörülen) ve sonsal ~: 198'deki dpn., 240, 306 ve dpn., 573-576;
birincil ve ikincil ~: 420-422, 462'deki dpn., *495-498*
olasılık, sıfır ~, kuramların ~'ğı 570-572; ayrıca bkz.: *sıfır olasılık*
olasılıklar hesabı (kalkülü), biçimsel ~: *178-180*, 185'deki dpn., 200, 226-227 ve dpn., 243, 244, 298'deki dpn., 352, 354, 361, 371, 462;
klasik ~: 175t-177t, 185'deki dpn., 213 ve dpn., 364, Yeni Ek *III, 429-434 ve dpn., 443'deki dpn.;
sıklığın ~: 174-175 ve dpn., 177'deki dpn., 183, 184, 185, 239, 240 ve dpn., 241-243, 245-247, 363-364; ayrıca bkz.: *göreli sıklık*, *belitler*; neoklasik ve ölçükuramsal ~: 175'deki dpn., 194'deki dpn., 213'deki dpn., 220'deki dpn., 240'daki dpn., 361-363, 372, 425, 426;

~'nın özerk belitler dizgesi: 352-353, Yeni Ekler *II, *III, *IV, *V; bunların dayanıklılığı: 392-396; bunların bağımsızlığı: 380-381, 382, 401-402, 405-407; özerk bağımsızlık: 381t, 386, 401-402 ve dpn.; bunların eksikliği: 371'deki dpn.; bunların türetimleri: Yeni Ek *V; bununla ilgili getirilen tanımlar: 401-407, 416-418;

~'nın yorumları: 175'deki dpn., kesim 47, kesim 48, 243-244, 246-247, 361, 371; tümevarımsal ~; bkz.: *olasılık mantığı*; ~'nın klasik yorumları (şans oyunları): 145, 361; ~'nın mantıksal yorumları, ya da önermelerin olasılığı (varsayımların olasılığı): 53, 175'deki dpn., 176-177 ve dpn., 221, 224'deki dpn., 285, 290 ve dpn., 291-308, 363, 364, 419 ve dpn., 420, 429-499; ayrıca bkz.: *olasılık* [mantıksal -]; *olasılık mantığı*; ~'nın istatistiksel yorumu (göreli sıklık): 174-175 ve dpn., 177-178 ve dpn., *180*, 201-203,

361-362, 486-488; doğal eğilim (gerçekleşebilirlik): 175'deki dpn., 177'deki dpn., 178'deki dpn., 194'deki dpn., *202*'deki dpn., *244* ve dpn., *351, 352-353* ve dpn. *487-488* ve dpn., *544*

olay kesim 23 (*111*t-*112*t), 139 olaylar dizisi; bkz.: *diziler*

olgu: kesim 23 (*111t-113t*), 125, 128, 138, 145, 239;
tektip ~: 113, 138, 145, 239, 323;
rastlantısal ~: 174, 228, 231, 235, 236, 303;
olgulardan oluşan diziler, bkz. *diziler*;
~ ve varsayımın olasılığı, bkz.: *olasılık mantığı*, Reichenbach

olguculuk 58, 59, 60, 61, 62, 63, 73, 74, 75, 118, 119, *130*'daki dpn., 134, 227'deki dpn., 523, 524;
mantıksal ~: 43;
ayrıca bkz.: *Heisenberg'in belirsizlik bağıntılarının* bağnaz yorumu, *Heisenberg'in belirsizlik bağıntılarının* olgucu yönü; *fizikötesi*ne karşı olgucu düşmanlık; olgucu *anlamlılık* dogması

onaylama, bkz.: *doğrulama*

onaylama, sağlanmışlık anlamında ~, bkz.: *sağlama* (sağlanmışlık); "confirmation" ya da güçlendirme ve "corroboration" arasındaki terminolojik farklılık için bkz.: 78'deki dpn., 285'deki dpn.-286'daki dpn., 466, 473, 474, 475, 498

ortaklaştırma (çağrışım) yasası 372, 373 ve dpn., 374, 375, 387, 3888, 411, 412, 554, 555

ortaklaştırım, ruhbilimsel yasaların ~ı 68

ortalama sıklık 216t ve dpn., 217, 218 ve dpn., 335, 336

oynama payı, mantıksal ~: kesim 37 (*150*t ve dpn.), 243, kesim 72, 461, 462;
ayrıca bkz.: *olasılık* [mantıksal -]

oyun yöntemleri, ~'nin hesaba katılmaması: 198t, 199, 200 ve dpn., 201, 205'deki dpn., 207'deki dpn., 424, 425, 426;
~'nin dönüştürümler altında değişmezliği: 201, 202;
ayrıca bkz.: *seçme* [olasılıksal -]; *gelişigüzellik*; göreli sıklığa ilişkin von Mises'in belitleri

ölçme, ölçüm, sınama olarak ~: 144'deki dpn., kesim 37, 157, 158, 170;
kuantum kuramında ~, bkz.: *Heisenberg'in belirsizlik bağıntılarının* bağnaz yorumu; *kuantum kuramının* bağnaz yorumu;
ölçme tekniği: 150 ve dpn., 234, 235;
ayrıca bkz.: *belginlik*

ölçü, ölçek, bkz.: *olasılıklar hesabı*; *rastlantısallık*

ölçümlerde ortaya çıkan hatalar, bkz.: *ölçme, ölçme* tekniği

ölçümlerle bozulma, bkz.: *düşünsel deneyler* (Bohr, Heisenberg); *Heisenberg'in belirsizlik bağıntıları*

önemsizlik, göz ardı edilebilirlik, ~ yasası 410, 413'deki dpn.

