

Bilim Söзде-Bilim Ayrımı Tartışmasının Öğretmen Adaylarının Bilimin Doğası İnanışlarına Etkisi

Halil TURGUT, Hakan AKÇAY*, Serhat İREZ***

Öz

Fen eğitiminin önemli bileşenlerinden birisi olan bilimin doğasının alt boyutları ve bunların öğrenme ortamlarına nasıl taşınabileceği tartışılmaya devam etmektedir. Bu araştırmada, söz konusu tartışma kapsamında, bilim söзде-bilim ayrımı üzerine yapılandırılmış bir bağlam önerilerek bunun öğretmen adaylarının bilimin doğası inanışlarının geliştirilmesindeki etkililiği sorgulanmıştır. Söz konusu bağlam bir dizi felsefi ekolün ayrım için önerdiği ölçütler esas alınarak astroloji örnek olayı üzerine yapılandırılmış ve bir öğretim dönemi boyunca devam eden süreçte veri kaynağı olarak açık uçlu sorulardan oluşmuş bir form hem öntest hem de son test şeklinde kullanılarak elde edilen veriler nitel olarak analiz edilmiştir. Araştırma sonuçları bir girişim olarak bilim, deney, gözlem, teoriler, yasalar, modeller, bilimsel yöntem ve sosyo-kültürel değerlerin bilimdeki rolü gibi alt boyutlarda adayların inanışlarını geliştirebildiklerini dolayısıyla planlanan bağlamın etkili olduğunu göstermiştir.

Anahtar Kelimeler

Bilim Söзде-Bilim Ayrımı, Bilimin Doğası.

* Marmara Üniversitesi, Atatürk Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü Öğretim Üyesi.

** Marmara Üniversitesi, Atatürk Eğitim Fakültesi, Ortaöğretim Fen ve Matematik Eğitimi Bölümü Öğretim Üyesi.

Dr. Halil TURGUT

Marmara Üniversitesi, Atatürk Eğitim Fakültesi
Elektronik Posta: halil.turgut@marmara.edu.tr

Yayın ve Diğer Çalışmalardan Seçmeler

- Turgut, H.** (baskıda). The context of demarcation in nature of science teaching: The case of astrology. *Science & Education*, Advance Online Publication. DOI: 10.1007/s11191-010-9250-2.
- Turgut, H.** (2009). Fen ve teknoloji öğretmen adaylarının bilimsel sözde-bilimsel ayrımına yönelik algıları. *TED Eğitim ve Bilim Dergisi*, 54 (134), 50-68.
- Turgut, H.** (2009). Fen Bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel bilgi ve yöntem algıları. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 7 (1), 165-184.
- Turgut, H.** (2008). Prospective science teachers' conceptualizations about project based learning. *International Journal of Instruction*, 1 (1), 61-79.
- Turgut, H.** (2007). Herkes için bilimsel okuryazarlık. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 40 (2), 233-256.

Dr. Hakan AKÇAY

Marmara Üniversitesi, Atatürk Eğitim Fakültesi
Elektronik Posta: hakcay@marmara.edu.tr

Yayın ve Diğer Çalışmalardan Seçmeler

- Özdemir, G. ve **Akçay, H.** (2009). Bilimin doğası ve bilim tarihi dersinin öğrencilerin bilimin ve bilimsel bilginin doğasına ilişkin düşüncelerine etkisi. *E-Journal of New World Sciences Academy*, 4 (1), 218-227.
- Akçay, H., Akçay, B., & Kuo, P. C.** (2008, September). *Effectiveness of a history of science course experience in improving preservice science teachers' understanding of the nature of science*. Paper presented at the XIII Symposium of the International Organization for Science and Technology Education (IOSTE), Izmir, Turkey.
- Akçay, B., **Akçay, H., & Medina, W.** (2008, September). *Students' key ideas on what to teach about nature of science in science classrooms*. Paper presented at the XIII Symposium of the International Organization for Science and Technology Education (IOSTE), Izmir, Turkey.

Yrd. Doç. Dr. Serhat İREZ

Marmara Üniversitesi, Atatürk Eğitim Fakültesi
Elektronik Posta: sirez@marmara.edu.tr

Yayın ve Diğer Çalışmalardan Seçmeler

- Cakir, M., **Irez, S., & Dogan, O. K.** (2010). Understandings of current environmental issues: Turkish case study in six teacher education colleges. *Educational Studies*, 36 (1), 21-33.
- Irez, S.** (2009). Nature of science as depicted in Turkish biology textbooks. *Science Education*, 93, 422-447
- Irez, S.** (2007). Reflection-oriented qualitative approach in beliefs research. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 3 (1), 17-27
- Irez, S.** (2006). Are we prepared? An assessment of pre-service science teacher educators' beliefs about nature of science. *Science Education*, 90, 1113-1143

Bilim Sözde-Bilim Ayrımı Tartışmasının Öğretmen Adaylarının Bilimin Doğası İnanışlarına Etkisi

Halil TURGUT, Hakan AKÇAY, Serhat İREZ

Öğrencilerin ve hatta öğretmenlerin bilimin doğası inanışlarının geliştirilebilmesi, fen eğitiminin öncelikli amaçlarından birisidir (Kang, Scharmann ve Noh, 2005) ve bilimin doğası inanışlarının geliştirilmesine yönelik öğretim uygulamaları veya uygulamaya dönük öneriler büyük önem taşımaktadır (Aikenhead, 1997; Bravo, Merce ve Anna, 2001; Matthews, 2000). Bu kapsamda, bireylerin eğitimi, yalnızca bilimsel gerçeklerin, kanunların, teorilerin aktarımı olarak görülmemekte, bilimsel bilginin değerinin, gücünün, geçerliliğinin ve sınırlılıklarının da değerlendirilebilmesi beklenmektedir. Bilimsel bilginin nasıl üretildiği, zamanla nasıl geliştiği, değiştiği ve toplumla, kültürle nasıl bir ilişki içinde olduğu hakkında birikim sahibi olunması (Bravo ve ark., 2001) ve sosyo-bilimsel konuların odakta olduğu tartışmalara, karar alma süreçlerine katılım (Zeidler, Walker, Ackett ve Simmons, 2002) bir gereklilik olarak görülmektedir.

Ayrıca, bu şekilde, sözde-bilimsel (pseudoscientific) iddiaların farkına varılmasının, doğru olanla yanlış olanın birbirinden ayrıştırılmasının, doğru olanın günlük hayatta daha etkin rol oynamasının sağlanmasının ve farklı bilme biçimlerinin kendi bağlamlarında değerlendirilmesinin mümkün olabileceği ileri sürülerek (Turgut, 2009) bilimin doğası inanışlarının altı çizilmektedir. Dolayısıyla bilimin doğasının öğretim programlarında ele alınması gereken bir boyut olup olmadığı tartışmalarının çok geride kaldığı söylenebilir. Ancak araştırmacıların ve eğitimcilerin etkili çözümler üretmesi gereken iki temel sorunun ve aslında yeni açılımların önünü açabilecek iki alanın varlığı gözden kaçı-

rılmamalıdır; (i) bilimin doğası başlığı altında ele alınabilecek alt boyutlarda uzlaşmaya varılması ve (ii) söz konusu boyutlardaki inanışların geliştirilebilmesi için öğretim uygulamaların tasarlanması.

Aslında bilimin doğası ve alt boyutları üzerinde yaşanan uzlaşma sorunun temelinde bilimin çok yönlü ve karmaşık doğasının da etkisiyle bilim felsefecilerinin, tarihçilerinin ve sosyologlarının kolayca fikir ayrılıklarına düşebilmesinin yattığı söylenebilir (Abd-El-Khalick, Bell ve Lederman, 1998; Lederman, Abd-El-Khalick, Bell ve Schwartz, 2002; Kang ve ark., 2005). Zira bilimin kendisi gibi doğasına dair kavramlar ve algılar da dinamik bir yapı oluşturarak sürekli bir gelişimi beraberinde getirmekte ve bilime dolayısıyla evrene dair algı ve anlayışımız geliştikçe bilimin doğası hakkındaki algılarımız da farklılaşabilmektedir (Suchting, 1995). Buna karşın bilimin doğasının tanımı ve bileşenleri üzerindeki felsefi tartışmaların, özellikle ilköğretim fen eğitimi düzeyinde ortak bir anlayış oluşturulabilmesi anlamında, aşılacak bir sorun oluşturduğu da söylenemez (Abd-El-Khalick ve Lederman, 2000a). Bu görüşü, önemli reform girişimlerinde ve uluslararası fen eğitimi dokümanlarında ele alınan bilimin doğasına ve bileşenlerine yönelik açılımlarda ciddi fikir ayrılıklarına rastlanmaması da desteklemektedir (Schwartz, 2009). Dolayısıyla bilimin doğası genel başlığı altında ele alınabilecek bir takım alt boyutlarla ilgili bazı ortak algıların oluşturulabileceği ve hatta oluşturulduğu söylenebilir ki bu kabul yukarıda sözü edilen temel sorunlardan ikincisi olan öğretim uygulamalarının tasarlanabilmesi açısından önemlidir.

