

# Bilimsel Araştırma: Buluş ve Sınama\*

Carl G. Hempel

Çev. Alper Yavuz

## Ön Açıklama

Bu yazı Carl Hempel'in (1905–1997) *Philosophy of Natural Science* [Doğa Bilimi Felsefesi] adlı yapıtının ikinci bölümüdür.<sup>1</sup> Carl Gustav Hempel 1905 yılında Berlin'de doğar. Göttingen ve Heidelberg Üniversitelerinde felsefe, fizik ve matematik öğrenimi gördükten sonra 1925 yılında Berlin Üniversitesine gider. Burada Hans Reichenbach ile çalışır. Reichenbach'ın önerisiyle, 1929 yılının Güz dönemini Viyana Üniversitesinde geçirir. Burada "Viyana Çevresi" olarak bilinen filozoflar topluluğuyla tanışır. 1934 yılında Berlin Üniversitesinde Olasılık Kuramı üzerine yazdığı bir tez ile doktorasını tamamlar. Nazilerin iktidara gelişinden rahatsız olarak aynı yıl Brüksel'e göç eder. Sonrasında 1939 yılında ABD'ye yerleşir. Burada Şikago Üniversitesinde Rudolf Carnap'ın asistanlığını yapar. Daha sonra çeşitli üniversitelerde dersler verir. *Aspects of Scientific Explanation* (1965) [Bilimsel Açıklama Tarzları], *Philosophy of Natural Science* (1966) [Doğa Bilimi Felsefesi] ve *Scientific Explanation* (1967) [Bilimsel Açıklama] gibi bilim felsefesi alanında önemli yapıtlar veren Hempel, yine bu alanda çok sayıda makale yazmıştır.

Burada çevirisi sunulan yazıda Hempel, bilim tarihinden ilgi çekici bir olayı anlatıp, bu örnek üzerinden bilimsel yöntemi çeşitli yönleriyle inceliyor. Hastalık yapan mikroorganizmaların ya da mikropların farkına varılması insanlık tarihinin belki de en önemli bilimsel gelişmelerinden biridir. Yüzyıllar boyunca bunların varlığı bilinmediğinden, neden oldukları hastalıklar da önlenemedi. Ameliyatlar, doğumlar temizlik koşullarına dikkat edilmeden yapıldığı için ölümlere neden oluyorlardı. Oysaki basit bir temizlik önlemi, örneğin ameliyatı ya da doğumu gerçekleştirecek kişilerin ellerini yıkamaları ve temiz araçlar kullanmaları sağlansa mikropların bedene girmesi önlenebilirdi. Hastanelerin temiz olması gerektiği bugün artık çok sıradan bir bilgi durumuna geldi. Ancak insanlık bu bilgiye ulaşabilmek için büyük sıkıntılar yaşadı. İşte burada çevirisi sunulan yazı, söz konusu sıkıntıların nedeninin, yani mikropların, ilk olarak nasıl farkına varıldığıнын öyküsüyle başlıyor. Sonrasında Hempel, bu bilimsel buluşun nasıl yapıldığını çözümlüyor. Bilim tarihinden başka örnekler de vererek bilimsel yöntemin belki de en önemli iki kavramı olan tümdengelim ve tümevarımın bilimdeki yerini tartışıyor.

\*Çevirinin yayın bilgisi şöyledir: Carl G. Hempel (2013). "Bilimsel Araştırma: Buluş ve Sınama". Çev. Alper Yavuz. İçinde: *İnsancıl* 271, ss. 25–35.

<sup>1</sup>Carl Hempel, *Philosophy of Natural Science* [Doğa Bilimi Felsefesi], (New Jersey, ABD: Prentice Hall, 1966), ss. 193–208.

19. Yüzyıl bilimin şahlandığı bir dönem. Bu yüzyılın bilimcileri karşılaştıkları sorunları doğaüstü güçler yerine; deneysel, sınanabilir olgularla açıklamaya çalıştılar. Darwin, Pasteur, Marie Curie ve daha birçok 19. Yüzyıl bilimcisi, uyguladıkları deneye dayalı yöntemlerle çağdaş bilimsel araştırmanın temellerini attılar. Hempel'in bu yazıda anlattığı öykünün kahramanı Doktor Semmelweis'in başarısını da yaşadığı yüzyıldaki bilimsel anlayış içinde değerlendirmek gerekir. Semmelweis'in mikropların farkına varması, becerisini uygun bir bilimsel yöntem doğrultusunda kullanmasıyla olanaklı oldu. Doktorlar, mikropların neden olduğu ölümleri daha önceden de araştırıyorlardı kuşkusuz. Ancak başarılı bir bilimsel yöntemi de içeren bilgi birikimi ancak 19. Yüzyılın ortalarında mikropların fark edilmesine olanak tanıdı.<sup>2</sup>

## 1 Bir Örnek Olayın Tarihçesi

Bilimsel araştırmanın kimi önemli yönlerinin basit bir örneği için Semmelweis'in loğusa ateşi üzerine olan çalışmasına bakalım. Macaristan doğumlu bir hekim olan Ignaz Semmelweis bu çalışmayı, 1844–1848 yılları arasında Viyana Genel Hastanesinde yaptı. Semmelweis, hastanenin Birinci Doğum Kliniğinin sağlık personeli olarak, bu klinikte bebeklerini dünyaya getiren kadınların büyük bir oranının doğum sonrası ateşi ya da loğusa ateşi olarak bilinen ciddi ve çoğu zaman öldürücü hastalığa yakalanmasının sıkıntısını yaşıyordu. 1844 yılında, Birinci Klinikteki 3157 annenin 260 kadarı ya da yüzde 8,2'si bu hastalıktan ölmüş; 1845'te ölüm oranı yüzde 6,8 ve 1846'da ise yüzde 11,4 olmuştu. Bu sayılar çok korkutucuydu çünkü aynı hastanenin Birinciyle hemen hemen aynı sayıda kadının kaldığı komşu İkinci Doğum Kliniğinde loğusa ateşinden ölüm oranları çok daha azdı: aynı yıllar için yüzde 2,3, 2,0 ve 2,7. Semmelweis, loğusa ateşinin nedeni ve önlenmesi üzerine sonradan yazdığı bir kitapta çabalarını berbat bir bulmacayı çözmek olarak betimler.<sup>3</sup>

Semmelweis, o zaman varolan çeşitli açıklamaları incelemekle başlar işe. Bunlardan kimilerini iyice anlaşılmalı kimi olgularla çeliştiği için daha baştan eler, kalanlarını ise özel olarak sınar.

Yaygın kabul gören bir görüş doğum sonrası ateşinin yıkıcı etkilerini "salgın etkileri"ne bağlar. Bu etkiler, bütün bölgelere yayılan ve loğusa dönemindeki kadınlarda loğusa ateşine neden olan "atmosferik-kozmik-telürük değişimler" şeklinde kabaca betimlenir. Ancak Semmelweis böylesi etkilerin nasıl olup da Birinci Kliniğin başına yıllardır bela olurken İkinciye atlayabildiğini anlamaya çalışır. Yine bu görüş hastalığın hastanede şiddetliken Viyana ya da çevresinde güçlükle görülüyor olması olgusuyla nasıl bağdaşabilir? Kolera gibi gerçek bir salgın bu kadar seçici olmazdı. Semmelweis son olarak Birinci Kliniğe kabul edilenler içinde hastaneden uzakta yaşayıp yolda doğum san-

<sup>2</sup>Tıp terimlerinin çevirisinde yardımları için Cem Çomunoğlu'na; çevirinin tamamını okuyup bana düzeltmeler önerdikleri için İlke Bereketli, İpek Mine Sonakın ve Cengiz Gündoğdu'ya teşekkür ederim.