önemsizlik; olasılıklar hesabında ~: 186t ve dpn. t, 190 ve dpn. t;
ayrıca bkz. olasılıklar hesabında *bağımsızlık*; "belief, rational, degree of" (Keynes) için bkz. *inanç*, akılcı -

önermeler kalkülü, önermeler dizgesi 372, 375, 399'daki dpn., 420-422 ve dpn., 584f

önermeler, önermeler dizgesi 51-77, 83, 111-113, 117, 121, 122, 130'daki dpn., 141'deki dpn., 176, 177; ayrıca bkz.: varsayım, *kuram*, özel

ve evrensel ~: 89-91; bireşimsel ve görgül ~: 74-77 ve dpn., 84-86, 146-148, 287-289, 298-299 ve dpn., 435, 437-438; ayrıca bkz.: *sınırlandırma ve anlamlılık*; *fizikötesi* önermeler;
ayrıca bkz.: *all-and-some-statements*; *temel önermeler*; *elemanter önermeler*; *vardır-önermeleri*; *fizikötesi* önermeler; *tutanaklar*; *tekil önermeler*; *bireşimsel önermeler*; *eş-söz*eller; *çelişki*

önermenin olasılığı 53, 177, 285, 290-300 ayrıca bkz. *olasılık mantığı*

öngörüler, bkz.: kestirimler

önsel, önselcilik 38, 53, 69'daki dpn., 240, 289, 299, 356, 358, 359, 435'deki dpn., 437, 438;
ayrıca bkz.: *aşkın kanıtlama*

önyargılar 314-316 ve dpn.;
ayrıca bkz.: *eğilimler* [öznel]

örgü 144, 147-148

örnekle tanım, bkz.: tanım

öz, bkz.: özcülük

özcülük 38, 61, 173, 315'deki dpn., 459, 513-515, 594

özdeşleyim, bkz.: *sezgi*

özelleme, ansal önermeler 109'daki dpn., *114*, *125*'deki dpn., 168'deki dpn., 286, 293 ve dpn., 301'deki dpn., 307'deki dpn., 432, *442*'deki dpn. t

öznel bilgi, bkz.: nesnel bilgi

özneller arası, bilimsel deneyimlerin ~ olması 68-69 ve dpn., 70-72, 80, 107, *110* ve dpn., 122, *126-128*, 129, *136*'daki dpn.

paradoks, mantıksal ~ 29;
sağlamadaki ~ 125, 293-295, 301'deki dpn.;
gerçeğin saptanmasındaki ~ 484-490, 495

parametre 157-162, 167 ve dpn., 168'deki dpn., 169 ve dpn., 170, 302'deki dpn., 441, 450, 451, 452, 455-459

parçacığın yörüngesi 252-254 ve dpn., 262, 263 ve dpn., 264-266, 270-274, 275 ve dpn., 337-340, 343, 539

pragmacılık 309'daki dpn., 311 ve dpn.; ayrıca bkz.: *araççılık*; *işlemcilik*

pragmatik yalınlık kavramı; bkz.: estetik-pragmatik *yalınlık*

problem (sorun) 27-32, 61-62, 130, 161, 162, 173, 236, 237, 446, 447, 459; ayrıca bkz.: *görelileştirme*; *rekabet*;
problem durum: 25, 38, 313, 523, 524

problemler, ~'in çözümü 566, 567

rakip kuramlar, bkz.: *rekabet*

rastlantı: kesim 69 (*237-239*);
şans oyunları kuramının temel sorunu: kesim 49 (*178-180*), 218-220; ayrıca bkz.: *diziler*; *gelişigüzellik*; *olasılık kuramı*;
yasa ve ~: 169, 174, 236-239 ve dpn.;
ayrıca bkz.: *yasal davranışlar*; *düzenlilik*

rastlantısallık, ~'ğın ideal biçimi ya da ölçeği 335-336, 424-427; ayrıca bkz.: *diziler* [rastlantısal -]; *gelişigüzellik*

referans kümesi, referans dizisi, kolektif 183t-187, 194t, 198t-202, 215, 216, 220'deki dpn., 241-244 ve dpn., 246, 247, 268-269, 291, 292, 294; ayrıca bkz. *diziler*, rastlantısal *diziler*; *gelişigüzellik* (kuralsızlık)

rekabet, kuramlar arası, problemlerin (ya da problem durumlarının) çözümünde başvurulan bir yöntem

olarak ~; "birbirine rakip" kuramlar ve "katkıları": *318-319*, 449, 450, 451, 459, 499, 500; ayrıca bkz.: *problem*; *görelileştirme*; *kuram*

ruhbilim 104-105;
ayrıca bkz.: *bilgi ruhbilimi*

ruhbilimcilik 29, 36, 54, 55, kesim 2, kesim 25 (*117*t), 119, 120, 121, 122, 123, 128, 129-130, 136, 137, 289