Genel olarak bilimin doğası kavramıyla bir bilme biçimi olarak bilimin epistemolojisi ve sosyolojisi, bilimsel bilgiye içkin olan değer ve inanışlar kastedilmektedir (Lederman, 1992). Böyle bir açılım, bir organizasyon olarak bilimin sosyal boyutlarıyla ve bilim insanlarının araştırmalarını nasıl yürüttüğüyle ilgili anlayışları da gündeme getirmektedir (Ryder, Leach ve Driver, 1999). Bazı araştırmacılar (bkz. McComas, Clough ve Almazroa, 2000; Lederman ve ark., 2002) bu açılım kapsamında temel bir anlayış oluşturabilmek için bir dizi bileşen belirlemeye çalışmıştır. Söz konusu bileşenler, (i)bilimsel bilginin değişebilirliği, (ii)bilimsel bilginin ampirik kanıta, gözleme ve mantıklı iddialara açık yapısı, (iii)bilimsel gözlemlerin teori bağımlı doğası ve gözlem-çıkartım farkı, (iv)bilimsel hipotez, kanun ve teorilerin işlevleri, (v)süreç olarak bilimin nesnellik arayışı ve bilim insanının öznelliği, (vi)bilim ve sosyo-kültürel yapı, (vii)bilimde yaratıcılık ve hayal gücünün rolü, (viii)

evrensel bilimsel metot fikrinin eleştirisi şeklinde sıralanabilir. İlköğretim düzeyinde ele alındığında, öğretmenlerin ve bu seviye için yetiştirilen öğretmen adaylarının öğrencileriyle paylaşabilecekleri başlıkları, kavramları içermesi açısından bu bileşenlerin bilimin doğası anlamında kapsayıcı oldukları ifade edilebilir. Dolayısıyla bilimin doğası araştırmalarındaki ikinci temel soruna, söz konusu niteliklere dair anlayışların nasıl geliştirilebileceğine, öğretim için ne tür uygulamaların tasarlanabileceğine odaklanılabilmesi açısından ciddi ve genel kabul görmüş bir altyapının oluşturulduğu söylenebilir.

Aslında bu ikinci sorun bağlamında da (bilimin doğası öğretimi için etkili uygulamalarının geliştirilebilmesi), teorik olarak yönlendirici olabilecek bir birikimin oluşmaya başladığı görülmektedir (Abd-El-Khalick ve ark., 1998). Söz konusu birikim kapsamında, bilimin doğası öğretiminde ağırlıklı olarak dolaylı (implicit) ve doğrudan/açık-yansıtmacı (explicit/reflective) yaklaşımların ön plana çıktığı söylenebilir (Lederman, 1998; Bell, Lederman ve Abd-El-Khalick, 1998; Lederman, 2007). Öğrencilerin bilimsel etkinliklere katılarak bilimin doğasına dair anlayış geliştirebilecekleri kabulüne dayanan dolaylı öğretim yaklaşımında (Lawson, 1982) öğrencilerin etkin olduğu laboratuvar çalışmaları ile özellikle araştırmaya dayalı, süreç becerilerine odaklanmış öğretim uygulamalarına ağırlık verilmesi söz konusudur. Mevcut programın akışı içerisinde yer alabilecek öğretim etkinlikleri yoluyla (içeriğin takibinde sıkıntı yaşamadan) bilimin doğası inanışlarının geliştirilmesi gibi bir söylem geliştiren bu yaklaşım, ağırlıklı olarak içerik bilgisine odaklanmış seçme sınavlarının büyük önem taşıdığı eğitim sistemleri açısından uygulanabilir görünmektedir. Buna karşın yürütülen araştırmalarda öğrencilerin ve öğretmenlerin bilimin doğası anlayışlarının geliştirilmesinde dolaylı öğretim yaklaşımının istenilen düzeyde etkili olamadığı görülmüştür (Hakoos ve Penick, 1985; Khishfe ve Abd-El Khalick, 2002).

Alternatif olarak sunulan doğrudan/açık-yansıtmacı öğretim yaklaşımında ise öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarının geliştirilmesi için doğrudan bir planlama yapılması gerektiği, bunun bazı farklı uygulamalar sonucunda ortaya çıkacak ikincil bir etki şeklinde düşünülemeyeceği ileri sürülmüştür (Akindehin, 1988; Bell, Matkins ve McNall, 2002). Bu yaklaşımda, öğretimin bilim tarihi ve felsefesi gibi disiplinlerden alınarak işlevsel hale getirilecek bazı bileşenler yardımıyla doğrudan bilimin doğası alt başlıklarına odaklanması gerektiği ve ancak bu şekilde inanışları etkili biçimde geliştirebilmenin mümkün olabileceği öngörül-

müştür (Lederman, 1998). Ayrıca, bilimin doğası inanışlarının sınına-bileceği, dönütler doğrultusunda gözden geçirilip yeniden düzenlenebi-leceği, yani yansıtmanın yapılabileceği bir sürece (Scharmann, Smith ve James, 2002) ve öğretimin öğrencilere bilimin doğası öğelerinin ger-çek yaşam durumlarına nasıl uygulandıklarını görme şansını sunacak bir bağlam içinde sunulması fikrine vurgu yapılmıştır (Abd-El-Khalick, 2001). Dolayısıyla hem doğrudan ve açık olarak bilimin doğası inanışla-rına odaklanmış hem de gerçek durumlar üzerinde değerlendirme şansı-nı verecek ve bu arada yansıtmanın yapılabileceği bir sürece dikkat çe-kilmeye çalışıldığı görülmektedir. İlgili araştırmaların dolaylı öğretimle karşılaştırıldığında doğrudan/açık-yansıtmacı öğretimin daha etkili ol-duğu ve daha olumlu sonuçlar verdiği yönünde bulgular sunması da bu yaklaşımı destekler mahiyettedir (Akerson, Abd-El-Khalick ve Leder-man, 2000; Bell, Matkins ve ark., 2002; Lederman, 2007).

Diğer yandan, bireylerin bilimin doğası anlayışlarının geliştirilebilmesi amacıyla yürütülmüş bir dizi araştırma, farklı yaş gruplarından öğrenci-lerin ve hatta öğretmenlerin kullanılan araçlar ve izlenen yöntemler ne olursa olsun genellikle naif inanışlar sergilediklerini göstermiştir (Abd-El-Khalick, Lederman, 2000b; Duschl, 1990; Lederman, 1992). Bu ba-şarısızlıkta, bilişsel anlamda ciddi olarak özümsemiş olan mevcut bili-min doğası inanışlarının bireylerde köklü bir değişime karşı önemli bir direnç oluşturmasının da payı vardır (Meichtry, 1992). Ancak, bilime dair naif algılara bilimsel okuryazarlık yeterliğine sahip olmama, med-yanın sözde-bilimsel iddiaları yaygınlaştırması vb. gibi bazı olası sebep-lerin yol açtığını da gözden kaçırmamak gerekir (Castelao, 2002). Do-layısıyla sorunu, hem mevcut inanışların sağlıklı biçimde tespiti hem de bireylerin mevcut inanışlarını gerçekten sorgulamalarını ve onlar için anlamlı olabilecek bir bağlam üzerinde yansıtma yapmalarını sağla-yabilecek bir öğretim sürecinin tasarlanması şeklinde ele almak büyük önem arz etmektedir. Zira bir program dâhilinde sunulan herhangi bir öğrenme deneyiminin, bireylerin mevcut bilimin doğası inanışları (bu inanışların altyapısını oluşturan dini, kültürel, felsefi öğelerle birlikte) dikkate alınmadığı sürece hiç kimseye kavramlara yüklenen anlamları gözden geçirme veya yeniden kurgulama şansını sunamayacağını orta-dadır. Bu noktada asıl sorun, önce bireylerin mevcut kabullerini ortaya koymalarını sağlayacak ve daha sonra gündelik hayatlarına da taşıyabi-lecekleri güçlü ve tutarlı inanışlar geliştirmelerine yardımcı olacak bağ-lamların oluşturulabilmesi olarak belirmektedir.