<sup>3</sup>Semmelweis'in çalışmasının öyküsü ve karşılaştığı güçlükler tıp tarihinin büyüleyici bir sayfasını oluşturur. Semmelweis'in yazılarının çevirilerini ve geniş anlatımını içeren ayrıntılı bir açıklama şurada bulunabilir: W, J, Sinclair, *Semmelweis: His Life and His Doctrine* [Semmelweis: Yaşamı ve Öğretisi] (Manchester, İngiltere: Manchester Üniversitesi Yayınları, 1909). Bu bölümde alıntılan küçük metinler bu çalışmadan alınmıştır. Semmelweis'in kariyerinin önemli olayları şu kitabın birinci bölümünde anlatılıyor: P. de Kruif, *Men Against Death* [Ölüm Karşısında İnsanlar] (New York: Harcourt, Brace & World, Inc., 1932).

çalarına yenik düşmüş ve sokakta doğum yapmış kimi kadınların durumuna dikkat çeker. Böylesi olumsuz koşullara karşın bu “sokakta doğum” olayları arasında bile loğusa ateşi nedeniyle ölüm oranı Birinci Klinik ortalamasından daha düşüktü.

Başka bir görüşe göre Birinci Klinikteki ölümlerin bir nedeni aşırı kalabalıktı. Ancak Semmelweis İkinci Klinikteki kalabalığın, biraz da kötü ün salmış Birinci Kliniğe konmaktan kaçınmak isteyen hastaların umutsuz çabaları nedeniyle daha fazla olduğuna işaret eder. Varolan benzer iki varsayımı da iki klinik arasında beslenme veya hastaların genel bakımı arasında bir fark bulunmadığına dikkat çekerek reddeder.

1846’da olayı araştırmak üzere görevlendirilen kurul, Birinci Klinikte hastalığın yaygınlığını, hepsi doğum eğitimlerini Birinci Klinikte almış tıp öğrencilerinin kaba muayenelerinden kaynaklanan yaralara bağlar. Semmelweis bu görüşü çürütmek için şu gerekçelere dikkat çeker: (a) Doğum işleminin doğal sonucu olan yaralar kaba muayeneden kaynaklanmış olabilecek olanlardan çok daha yaygınlar. (b) Eğitimlerini İkinci Klinikte alan ebeler hastalarını tam olarak aynı biçimde muayene ettiler ancak aynı hastalıklı etkiler görülmedi. (c) Kurul raporu sonucu tıp öğrencilerinin sayısı yarıya düşürüldüğünde ve kadınları muayeneleri en aza indirildiğinde ölümler küçük bir düşüşün ardından daha önce olmadığı kadar yüksek düzeylere erişti.

Çeşitli psikolojik açıklamalar yapılmaya çalışıldı. Bunlardan biri Birinci Kliniğin düzeninde, ölmek üzere olan bir kadının son duasını etmek için gelen bir papazın ötedeki hasta odasına ulaşmak için geçmek zorunda olduğu beş koğuş olduğuna dikkat çekti. Eşlik eden bir görevlinin çaldığı zilin ardından papazın görünmesinin koğuşlardaki hastalar üzerinde korkutucu ve güçsüzleştirici bir etki yaptığı ve böylelikle onların loğusa ateşi kurbanı olma olasılıklarını artırdığı düşünüldü. İkinci Klinikte bu ters koşul eksikti çünkü papaz hasta odasına doğrudan erişebiliyordu. Semmelweis bu varsayımı sına-maya karar verdi. Papazı hasta odasına sessizce ve görünmeden girebilmesi için dolambaçlı bir yoldan ve zili çalmadan gelmeye ikna etti. Ancak Birinci Klinikteki ölümler azalmadı.

Birinci Klinikteki kadınların sırt üstü yatarak, İkinci Kliniktekilerin ise yan yatarak doğurtulduklarını gözlemleyince Semmelweis’in aklına yeni bir düşünce geldi. İlgisiz olduğunu düşünmesine karşın “denize düşen yılanı sarılır” sözündeki gibi işlemdeki bu farklılığın önemli olup olmadığını denemeye karar verdi. Birinci Klinikte de yanal duruşun kullanılmasını sağladı ancak sonuçta yine ölüm oranı etkilenmeden kaldı.

En sonunda, 1847’nin başlarında bir kaza Semmelweis’a sorunun çözümü için belirleyici ipucunu sağladı. Kolletschka adındaki bir meslektaşının parmağında beraber otopsi yaptığı bir öğrencinin neşterinden kaynaklı bir kesik oluştuktan sonra Semmelweis’in loğusa ateşi kurbanlarında gözlemlediği belirtilerle kendini gösteren acı verici bir hastalık sonucu öldü. Bu türden enfeksiyonlarda mikroorganizmaların rolü o dönemde bilinmemesine karşın Semmelweis öğrencinin neşterinin Kolletschka’nın kan dolaşımına soktuğu “kadavra parçaları”nın meslektaşının ölümcül hastalığına neden olduğunu fark etti. Buna ek olarak kliniğindeki kadınların ve Kolletschka’nın rahatsızlıklarının gelişimleri arasındaki benzerlikler Semmelweis’i hastalarının aynı tür kan zehirlenmesinden öldükleri sonucuna yöneltti. Kendisi, meslektaşları ve tıp öğrencileri bulaşıcı maddenin taşıyıcılarıydılar çünkü o ve beraberindekiler otopsi odasında kadavra kesimi yaptıktan sonra koğuşlara doğrudan geliyor-

lar, ellerini yalnızca üstün körü bir biçimde yıkadıktan sonra ellerinden çoğu zaman gitmeyen, kendine özgü pis bir kokuyla doğum sancısı çeken kadınları muayene ediyorlardı.

Semmelweis bu düşüncesini de sınamadı. Haklıysa, loğusa ateşinin ellerde taşınan bulaşıcı maddenin kimyasal olarak yok edilmesiyle önlenmesi gerektiğini düşündü. Bu nedenle bütün tıp öğrencilerinin muayene yapmadan önce klorlu kireç çözeltisi ile ellerini yıkamalarını gerekli kılan bir emir verdi. Loğusa ateşinden ölüm oranları kısa sürede düşmeye başladı. 1848 yılı için Birinci Klinikteki ölüm oranı yüzde 1,27'ye düşerken İkincideki 1,33 oldu.

Semmelweis düşüncesini ya da sonradan söyleyeceğimiz gibi *hipotezini* daha fazla desteklemek için bu sonucun İkinci Klinikteki ölüm oranlarının neden tutarlı bir biçimde çok düşük olduğu olgusunu da açıkladığına dikkat çekti: Oradaki hastalara, eğitimleri kadavra kesimiyle yapılan anatomik eğitimi kapsamayan ebeler hizmet ediyorlardı.

Hipotez "sokak doğumları"nda neden düşük ölüm oranı olduğunu da açıklıyordu. Kucaklarında bebekleriyle gelen kadınlar hastaneye kabulün ardından çok seyrek olarak muayene ediliyorlar, böylelikle de onların hastalıktan kaçma olasılıkları daha yüksek oluyordu.

Benzer biçimde hipotez yeni doğan bebekler içinde loğusa ateşi kurbanlarının annelerinin hepsinin hastalığı doğum sırasında kapıldığı olgusunu açıklıyor çünkü o zaman enfeksiyon bebeğe anne ve bebeğin ortak kan dolaşımı yoluyla doğumdan önce geçebiliyordu. Buna karşılık annenin sağlıklı kaldığı durumda bu olanaksızdı.