ruhsal çözümleme 105

sağlama 57t ve dpn. t, 78 ve dpn., 85, 100, 109, 110, 111, 123, 124, 128, 133, 161, 162, 238, Bölüm X, (*285*t ve dpn. t, kesim *82*), *318*, *319*, 422, 435-436 ve dpn., 441, 442, 454, 458-462, 477'deki dpn., 497, 498, 499;
sağlama derecesi, ~nın derecesi: 285'deki dpn, 301-305 ve dpn., 435, Yeni Ek *IX (*470*t, *476*t-*478* ve dpn., *479-483*, *484*, *487*'deki dpn. t, *488* ve dpn., *499* ve dpn., *491* ve dpn., *492* ve dpn., *494*);
~ yanlışlanabilirlik ya da sınanabilirlik derecesiyle, yani içerik ya da olasılıksızlıkla artar ve bu nedenle olasılık değildir: 167 ve dpn., 168, 285'deki dpn., 289, 291'deki dpn., 301-305 ve dpn., 306 ve dpn., 307 ve dpn., 308, 351-353, 361, 376, 428-430, 454, 458-459 ve dpn., 460-462, 464-475, 497, 498, 499;
akılcı inancın derecesi olarak ~: 494-495;
~daki paradoks: 125'deki dpn., 293f.;
~ görelileştirmektedir: 476, 477, 478 ve dpn., 459, 482 ve dpn.;
~ ve doğruluk: kesim 84, 495, 497, 498;
~ ve doğruya yakınlık: 565-571;
olasılık önermelerinin sağlanması: 174, 178-180, 196'daki dpn., 213, 221-222 ve dpn., 232, 233'deki dpn., 238, 239, 243, 281, 282, 302'deki dpn., kesim 83, 488-498

sağlanmışlık kesim 83, 369, 370;
~ derecesi: 161, 161, 305'deki dpn., 306'daki dpn., 307 ve dpn., 311, 318, 459, 475;
ayrıca bkz. *sınanabilirlik*, *içerik*

salt durum 260t ve dpn. t, 274, 277, 278, 338-339, 546'deki dpn.;
bütünüyle ~: 283-284, 343-344, 545-546

sanki-Bernoulli-problemi, bkz.: *Bernoulli problemi*

sanki-tümevarım, tümevarım yönünde tümdengelimsel çıkarımlar: 66, 100, kesim 85 (*312t-314*), 357;
ayrıca bkz.: *evrensellik*

sapma, istatistiksel ~ 221, 223-224, 236-237;
ayrıca bkz.: *dalgalanma*lar [olasılıksal -]

saptamalar, kararlar, kurallar, yöntembilimsel ~ *61-62*, *79-80*, *133-136*, *239*, 280-282, 314;
oyun kuralları olarak ~: kesim 11;
bilimle fizikötesi arasındaki sınıra ilişkin ~: 62, 73-74, 79, 358;
temel önermelerin kabul edilmesine ilişkin ~: *109-110* ve dpn., *128-130*, 133, 134, 135;
kuramların kabul edilmesine ilişkin ~: 35-36, 72, *77-79*, 120-122, *133-134*, 138, 498-500;
fizikötesinin dışlanmasına ilişkin ~: kesim 25; ayrıca bkz.: *fizikötesine* karşı yürütülen olgucu düşmanlık;
sağlanmışlığa ilişkin ~: 302-304, 499-500;

evrensel kuramlara ilişkin istendik –: 100, *150*, 303, 308, 311-312;
oldukça yalın kuramlara ilişkin istendik –: 163, 168'deki dpn., 170, 173;
oldukça açık ve (belgin) belirgin kuramlara ilişkin istendik –: *149-152*;
sınanabilir kuramlara ilişkin istendik –: 78, 99-10, 106-107, *123, 133, 150*, 151-152, 173, 282, 302-304, 312, 500;
temel kavramlara ilişkin –: 98, 106;
nedensel açıklamalara ilişkin –: 85 ve dpn., 239-240, 281-282, 287'deki dpn.;
olasılıklı açıklamalara ilişkin –: 79, 222 ve dpn., *231* ve dpn., 232, 233 ve dpn., 234, 235, 236, 237, 297;
sınamaların sonuçlarına ilişkin –: 57, 78, 79, 100, 109-110 ve dpn., *111, 128, 129, 130*, 134-136, 302-304;
ad-hoc varsayımlardan kaçınmaya ilişkin – ("varsayım kullanımında son derece tutumlu olma ilkesi"): 173, 307-308 ve dpn.;
uzlaşımcı yaklaşımlardan kaçınmaya ilişkin –: 78, 104, 105, 106, 121;
kavramların dikkatsizce değiştirme ve kullanımından kaçınmaya ilişkin –: *106-107*; bilimin hedefine ilişkin –: 61-62, 73, kesim 9, 75-77, 78, 79, 87, 102-104, 130-132, 287-288;
–ın vazgeçilmezliği: kesim 9, 498-499;
varsayımlarımızın katı sınamalardan geçirilmesi kararı: 78, 100, *282, 314-317, 358*, 476-477, *498-500*;
eleştiriye başlamadan önce karşıt savın açıklanması ve güçlendirilmesi kararı: 294'deki dpn.
savunma, bkz.: geçerliliğin kanıtlanması
seçme, seçim; fiziksel – (karartma) 258 ve dpn. t, 259t, 260, 271, 272-274, 276, 277, 278, 338, 339, 341-344 ve dpn., 538, 539
ayrıca bkz.: *istatistiksel dağılım bağıntıları*
seçme, seçim; olasılıksal –: sıra seçimi: 187t; alışılagelmiş –: 202t, 204, 206, 207, 208;
çevre seçimi: 187t, 188-190t ve dpn., 191'deki dpn., 202, 205-206, 215, 225'deki dpn.; salt (alışılagelmiş) –: 206t;
seçimler karşısında duyarsızlık 188t, 189, 190, 191, 204, 215;
ayrıca bkz. *sonraki etki*den bağımsızlık
sembolizm, mantıksal –'in ilahlaştırılması 468
sezgi, yaratıcı – 28, 56, 100'deki dpn.,
sezgicilik (Brouwer –I) 559
sıfır olasılık, bir evrensel önermenin –ğı: 63'deki dpn., 293, Yeni Ek *VII, 453, 454, 455, 462-463, 482, 483, 491, 570-572;
ikinci savın –ğı 376-378, 383, 418'deki dpn., 461, 462, 463
sıklık (yığılma) noktaları 215t-216 ve dpn.;
ayrıca bkz.: ortalam sıklık
sıklık sınır-değeri, bkz.: göreli sıklığın sınır-değeri
sıklık, bkz.: *göreli sıklık*; *olasılıklar hesabı*
sınama önermeleri, bkz.: *temel önermeler, yanlışlama olanakları*
sınanabilirlik, sınamalar 51, kesim *3*, *63*, 68-72, *78*, 79, 83'deki dpn., 85, 86, 93-95 ve dpn., 100'deki