Bu araştırmada, yukarıda tartışılan yaklaşım çerçevesinde, daha önce Turgut (baskıda) tarafından ele alınan ve mevcut bilimin doğası inanışlarını ontolojik ve epistemolojik temelleriyle açığa çıkarmada etkili olduğu görülen, hem uygulamaya dönük hem de açık/yansıtıcı niteliği olan bir bağlamın, bireylerin bilimin doğası inanışlarının gelişimine etkisinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Böyle bir bağlam içerisinde, bilimin doğası tartışmalarının ilgiyi de odaklayacak şekilde yürütülebileceği ve bireysel değer ve inanış sistemlerinin açık edildiği bir ortamda istenilen dönüşüm ve değişimin sağlanabileceği, bireylerin bilimin doğası inanışlarının geliştirilebileceği öngörülmüştür. Önerilen bağlamın temelinde, bilim felsefesinin önemli alanlarından birini oluşturan ve mantıksal pozitivizm, yanlışlanabilirlik, bilimsel devrimler ve ilerlemeci araştırma programları gibi yaklaşımlarla ele alınmaya çalışılan bilim sözde-bilim ayrımı tartışmaları (Bauer, 2002; Lakatos, 1981; Nickles, 2006) yer almaktadır. Söz konusu yaklaşımlar ve bu yaklaşımlar çerçevesinde geliştirilmeye çalışılan ölçütler bir sonraki bölümde ayrıntılı olarak ele alınmıştır.

Bilim Sözde-Bilim Ayrımı

Son dönemlerin fen eğitimi reformu hareketlerinin odağında yer alan bilimsel okuryazarlığın önemli bir yeterlik alanı da modern bilimle sözde-bilimin birbirinden ayırt edilebilmesi (Hurd, 1998) ve bu doğrultuda bilimin gücünün ve sınırlılıklarının kavranabilmesidir (Lederman, 1992; McComas ve ark., 2000). Bu anlamda, bilimle sözde-bilimin ayrımına yönelik ölçütlerin, bireylerin sosyo-bilimsel konularla ve genel bilim politikalarıyla ilgili karar alma süreçlerinde katılımcı olarak söz hakkına sahip olacağı demokratik işleyişlerde önemli bir araç olacağı düşünülmektedir (Castelao, 2002). Dolayısıyla, bilim sözde-bilim ayrımı salt felsefi bir tartışma olmanın ötesinde, toplumsal yaşantıyla da yakından ilgili bir kavramsal çerçeve sunmaktadır.

Aslında ayrım probleminin bilimin genel olarak bilim dışı alanlardan özel olarak da sözde-bilimden farklılığını ortaya koyabilecek ölçütlerin belirlenebilmesi çabası şeklinde 20. yüzyılın ilk dönemlerinden itibaren önemli bilim felsefesi ekollerinin halen çözüm bekleyen temel sorgu alanlarından birisini oluşturduğu görülmektedir (Gillies, 1998; Nickles, 2006). Hatta bilimle diğer alanlar arasına kesin bir çizgi çekilebilmesini temin edecek bir takım ölçütlerin olabilirliği bile tartışma ko-

nusu olmaya devam etmektedir (Laudan, 1983; Mahner, 2007). Yapılan bir araştırmada 176 bilim felsefecisinin yaklaşık % 89'unun herhangi bir ayırım ölçütleri dizisi üzerinde evrensel bir uzlaşmadan söz edilemeyeceğini iddia etmiş olması da bu kanyı güçlendirmektedir (Alters, 1997). Buna karşın mevcut çözümsüzlük ve belki de sonunda bir çözüme ulaşamayacak olması, bu tartışma bağlamının kendi içindeki değerin göz ardı edilmesini gerektirmez.

Bazı durumlarda tartışma bağlamları (bir bütün olarak), tartışmanın sonunda ulaşılacak cevaplardan daha önemlidir ve bu anlamda bilim sözde-bilim ayırımı bağlamında (güvenilir bilginin doğası, güvenilir bilgiye ulaşma yolları vb.) yürütülecek felsefi tartışmalar da bilimin doğası öğretiminde etkili bir strateji olarak ele alınabilir. Zira bilim sözde-bilim ayırımıyla ilgili bazı kavramları daha anlaşılır hale getirecek şekilde ve ayırımın gerekçeleri, ayırma konu olacak yapılar, ayırma yönelik felsefi tartışmalar ile önerilen ölçütler başlıkları altında yapılmış olan geniş kapsamlı değerlendirmelerde bu düşüncenin işaretleri sunulmuştur (bkz. Turgut, 2009, baskıda;). Söz konusu değerlendirmeler kapsamında, özellikle bilim felsefesinde ciddi bir birikimi olmayan ancak bilimin doğası inanışlarına ilgi duyan öğretmenler ve öğretmen adayları için ayırım tartışmasının uygulanabilir ve etkili bir bağlam oluşturduğu ifade edilmiştir. Bu araştırmada, yukarıda sözü edilen başlıklar tekrar ayrı ayrı ele alınmamış ancak sözde-bilim kavramı ile ne kastedildiğine kısaca değinildikten sonra planlanan öğretim uygulamalarının çerçevesini oluşturan felsefi tartışmalar gözden geçirilmiştir.

Felsefi Tartışmalar ve Geliştirilen Ölçüt Önerileri

Ayırma sorununa farklı kaynaklarda farklı kavramlar üzerinden yaklaşıldığı ve bazen bilim ile bilim olmayanın bazen de bilim ile sözde-bilimin ayırımından bahsedildiği görülmektedir (Turgut, baskıda). Ancak bilim olmayanı sözde-bilimin tam bir karşılığı gibi ele almak hem sakıncalı hem de çözülmesi zor sorunlara yol açmaktadır. Mesela bazı araştırmacıların (bkz. Laudan, 1983; Mahner, 2007) ayırım tartışmalarına sanat, edebiyat ve din gibi bilimsel olmayan disiplinlerle ilgili değerlendirmeler yaparak katıldıkları bilinmektedir. Bu anlamda bilim olmayan, bilimsellik iddiası gütmeyen bir dizi bilgi alanını kapsayan bir kavram olarak görülmekte ve farklı bilme biçimleri şeklinde kesin çizgilerle bilimden ayrılıp ayrılmadıkları felsefi olarak inceleme konusu ya-

pılabilmektedir. Oysa sözde-bilim (mesela astroloji), bilimsellik iddiası güden alanları (filozoflar tarafından öngörülen bir dizi standardı karşılamalarına rağmen) nitelemek için kullanılabilir bir kavramdır (Preece ve Baxter, 2000) ve taşıdığı bilimsellik iddiası nedeniyle bilim olmayandan ayrılır. Sözde-bilim ile bilim olmayan arasına çizilen bu çizgi önemlidir çünkü bu şekilde fen eğitiminde bilim sözde-bilim ayrımına odaklanmak ve bu ayrım üzerinden bağlam oluşturarak gereksiz tartışmaların önünü alabilmek, süreci sağlıklı biçimde yürütülebilir hale gelmektedir (Turgut, baskıda). Bu çalışmada da böyle bir yaklaşım esas alınarak bilim sözde-bilim ayrımına odaklanılmış, gözden geçirilen felsefi ekollerin esas aldığı birim sözde-bilim değilse (mesela mantıksal pozitivizm bilim metafizik ayrımına gitmiştir) daha çok bilimi nitelemek için öne çıkarılan unsurlar üzerinde durulmuştur.

Ayrım tartışmalarının izini, bilginin yüzeysel/sığ görüşlerden ayırt edilebilmesi şeklinde ele alındığı antik Yunan'a kadar sürmek mümkün görünmektedir (Laudan, 1983; Nickles, 2006). Buna karşın bu çalışmanın konusunu modern bilim ile sözde-bilimin birbirinden ayırt edilmesi oluşturduğu için bu epey hacimli tarihe modern bilimin ortaya çıktığı yakın dönemden sonrası ile sınırlandırılmıştır. Genel kanı, söz konusu yakın dönem felsefi tartışmalarının sistemli olarak mantıksal pozitivistler ile başladığı ve daha sonra Popper, Kuhn ve Lakatos ile devam ettiği yönünde olduğu için de (Dilworth, 2006; Gillies, 1998; Laudan, 1983; Mahner, 2007; Nickles, 2006) başlangıcın mantıksal pozitivizm ile yapılması uygun görülmüştür.

