

Bilimin Doğasını Anlamak

Doç. Dr. Fatih Mercan [Boğaziçi Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü



Bilim hayatımızın her yerinde. Ama nedir bu bilim dediğimiz şey? Amaçları nelerdir? Bilim nasıl çalışır? Bilimsel bilgiye güvenebilir miyiz? Bilimsel alanlarla bilimsel olmayanları ayırt edebilir miyiz? Peki ya toplumla ilişkisi ve kurumsal yapısı nasıldır? Bilimin doğasını öğrenmek neden önemlidir? Bilimin tanımını yapmak o kadar kolay değil. Felsefeciler uzun zamandır bu sorunla, yani bilim ile bilim olmayan alanları birbirinden ayırma problemi ile uğraşiyor ancak bir çözüm bulabilmiş değiller. Bilim öyle zengin ve dinamik, bilimsel alanlar da öyle çeşitli ki sadece bu alanlara özgü olan ve diğer alanlarda olmayan bir özellikler kümesi bulunamıyor. Veri toplama ve çıkarım yapma gibi bazı özellikler tüm bilimlerde ortak olmasına rağmen bu özellikler yalnızca bilime özgü değil, dolayısıyla bilim olan alanlarla olmayanları ayırmak için tek başlarına yeterli olmuyorlar.

Gürol Irzık ve Robert Nola, bilimin kesin bir tanımını yapmak yerine aile benzerliği yaklaşımı kavramını öne sürüyor. Ludwig Wittgenstein'dan uyarladıkları bu kavram şöyle işliyor: Nasıl ki bir ailenin üyeleri birbirine tıpatıp benzemez ama yeterince benzer özellikleri taşırsa bilimin alt alanları da birbiriyle tamamen aynı değil ama bazı temel özellikleri paylaşırlar. Dolayısıyla yeterince özelliği paylaşarak birbirine benzeyen alanlar bilim niteliği kazanıyor. "Bilim alanlarının ortak özellikleri nelerdir?" sorusu aklımıza gelebilir ama bu soru bizi fazla ilerletmiyor. Bunun yerine bilim alanlarının hangi şekillerde birbirine benzediğini ve benzemediğini araştırmamız gerekiyor.



Bilimsel Etkinlikler ve Pratikler

Bilimsel etkinlik denince aklımıza ilk gelen gözlem ve deney yapmak olabilir. Gözlem ve deneyin tüm bilimlerde ortak etkinlikler olduğunu düşünebilirsiniz. Ama deney yapmak, yani bağımsız değişkenleri değiştirip bağımlı değişkenlerdeki sonucu belirlemek her bilimde mümkün değil. Örneğin astronomi ve kozmolojide deney yapmak mümkün değil ama gözlem yapılabilir. Bir de tahmin yapmayı ele alalım. Birçok bilim dalı için daha önce hiç yapılmamış tahminleri öne sürmek çok önemli bir etkinlik. Ama deprem bilimi gibi bazı bilim dallarında, depremlerin olabileceği yerleri tahmin etmek mümkünken, zamanlarını tahmin etmek en azından şimdilik mümkün değil. Öte yandan parçacık fiziğinde gözlem, deney ve tahmin yapmak mümkün.



Bununla birlikte, gözlem pratikleri alandan alana değişebiliyor. Yıldızları ve gezegenleri gözlemek için gereken becerilerle, fosilleri gözlemek için gereken beceriler aynı değil. Deneysel bilim alanlarında, ölçüm araçlarını kalibre etme, deneyleri planlama ve gerçekleştirme gibi materyal kullanma pratikleri de alandan alana değişen becerileri gerektiriyor. Alandaki sorulara ve problemlere getirilen kavramsal çözümlerin ne kadar matematiğe dayandığı da bir alandan diğerine değişiyor. Örneğin, fizikteki kuramların matematiksel olması beklenirken, biyolojideki kuramlarda bu şart aranmayabiliyor.