dpn., 107, 109-111 ve dpn., 120-122 ve dpn., *123*, 124-125 ve dpn., 128-132, 161, 162, 169-170 ve dpn., 250, 251, 263-265, 281'deki dpn., 291-293, 299, 300-302 ve dpn., 311, 312, 313, 316, 317, 323'deki dpn., 352, 353, 356-358, 423, 428-430, 459, *478* ve dpn., 494-495, *498*, *499*, *500*, 514-516, 561, 562, 566, 567; ayrıca bkz.: *yanlışlanabilirlik*;

~, görgül sınamalar: kesim 26, 561, 562, 566, 567;

olasılık önermelerinin ~'ği, bkz.: *karar verilebilirlik*;

~'in derecesi: 106, 133, *136*, *137*, Bölüm VI, 302-305, *458*, *459*, *460*, 461, 499, 500;

~'ğin karşılaştırılması: kesim 32; uygulama alanı ve boyut yardımıyla ~'ğin karşılaştırılması: 153-162, 323, 449-459; altküme ilişkisi yardımıyla ~'ğin karşılaştırılması: kesim 33-34, 146, 152, 156, 157, 245-247; her iki ölçünün karşılaştırılması: 156, 157;

~ evrensellik ve belginlikle artar: kesim 36-37, 168, 169, 304, 305, 308, 490'daki dpn., 492'deki dpn., 506-508;

~ yalınlıkla artar: kesim 43, 302'deki dpn., 305'deki dpn., 308, 449-*459*;

~ içerikle artar: kesim 35, 150, 167-168'deki dpn., 169 ve dpn., 170, 305'deki dpn., 307 ve dpn., 308, 441-443, 449-*459*, 475-477;

~ olasılıksızlıkla artar: 144-146, 245, 302'deki dpn., 303, 304, 305, 308, *459*

sınır-değer, göreli sıklığın ~i 194 ve dpn., 195, 198, 212-215, 219, 226 ve dpn., 227 ve dpn., 335-336, 426, 427

sınır-koşulları 83t, 84 ve dpn., 107-110 ve dpn., 125'deki dpn., 145, 152, 153, 154, 159, 160, 190, 237, 238, 240, 241, 242, 262, 263, 512, 513, 514, 516-521 ve dpn.

sınırlandırma ayracı, ~ olarak yanlışlanabilirlik: kes.6, 73, 78, 79, *92-93*, 221-222, 228-229, 237, 301'deki dpn.., 314, 356-358, 506-508, 561-564; ayrıca bkz.: *bakışımsızlık*; *görgül yapı*; *yanlışlanabilirlik*, *sınanabilirlik*;

sınırlandırma ayracı olarak kesinlik kavramının yetersizliği: 61, 63, 64, 87-88, 93-94, 102-103, 122, 314, 316-317, 356; ayrıca bkz.: kesinlik; *doğrulama*;

sınırlandırma ayracı olarak anlamlılık kavramının yetersizliği: 59-61, 62-66, 356-357; ayrıca bkz.: anlamlılık dogması [olgucu-]

sınırlandırma ve anlamlılık, sınırlandırma ve anlamlılık arasındaki ayrım: *59*, *64*'deki dpn., 74'deki dpn., 108'deki dpn., 146-148, 227 ve dpn., 283-284, 354

sınırlandırma, bilimle sözde-bilim, bilimle fizikötesi arasında ~: kes.4 (*58*, *60-61*), 79 ve dpn., 108, 122, 356-357 PRIVATE

sonraki etki, sonraki etkiden bağımsızlık (n-serbestlik) 190 ve dpn. t, 191-196, 204 ve dpn., 205 ve dpn., 206, 207, 208, 212, 213, 214, 215, 216, 239, 434, 435;

mutlak serbestlik: 200, 201, 202, 205 ve dpn., 206, 212, 215, 217, 333, 334'deki dpn., 335, 336;