Daha ileri klinik deneyimler kısa sürede Semmelweis'in hipotezini genişletmesini sağladı. Örneğin bir keresinde o ve beraberindekiler ellerini dikkatlice dezenfekte ettikten sonra önce doğum sancısı çeken, irinlenmiş rahim ağzı kanseri hastası bir kadını muayene ettiler. Sonrasında ise yenilenmiş dezenfeksiyon işlemini gerçekleştirmeden, sıradan temizlik yapıp aynı odadaki on iki kadını muayene ettiler. Bu on iki hastadan on biri doğum sonrası ateşi nedeniyle öldüler. Semmelweis loğusa ateşinin yalnızca kadavra parçalarınınca değil, aynı zamanda "yaşayan organizmalardan gelen çürümüş madde"den de kaynaklanabileceği sonucuna vardı.

## 2 Bir Hipotezi Sınamanın Basit Adımları

Semmelweis'in loğusa ateşinin nedenini ararken olanaklı yanıtlar olarak önerilen çeşitli hipotezleri nasıl incelediğini gördük. Bu türden hipotezlerin ilk elde nasıl ortaya çıktığı, bizim sonradan inceleyeceğimiz merak uyandırıcı bir konudur. Yine de ilk olarak bir hipotezin önerildikten sonra nasıl sınındığını inceleyelim.

Kimi zaman süreç çok doğrudan işliyor. İki klinik arasındaki ölüm oranları farkını kalabalık, beslenme ya da genel bakım farklılıkları ile açıklayan varsayımları düşünün. Semmelweis'in işaret ettiği gibi bunlar kolayca gözlemlenebilir olgularla çatışıyorlar. Klinikler arasında bu türden farklılıklar bulunmuyor. O nedenle hipotezler yanlış olduklarından reddedilirler.

Ancak sınama genellikle daha az basit ve daha az doğrudan olacaktır. Birinci Klinikteki yüksek ölüm oranını papazın, hizmetindeki görevliyle beraber görünmesinin yarattığı korkuya bağlayan hipotezi ele alalım. Bu korkunun yoğunluğu ve özellikle loğusa ateşi üzerindeki etkisi, kalabalık ya da bes-

lenme farklılıklarında olduğu kadar doğrudan araştırılabilir değildir. Bu nedenle Semmelweis sınaama için dolaylı bir yöntem kullanır. Kendine şunu sorar: Hipotezler doğruysa, meydana gelmesi gereken kolayca gözlemlenebilir etkiler var mıdır? Şöyle akıl yürütür: Hipotez doğru ise, papazın işleminde yapılacak uygun bir değişiklik sonucunda ölümlerde bir azalma olması gerekir. Bu olası sonucu basit bir deneyle sınar ve yanlış olduğunu bulur. Sonuçta hipotezi reddeder.

Benzer biçimde kadınların doğum sırasındaki duruşlarını sınamak için şöyle düşündü: Bu varsayım doğru ise, Birinci Klinikte yanal duruşun benimsenmesinin ölüm oranını düşürmesi gerekir. Yine bu sonucun da yanlış olduğu deney ile gösterildi ve varsayım boşa çıktı.

Son iki durumda sınaama, sonuca yönelik bir uslamlamayı temel almıştı. Tasarlanan hipotez, örneğin  $H$ , doğru ise, belirli gözlemlenebilir olaylar (örneğin ölüm oranındaki düşüş) belirtilen koşullarda (örneğin papazın yürüyerek koşullardan geçmemesi ya da kadınların yanal duruşta doğum yapmaları gibi) gerçekleşmelidir; ya da kısaca,  $I$  beklenen gözlemlenebilir olayları betimleyen bir bildirim iken,  $H$  doğru ise,  $I$  da doğrudur. Kolaylık sağlamak için  $I$ ,  $H$ 'den çıkar ya da  $I$ ,  $H$ 'nin sonucudur diyelim.  $I$ 'ya da  $H$  hipotezinin sınınanmasının olası bir sonucu diyelim. (Daha sonra  $I$  ve  $H$  arasındaki ilişkinin daha tam bir açıklamasını vereceğiz.)

Son iki örneğimizde, deneyler olası sınaama sonucunun yanlış olduğunu gösterdi ve hipotez buna uygun olarak reddedildi. Bu reddetmeye götüren akıl yürütme şöyle şemalaştırılabilir:

(2a)  $H$  doğru ise,  $I$  da doğrudur.

Ancak (bulgunun gösterdiği gibi)  $I$  doğru değildir.

---

$H$  doğru değildir.

Mantıkta<sup>4</sup> *modus tollens* olarak adlandırılan, bu biçimdeki her uslamlama tündengelimsel olarak geçerlidir; bir başka deyişle, bu biçimdeki uslamlamaların öncülleri (yatay çizginin üstündeki tümceler) doğruysa, sonucu da (yatay çizginin altındaki tümce) hiç istisnasız doğru çıkar. Demek ki, (2a)'nın öncülleri uygun biçimde oluşturulduysa, sınıanan  $H$  hipotezi gerçekten de reddedilmiştir.

Şimdi de gözlemin ya da deneyin, sınaama sonucu  $I$ 'yı doğruladığı örneği inceleyelim. Loğusa ateşinin kadavra parçalarının neden olduğu kan zehirlenmesi olduğu hipotezinden Semmelweis, uygun antiseptik önlemlerin hastalıklardan ölümleri azaltacağı sonucunu çıkardı. Bu kez deney, olası sınaama sonucunun doğru olduğunu gösterir. Ancak bu olumlu sonuç hipotezin doğru olduğunu kesin olarak kanıtlamaz çünkü altta yatan uslamlamasının şöyle bir biçimi vardır:

(2b)  $H$  doğru ise,  $I$  da doğrudur.

(Bulgunun gösterdiği gibi)  $I$  doğrudur.

---

$H$  doğrudur.

*Sonucu evetleme hatası* olarak da anılan bu tarz bir akıl yürütme tündengelimsel olarak geçersizdir; başka deyişle, öncüller doğru olsalar bile sonuç yanlış

---

<sup>4</sup>Ayrıntılar için, bu dizinin bir başka kitabına bakınız: W. Salmon, *Logic* [Mantık], ss. 24–25.

olabilir.<sup>5</sup> Aslında bu, Semmelweis'in kendi deneyimiyle örneklenir. Onun loğusa ateşini kan zehirlenmesinin bir biçimi olarak gösteren ilk açıklaması kadavra parçalarının neden olduğu enfeksiyonu hastalığın temelde tek kaynağı olarak sundu. Semmelweis hipotez doğru ise, kadavra parçalarının antiseptik temizlik ile yok edilmesinin ölüm oranını düşürmesi gerektiği şeklindeki akıl yürütmesinde haklıydı. Bunun yanı sıra yaptığı deney sına sonucunun doğru olduğunu gösterdi. Böylece bu durumda, (2b)'nin öncüllerinin ikisi de doğrudu. Ancak hipotezi yanlıştı, sonradan keşfettiği gibi, yaşayan organizmalardan gelen çürümüş madde de loğusa ateşine neden olabiliyordu.

Sonuçta, bir sınamanın olumlu sonucu, başka deyişle bir hipotezden çıkarılan bir olası sına sonucunun doğru olması olgusu, hipotezin doğruluğunu kanıtlamaz. Bir hipotezin birçok olası sonucu dikkatli sına malarla doğrulansa bile hipotez yine de yanlış olabilir. Şu uslamla yine sonucun evetlenmesi hatasını işliyor:

- (2c)  $H$  doğru ise,  $I_1, I_2, \dots, I_n$  de doğrudur.  
(Bulgunun gösterdiği gibi)  $I_1, I_2, \dots, I_n$ 'nin hepsi doğrudur.