Amaçlar

Tahminler yapma ve açıklamalar üretme bilimin en temel amaçları arasında. Bu amaçların ahlakla değil, biliş ile ilgili olduğuna dikkat edelim. Ayrıca bilimin tutarlılık, nesnellik, sadelik, yeni araştırma alanları açmaya yatkınlık, geniş kapsamlılık, yüksek oranda doğrulanma, gerçeğe benzerlik, uygulanabilirlik ve deneysel yeterlilik gibi diğer amaçları da var.

Her bilim alanı bu amaçların tümünü içermek zorunda değil. Bu amaçlar arasındaki farklılıklar genellikle kuramların felsefi anla-

şılmalarındaki farklılıklardan kaynaklanıyor. Örneğin Karl Popper gibi bilimsel gerçekçiler, gözlenebilen ve gözlenemeyen gerçeğin temelindeki yapı hakkında doğru bilgilere ulaşabileceğimizi, en azından doğruya yaklaşabileceğimizi söylüyor. Thomas Kuhn gibi felsefeciler ise gözlenebilir varlıklar hakkında doğruya ulaşmanızın mümkün olduğunu ama kuramlardaki gözlenemeyen varlıklarla gerçeğin tam olarak örtüşmesinin asla mümkün olmadığını söylüyor. Ernst Von Glasersfeld gibi felsefeciler, bilimsel kuramların gerçeklik hakkındaki doğru bilgiye yaklaşmaktan ziyade yaşamımıza uygulanabilir, yaşamımızı kolaylaştıran bilgiler olduğunu söylüyor. Bas Van Fraassen gibi felsefeciler ise bilimin bize evrende gerçekten neler olup bittiğinin tıpatıp bir hikâyesini vermesi değil, sadece gözlem ve deneyle elde ettiğimiz verileri açıklamaya yeten modeller üretmeyi amaçladığını söylüyor. Pierre Duhem gibi felsefeciler de bilimsel kuramların evrende olup bitenleri açıklamayı değil, bunun yerine bunları kanunlarla özetlemeyi ve mantıksal olarak sınıflandırmayı amaçladığını söylüyor.

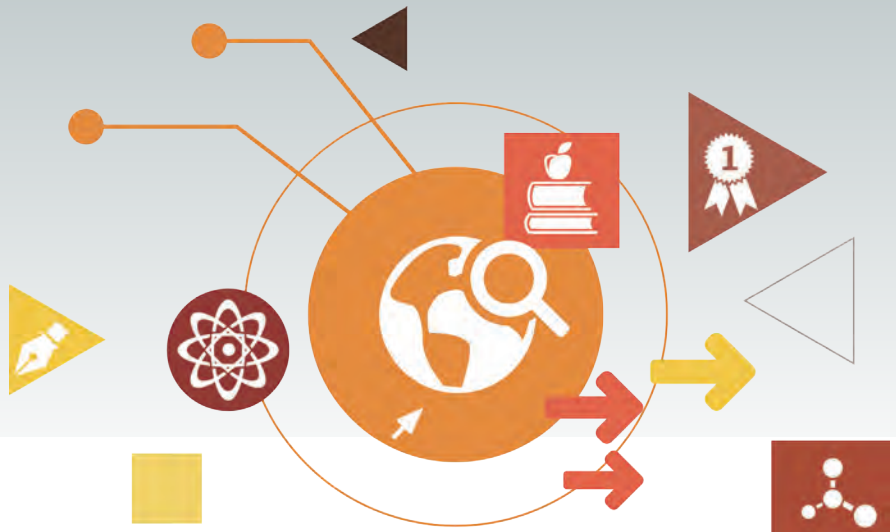
Bu amaçların bazılarının ortak olduğunu, bazılarının ise birbiriyle çalıştığını fark etmiş olabilirsiniz. Bazı bilim alanları bilimsel gerçeklikle yorumlanmaya çok uygunken, bazıları diğer yorumlara daha uygun olabilir.