sonlu dizilerde ~: kesim 55 (*190*t), 213, 214, 330, 333, ve dpn., 334 ve dpn.; sonsuz dizilerde ~: kesim 57, 200, 201, 217'deki dpn.;

ayrıca bkz.: olasılıklı *seçme*, *seçme-*

ler karşısında duyarsızlık; rastlantısal *diziler*; *düzensizlik* (kuralsızlık)
sonsuz geri gitmeler 53, 72, 110'daki dpn., 117, 129, 289, 299, 358, 437, 594, 595
soyutlama, soyutluk 89-90 ve dpn., 504; ayrıca bkz.: *genelleştirme*
sözcüklerin kullanımı 29f, 89-90, 91, 92, 106'daki dpn., 107, 311-312; ayrıca bkz.: *temel kavramların anlamı*; *diller*
"subjunctive conditional", bkz.: *koşullu* önerme, bitiştirici (subjunktiv)
süper kuantumlanma, bkz.: ikinci kuantumlanma
süreklilik beliti (Kolmogoroff, von Wright) 376, 405t, 406

şans oyunları, -nın klasik kuramı; bkz.: klasik *olasılıklar hesabı*nın grafikle gösterimi

tahmin, istatistiksel ~, bkz.: *varsayımlar* [istatistiksel -]
takdir önermesi, kuramın yeterliliğine ilişkin kurama biçilen değer 298t-299 ve dpn., 300-301, 303, 310, 311, 312
tanım 31, 32, 33, 79, 97-98, *106*, 160, 516, 517, 518, 519; özcü tanım: 173, 459, 515; ayrıca bkz.: özcülük; örtük ~: 95-98, 102, 103; içlemsel ve kaplamsal ~: 195, 220, 221; işlemci ~: 526 ve dpn.; örnekle (göstere göstere) ~ (ilişkilendirmeler): 88, *97f.*, 103, 160, 171; yinelgen ~: 190'daki dpn.-191'deki dpn.; yaratıcı ~: 391t, 392
tanıtlanabilirlik, mantıksal ~ 420t, 519'daki dpn.; ayrıca bkz.: *eşsözel* önerme
tarih 315'deki dpn.; fesefe ~i: 359; bilim ~i: 249-250, 303, 358; ayrıca bkz.: tarihsel *yöntem*
tekbiçimcilik, doğada ~ğin var olduğu ilkesi; bkz.: doğa olgularının değişmezliği ilkesi
tekçilik 130'daki dpn.; tarafsız ~, 136, 137
tekil önermeler (özel önermeler) 51, 57, 64, 65, 66, 67, 83, 84, 86'daki dpn., 94'deki dpn., 106, 107, 111, 112, 113 ve dpn., 125 ve dpn., *133-134*, 155, 159, 163, 164, 357, 434, 435, 504, 505'deki dpn.
teknik, bkz.: bilim [uygulamalı -]
tekrarlar 240t, 335
tekrarların üstünlüğü, bkz.: *benzerlik*
tektip temel önermeler, bkz.: *olgu*
temel kavramlar, tanımlanamayan kavramlar 95-98, 106-107, 379
temel kavramların anlamı: 95-98, 106-107; gündelik dilde kullanılan sözcüklerin anlamı: 27, 89, 90, 106 ve dpn., 311; ayrıca bkz.: *sözcüklerin kullanımı*; *diller*
temel önermeler (sınama önermeleri) 59'daki dpn. t, 67, 70-72, 94'deki dpn., 101, 107, 108, 113-116, kesim 28 ve 29, 124-128t, 129, 130, 135, 136, 137, 296, 297, 299, 300-304, 308, 309, 310, 311, 312, 358, 488, 561t; ayrıca bkz. *yanlışlama olanakları*; ~in yanlışlanabilirliği: 107, 126-128, 134-137, 505'deki dpn.; izin verilen ~: 108t, 110'daki dpn., 138, 139, 150, 155; yasaklanan ~: 64, 108, 112, 113, 114, 139, 150, 292;

~in biçimsel ve maddesel gerekliliği: 125-128;
~in karmaşıklık derecesi: 140-142 ve dpn. t, 152, 153, 154 ve dpn., 155, 168'deki dpn., 323;
tektip ~: 113t, 139, 145; ayrıca bkz. *olgu*;
ansal önermeler (değillenmiş ~): 109'daki dpn., 114, 125'deki dpn., 168'deki dpn., 293 ve dpn., 301 ve dpn.;
~in kabul edilmesine ilişkin kurallar: 109, 110 ve dpn., 111'deki dpn., 128-130, 131, 132, 133, 134, 135, 136; ~in göreliliği: *kesim 28*, *128-130*, 136 ve dpn., 137 ve dpn., 153-154 ve dpn.;
~in belirsizliği: *134-137*, 504-505 ve dpn.;
olasılık kuramında ~, bkz. *karar verilebilirlik*

temel; bkz. *görgül temel*; ~ sağlam değildir *137*

terminolojik sorunlar 78'deki dpn., 140'daki dpn.309'daki dpn., 466, 467, 468, 473, 474, 498-499

termodinamik 227-228, 230'daki dpn., 232, 234, 235, 239-240 ve dpn., 528, 529, 530, 547, 548

toplama teoremi 330, 391-392, 559 (sigma toplamı)

toplumbilim 104
bilginin ~'sel yönü: 315'deki dpn.

tutanaklar 58, 70t, kesim 26 (*119*t, *120*'deki dpn. t), 128-130 ve dpn.