Mantıksal pozitivistlerin asıl hedefinin bilim metafizik ayrımının yapılması ve önermelerin anlamlılığının değerlendirilmesi olduğu söylenebilir (Mahner, 2007; Nickles, 2006). Onlara göre bilim, doğrudan gözlenebilir varlıklarla sınırlandırılmış linguistik bir fenomendir ve bütün epistemolojik ilişkiler bilim dilinin cümleleri arasında kurulur (Dilworth, 2006). Bilimsel teorilerin içerik olarak duyu deneyimine dayalı önermelerle işlenmiş mantığın ve matematiğin doğrularına indirgenbilmesi gerektiğini iddia eden mantıksal pozitivistler, herhangi bir önermenin ancak duyu deneyimi yoluyla doğrulanabilme potansiyelinin olması durumunda anlamlı olabileceğini ileri sürmüşlerdir. Dolayısıyla doğrulanabilirliği ve ampirik sınıma açık olmayı bilim metafizik ayrımında yeterli bir ölçüt olarak sunarak modern bilimi doğrulanabilir iddialara sahip ve anlamlı, metafiziği ise anlamsız bir alan olarak değerlendirmişler. Buna karşın, evrensel ifadelerin doğruluğunu ga-

ranti edebilecek seviyede yeterli ampirik testin söz konusu olup olmayacağı sorusu onların bu ölçütünü tartışmalı hale getirmiştir (Nickles, 2006). Mantıksal pozitivizmin bazı fikir önderleri (mesela Carnap) doğrulama yerine giderek artan pekiştirme fikrini öne çıkarmış ancak asıl sorun induksiyon mantığıyla ilgili olduğu için sunulan induktif istatistiksel metot da sonlu sayıda gözlemlerle evrensel bir ifadenin “olasılıklı doğru” olduğu sonucuna nasıl gidilebileceği sorusuna cevap oluşturamamıştır (Mahner, 2007). Üstelik gözlemlerde her zaman ölçme hatalarının olabileceği ve gözlemlerin teorilere bağımlı doğası dikkate alındığında, mantıksal pozitivistlerin güvenilir biçimde “gerçeğin” nesnel gözlemlerine dayanan bilim kabulü de tartışmalı hale gelmektedir (Anderson, 1983).

İndüksiyon mantığı üzerinden yürütülen doğrulama ve/veya pekiştirme ölçütüne yönelik eleştiriler, alternatif bir yaklaşımı; yanlışlanabilirliği, gündeme getirmiştir. Yanlışlanabilirlik fikri ile induksiyon mantığının dışına çıkan Popper (1963), gözlemlerin her zaman bazı beklentilerin ışığında önceden varsayma problemi içereceğine de işaret ederek ampirik olarak yanlışlanabilme (en azından prensipte) potansiyeli taşımayı bir ayırt etme ölçütü olarak sunmuştur. Bu anlamda Einstein’ın görelilik teorisini, riskli ve kolaylıkla yanlışlanabilir ampirik öngörüler (mesela ışığın güçlü çekim alanlarından geçerken büküleceği) sunması nedeniyle bilimsel olarak nitelendiren Popper, Marx’ın ve Freud’un teorilerini böyle bir şeye imkân vermedikleri (bu taraftarları ile ilgili bir sorun olarak da tartışılmaktadır) için sözde-bilimsel olarak değerlendirmiştir. Diğer yandan Popper’ın mantıksal pozitivistlerden ayrıldığı bir başka husus daha vardır ki o da metafiziğin konumudur. Ona göre, “bütün metafiziksel ifadeler anlamsızdır” görüşü doğru değildir ve bilimsel olmamalarına karşın bu tip bazı önermeler modern bilim için buluş bağlamında (heuristic) önemli roller oynayabilmektedir. Bu yüzden de bilim metafizik ayrımından ziyade bilim sözde-bilim ayrımına odaklanmanın daha sağlıklı olacağını ileri sürmüştür. Popper’ın metafizikle ilgili görüşleri günümüzün kabul gören bilim anlayışıyla uyumlu olsa da (bilimin çekirdeğini oluşturan metafizik ilkeler için bkz. Dilworth, 2006), teorilerin genellikle anomalilere rağmen reddedişlere direnmesi, bilim insanlarının bazı yardımcı hipotezler üretmek veya bazı verileri görmezden gelerek teorilerini savunmaya devam edebilmeleri (Lakatos, 1981) yanlışlanabilirliği de yeterli bir ayırt etme ölçütü olma anlamında tartışmalı hale getirmiştir. Tüm bu eleştiriler, yanlışlanabilirlik

fikrine karşı önemli bir zemin oluştururken ayırt etme sorununda esas alınacak birimlerle ilgili tartışmaları da gündeme getirmiş (Kuhn, 1970; Lakatos, 1970; List, 1982) ve bireysel bilgi iddiaları yerine bütün olarak teorilere veya disiplinlere odaklanma yönündeki eğiliminin ağırlık kazanmasına yardımcı olmuştur.

Her bir teorinin ya bir öncekinin yeniden yorumlanması ya da bir öncekine bazı yardımcı kabullerin eklenmesi yoluyla oluşturulduğu bir teoriler dizisi olarak düşünülebilecek “araştırma programları” (Lakatos, 1970) söz konusu eğilimi yansıtan önemli bir örnek olarak gözden geçirilebilir. Newton mekaniğinin, Einstein’ın görelilik teorisinin, kuantum mekaniğinin vb. koruyucu bazı yardımcı hipotezlerle çevrili bir çerçeveye sahip olduklarını ve gerek karmaşık matematiksel işlemler gerekse bu hipotezlerle bir şekilde yanıtlanma girişimlerine karşı direnildiklerini ileri süren Lakatos (1981) aslında hepsinin de gelişimleri esasında çözümsüz sorunlarla ve anomalilerle yüz yüze geldiklerini ifade etmiştir. Kendi önerisi ise öncelikle ayırt edilecek birimlere bakış açısının değiştirilmesi ve tek başlarına bilgi iddialarına değil fakat araştırma programlarının bütününe odaklanılması yönünde olmuştur. Bu doğrultuda, teorik olarak ilerlemeci bir doğaya sahip olma bilimsel olmanın ölçütü olarak sunulmuş ve bilimsel olan araştırma programlarının daha önce hayal bile edilmemiş veya daha eski, rakip programlarla çelişen yeni, ilginç birtakım gerçekleri kestirebilmesi gerektiği ileri sürülmüştür. Yeni gerçeklere ulaşma imkânı sunamayan ve gerçeklerin gerisinde kalarak sonradan açıklamalar oluşturmaya, yeni gerçeklere karşı kendini korumaya çalışan programlar (ileriye değil geriye giden) ise sözde-bilimsel olarak değerlendirilmiştir. Diğer yandan, ilerlemeci araştırma programları şeklinde ifade edilebilecek bu yaklaşım da bazı eleştirilere konu olmuş (bkz. Laudan, 1983) ve bu kapsamda mesela belirli dönemlerde çok fazla ilerleme kaydedememiş bazı bilim dalları, henüz hiçbir araştırma programının parçası olmamış bazı radikal teoriler gündeme getirilmiştir (Mahner, 2007).

Lakatos’la benzer şekilde Kuhn da (1970) ayırt etme tartışmalarına bireysel bilgi iddiaları yerine bütün olarak teorilere veya disiplinlere odaklanarak ve disiplinlerin problem çözme kapasitelerine vurgu yaparak katılmıştır. Kuhn’un meseleye yaklaşımında, yanıtlanma girişimlerine karşı gösterilen direnişlerin temelinde yer alan kavramsal çatılar ve bu çatıların genellikle tek başına bir anomali ile çökmeyeceğine dair inanışla birlikte ortaya konulan “paradigma” ifadesi önemli bir

yer tutar. Eserlerinde yer yer başka anlamlarda kullansa da “paradigma” ile ağırlıklı olarak metafizik inançlar üzerine kurulu bir dizi özel teoriyi kastettiği görülen Kuhn, bilimin en belirleyici niteliğinin hangi sorunların çözüme değer olduğunun belirlenmesiyle birlikte rutin problem çözüme girişimlerinin desteklenmesi olduğunu ileri sürmüştür. Böyle bir yaklaşımda astroloji sadece yanlışlanabilirliği söz konusu olmadığından değil fakat daha çok bir problem çözüme girişimi oluşturamadığından sözde-bilimsel olarak değerlendirilir. Birikimsel bir ilerlemeden değil de bilimsel devrimlerden bahseden Kuhn, devrim sürecinin (dolayısıyla paradigma değişiminin) ise normal bilimin problem çözüme girişimlerinde karşılaşılan anomaliler yoluyla tetiklendiğini ileri sürmüştür. Ancak, bir paradigmaya ve üzerinde uzlaşmış bir kavramsal çatıya sahip olmayı belirgin bir ayırt etme ölçütü olarak ele alan Kuhn’a karşı en önemli eleştiriler de bu devrim süreci ve paradigmlar üzerinden yöneltilmiştir. Mesela, bilimsel devrim sürecinde mevcut paradigma üzerinde oluşturulmuş uzlaşmanın kaybolacak olmasının ayırt etme sorununu daha da içinden çıkılmaz hale getireceği ve paradigmların kendilerinin eleştiriye, yanlışlama girişimlerine kapalı, içe dönük yapılar olduğu iddia edilmiştir (Nickles, 2006).