Bilimsel Yöntemler ve Yöntemle İlgili Kurallar

Bilim, amaçlarına gelişigüzel yollarla değil, çeşitli yöntemleri ve yöntemle ilgili kuralları uygulayarak ulaşır. Okulda bilimsel yöntemi değiştirmeyen adımlardan oluşan bir işlem sırası olarak öğrenmiş olabilirsiniz. Bu yöntemin adı “varsayımsal tümdengelim”. Kuramlardan üretilen tahminlerin gözlem ve deney verileriyle karşılaştırılmasına dayanıyor. Birçok bilim alanında varsayımsal tümdengelim yöntemi kullanılıyor, ama tek bilimsel yöntem bu değil. Örneğin, kanıta dayalı klinik tıp bilimlerinde varsayımsal tümdengelim pek kullanılmıyor. Bunun yerine örneklemin rastgele seçildiği, hangi grubun tedavi ve hangisinin kontrol grubu olduğunun ne hastalar ne de araştırmacılar tarafından bilindiği, rastgele çift kör deneysel yöntem sıklıkla kullanılıyor. Deprem bilimi gibi alanlarda ise sadece gözlem sonuçlarının istatistiksel olarak modellendiği yöntemler kullanılıyor.

Bu yöntemlerde akıl yürütme biçimi olarak bazen tümevarım, bazen tümdengelim, bazense ikisi birden kullanılıyor.

Yöntemle ilgili kurallar esasında bilim insanlarına bilim yaparken yöntemle ilgili dikkat etmeleri gereken noktaları anlatıyor. Örneğin, hipotezleriniz, kuramlarınız ve modelleriniz yüksek derecede sınanabilir olmalı. Kuramlarınızda duruma göre değişen değişiklikler yapmaktan kaçınınız. İki kuram arasında seçim yapmak zorunda kalırsanız ve geri kalan her şey aynıysa açıklama gücü daha fazla olan kuramı; hâlihazırda bilinen gözlemleri açıklamakla yetinen kuramı değil, yeni gözlemleri tahmin eden ve tahminleri doğru çıkan kuramı; daha karmaşık olan kuramı değil daha sade olan kuramı seçin. Mantıksal olarak tutarlı olmayan kuramları reddedin. Bir kuramı ancak kendisinden önce gelen kuramın açıkladığı her şeyi açıklayabiliyorsa kabul edin. Nedensel hipotezleri sunuyorsanız kontrollü deneylere başvurun. İnsanlarla deney yapıyorsanız daima katılımcıların ve araştırmacıların körleştirilmesi işlemlerini uygulayın.



bilimsel topluluğun parçası olarak, toplumsal gruplar hâlinde, kurumsal yapılarda çalışır. Bu toplulukta konferanslara katılmak, bulgularını sunmak ve yayınlamak, araştırma projesi önerileri yazmak, araştırmaları için maddi destek aramak, diğer bilim insanlarının proje ve yayınlarını değerlendirmek için hakemlik yapmak gibi çeşitli mesleki faaliyetler gerçekleştirirler.

Bilimsel topluluğun toplumsal ahlaki değerleri vardır. Örneğin, evrensellik ilkesine göre bir bilim insanının çalışmaları sadece akılcı ölçütlere göre değerlendirilir; ırkı, cinsiyeti ya da dini göz önünde bulundurulmaz. Bilimsel çalışmalar örgütlenmiş bir şüphecilikle değerlendirilir, yeni iddialar güçlü kanıtlarla desteklenmedikçe kolay kolay kabul edilmez. Bilim insanları kişisel çıkarlarının, ideolojilerinin ya da önyargılarının bilimsel çalışmalarının sonuçlarını etkilemesine izin vermez. Bilimsel bilgi tüm insanlığın kıymeti olarak kabul edilir, bilim insanları arasında fikirlerin ve bilginin açık biçimde tartışılması desteklenir. Ayrıca dürüstlük, dikkatli olmak, fikri mülkiyete saygı, yetkinlik, topluma ve çevreye karşı sorumluluk, yasalara uymak, insan ve hayvan haklarına karşı duyarlı olmak da bilimsel topluluğun ahlaki değerleri arasındadır.