tutarlılık, bkz.: çelişmezlik; biçimsel *olasılıklar hesabı*

tümdengelim, tümdengelimli çıkarım, türetim 56t, kesim 12, 86 ve dpn., 94-96, 99'daki dpn., 102, 106, 107-108, 112, 114 ve dpn., 121, 122, 124, *125* ve dpn., 129, *146-149* ve dpn., 150, 176, 177, 190, 198, 211-214, 223 ve dpn., 245, *309* ve dpn., *310*, 311, 312 ve dpn., 313, 445, 519 ve dpn.;
genelleştirilmiş ~: bkz.: mantıksal *olasılık*

tümdengelimcilik, bkz.: tümdengelimsel *yöntem*bilim

tümevarım 51, 57, 58, 59, *67*, 77, 131, 165-166 ve dpn., 196-198, *315* ve dpn., 324, Yeni Ek *I (*356-360*), *501*, 515, 520, 521, 522, 524, 573,-586, 587-597;
eleyen ~: 315'deki dpn., 499, 500;
tümevarım ilkesi: 52, 53, 54, 77, 166'daki dpn., 286-289, 299-300, 437-*439*, *570-571*; ayrıca bkz.: *önsel*cilik; *aşkın kanıtlama*; *sonsuz geri gitme*;
tümevarım ilkesinin yanlışlanması: 287, *288*-289 ve dpn.; ~ın gereksizliği: 52, 359;
tümevarım sorunu: kesim 1 (*51*t), 66, 87, 90, 92, 117, 118, 130, 131, 132, 297, 298-301 ve dpn., *356*, 435-439, 439'daki dpn., 503; ~ çözümü: *66, 314, 318-319, 459, 499, 500*; ~ın olumsuz sonuçlandırılması: 577-586;
ayrıca bkz.: sanki-tümevarım

tümevarım, matematiksel ~ 64'deki dpn., 185, 330-332

tümevarımsal çıkarımlar, bkz.: tümevarımsal *yöntem*ler, tümevarımsal *yöntem*bilim; *olasılık mantığı*

tümlerlik, Bohr'un ~ ilkesi 337'deki dpn., 338, 339, 541-544;
ayıca bkz. ikilem

türetilebilirlik, türetim bkz. *tümdengelim*

umulan değer, matematiksel ~, bkz.: matematiksel *beklendik değer*

uşculuk, klasik ~ 95-96; eleştirel ~, uşçu davranış: 27-42; ayrıca bkz.: *eleştiri*; *eleştirel tartışma*

ussal olarak yeniden yapılandırılma, bilgi süreçlerinin ~'sı 55-56

ussallaştırma, bilgi ile dünyanın ~'sı 83
uygulama alanı, bir kuramın ~ 155t-157, 304-305, 323-324 ve dpn., 449-459, 477'deki dpn., 491'deki dpn., 509
uygunluk koşulu 499
uzlaşımcı yaklaşım 38, 39, 104-107; ayrıca bkz.: uzlaşımcı yaklaşıma ilişkin *saptamalar*, sınama sonuçlarına ilişkin *saptamalar*
uzlaşımcı-karşıtı kurallar, bkz. *saptamalar*; uzlaşımcılık; uzlaşımcı yaklaşım
uzlaşımcılık 95, 96, 97, kesim 19 (*101*t ve dpn.), 163, 164, *356*, 358; saptamalar yardımıyla ~ğın dışlanması: *78-79*, *104-107*, *220*, *221*, 173; ayrıca bkz.: *saptamalar*; *uzlaşımcı yaklaşım*; ~ ve yalınlık kavramı: kesim 46; ayrıca bkz.: uzlaşımcı *yöntem*bilim

üretken periyot 191t, 192'deki dpn., 194, 333, 334 ve dpn.

vardır-önermeleri kesim 15 (*92*), 125, 126, 127, 223-224 ve dpn.; yalın (soyutlanmış) vardır-önermeleri: 113 ve dpn., 125, 126, 127, 224, 225, 226; tekil vardır-önermeleri 125t, 126, 127
vargı, bkz.: tümevarım
vargı, çıkarım, çıkarsama, bkz.: *tümdengelim*; tümevarımsal ve olasılıksal ~'lar, bkz.: *yöntem*bilim [tümevarımcı ~]; *olasılık mantığı*
varoluşçuluk 38
varsayımlar, bilimsel önermelerin varsayımsal özelliği 41, 51, 54, *78*-79, 95, 96, 97, 98, 100, 170, 256'daki dpn., 265, 280, 281, *286-289*, *300*, *307*, *314-317*, 360, 435'deki dpn., 474, 495, *499-500*, 505, 516; ayrıca bkz.: *sağlama*; *kesinlik*; *sınanabilirlik*; *doğrulama*; *olasılık mantığı*; ad-hoc ~: 66, 94, 102-106, 173, 307'deki dpn., 434-435; vardır ~ı: 225t-226; yanlışlayan düşük evrensellikli ~: 98, 109t-110t ve dpn., 111, 136-137; yardımcı ~: 66, 106, 173, 308; istatistiksel ~ (istatistiksel sıklık tahminleri, istatistiksel ekstrapolasyonlar): kesim 57 (*195-198* ve dpn.), 209, 211'deki dpn., 213, 214, 215, 216, 217, *223*-226, 236-239, *240*, 241, 242, 243, 244, 279, 280, 296, 336, 433, 458'deki dpn., 487, 488, 491, 492, 495; ayrıca bkz.: *eşdağılım*; *olasılık dağılımı*; ~da karar verilebilirlik: bkz.: *karar verilebilirlik*
varsayımlar, olasılıklı ~ 55, 289-298, 306, Yeni Ek *VII, 468-473; ayrıca bkz.: *olasılık mantığı*
Varşova Okulu 384
vazgeçilebilirlik (göz ardı edilebilirlik) yasası 409, 413'deki dpn.
verimlilik 28, 61-62, 73, 75-77, 87, 103-104, 106, 131-132; ayrıca bkz.: *bilimde ilerleme*; bilimin hedefi
Viyana Çevresi 37, 74'deki dpn., 83'deki dpn., 285'deki dpn., 299'daki dpn., 355, 356