Yukarıda ele alınan tartışmalar da göstermektedir ki üzerinde tamamiyle uzlaşmış (felsefi anlamda) bir ölçütler dizisinden bahsetmek hâlen mümkün görünmemektedir (Turgut, baskıda). Ancak, Laudan’ın (1983) da ifade ettiği gibi, ister bilimsel olarak nitelendirilsin isterse başka bir şekilde, bilgi iddiaları en azından eğitsel amaçlarla bazı önemli epistemolojik ve metodolojik sorgulamalara tabi tutulabilmelidir. Zira daha önce de ifade edildiği üzere, eğer bu gibi sorgulama girişimleri ve çözümsüz gibi görünen tartışmalar bir süreç olarak uygun şekilde planlanabilirlerse, sonunda kesin bir cevaplar dizisine ulaşmak mümkün olmasa bile, son derece etkili olabilirler.

Yöntem

Bilim sözde-bilim ayrımı tartışması bağlamında ve açık/yansıtıcı yaklaşım uyarınca tasarlanmış bir öğretim uygulamasının bilimin doğası inanışları üzerindeki etkisinin sorgulandığı bu çalışmada nitel araştırma paradigması esas alınmıştır. Fen bilgisi öğretmen adaylarının çalışma grubunu oluşturduğu uygulamanın, bilimin doğası inanışlarının hangi boyutlarını ne yönde etkilediğinin değerlendirilebilmesi için açık

uçlu sorulardan oluşmuş bir form hem öntest hem de sontest şeklinde veri kaynağı olarak kullanılmış ve elde edilen veriler nitel olarak analiz edilmiştir. Araştırmancın çalışma grubu, planlanan süreç ve uygulama ile verilerin analizi aşağıda kapsamlı şekilde ele alınmıştır.

Çalışma Grubu ve Uygulama

Bu araştırma, bir devlet üniversitesinde öğrenim görmekte olan ve fen bilimleri alan derslerini tamamlamış olmakla birlikte daha önce bilimin doğası ve felsefesiyle ilgili herhangi bir ders almamış olan 38 fen bilgisi öğretmen adayıyla (22 Erkek, 16 Bayan) haftada 3 ders saati olarak planlanmış Fen-Teknoloji-Toplum dersinde yürütülmüştür. Bireylerin örgün eğitim kapsamında bilimin doğası inanışlarının geliştirilmesinde en önemli bileşenlerden birisi fen ve teknoloji ders programı ve söz konusu programın uygulayıcıları olduğu için araştırmada doğrudan fen bilgisi öğretmen adaylarına odaklanılmıştır. İlgili araştırmaların (örn. Abd-El-Khalick, Lederman, 2000b) öğretmen adaylarının bilimin doğasına dair inanışlar kapsamındaki yeterlikleri noktasında sunduğu olumsuz tablo da bu anlamda belirleyici olmuştur. Ayrıca, araştırmacıların görev yaptığı kurum, bağlamın sağlıklı biçimde kurgulanmasına imkân sağlayacak dersler ve çalışma grubunda yer alacak bireylerin daha önce bilimin doğasıyla ilgili herhangi bir eğitim alıp almadıkları gibi araştırmanın sağlıklı bir şekilde yürütülmesi açısından büyük önem taşıyan hususlar da çalışma grubunun belirlenmesi sürecinde özellikle dikkate alınmıştır.

Araştırmanın hemen başında, Fen-Teknoloji-Toplum dersinin ana teması bilimsel okuryazarlık olarak (bilimin doğası inanışlarını merkeze alacak bir yaklaşımla) sunulmuş ve dersin odak kavramlarını, ana hatlarıyla içeriğini yansıtan ve kendilerinden istenen sınıf dışı araştırma süreçlerini de kapsayan toplam on iki haftalık bir plan çalışma grubu ile paylaşılmıştır. Adaylar fizik, kimya, biyoloji gibi alan derslerini tamamlamış olmalarına rağmen daha önce bilimin doğası, tarihi ve felsefesi ile ilişkili herhangi bir ders almadıkları için söz konusu on iki haftalık sürecin ilk iki haftası bilimin doğasının temel kavramlarına ve sözde-bilim terimine genel anlamda bir giriş yapılabilecek şekilde düzenlenmiştir. Daha sonraki altı hafta, bilim sözde-bilim ayrımı üzerine yapılmış felsefi tartışmalar (araştırmanın giriş bölümünde sunulmuştur) kapsamında mantıksal pozitivizmden başlayarak sırasıyla yanlışlanabilirlik, bilimsel

devrimler ve ilerlemeci araştırma programlarına ayrılırken son dört haftada ise bir örnek olay olarak astroloji üzerinde durulmuştur.

İlk iki haftada araştırmanın giriş bölümünde ele alınan bilimin doğası bileşenleri ana hatlarıyla sınıfa sunulmuş ve özellikle adayların sınıf içi soru-cevap etkinliğinde verdikleri tepkiler dikkate alınarak birikimleri, yanlışları veya alternatif bakış açıları belirlenmeye çalışılmıştır. Ayrıca, bir disiplini bilimsel yapan ölçütlerin neler olabileceği sorusuyla birlikte sözde-bilim terimine doğru geçiş yapılmış ve bilim felsefesinin önemli başlıklarından biri olarak bilim sözde-bilim ayrımı gündeme getirilmiştir. Bu kapsamda sözde-bilim terimine odaklanılarak takip eden altı haftalık süreçte ele alınacak felsefi ekoller için bir çerçeve oluşturulmuş ve adaylar doğrudan bilim sözde-bilim ayrımına yönlendirilmişlerdir.

Söz konusu altı haftalık süreçte, adaylar kendilerine sunulan plan doğrultusunda, derse gelmeden önce araştırmalar yaparak o hafta ele alınacak felsefi ekolün ayırım için ortaya koyduğu temel yaklaşım ve ölçütleri yansıtan kısa raporlar hazırlamışlar, bu şekilde derste yürütülecek sınıf içi tartışmalar için altyapı oluşturmaya çalışmışlardır. Bu safhada, adayların bilim felsefesinde ciddi bir birikimleri olmadığı dikkate alınarak, söz konusu felsefi ekollerin bütünüyle incelenmesi yoluna gidilmemiş, yürütülecek çalışmaların çerçevesini ağırlıklı olarak bu ekollerin ayırım tartışmasına katılma biçimleri oluşturmuştur. Ön hazırlığı yaptıktan sonra sınıfta bir araya gelen adaylar, bireysel raporlarını dört ya da beş kişilik gruplarda gözden geçirerek ve üzerinde tartışarak ortak bir rapora dönüştürmüşlerdir. Ortak raporlar hazırlandıktan sonra derisi yürüten araştırmacı; sınıfa, ilgili felsefi ekolü konu alan kısa bir sunum yapmış ve söz konusu ekolün ayırım tartışmasına yaklaşımı ve ortaya koyduğu ölçütler üzerinden sınıf içi tartışma yürütmüştür. Bu tartışmalar kapsamında, eğer incelenen felsefi ekol ayırma konu edilecek birimi sözde-bilim değil de bilim olmayan veya metafizik şeklinde ele almışsa bilimi nitelemek için öne çıkardığı ölçütlere yönelinmiş, araştırmanın bağlamını oluşturan bilim sözde-bilim ayrımının dışına çıkılmamaya özen gösterilmiştir. Ayrıca bilim ile sözde-bilim arasına kesin hatlarla çizgi çekme gibi herhangi bir tavırdan kaçınılmış ve Smith ve Sharmann'ın (1999) yaklaşımı esas alınarak "bir disiplini daha çok veya az bilimsel yapan özellikler nelerdir?" sorusuna odaklanmaya gayret gösterilmiştir. Bu süreçte, özellikle bilimin doğası kapsamında ele alınabilecek bazı yapılar, kavramlar gündeme getirilmeye ve farklı ekoller tarafından farklı perspektiflerle ortaya konulmuş bilim anlayışları adaylarla birlikte irdelenmeye çalışılmıştır.