---

$H$  doğrudur.

Bu da Semmelweis'in sonuncu hipotezinin ilk sürümüyle örneklenebilir. Daha önce dikkat çektiğimiz gibi, Birinci Kliniğe kabul edilen sokak doğumu örnekleri arasında doğum sonrası ateşinden ölenlerin oranının Klinik ortalamasından düşük olması gerektiği ve loğusa ateşine yakalanmayan annelerin çocuklarının hastalığa yakalanmadığı yolundaki olası sına sonuçları da onun hipotezinden çıkıyordu. Sonuncu hipotezin ilk sürümü yanlış olmasına karşın bu olası sonuçlar da bulguyla doğrulandı.

Bir olumlu sonuç ne kadar çok sına mada n çıkarsa çıksın bir hipotezin kesin kanıtını sağlamaz gözlemi; bir hipotezi birkaç kere sınırsak ve hepsinden olumlu bir sonuç elde edersek, hipotezi hiç sına mamış olduğumuz duruma göre daha iyi durumda olmayız şeklinde düşünmemize neden olmamalıdır. Her sına ma için olumsuz bir sonuç ortaya çıkabilir ve hipotezin reddine neden olabilirdi. Bir hipotezin  $I_1, I_2, \dots, I_n$  farklı olası sına ma sonuçlarının sına mamasıyla bir küme olumlu sonucun elde edilmesi, belirli sonuçlar açısından hipotezin doğrulandığını gösterir. Bu sonuç hipotezin tam bir kanıtını vermemesine karşın en azından onun için kısmi bir destek, kısmi bir dayanak [corroboration] ya da onaylama [confirmation] sağlar. Bu desteğin ölçüsü hipotezin ve sına ma verilerinin çeşitli yönlerine bağlıdır. Bunları 4. Bölümde inceleyeceğiz.

Şimdi dikkatimizi bilimsel araştırmanın daha ileri yönlerine çekecek başka bir örneği<sup>6</sup> inceleyelim.

Galileo'nun zamanından ya da büyük olasılıkla çok daha öncesinden beri bilindiği üzere, pompa gövdesinde kaldırılabilen bir piston yardımıyla bir kuyudan su çeken basit bir emme pompası, suyu, kuyunun yüzeyinden yaklaşık 34 ayaktan [10,36 m] daha fazla yükseltmez. Galileo, çok ilgisini çeken bu

---

<sup>5</sup>Bkz. Salmon, *Logic*, ss. 27–29.

<sup>6</sup>Okur bu örneğin tam bir açıklamasını J. B. Conant'ın şu etkileyici kitabının 4. Bölümünde bulabilir: *Science and Common Sense* [Bilim ve Sağduyu] (New Haven: Yale Üniversitesi Yayınları, 1951). Torricelli'nin hipotezini ve hipotezini sına masını anlattığı mektubu ve Puy-de-Dôme deneyiyle ilgili bir gözlemci raporu W. F. Magie'nin şu kitabında yeniden basıldı: *A Source Book in Physics* [Fizik İçin Bir Kaynak Kitap] (Cambridge: Harvard Üniversitesi Yayınları, 1963) ss. 70–75.

sınıra bir açıklama getirmişti ancak açıklaması hatalıydı. Galileo'nun ölümünden sonra öğrencisi Torricelli yeni bir yanıt ileri sürdü. Dünya'nın, ağırlığı nedeniyle altındaki yüzeye basınç uygulayan bir hava denizi ile çevrili olduğunu ve kuyunun yüzeyindeki bu basıncın, piston kaldırıldığında suyu pompa gövdesinde yükselttiğini savundu. O halde su sütununun gövdedeki en fazla 34 ayak yüksekliği, açıkça, atmosferin kuyunun yüzeyine yaptığı toplam basıncı yansıtır.

Bu açıklamanın doğru olup olmadığını doğrudan denetimle ya da gözlemlerle belirlemenin olanaksızlığı ortadadır. Torricelli bunu dolaylı olarak sınıadı. Varsayımı doğru ise, atmosfer basıncının orantılı olarak daha kısa bir cıva sütununun da destekleyebilmesi gerektiği şeklinde akıl yürüttü. Gerçekten de cıvanın özgül ağırlığı suyun 14 katı olduğundan cıva sütununun uzunluğu yaklaşık 34/14 ayak [74,02 cm] ya da 2,5 ayaktan [76,2 cm] biraz daha az olmalıydı. Bu olası sınıama sonucunu dâhiyane basitlikte bir araç (aslında cıva barometresi) yardımıyla denetledi. Su kuyusu, cıva içeren açık bir kapla, emme pompasının gövdesi de bir ucu kapalı bir cam tüp ile değiştirildi. Tüp tamamen cıva ile dolduruldu ve açık ucu başparmak ile sıkıca kapatıldı. Sonra ters çevrildi. Açık uç cıva kabına daldırıldıktan sonra başparmak çekildi. Bunun üzerine tüpteki cıva sütunu uzunluğu 30 inç [76,2 cm] oluncaya kadar düştü. Tıpkı Torricelli'nin hipotezinin öngördüğü gibi.

Bu hipotezin bir başka sınıama sonucuna Pascal, şu akıl yürütmesiyle dikkat çekti: Torricelli'nin barometresindeki cıva, cıva kabının üzerindeki hava basıncı ile dengeleniyorsa yerden yükseklik arttıkça uzunluğun düşmesi gerekir çünkü üzerimizdeki havanın ağırlığı azalır. Pascal'ın önerisiyle, kayınbiraderi Périer bu olası sonucu denetledi. Périer, yaklaşık 4800 ayak [1463 metre] yüksekliğinde bir dağ olan Puy-de-Dôme'un eteklerinde Torricelli barometresindeki cıva sütununun uzunluğunu ölçtü ve bir denetleme barometresini bir yardımcı gözetiminde aşağıda bırakarak aleti dikkatlice tepeye taşıdı. Burada ölçümü yineledi. Périer dağın tepesindeki cıva sütununun aşağıdakinden üç inçin [7,62 cm] üzerinde daha kısa olduğunu buldu. Buna karşılık denetleme barometresinin sütununun uzunluğu gün boyunca aynı kaldı.

### 3 Bilimsel Araştırmada Tümevarımın Rolü

Bir sorunun hipotezler biçiminde geçici yanıtlar önerilerek çözülmeye çalışıldığı kimi bilimsel incelemeleri gördük. Bu hipotezler kendilerinden türetilen olası sınıama sonuçları ile sınıanıyor ve bu olası sınıama sonuçları gözlem ve deney ile denetleniyordu.

Ancak uygun hipotezler ilk elde nasıl ortaya çıkarlar? Kimi zaman bunların *tümevarımsal çıkarım* olarak adlandırılan ve tümdengelimsel çıkarımın önemli bakımlardan karşısında yer alan bir işlem aracılığıyla önceden toplanan verilerden çıkarıldığı düşünülür.

Tümdengelimsel olarak geçerli bir uslamlamada sonuç, öncüllerle şöyle bir ilişki içindedir: Öncüller doğru olduğunda sonuç da mutlaka doğru olur. Örneğin şu genel biçimdeki her uslamlama bu gerekliliği sağlar:

$p$  ise  $q$ .  
 $q$  değil.

---

$p$  değil.