yaklaşma, yakınlaşma, kuramların daha iyiye ya da doğruya yaklaşması: 41, 286, 303, 304, 311f, 318f, 441f, 565-571; ayrıca bkz. *doğru*, doğruya ve sağlanmışlık derecesine ~: 571; olasılık (sınır-) değerine ~: 231; (ideal) rastlantısallığa ~: 192'deki dpn., 222'deki dpn., 565-571

yaklaşıklık, mantıksal ~ 176, 177 ve dpn., 307
"yalancı" (mantıksal paradoks) 29
yalınlık 101-102, 103, 133-134, 141'deki dpn., Bölüm VII, *173*, 441, 446, 447, Yeni Ek *VIII;
~ kavramının estetik-pragmatik boyutunun dışlanması: 134, Kesim 41, 173;
matematiksel ~: 165-167;
~ğın yöntembilimsel sorunu: 163-173, 446, 447, 458-459;
~ğın az sayıdaki parametreyle özdeşleştirilmesi: 157 ve dpn., 167-168 ve dpn., 169-170 ve dpn., 302'deki dpn., 308, 441, 450, 454-455, 458-459; ayrıca bkz.: *parametre*;
~ ve içerik: *173*, 450-452, 455, *459*;
~ ve sınanabilirlik: kesim 43, 302'deki dpn., 305'deki dpn., 308;
yalınlık ve olasılıksızlık: 165-167, 168'deki dpn., 169 ve dpn., 302'deki dpn., 450-459; ayrıca bkz.: *boyut*;
olasılık önermelerinin ~ğı: 169, 239
yanlışlama karşısında bağışıklık oluşturma (Hans Albert'in bir deyimi) 104-105; bkz.: uzlaşımcı yaklaşımlar
yanlışlama olanakları (yanlışlama olanağını sağlayan önermeler) 108t, 112-114, 125'deki dpn., 126, 138, 140, 141, 142, 145, 150, 168'deki dpn., 324, 452, 470'deki dpn.;
ayrıca bkz.: *uygulama alanı*
yanlışlama, yanlışlanma, kuramın ~sı *57*, 66, 99, 100 ve dpn., 105, 106, kesim 22, 114, 115, 116, 125, 128, 133, 156-158, 291 ve dpn., 301, 314, 356, 357, 358, 359, 442'deki dpn., 515;
yanlışlanabilirlikle ters düşme 561-564;
olasılıklar hesabı öğretisinde ~: 233 ve dpn., 234, 235;
ayrıca bkz.: *bakışımsızlık*; sınama sonuçlarına ve uzlaşımcı yaklaşımlardan kaçınmaya ilişkin *saptamalar*
yanlışlanabilir 561
yanlışlanabilirlik, bilimsel kuramların karakteristik özelliği olarak ~: kesim 6, 67, 74 ve dpn., 78, 79, 92, *93*'deki dpn., 94'deki dpn., 95, 99, 100, Bölüm IV (kesim *41*), 124, 131'deki dpn., 161, 162, 228, 286, 314, 356, 357, 520; ayrıca bkz.: *bakışımsızlık*; *sınanabilirlik*; yanlışlanmışlığa ters düşme: 561-564;
analamlılık ölçütü olmayan ~, bkz.: *sınırlandırma ve anlamlılık*;
~ğin derecesi, bkz.: *sınanabilirlik* derecesi;
olasılık önermelerinin ~ği, bkz.: *karar verilebilirlik*
yanlışlık 115, 116, 168'deki dpn., 285, 293, 294, 297, 309, *310-312*; ayrıca bkz.: *ayıklama*; *yanlışlama olanakları* (yanlışlama olanağını sağlayan önermeler)
yanılmalar 43-45, 561
yapılandırmak, yapılandırılabilirlik 106'daki dpn. t, 118, 119, 504, 505;
ayrıca bkz.: *indirgeme*
yardımcı varsayımlar, bkz.: *varsayımlar*
yasal (normal) sayılar, (Borel'in ~ı) 213'deki dpn.
yasal davranışlar 118, 126, 127, 128, 164-169, 505, 506, 507, 508;
ayrıca bkz.: *benzerlik*; *temel önermeler*; *gözlemlenebilirlik*; yeniden üretilebilen *etki*; *yanlışlanabilirlik*; *düzenlilik* (kurallılık)