Kalan son dört haftada, yapılan planlama doğrultusunda, bir örnek olay olarak astroloji üzerinde durulmuştur. Önce dersi yürüten araştırmacı astrolojiyi bir disiplin olarak farklı kültürlerde edindiği yeri de gözecek şekilde sunmuş ve astrologların iddialarından kısaca bahsetmiştir. Bu süreçte astrolojinin sadece günlük gazete fallarından ibaret bir etkinlik olmadığı vurgulanarak temel kabulleri ve çalışma ilkeleri bakımından sorgulanabilmesi için bir bağlam oluşturulmaya çalışılmıştır. Bilimsel mi yoksa sözde-bilimsel mi olduğu yönünde herhangi bir değerlendirmeye girmekten özellikle kaçınılarak adayların kendi kültürel birikimleri doğrultusunda astrolojiye nasıl bir bakış açısıyla yaklaşıtlıkları görülmeye çalışılmıştır. Bu ilk sunumla birlikte temel ilkelerin, araştırma yöntemlerinin ve bilgi iddialarının oluşturduğu bir çerçeve dâhilinde astrolojiye odaklanılacağına mesajı verilerek, adaylardan bir sonraki hafta için bu çerçeve doğrultusunda bir ön araştırma yapmaları ve kendi bakış açılarını yansıtan kısa raporlar hazırlayarak sınıfa gelmeleri istenmiştir. Takip eden haftada adayların ulaştıkları örnek astroloji araştırmaları, bilgi iddiaları ve eleştirileri yardımıyla sınıf içi bir tartışma yürütülmüş ve belirgin hale gelen görüşler yardımıyla astrolojinin bilimsel bir disiplin olarak kabul edilip edilemeyeceğinin konu edileceği bir münazara için iki grup oluşturulmuştur. Gruplar oluşturulurken, belirli bir görüşe açıkça ve gerekçeli biçimde taraf olan öğretmen adaylarına öncelik tanınarak gönüllülük esasına göre seçim yapılmıştır.

Planlanan münazara yoluyla adayların bilimin doğası ile ilgili algılarının ortaya çıkarılması ve adayların inanışlarını yeniden gözden geçirip değerlendirilebilmesi için bir zemin hazırlanması amaçlanmış (Hammrich, 1997) ve gerekli hazırlık tamamlandıktan sonra gruplar sınıfta münazarayı gerçekleştirmiştir. Münazara gruplarından birisi astrolojinin sözde-bilimsel bir disiplin olduğunu, diğeri ise bilimsel olmaya yakın bir disiplin olduğunu gerekçeleriyle savunmaya çalışmış ve gruplar iddialarını dile getirdikten, karşıt görüşler eleştirel olarak değerlendirildikten sonra sınıftan gelen sorular doğrultusunda tartışmaya devam edilmiştir. Bu süreçte dersi yürüten araştırmacı, münazara konusu olan astrolojinin statüsü ile ilgili herhangi bir yargıda bulunmaktan özellikle kaçınmış ancak bu son safhada daha önce gözden geçirilmiş olan felsefi ekollerin ve ortaya konulan ayırt etme ölçütlerinin gündeme gelmesi, bu anlamda bilimin doğası kavramları üzerine yansıma yapılabilmesi için gayret sarf etmiştir. Bu şekilde, özellikle bilimin doğası kavramları üzerinden yürütülmeye çalışılan münazara sonrası genel sınıf içi tartışma ile araştırma kapsamında planlanan uygulama tamamlanmıştır.

Araştırmanın bağlamı ve bu şekilde planlanmış bir uygulamanın dinamikleri, öğretmen adaylarının tepkileri ve değerlendirmeleri, benzer bir tartışma ortamında belirgin hale gelen inanışlar ve sürecin genel bir değerlendirilmesi için Turgut'un (baskıda) yine benzer bir öğretmen aday grubuyla ve aynı bağlam, planlama ile yürüttüğü çalışma gözden geçirilebilir.

Veri Kaynağı ve Analizi

Fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimin doğası inanışlarının belirlenmesi için açık uçlu sorulardan oluşmuş "Bilimin Doğası İnanışları Anketi C Formu (*Views of Nature of Science Questionnaire C -VNOS C*)" araştırmada veri kaynağı olarak kullanılmıştır. VNOS C daha önce Abd-El-Khalick, Bell ve Lederman (1998) tarafından oluşturulmuş 7 soruluk VNOS B üzerinde Abd-El-Khalick'in (1998) yaptığı düzenlemelerden ve eklemelerden sonra ulaşılmış bir formdur ve toplam 10 açık uçlu sorudan oluşmaktadır. Bilimsel bilginin ampirik doğası, gözlemlerin teori bağımlı doğası, bilimsel bilginin sosyo-kültürel değerlerle ilişkisi, bilimsel yöntem/yöntemler ve bilimsel teoriler, yasalar gibi bazı alt başlıklara yönelik inanışları konu edinen VNOS C formu, geliştirilme aşamasında üç fen eğitimcisi, bir bilim tarihçisi ve bir bilim adamından oluşmuş uzman grubu tarafından incelenmiş, ortaya konulan öneriler ve görüşler doğrultusunda içerik ve görünüş geçerliği açısından güçlendirilmeye çalışılmıştır (Lederman ve ark., 2002). VNOS C'de yer alan açık uçlu sorulardan birisi aşağıda örnek olarak sunulmuştur:

"Fen kitapları genellikle atomu protonlar ve nötronlardan oluşmuş bir çekirdek ile bu çekirdek etrafındaki yörüngelerde hareket halinde olan elektronlarla tasvir eder. Bilim adamları atomun yapısından nasıl emin olabilirler? Sizce bilim adamları atomun yapısını hangi kanıtlardan yola çıkarak belirlemiş olabilirler?"

Araştırmanın ilgili literatür bölümünde gözden geçirilen ve üzerinde temel olarak uzlaşıldığı ifade edilen bilimin doğası alt boyutlarını kapsaması, öğretmen adayları, öğretmenlerle yapılmış birçok çalışmada kullanılmış olması ve açık uçlu soruların inanışların açığa çıkartılabilmesinde sağladığı avantaj nedeniyle tercih edilmiş olan VNOS C, Turgut (2005) tarafından Türkçe ye uyarlanmış haliyle, planlanan öğretim sürecine geçilmeden önce öntest, süreç tamamlandıktan sonra ise son-

test olarak uygulanmıştır. Herhangi bir süre veya cevap kâğıdı sınırlamasının getirilmediği öntest ve sontest uygulamaları tamamen serbest bir ortamda yürütülmüş ve adayların soruları yaklaşık 70 dakikalık bir sürede cevapladıkları görülmüştür. Adaylar VNOS C'de yer alan sorulara yazılı olarak cevap vermiş ve analiz süreci de ağırlıklı olarak bu yazılı metinler üzerinden bütün grup için öntestte ve sontestte ayrı ayrı yürütülmüştür.

Analiz sürecine her iki testte de verilerde tekrarlanan modellerin/örneklerin belirlenmesi yoluyla uygun, geçerli bir kodlama sisteminin oluşturulabilmesi amacıyla yönelik olarak cevapların bir bütün halinde gözden geçirilmesiyle başlanmıştır. Bu süreçte temsili olarak yenden adlandırılan her bir adayın cevap kâğıdı (mesela A 1 gibi) ayrı ayrı okunmuş ve kelimeler, cümleler veya paragraflarla ifade edilmiş bütün kavramsal yapılar kısaca kodlanmıştır. Daha sonra bu ilk kodlar listesi gözden geçirilerek uygun şekilde yeniden düzenlemiş ve eldeki verileri sınıflandırmaya izin verecek şekilde yeni ve daha kısa bir liste oluşturulmuştur (Bogden, Biklen, 2007; Gay, Mills ve Airasian, 2006). Yapılan sınıflandırmanın da yardımıyla bir dizi temaya ulaşılmış ve bu temaların daha soyut yapılar; kategoriler altında birleştirilmesi yoluna gidilmiştir (Creswell, 2005; Maxwell, 2005; Strauss ve Corbin, 1998). Araştırmacılar, analiz sürecini bu safhaya kadar oluşturdukları ilk temaları ve kategorileri de içerecek şekilde ayrı ayrı kayıt altına alarak karşılıklı olarak izlemiş ve olası uyumsuzlukları denetleyerek ortak bir yapıya ulaşmaya çalışmıştır. Son adımda adayların cevapları, oluşturulan bu ortak yapı ışığında tekrar gözden geçirilerek hem söz konusu yapıların mevcut veriyi karşılayıp karşılamadığı hem de belirlenen yapıların gözlenme frekansları tespit edilmiştir. Temaların ve kategorilerin verileri yeterli düzeyde karşıladığına hükmedildikten sonra analiz süreci tamamlanmış ve frekanslar netleştirilmiştir.