Şu hemencecik görülebilir: “ $p$ ” ve “ $q$ ” harflerinin yerlerine hangi tikel bildirim konursa konsun öncüller doğru olduğunda sonuç kesin olarak doğru olacaktır. Aslında bu şema daha önceden sözünü ettiğimiz *modus tollens* olarak adlandırılan uslamlama biçimini gösterir.

Tümdengelsel olarak geçerli bir başka çıkarım çeşidi şu örnekle gösterilebilir:

Bunsen beki<sup>7</sup> alevine konacak her sodyum tuzu alevi sarıya döndürür.

Bu kaya tuzu parçası bir sodyum tuzudur.

---

Bu kaya tuzu parçası, Bunsen beki alevine konduğunda alevi sarıya döndürecektir.

Son uslamlama türünden sıklıkla, genelden (burada, bütün sodyum tuzları ile ilgili öncül) tikele (tikel kaya tuzu parçası ile ilgili bir sonuç) gidiş olarak söz edilir. Buna karşılık tümevarımsal çıkarımlar kimi zaman, tikel durumlar ile ilgili öncüllerden genel bir yasa ya da ilke niteliğindeki bir sonuca gidiş olarak betimlenir. Örneğin şimdiye kadar Bunsen alevi sınavından geçirilen çeşitli sodyum tuzlarının her bir tikel örneğinin alevi sarıya döndürmesi etkisini dile getiren öncüllerden yola çıkan tümevarımsal çıkarım, Bunsen bekinin alevine konulan bütün sodyum tuzlarının alevi sarıya döndürdüğü genel sonucuna götürmüş gibi görünür. Oysa bu durumda, öncüllerin doğru olmasının sonucun doğru olmasının güvencesi *olmadığı* açıktır çünkü şimdiye kadar incelenen bütün sodyum tuzu örnekleri Bunsen alevini sarıya döndürmüş olsa bile, henüz bulunmamış yeni sodyum tuzu türlerinin bu genellemeye uymaması elbette olanaklıdır. Gerçekten de daha önceden olumlu sonuçlar veren sınavlardan geçirilen kimi sodyum tuzu türleri bile, önceden soruşturulmadıkları özel fiziksel koşullar (örneğin güçlü manyetik alanlar ve benzeri) altında genellemeye uygun davranmayabilirler. Bu nedenle genellikle tümevarımsal bir çıkarımın öncüllerinin, sonucu yalnızca az çok yüksek olasılıkla içerdiği söylenir. Buna karşılık tümdengelsel bir çıkarımın öncülleri sonucu kesin olarak içerir.

Bilimsel araştırmada, tümevarımsal çıkarımın önceden toplanan verilerden uygun genel ilkelere ulaşması düşüncesi bir bilimcinin ideal olarak nasıl ilerlemesi gerektiği konusundaki şu açıklamada açıkça somutlaşır:

İnsanüstü güç ve erişimde ancak düşüncesinin mantıksal süreçleri bakımından normal bir zihnin... bilimsel yöntemi nasıl kullanacağını hayal etmeye çalışırsak, bu süreç şöyle olurdu: İlk bütün olgular, *seçme* ya da *a priori* kestirim *olmadan*, görece önemlerine göre gözlemlenir ve kaydedilirler. İkinci olarak, düşünmenin mantığının zorunlu kıldıkları dışında *hipotezler* ya da *koyutlar* olmadan,

---

<sup>7</sup>Bunsen beki adını Alman kimyacı Robert Bunsen'den alan bir laboratuvar aletidir. Bu alet sayesinde yanıcı gaz ve havanın istenilen oranlarda karıştırılmasıyla farklı aydınlık, renk ve biçimde alevler elde etme olanağı doğar. [ç.n.]



gözlemlenen ve kaydedilen olgular analiz edilir, karşılaştırılır ve sınıflandırılırlar. Üçüncü olarak, olguların bu çözümlenmesinden aralarındaki sınıflandırıcı ya da nedensel ilişkilere göre tümevarımsal genellemeler yapılır. Dördüncü olarak, daha ileri araştırma hem tümdengelsel hem de tümevarımsal olur, önceden yapılmış genellemelerden çıkarımlar yapılır.<sup>8</sup>

Bu metin ideal bir bilimsel araştırmanın dört aşamasını ayırt ediyor: (1) olguların gözlenmesi ve kaydı, (2) bu olguların çözümlenmesi ve sınıflandırılması, (3) bunlardan genellemelerin tümevarımsal olarak türetilmesi ve (4) genellemelerin daha fazla sınanması. Bu aşamalardan ilk ikisinde, gözlemlenen olguların nasıl bağlantılı olabileceğine yönelik kestirimler ve hipotezler geliştirmemek özellikle varsayılr. Bu kısıtlama, böyle önyargılı düşüncelerin tarafsızlığı bozacağı ve incelemenin bilimsel nesnellliğini tehlikeye düşüreceği inancı nedeniyle koyulmuş gibi görünüyor.

Ancak alıntılanan metinde dile getirilen görüş (ben bu görüşü *dar tümevarımsal bilimsel inceleme anlayışı* olarak adlandıracağım) birkaç nedenden dolayı savunulamaz. Bunları kısaca incelemek bilimsel işleyiş üzerine önceden vardığımız sonuçları güçlendirip, destekleyecektir.

İlkin burada canlandırılan bir bilimsel inceleme asla yola koyulamaz. İlk aşaması bile uygulanamaz çünkü *bütün* olguların bir toplamı için, deyim yerindeyse, dünyanın sonunu beklemek zorunda kalırdık. *Şimdiye kadarki* bütün olgular bile toplanamaz çünkü bunlar sınırsız bir sayı ve çeşitliliktedir. Örneğin bütün çöllerdeki ve kumsallardaki her bir kum tanesini incelemeli miyiz? Onların biçimlerini, ağırlıklarını, kimyasal bileşimlerini, birbirlerinden uzaklıklarını, durmadan değişen sıcaklıklarını ve ayın merkezinden uzaklıklarının eşit olarak değişimlerini kaydetmeli miyiz? Bu sıkıcı süreçte zihnimizden akıp geçen düşünceleri kaydetmeli miyiz? Üzerimizdeki bulutların biçimlerini, gökyüzünün değişen rengini? Yazma aracımızın yapısını ve markasını? Kendi yaşam öykümüzü ve beraber çalıştıklarımızın yaşam öykülerini? Bunlar ve adı anılmayan öteki şeyler, sonuçta “şimdiye kadarki bütün olgular” içindedirler.

Öyleyse belki ilk aşamada gerekli olan tek şey bütün *ilgili* olguların toplanmasıdır. Ancak neyle ilgili? Yazar bundan söz etmese de araştırmanın özel bir sorun ile ilgili olduğunu varsayalım. O zaman o sorunla ilgili bütün olguları—ya da daha iyisi eldeki bütün verileri—toplamakla işe başlamamız gerekmez mi? Bu kavram yine de akla uygun görünmez. Semmelweis özel bir soruna çözüm arıyordu ancak yine de araştırmasının farklı aşamalarında çok farklı türlerde veriler topladı. Haklı olarak hangi belirli türlerden verileri toplamanın akla uygun olduğunu çalışılan sorun değil; soruşturmanın bulduğu, varsayım ya da hipotez biçimindeki geçici bir yanıt belirler. Loğusa ateşinden ölümlerin, papaz ve yanında ölüm zili ile birlikte gelen görevlinin korkutucu bir biçimde görünmesinin neden olduğu korkudan dolayı arttığı varsayımı göz önünde tutulduğunda, papazın alışılmış davranışının değiştirilmesinin sonuçlarının verilerini toplamak ilgiliydi ancak doktorların ve öğrencilerin hastalarını muayene etmeden önce ellerini dezenfekte etmelerinin ne sonuç vereceğini denetlemek tamamen ilgisiz olurdu. Semmelweis’in en son vardığı kirlenme hipotezine göre, ikinci türden veriler açıkça ilgiliyken ilk türden veriler tamamen

<sup>8</sup>A. B. Wolfe, “Functional Economics” [İşlevsel Ekonomi], *The Trend of Economics* [Ekonominin Yönelimi] içinde, der. R. G. Tugwell (New York: Alfred A. Knopf, Inc., 1924), s. 450 (italikler alıntının aslından).

ilgisizdi.