Bilimin Doğası ile İlgili Sonuçlar

Bilim tecrübeye yani gözleme ve mümkünse deneye dayalıdır. Bilimsel kuramlar gözlem ve deney sonuçlarıyla sunanabilir. Bu sonuçlar bilimsel kuramlara kanıt sağlar, bir başka deyişle bilim kanıt temellidir. Bilim özel bir eleştirel araştırma biçimidir. Öne sürülen kuramlar ve hipotezler, çeşitli yöntemler ve yöntemsel kurallar kullanılarak yapılan gözlem ve deneylerle dikkatle incelenir. Bu dikkatli incelemeler sonucunda kuramlar gözden geçirilebilir ya da tamamen terk edilebilir. Bir başka deyişle, bilimin hataları yakalayıp yanlışları ayıklayarak kendi kendini düzelten bir mekanizması vardır. Bilimsel topluluk tarafından tutarlı olduğu düşünülen, uzun süredir geçerli kabul edilen ku-

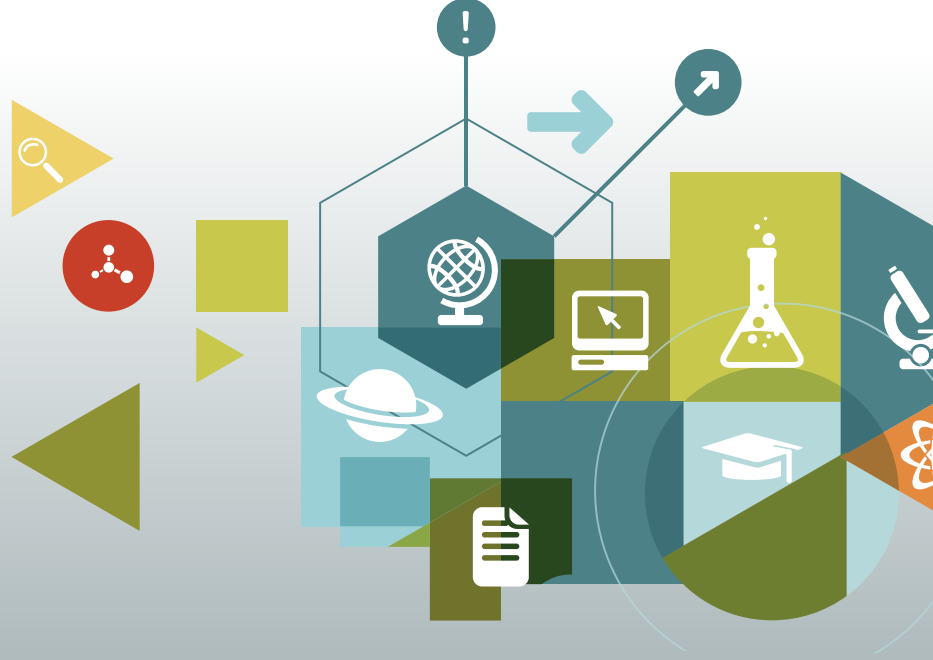
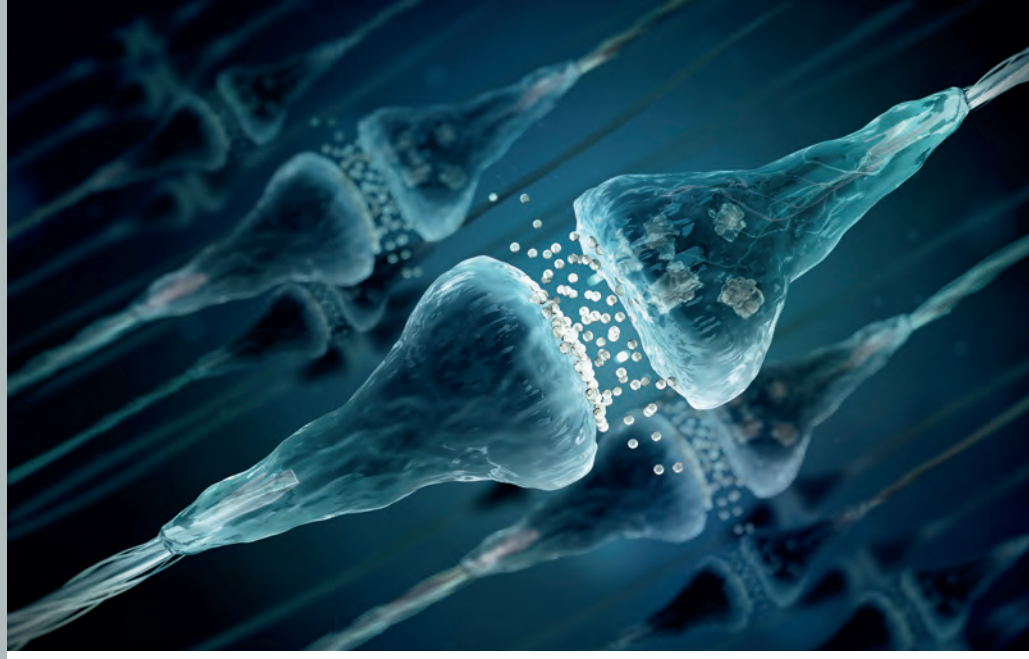
ramlara aykırı bir bilgi iddiası geldiğinde, bilimsel topluluk şüpheci yaklaşır. Eleştirel süreçten geçip kanıtla destekleninceye kadar yeni bilgi iddiaları kabul edilmez.