Araştırmada öntest ve sontest cevapları aynı süreçle analiz edilmiş ve hem öntest hem de sontest cevapları üzerinden her bir adayın ortaya koyduğu görüşlerin bir özetine ulaşılmaya çalışılmıştır. Bu şekilde, adayın kullandığı her bir kavrama veya terime yüklediği anlamın kendi içindeki bütünlüğü ve farklı yerlerdeki kullanış biçimlerinin tutarlılığı da değerlendirilmiş, gerekli görülen durumlarda tekrar adayla cevabı üzerinden görüşülerek analizin geçerliği artırılmaya çalışılmıştır.

Bulgular

Adayların bilimin doğası inanışları, öntest ve sontest uygulamasında verdikleri cevapların analiziyle ulaşılmış kategoriler ışığında ayrı başlıklar altından ele alınmış ve sontest inanışları öntest inanışları ile karşılaştırmalı olarak gözden geçirilmiştir. Söz konusu inanışlar ağırlıklarını yansıtan yüzdeleri ile birlikte aşağıda Tablo 1’de ana hatlarıyla kısaca sunulmuştur.

Tablo 1.

Adayların Öntest ve Sontest İnanışlarının Genel Profili

Kategori	Yüzde (f)	Öntest Genel İnanışı	Yüzde (f)	Sontest Genel İnanışı
Bilimsel Girişim	% 84 (32)	Doğrudan somut olgulara yönelmiş, ispata dayalı kesin bilgiler üreten, salt deneysel, değer ve inanışlardan bağımsız.	% 79 (30)	Açıklamalar üreten, tekrarlanabilir önermelere yönelmiş, nesnel varlığı inceleyen, yanılabilir.
Deney ve Bilimdeki Anlamı	% 79 (30)	Yanılgıların elendiği, iddiaların sınındığı ve somutlaştırıldığı, reddedilemeyecek cevapların üretildiği ispatlama süreci.	% 74 (28)	Geçerliliğin sınındığı çok yönlü ve sürekli bir süreç ancak bilimde gözlemler ve düşünce deneyleri de önemli rol oynar.
Teoriler, Yasalar ve Değişim	% 89 (34)	Teoriler bir çeşit tahmindir ve henüz ispatlanamamış ham varsayımlardır, ispatlanarak yasalara dönüşür ya da sınamalarda başarısız olunursa reddedilir. Yasalar değişmez.	% 76 (29)	Teoriler açıklamalardır, henüz çözümsüz görünen sorunlarına rağmen araştırmalarda yol göstericidirler. Yasalar ilişkileri tanımlar ve her ikisi de değişir.
Bilimsel Yöntem	% 79 (30)	Belirli adımlarla ilerler, ilk tahminlerden değişmez yasalara doğru götürür, evrenselidir.	% 74 (28)	Paradigmalar, teoriler ve ortak kabuller ışığında yürütülen bir süreçler bütünüdür.
Yaratıcılık ve Hayal Gücü	% 95 (36)	Sadece araştırma sorularının oluşturulması ve deneylerin tasarlanması sürecinde kullanılır.	% 95 (36)	Sadece araştırma sorularının oluşturulması ve deneylerin tasarlanması sürecinde kullanılır.

Tasvirler, Bilimsel Çıkarımlar	% 89 (34)	Bazı denemeler ve incelemeler sonucunda “var olan” olduğu gibi tespit edilir, tasvir edilir.	% 55 (21)	Araştırmalar yardımıyla “var olana” dair gerekçeli kurgular oluşturulur.
Teori Bağımlı Gözlemler	% 76 (29)	Gözlem ve yorumlardaki farklılıklar ulaşılan verilerin farklılığından kaynaklanır.	% 53 (20)	Gözlemler ve yorumlar ilgi alanı, birikim, benimsenen teoriler ve bakış açılarına göre biçimlenir.
Bilimin Evrenselliği	% 79 (30)	Bilim evrenseldir. Kütle çekimi ve suyun kaldırma kuvveti her yerde aynıdır.	% 66 (25)	Bilimi insan yapar ve insan yaşadığı toplumdaki değerlerden, inanışlardan soyutlanamaz.

Araştırmanın bundan sonraki bölümlerinde Tablo 1’de sunulan genel inanış formları, ifade edilmiş biçimleri ve gerekçeleri üzerinden hem öntest hem de sontest uygulaması için ayrı ayrı ve daha detaylı biçimde değerlendirilmiştir.

Adayların Uygulama Öncesi Bilimin Doğası İnanışları

Araştırmada veri kaynağı olarak kullanılan VNOS C’de yer alan sorulara öntest uygulamasında verilen cevapların analizi sonucunda ortaya çıkan genel tablo, adayların önemli bir bölümünün bilimin doğası başlığı altında ele alınabilecek birçok alt boyutta naif inanışlara sahip olduğunu göstermiştir.

Söz konusu genel tabloda bilim, doğrudan somut olgular üzerine yönelmiş, ispatlarla değişmez cevaplar üretme gücüne sahip, salt deneysel, tam anlamıyla fikir birliğine dayalı ve somut ürünler sunan bir girişim olarak yansıtılmıştır. Adayların büyük bölümünün (% 84) özellikle bilimle felsefe ve din gibi alanları ayırt etmeye çalışırken bilim adına ön plana çıkardıkları bu nitelikler, bir yandan bilime yükledikleri değer ve inanışlardan bağımsız olarak deneysel ispatlar yoluyla kesin sonuçlara götürme misyonunu açık ederken diğer yandan felsefe ve din ile algılarının yüzeyselliğini ortaya koymuştur:

“Bilimsel bilgi doğruluğu somut olarak ispatlanmış bilgidir. Sorular deneylerle, araştırmalarla sonuçlandırılmıştır. Herkes üzerinde fikir birliğine varmıştır. Sorgulama disiplinlerinde ise (din, felsefe) kişile-

re göre düşünceler değişir. Mutlak doğru yoktur, cevapların doğruluğu ispatlanmamıştır (A 3)”

Adaylar yaptıkları karşılaştırmalarda (yukarıda verilen tipik örnekle benzer şekilde), felsefeyi dönemlik ihtiyaçlar doğrultusunda şekillenen, kişiye göre değişebilen, kabullenmelerin olduğu, keyfi görüşlerin ileri sürüldüğü, herkesin kendince cevaplar ürettiği, soyut kavramlarla örülü bir disiplin olarak tanımlarken dini de hiçbir şekilde sorgulamanın ve yorumlamanın olmadığı bir yapı olarak sunmuşlardır.

Adayların yine önemli bir bölümünün (% 79), bilimi tanımlarken vurguladıkları somut olarak ispatlanabilirlik fikri ile tutarlı bir şekilde, deneye ve deneyin bilimdeki rolüne tartışmasız biçimde son noktayı koyma anlamını yükledikleri görülmüştür. Deneysel süreçte değişkenlerin kontrolü ve manipülasyonlar hakkında açık herhangi bir ifadeye yer vermeyen adaylar, bilimde deneyi teorik olarak betimleyen bir anlatıma gitmeden daha çok yanılgıların elenmesi, iddiaların sınanması ve somutlaştırılması, sorular için hiç kimsenin reddedemeyeceği cevaplar üretilmesi ve son adımda genel kabulün sağlanması gibi niteliklerin altını çizmişlerdir:

“Bir sorunun en doğru cevabına ulaşmak ve bir görüşü ispatlamak için uygun ortamlarda yapılan denemelerdir. Bu şekilde yanlışlar elenir ve düşünceler somutlaştırılarak herkesin kabul edeceği kesin sonuçlara ulaşılır. Deneylerde kişisel yorum olmadığı için herkes kolaylıkla kabul eder (A 18)”

Ayrıca, deneylere yüklenen mutlak ispatlama misyonu ve tamamen mekanik bir süreç şeklinde ele alınan verilerin yorumu boyutunun tartışmalı doğasının da ötesinde bazı adayların deney ve gözlemi birbirine karıştırdığı da tespit edilmiştir. Bu adaylar, hiçbir manipülasyon içermeyen pasif gözlem durumlarını bilimsel deney sürecini örneklendirmek amacıyla kullanmışlar ve bu anlamda bilimsel deney kavramına yönelik ciddi yanılgıların söz konusu olduğunun işaretlerini sunmuşlardır.