O halde deneyimsel “olgular” ya da bulgular, ancak verili bir hipoteze göre mantıksal olarak ilgili veya ilgisiz olarak nitelendirilebilirler, verili bir soruna göre değil.

Şimdi bir  $H$  hipotezinin bir araştırma sorununa geçici bir yanıt olarak öne sürüldüğünü varsayalım: Hangi türlerden veriler  $H$  ile ilgilidir? Yukarıdaki örneklerimiz bir yanıt önerir: Bir bulgunun varoluşu ya da varolmayışı  $H$ 'den çıkarsanabiliyorsa, o bulgu  $H$  ile ilgilidir. Örneğin Torricelli'nin hipotezini düşünün. Gördüğümüz gibi Pascal ondan şu sonucu çıkardı: Bir barometredeki cıva sütunu barometre bir dağın yukarılarına taşındığında kısalmalıdır. O halde belirli bir durumda bunun gerçekten meydana gelmesi sonucuna yönelik her bulgu hipotezle ilgilidir. Ancak cıva sütununun uzunluğunun değişmeden kalmasına ya da tırmanış sırasında önce azalıp sonra artmasına yönelik bulgular da hipotezle ilgili olurdu çünkü bu bulgular Pascal'ın olası sınamaya sonucunu çürütür ve böylelikle Torricelli'nin hipotezini boşa çıkarırdı. İlk türde veriler hipotezle olumlu ya da uyumlu bir biçimde ilgili, ikinci türdeki veriler olumsuz ya da uyumsuz bir biçimde ilgili olarak adlandırılabilirler.

Sonuçta verilerin çalışılan olgular arasındaki bağlantılarla ilgili, kendilerini önceleyen hipotezler olmadan toplanması gerekliliği, kendi kendini çürüten ve bilimsel araştırmada izlenmemesi gereken bir ilkedir. Tersine, bilimsel incelemenin yönünü vermesi için geçici hipotezlere gerek duyulur. Böylesi hipotezler diğer şeylerle birlikte bilimsel incelemenin verili bir noktasında hangi verilerin toplanması gerektiğini belirlerler.

Şu noktaya dikkat etmek gerekir: Sosyal bilimciler bir hipotezi ABD Nüfus Kurumu'nun kaydettiği geniş olgular yığınınına ya da başka veri-toplayan örgütlere göre sınamaya çalışırlar. Kimi zaman da hipotezlerinde çok merkezi yeri olan bir değişkenin değerlerinin sistematik olarak hiçbir yerde kaydedilmediğini görüp hayal kırıklığına uğrarlar. Bu yorum elbette veri toplama işinin bir eleştirisi olarak yapılmadı. Sürecin içindeki kişiler kuşkusuz gelecekteki hipotezlerle ilgili olabilecek olguları seçmeye çalışabilirler. Bu gözlem yalnızca, verilerin hangi hipotezler ile ilgili olduğu bilinmeden “ilgili bütün verilerin” toplanmasının olanaksızlığını göstermeye çalışıyor.

Alıntımızda tasarlanan ikinci aşama da benzer eleştiriye açıktır. Bir küme deneyimsel “olgu”, çoğunluğu verili bir araştırmanın amaçlarını aydınlatmaya yaramayacak çok farklı biçimlerde çözümlenip sınıflandırılabilir. Semmelweis doğum koşullarındaki kadınları yaş, ikamet yeri, evlilik durumu, beslenme alışkanlıkları, vb. ölçütlere göre sınıflayabilirdi ancak bunlarla ilgili bilgi, bir hastanın loğusa ateşine yakalanma olasılıkları ile ilgili hiçbir ipucu sağlamazdı. Semmelweis'in aradığı, bu olasılıklarla anlamlı bir ilgisi olacak ölçütlerdi. Bu amaç için onun en sonunda bulduğu gibi hastane personelinin kirli elleriyle baktığı kadınları diğerlerinden ayırmak aydınlatıcıydı çünkü loğusa ateşinden yüksek ölüm oranları bu özellikle ya da ilgili hastalar sınıfıyla ilişkiliydi.

Öyleyse deneyimsel bulguların belirli bir şekilde çözümlenmesi ve sınıflandırılması, ilgili görüngülerin bir açıklamasına götürecekse, bu görüngülerin nasıl bağlantılı olduklarıyla ilgili hipotezlere dayanmalıdır. Böylesi hipotezler olmadan çözümlenme ve sınıflama kördür.

Alıntılanan metinde tasarlanan araştırmanın ilk iki aşaması üzerine eleştirel düşüncelerimiz, hipotezlerin önceden toplanan verilerden, tümevarımsal çıkarım yoluyla yalnızca üçüncü aşamada işin içine girmesi düşüncesinin de

değerini düşürdü. Ancak buraya konuyla ilgili daha fazla yorum eklememiz gerekiyor.

Tümevarım, kimi zaman, mekanik olarak uygulanabilen kurallar aracılığıyla, gözlemlenen olgulardan bunlara karşılık gelen genel ilkelere gitmenin bir yöntemi olarak anlaşılır. Bu durumda, tümevarımsal çıkarımın kuralları bilimsel buluşun geçerli ölçütlerini sağlamış olurdu. Tümevarım tam sayıların çarpımı için olan işleme benzer mekanik bir işlem olur, önceden belirlenmiş ve mekanik olarak uygulanabilen sınırlı sayıda adımla, karşılık gelen sonuca götürürdü. Ancak gerçekte böyle genel ve mekanik tümevarım işlemi şu anda elde bulunmuyor. Böyle bir işlem olsaydı, örneğin üzerinde çok çalışılan kanserin nedeni sorununun, bugüne kadar çözülmeden kalması güç olurdu. Böyle bir işlemin bulunması da beklenemez. Tek bir gerekçeden söz etmek gerekirse bilimsel hipotezler ve kuramlar genellikle dayandıkları ve açıklamaya çalıştıkları deneysel bulguların betimlenmesinde hiçbir biçimde yer almayan terimlerden yararlanırlar. Örneğin maddenin atom ve atom altı yapısıyla ilgili kuramlar “atom”, “elektron”, “proton”, “nötron”, “psi-fonksiyonu”, vb. terimleri içerir ancak bu kuramlar çeşitli gazların spektrumları, bulutlardaki ve kibarık odalarındaki izler, kimyasal tepkimelerin niceliksel yönleri ve benzeri ile ilgili laboratuvar bulgularına dayanırlar. Bütün bu bulgular bu “kuramsal terimler” olmadan açıklanabilirler. O halde burada tasarlanan tümevarım kuralları varolan verilere dayanarak, çok yeni kimi kavramlarla dile getirilen bir hipotez ya da kuram oluşturmak için bir mekanik işlem sağlamalıydı. Elbette bunu başarması beklenen işlemin hiçbir genel kuralı yoktur. Örneğin Galileo’nun elindeki emme pompalarının sınırlı verimliliği ile ilgili verilere uygulandığında hava denizi kavramına dayalı bir hipotezi mekanik bir işlem ile üretebilecek herhangi bir genel kural var mıdır?