yasalar, doğa yasaları, genel ~, evrensel ~ 51, 60 ve dpn., 63 ve dpn., 64, 65, 66, 83-84 ve dpn., *131-132*, 164-167, 168, 169, *245*, 279, *281* ve dpn., 282, *287*t, 356, 357, 431'deki dpn., 432, 433, 441, 501, 506, 507, 508;
önermelerin yapısal biçiminin belirlenmesinde kullanılan ~: 60 ve dpn., 83, 85'deki dpn., 124, 281 ve dpn., 356, 357, 358; ayrıca bkz.: *araççılık*; *pragmacılık*;
mikro ve makro ~: 227-228, 229'daki dpn., 232, 235, 236, kesim 70, 255, 279, 280; ayrıca bkz.: *termodinamik*;
yasaklar olarak ~: 64, 92, 111, 150, 237, 283-284, 470'deki dpn., 510, 513; ayrıca bkz.: fiziksel *zorunluluk*;
~ ve olasılık kuramı: 169, 174, kesim 69; ayrıca bkz.: *karar verilebilirlik*
yasalar, hukuki ~ 64, 134
yasalar, sanatın ~ı 512, 513
yaşantı, bkz.: *gözlem*, *deneyim*, *kanı*
yeminli yargıçlar kurulu üyelerinin kararı 134-136
yer çekimi, Einstein ve Newton kuramlarının sağlanmışlığı 478'deki dpn.
yer değiştirme yasası 363, 373, 380'deki dpn., 388, 409-411
yinelenebilirlik, bkz.: *gözlemlenebilirlik*; yeniden üretilebilir *etki*; *yasal davranışlar*; *dalgalanma*lar
yorum, bilimin görevine ilişkin ~: 297, *314-317*;
belitlere ilişkin ~: 95-98;
kuramların ışığında yapılmış gözlemler hakkında ~: 83'deki dpn., 99, 102, 103, *130*, *131-132* ve dpn., 158, 315, 316, 317, *491-493*, 505;
ayrıca bkz.: *kuram* ve deney;
Bernoulli teoreminin ~u, bkz. *Bernoulli teoremi*;
Heisenberg'in belirsizlik bağıntılarına ilişkin ~, bkz.: *Heisenberg'in belirsizlik bağıntıları*;
kuantum kuramına ilişkin ~, bkz.: *kuantum kuramı*;
olasılık önermelerine ilişkin ~, bkz.: *olasılıklar hesabı*
yöntem, yöntembilim 75, 76, 77, 78-80, 248, 281, 282, *314-317*;
tümdengelimsel ~: 53, 54, 55, kesim 3, 63, 103, 311-314, 359, 492-493; tümevarımsal ~: 51-55, 58-60, 63, 77, 87, 88, 102'deki dpn., 117, 154'deki dpn., 166, 197-198, 213, 214, 311, 312; ayrıca bkz.: *olasılık mantığı*;
uzlaşımcı ~: 61, 62, 73, 74, 77, kesim 11 (*79*), 104-106;
görgül ~: *62-63*, 73, 74, 106, 315, 316;
tarihsel ~: 28t, 29; ayrıca bkz.: tarih;
eleştirel ya da akılcı (ussal) ~: 28, *68*'deki dpn., *73-74*, 79'daki dpn., 314-316; ayrıca bkz.: *eleştirel tartışma*;
felsefi ~ (kendine özgü bir yöntemin olmayışı): 27-30; ayrıca bkz.: eytişimsel ~;
bilimsel ~: *62-63*, Bölüm II, 314, 315;
~in saptanması: 73; ayrıca bkz.: *saptamalar*; *verimlilik*;
doğalcı ~: 59, kesim 10 (*75t*, *76*, *77t*), 297
yöntembilimsel kurallar, bkz.: *saptamalar*

zorunluluk, mantıksal ~: 420-422, 509'daki dpn., 510-516, 517 ve dpn., 522, 523, 524;
fiziksel ya da doğal ~: 509-515, *516*t, 517t-523t;
mantıksal ve fiziksel ~ arasındaki ayrım: 511-515

Yapı Kredi'nin kurucusu Kâzım Taşkent'in anısını yaşatacak olan bu dizi, ortak insanlık mirasının ürünü temel klasik yapıtları dilimize kazandırmak amacıyla hazırlanıyor.
Dizinin danışma kurulu Can Alkor, Enis Batur, Ahmet Cemal,
Cevat Çapan, Tahsin Yücel'den oluşmaktadır.

Bu kitap, 1998'in Mart ayında,
1800 adet 1. hamur kâğıda basılmış,
300 nüshası 0001'den 0300'e kadar numaralanarak satış dışı tutulmuştur.

Siyaset felsefesi alanında, yayımlandığı dönemde olağanüstü özgünlük ve güçte bir yapıt olarak karşılanan *Açık Toplum ve Düşmanları* adlı çalışmasıyla gerçek ününe kavuşan Karl Raimund Popper'ın (1902-1994) ilk kez 1934 yılında yayımlanan *Bilimsel Araştırmanın Mantığı* adlı bu çalışması bilim felsefesinin başyapıtları arasında yer alır.

Eleştirel Akılcılığın kurucusu olan Popper, bu yapıtında araştırmanın mantığını, bilimsel yöntemin kurallarını ortaya koyar. Hareket noktası olarak bilim insanının tanımından başlayan Popper'a göre ancak deneyim, gözlem, içgüdü ve sezgiyle hareket eden bir araştırmacı, önyargılardan ve dogmalardan arınmış olarak evreni sorgulayabilecektir.

ISBN 975-363-439-0

9 789753 634397