Bazen bireysel olarak bilim insanları kendi işlerinde taraflı olabilir, toplumsal ya da ekonomik çıkarlarını düşünebilir. Bazen bu yanlışlıklar ve çıkarlar bilimsel sonuçların çarpıtılmasına neden olabilir. Ama genellikle bilimsel topluluğun üyeleri arasındaki açık ve özgür tartışmalar sonucunda bu hatalar yakalanır ve düzeltilir. Bu tartışmalar gözlem ve deney verilerine, yöntemlere ve yöntemsel kurallara dayandırılır. Böylece bilimin eleştirel işlevi güvenceye alınır. Bilimsel bilgi kurama dayansa da güvenilirdir çünkü bahsettiğimiz eleştirel inceleme sonucunda elde edilir. İşte bu nedenle bilimsel bilgi nesnedir; yani kişiden, toplumdan ve kültürden bağımsız olarak aynı sonuçları ve

rir. Bilimsel gözlem ve deneylerin tekrar edilebilir olması koşulu bilimsel bilginin nesnel olmasını sağlar. Kuramlar ve kanunlar gözlem ve deney verilerinin ötesine uzanır. Kuram ve kanunların kurgulanması hayal gücü ve yaratıcılık gerektirir. Çünkü kuram ve kanunları oluşturmak için mekanik yöntemler ya da yöntemsel kurallar yoktur.

Bilimin Doğasını Öğrenmek Neden Önemli?

Aşılar otizme yol açıyor mu? Kalp sağlığı için yağlı yiyeceklerden mi, yoksa karbonhidratlardan mı kaçınmalıyız? Küresel ısınma iklim değişikliğine neden oluyor mu? Buna benzer sorulara ilişkin bazı bilimsel konularda farklı görüşlerin olduğunu duyuyoruz. Nasıl oluyor da bilim insanları aynı soruya bazen tamamen zıt cevaplar verebiliyorlar? Kime inanacağız, kimin dediğinin bilimsel olduğunu nasıl değerlendireceğiz? Bu gibi soruların yanıtları için bilimin nasıl çalıştığını yani doğasını anlamamız gerekiyor. Böylece bilimsel okuryazarlığımız artar ve bilgiyi tartmayı öğreniriz. Böylece günlük yaşamımızdaki kararlarımızda telkinlere göre değil, bilgiyi tartarak karar verebiliriz.