Elbette varolan verileri temel alarak bir hipotezi tümevarımsal olarak “çıarmak” için yapılan mekanik işlemler, özel ve görece basit türlerde durumlara için belirlenebilirler. Örneğin bir bakır çubuğun uzunluğu birçok farklı sıcaklıkta ölçülürse, sonuçta eşleşen uzunluk ve sıcaklık çiftleri, bir düzlem koordinat sisteminde noktalarla gösterilebilirler ve belirli bir eğri uydurma kuralı uyarınca onlar üzerinden geçen bir eğri çizilebilir. Böylelikle eğri, grafiksel olarak çubuğun uzunluğunu sıcaklığının belirli bir fonksiyonu olarak dile getiren genel niceliksel bir hipotezi gösterir. Ancak bu hipotezin hiçbir yeni terim içermediğine dikkat edin; hipotez, veriyi betimlerken de kullanılan, sıcaklık ve uzunluk kavramlarıyla dile getirilir. Bunun yanı sıra “eşleştirilen” sıcaklık ve uzunluk değerlerinin veri olarak seçilmesi zaten bir yönlendirici hipotezi öngörsün; bir başka deyişle, her bir sıcaklık değeriyle bakır çubuğun uzunluğunun tam olarak bir değeri, çubuğun uzunluğu gerçekten tek başına sıcaklığının bir fonksiyonu olacak biçimde eşleştirilir. Böylelikle mekanik eğri uydurma işlemi belirli bir fonksiyonun uygun olduğuna karar verme işi görür. Bu nokta önemli, çünkü bakır bir çubuk yerine hareketli bir pistonca ağız kapatılmış silindir bir kabın içine konulmuş bir nitrojen gazı kütlelerini incelediğimizi ve birçok farklı sıcaklıkta onun hacmini ölçtüğümüzü varsayın. Bu işlemi verilerimizden gazın hacmini sıcaklığının bir fonksiyonu olarak gösteren *genel* bir hipotez elde etme çabası için kullanırsak başarısız oluruz çünkü gazın hacmi hem sıcaklığının hem de ona uygulanan basıncın bir fonksiyonudur. Bu nedenle aynı sıcaklıkta, belirli bir gaz farklı hacimler alabilir.

Böylece bu basit durumlarda bile, bir hipotez meydana getirmek için gerekli mekanik işlemler için yalnızca bir kısmını görürler çünkü aynı işlem ile

elde edilemeyecek bir önbileşeni, daha az belirli bir hipotezi (bir başka deyişle belirli bir fiziksel değişkenin diğer tek bir değişkenin fonksiyonu olması) varsayarlar.

Öyleyse deneysel verilerden hipotezlerin ya da kuramların mekanik olarak türetilebilecekleri ya da çıkarılabilecekleri, genel olarak uygulanabilecek “tümevarım kuralları” yoktur. Verilerden kurama geçiş yaratıcı imgelemi gerektirir. Bilimsel hipotezler ve kuramlar gözlemlenen olgulardan *türetilmez*, bunları açıklamak için *icat edilirler*. Bilimsel hipotezler üzerinde çalışılan fenomenler arasındaki bağlar ve fenomenlerin varlıklarının altında yatan bir örneklilikler ve örüntüler üzerine kestirimlerden oluşurlar. Bu türden “mutlu kestirimler”<sup>9</sup> büyük beceri isterler, özellikle de görelilik kuramı ve kuantum kuramı gibi bilimsel düşünmenin geçerli tarzlarına radikal bir aykırılık içeriyorlarsa. Bilimsel araştırmada gerekli yaratıcı çaba o alanda geçerli bilgilerin eksiksiz olarak tanınmasından yararlanır. Tamamen acemi bir kişinin önemli bir bilimsel buluş yapması çok güçtür çünkü onun aklına gelebilecek düşüncelerin daha önce denenmiş olanları yinelemesi ya da onun bilmediği, genel kabul görmüş olgular ya da kuramlar ile çelişmesi olasılığı yüksektir.

Ne var ki üretken bilimsel kestirimlere ulaşma yolları, sistematik çıkarım süreçlerinden çok farklıdır. Örneğin kimyacı Kekulé, benzen molekülünün yapı formülünü uzun zaman bulmaya çalışıp da başarısız olduğunu, derken 1865'te bir akşam şöminenin karşısında uyuklarken sorununa bir çözüm bulunduğunu bize anlatır. Alevlere bakarken atomların yılan benzeri zincirler halinde dans ettiklerini görür gibi olmuş. Birdenbire yılanlardan biri kendi kuyruğunu tutarak bir halka oluşturmuş ve Kekulé'nin önünde sanki dönüyormuş gibi bir görüntü oluşturmuş. Kekulé bir anda uyanmış ve benzenin molekül yapısını bir altıgen halka ile gösteren bugün için ünlü ve iyi bilinen düşüncesini bulmuş. Gecenin geri kalanını hipotezinin sonuçları üzerinde çalışmakla geçirmiş.<sup>10</sup>

Bu son uyarı bilimin nesnellığı ile ilgili önemli bir anımsatmayı içerir. Sorununa bir çözüm bulma çabası içinde, bilimci imgelemine serbest bırakabilir ve yaratıcı düşünmesinin gelişme biçimi bilimsel olarak kuşkulu kavramlardan da etkilenebilir. Örneğin Kepler'in gezegenlerin hareketi çalışması, onun sayılar ile ilgili mistik bir öğretiyeye olan ilgisinden ve kürelerin müziğini göstermeye yönelik tutkusundan esinlenmişti. Ancak bilimsel nesnellik şu ilkenin koruması altındadır: Bilimde hipotezler ve kuramlar serbestçe geliştirilip, *önerilebilirlerken* ancak dikkatli gözlem ya da deney aracılığıyla, özellikle de uygun olası sınama sonuçlarının denetimini içeren eleştirel incelemeden geçerlerse bilimsel bilgi bütününe *kabul edilebilirler*.

<sup>9</sup>Bu nitelemeyi daha önceden William Whewell, *The Philosophy of Inductive Sciences* [Tümevarımsal Bilimlerin Felsefesi], 2. Baskı, (Londra: John W. Parker, 1847); II, 41 yapıtında dile getirmişti. Whewell aynı zamanda “icattan” da “tümevarımın parçası” olarak söz eder (s. 46). Aynı şekilde, K. Popper bilimsel hipotezleri ve kuramları “varsayımlar” olarak adlandırır; örneğin onun *Conjectures and Refutations* [Varsayımlar ve Çürütmeler] (New York ve Londra: Basic Books, 1962) kitabındaki “Science: Conjectures and Refutations” [Bilim: Varsayımlar ve Çürütmeler] adlı makalesine bakınız. Gerçekten de dar tümevarımcı ideal bilimsel süreç anlayışı daha önceden alıntılanan A. B. Wolfe, “sınırlı insan zihni”nin bilimsel imgelem ve kimi “işleyen hipotezler” temelinde verilerin seçilmesine gerek duyarak “büyük oranda değişikliğe uğramış bir işlemi” kullanmak zorunda olduğunu vurgular (Wolfe'nin gönderimde bulunulan makalesinin 450. sayfası).

<sup>10</sup>Bkz. A. Findlay'nin Kekulé'nin kendi raporundan yaptığı alıntılar: A. Findlay, *A Hundred Years of Chemistry* [Kimyanın Bir Yüzyılı], 2. Baskı (Londra: Gerald Duckworth & Co., 1948), s.37 ve W. I. B. Beveridge, *The Art of Scientific Investigation* [Bilimsel İnceleme Sanatı], 3. Baskı (Londra: William Heinemann, Ltd., 1957), s. 56.

İlginçtir: İmgelem ve serbest yaratım, sonuçları özellikle tümdengelimsel akıl yürütme yoluyla değerlendirilen matematik gibi disiplinlerde de benzer önemde bir rolü oynar. Çünkü tümdengelimsel çıkarım da buluşun mekanik kurallarını vermez. Yukarıdaki *modus tollens* bildirimimizin gösterdiği gibi, bu kurallar çoğunlukla her örneği tümdengelimsel olarak geçerli bir uslamlama olan genel şemalar biçiminde dile getirilirler. Belirtilen türde öncüller veriliyse böyle bir şema mantıksal bir sonuca giden bir yolu gösterir. Ancak verilebilecek her öncüller kümesi için tümdengelimsel çıkarım kuralları sonsuz sayıda geçerli tümdengelimsel sonuç verebilir. Örneğin şu şemanın gösterdiği tek bir kurala bakın:

$$\frac{p}{p \text{ veya } q}$$

Aslında bu bize,  $p$  ve  $q$ 'nin hangi önermeler olduğu önemli olmaksızın,  $p$  önermesi doğru olduğunda,  $p$  veya  $q$ 'nin doğru olduğu sonucunu verir. Burada "veya" sözcüğü "dışlayıcı olmayan" anlamdadır, bir başka deyişle " $p$  veya  $q$ ", "ya  $p$  ya  $q$  ya da hem  $p$  hem  $q$ "ya denktir. Bu tipte bir uslamlamanın öncülü doğru olursa sonucunun da doğru olması gerektiği açıktır. Bundan dolayı belirtilen uslamlama biçimi geçerlidir. Ancak bu tek kural, tek başına bize bir öncülden sonsuz sayıda farklı sonuç çıkarma hakkı tanır. Böylece, bu kural bize "Ay'ın atmosferi yoktur"dan, "Ay'ın atmosferi yoktur veya  $q$ " biçiminde herhangi bir tür bildirim çıkarabilme izni verir. Burada " $q$ " yerine, doğru ya da yanlış olup olmadığına bakmaksızın herhangi bir bildirim koyabiliriz. Örneğin "Ay'ın atmosferi çok incedir.", "Ay'da yaşam yoktur.", "Altın gümüşten daha yoğundur.", "Gümüş altından daha yoğundur", vb. (İngilizcede<sup>11</sup> sonsuz sayıda farklı bildirim oluşturulabileceğini kanıtlamak kolay ve ilginçtir. Bunlardan her biri " $q$ " değişkeni yerine konabilir.) Diğer tümdengelimsel çıkarım kuralları da doğal olarak, bir öncülden ya da öncüller kümesinden türetilen bildirimler çokluğuna yenilerini eklerler. Öyleyse bize öncüller olarak bir küme tümceler verildiyse, tümdengelim kuralları çıkarım işlemimize yön vermezler. Tek bir bildirim öncüllerimizden türetilmesi gereken sonuç olarak belirlemez ya da bize ilginç ve sistematik olarak önemli sonuçları nasıl elde edeceğimizi söylemezler. Örneğin tümdengelim kuralları, verili koyutlardan önemli matematiksel kuramların türetilmesi için mekanik rutinler sağlamazlar. Önemli ve üretken matematiksel kuramların bulunması tıpkı önemli ve üretken deneysel kuramların bulunması gibi yaratıcı beceri gerektirir, algılaması güçlü kestirim yapma yetisine başvurur. Ancak yine bilimsel nesnellüğün gereklilikleri bu varsayımların *nesnel doğrulanması* isteminin koruması altındadır. Matematikte bu, aksiyomlardan tümdengelimsel türetme ile *kanıtlama* anlamına gelir. Bir matematiksel önerme bir varsayım olarak ortaya konduğunda, kanıtlanması ya da çürütülmesi yine de yaratıcılık ve beceri (sıklıkla yüksek bir ölçüde) gerektirir; çünkü tümdengelimsel çıkarım kanıtlamaların ya da çürütmelerin meydana getirilmesi için genel bir mekanik işlem bile sağlamaz. Bunun yerine onların sistematik rolü kanıtlamalar olarak ortaya konan *uslamlamalar için sağlamlık ölçütleri* görevi görme gibi alçakgönüllü bir roldür: bir uslamlama aksiyomlardan önerilen kurama, her bir adımı tümdengelimsel çıkarım kurallarından birine göre geçerli bir çıkarımsal

<sup>11</sup>Çeviriden dolayı Türkçede diye okunabilir. [ç.n.]

adımlar zinciri ile ilerliyorsa geçerli bir matematiksel kanıtlama meydana getirir. Verili bir uslamlanmanın bu anlamda geçerli bir kanıtlama olup olmadığını denetlemek gerçekten mekanik bir iştir.

Gördüğümüz üzere bilimsel bilgiye önceden toplanmış verilere bir tümevarımsal çıkarım işlemini uygulamakla varılmaz. Bunun yerine, sıkça adlandırıldığı şekliyle “hipotez yöntemiyle” ya da bir başka deyişle çalışılan bir sorunun geçici yanıtları olan hipotezleri bulup bunları deneysel sınımadan geçirmekle varılır. Hipotezin formülasyonundan önce bir araya getirilen ilgili bulguların hipotezi doğrulayıp doğrulamadığı bu sınımanın bir parçası olacaktır. Kabul edilebilir bir hipotez eldeki ilgili verilere uymalıdır. Sınımanın başka bir parçasını hipotezden yeni olası sına sonuçları üretmek ve bunları uygun gözlemler ve deneyler ile denetlemek oluşturur. Daha önceden belirttiğimiz gibi, tamamıyla lehte sonuçlara ulaşan kapsamlı bir sına bile bir hipotezin doğruluğunu kesin olarak ortaya koymaz ancak onun için az çok güçlü bir destek sağlar. Sonuç olarak bilimsel araştırma kimi ayrıntılarıyla incelediğimiz dar anlamıyla kesin olarak tümevarımsal değilse de tündengelemsel kesinlikte delil sağlamayan ancak bilimsel araştırmaya az çok “tümevarımsal destek” ya da onaylama katkısı yapan veriler temelindeki hipotezlerin kabulünü içerdiği oranda, *geniş bir anlamda tümevarımsal* olarak adlandırılabilir. Bütün “tümevarım kuralları” tündengelim kurallarıyla benzetim içinde, buluş değil geçerliliğin denetlenmesi kuralları olarak anlaşılmalıdır. Verili deneysel bulguları açıklayan bir hipotez yaratmak bir yana, bu kurallar “tümevarımsal uslamlanmanın” “öncüllerini” biçimlendiren deneysel verilerin ve onun “sonucunu” biçimlendiren geçici bir hipotezin *verili* olduğunu önvarsayacaktır. Bu durumda tümevarım kuralları uslamlanmanın sağlamlığı için ölçütler öne sürecektir. Kimi tümevarım kuramlarına göre, kurallar verilerin hipoteze sağladığı desteğin gücünü belirler ve bu desteği olasılıklar açısından dile getirirler. 3. ve 4. bölümlerde tümevarımsal desteği etkileyen çeşitli etmenleri ve bilimsel hipotezlerin kabul edilebilirliğini inceleyeceğiz.