Aşıların otizme yol açtığını söyleyen yalnızca bir makale yayınlanmış ve bu makale çok az sayıda katılımcıyla pek güvenilir olmayan yöntemlerle hazırlanmış. Ama çok sayıda katılımcıyla ve güvenilir yöntemlerle yapılan birçok araştırma aşı ile otizm arasında bir bağlantı olmadığını gösteri-

yor. Bilimin eleştirel süreci, bu örnekteki gibi yanlış bir bilgiyi yakalıyor ve düzeltiyor. Diğer yandan, kalp sağlığı için beslenme önerileri yeni araştırmaların değerlendirilmesine göre güncelleniyor ama insan bedeninin çok karmaşık olduğu ve birbiriyle etkileşen çok sayıda değişkenin bulunduğu, do-



layısıyla rakip açıklamalardan birini seçmenin zor olabileceği de söyleniyor.

Bilimsel araştırmaların çok büyük çoğunluğu küresel ısınmanın iklim değişikliğine neden olduğunu gösteriyor ama az sayıda araştırma bu sonuca varamayacağımızı iddia ediyor. Bu az sayıda araştırmanın maddi desteğinin enerji şirketleri olduğunu öğrenirsek söz konusu araştırmaların güvenilirliğini sorgulamamız gerektiğinin de farkında oluruz. Peki, bilimsel topluluğun küresel ısınma konusundaki fikri değişir mi, bu bir hataysa eleştirel süreç hatayı yakalamaz mı?

Bilimsel bilgileri bilimsel yöntemleri kullanarak öğrenirsek bu bilgileri hem daha iyi öğreniriz hem de öğrendiklerimiz daha kalıcı olabilir. Coğrafya dersinde dünyanın katmanlarını öğrenirken, bu katmanların gerçekten var olduğunu nereden biliyoruz, bilim insanları bu sonuca nasıl varmışlar, Coğrafya ve fen derslerinde

bunları öğrenmek için hangi yöntemleri kullanmışlar sorularına cevap aramak ansiklopedik bilgi sahibi olmanın ötesine geçmemizi sağlayabilir. Kimya dersinde bir tepkimeyi laboratuvarında gerçekleştirip aslında tepkimenin görmediğimiz atomlar arası elektron geçişleri ile ilişkili olduğunu nereden bildiğimiz sorusu üzerine düşünürsek tepkimeleri derinlemesine anlayabiliriz. Kısaca kanıtları sorgulamamız ve sunulan kanıtları bilim insanlarının yaptığı gibi eleştirel olarak değerlendirmemiz bilimsel tavır geliştirmemiz açısından da ilerlememizi sağlayabilir.

Sonuç olarak bilimin doğasını anlamak, yaşamımızda büyük rol oynayan bilimi daha derinlemesine kavramamızı, medyada ortaya atılan her yeni iddiaya inanmadan önce bilimsel olarak söz konusu bilginin değerlendirilmesinin önemini fark etmemizi ve kendi hayatımızda verdiğimiz kararlarda da bilimsel yöntemleri kullanmamızı sağlayabilir. ■

Kaynaklar

Irzik, G., & Nola, R. "A family resemblance approach to the nature of science". *Science & Education*, 20, 591–607, 2011.

Irzik, G., & Nola, R. "New Directions for Nature of Science Research". In M. Matthews (Ed.), *International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching* (pp. 999–1021). Dordrecht, The Netherlands: Springer, 2014.

Driver, R., Leach, J., Millar, R., & Scott, P. *Young People's Images of Science*. Buckingham, UK: Open University Press, 1996.

Erduran, S., & Dagher, Z. *Reconceptualizing The Nature of Science for Science Education: Scientific Knowledge, Practices and Other Family Categories*. Dordrecht: Springer, 2014.

McComas, W. F. "The Principal Elements of The Nature of Science: Dispelling The Myths". In W. F. McComas (Ed.), *The Nature Of Science in Science Education: Rationales and Strategies* (pp. 53–70). Dordrecht: Kluwer, 1998.