Bilimsel bilgi ve özellikle bilimsel yasaların ve teorilerin statüsü ile birlikte bilimsel bilginin değişimi ile ilgili değerlendirmeleri de adayların önemli bir bölümünün (% 89) naif inanışlara sahip olduğunun işaretlerini sunmuştur. Teorileri bir çeşit tahmin ve henüz genel kabul görmemiş, ispatlanamamış ham varsayımlar olarak nitelendiren adaylar teknolojinin, kullanılan yöntemlerin ve araştırma şartlarının gelişimiyle birlikte teorilerin ya ispatlanarak yasalara dönüşeceğini ya da sınamalarda başarısız olunması durumunda reddedileceğini öne sürmüş ve teorilerin değişebileceğini ifade etmişlerdir:

“Teoriler değişir çünkü bu aşamada bilgi daba teori halindedir. Herkes kabul etmemiştir. Şartlar, teknoloji ve araçlar geliştikçe teoriler de değişebilir veya ispatlanabilirse yasa haline gelir ve o zaman artık herkes kabul etmiştir (A 7)”

Bilimsel bilginin değişebilirliği ve mutlaklık iddiası taşımaması yönünde, genel kabulde uyumlu bir görüş sergiler gibi görünen adayların, yasaları değerlendirmeye başladıklarında tamamen aksi yönde bir tablo çizdikleri ve tekrar bilimi tanımlarken ön plana çıkardıkları niteliklerle uyumlu ancak naif inanışlara yöneldikleri tespit edilmiştir. Zira adayların neredeyse tamamının, yasaları bilimde bir son nokta ve gerçek bilimsel bilgi hüviyetinde ele aldıkları ve artık değişmeyecek, doğruluğu mutlak olarak ispatlanmış yapılar olarak sundukları, dolayısıyla bilimsel bilginin değişebilirliği fikrini esasen sağlıklı bir şekilde ortaya koymadıkları görülmüştür:

“Bilimsel teori deneylerle çürütülebilir. Yasa ise geçerliliğini ve değişmezliğini defalarca yapılan deneylerle ispatlamıştır. Örneğin evrim teorisi üzerinde çalışmalar devam etmekte ancak Arşimet Yasa’sında böyle bir durum yok (A 11)”

Yasalar ve teoriler arasında hiyerarşik bir ilişki kuran ve teorilerin araştırmalarda rehberlik etmesinden ve aslında yasalarda ele alınan fenomenler arasındaki ilişkiler için açıklamalar üretme misyonundan hiç söz etmeyen adaylar, bilimi bu şekilde ham varsayımlardan ispat zincirleri ile mutlak, değişmez yasalara doğru ilerleyen bir süreç olarak tasvir etmişlerdir.

Yasalar ve teorilerle ilgili değerlendirmelerinde yukarıda verilen örnekte olduğu gibi teorilerin doğrudan sınama konusu yapılabileceklerini öne sürerek naif inanışlar sergileyen adayların önemli bir bölümünün (% 79) belirli adımlarla ilerleyen bir bilimsel yöntem resmi çizdikleri de görülmüştür:

“Bilim insanları önce tahminlerini deney ve gözlemlerle tarafsız bir şekilde araştırmaya başlarlar. Eğer deneyler olumlu sonuç vermezse iddialar yeniden düzenlenir ve baştan başlar. Deneyler ispatlarsa artık herkesin kabul edeceği kesin bilgiler haline gelmiş olur. Böylece bir teori olarak başlayan bilgi kesin yasaya dönüşmüş olur (A 32)”

Bu resmin, önce iddiaların/tahminlerin ortaya atıldığı, sonra da tamamen mekanik biçimde (değerlerden ve inanışlardan bağımsız) sınamaların yapıldığı, bu sınamalar yoluyla yanlışların elenmesiyle de genel

kabule konu olacak kesin doğrulara ulaşmanın söz konusu olduğu, bütün bilim dalları için ortak tek bir evrensel yöntem algısını yansıttığı görülmüştür. Bu algıda esas olarak, gerçeklerin ispatlanması ve artık değişmeyecek olan doğrulara ulaşma fikrinin ön plana çıktığı söylenebilir.

İspat mekanizması olarak deneyleri, iddialardan değişmez yasalara doğru gelişimi içine alan bilimsel yöntemi ve somut gerçeklere yönelmiş değerlerden/inanışlardan bağımsız bilim anlayışını kendi içinde tutarlı bir şekilde sunan adayların neredeyse tamamı (% 95) yaratıcılığı ve hayal gücünü bu naif birikimle tutarlı biçimde bilimsel sürecin büyük bölümünün dışında tutmuşlardır. VNOS C'de yer alan ilgili soruya verdikleri cevaplarda adaylar bilim insanlarının yaratıcılık ve hayal gücünü kullanabileceğini ifade etmiş ancak bu yetilerin kullanım alanını sadece araştırma sorularının oluşturulması ve deneylerin tasarlanması süreçleriyle sınırlandırmışlardır:

"Bilim insanları ortaya soru atarken ve cevap ararken yaratıcılıklarını ve hayal güçlerini kullanırlar. Hipotezinde ve hipotezi için deney oluşturma kısmında, oluşturacağı deney düzeniğinde, yaratıcılığını kullanabilir. Tasarım aşaması dışındaki süreçlerde bilimsel sıraya ve düzene dikkat ederek gözlem ve sonuca ulaşır (A 23)"

Ayrıca, verilerin yorumlanması, modellerin ve teorilerin oluşturulması ve açıklama geliştirilmesi gibi bağlamları yaratıcılık ve hayal gücünün devrede olmadığı süreçler olarak betimleyen adayların bazılarının teknolojik tasarımları bilim insanlarının yaratıcılık ve hayal gücüne atıfta bulunmak için örneklendirerek bilim ve teknoloji ayırımına dair naif inanışlar sergiledikleri de görülmüştür.

Adayların büyük bölümü (% 89) yaratıcılık ve hayal gücünün bilimdeki rolünü sınırlandıran anlayışlarını atomun yapısı ve türlerin tanımı ile ilgili tartışmalarında da yansıtmış ve bu yetilere hiçbir şekilde yer vermeden mevcut tanım ve tasvirlerle bazı deneyler ve incelemeler sonucunda var olanın tespit edilmesi şeklinde bir süreçle ulaşıldığını ileri sürmüşlerdir. Özellikle atomun yapısı ile ilgili tartışmada, yaratıcılık ve hayal gücüne az sayıda adayın (4 aday) atıfta bulunduğu ve bu anlamda yukarıda da ele alındığı gibi yaratıcılık ve hayal gücünün gerek modellerin gerekse teorilerin yapılandırılması ve verilerin yorumlanması, anlamlandırılması sürecindeki rolleri hakkında gelişmiş inanışların ortaya konulmadığı görülmüştür:

"Atom üzerine ilk görüşü ortaya atan Dalton'dan sonra Rutherford ve Thompson gibi bilim insanları çeşitli deneylerle atomun içinde daha

küçük parçalar olduğunu keşfetmiş. Bohr bu teorilerin eksik yanlarını açıklayıp ek olarak atomda belirli enerji seviyelerinin olduğunu söylemiş. Bunların hepsine deneyler sayesinde varılmış ve genel haliyle emin olmuşlardır. Ancak henüz teoridir, teknolojiyle değişebilir (A 9)

Yukarıdaki örnekte de görüldüğü gibi adaylar, bilim insanlarının söz konusu yapılarla ilgili *keşiflerinden* bugün için emin olabileceklerini ancak yeni verilerin ve teknolojik gelişime bağlı yeni durumların söz konusu olmasıyla birlikte düşüncelerin değişebileceğini ifade etmiş ancak bu görüşü “teori” kavramıyla ilgili naif inanışlarına göndermede bulunarak gerekçelendirmeye çalışmışlardır. Bu bağlamda, atom modelinde görülebilecek olası değişim bilimde birikimsel ilerleme fikri ile desteklenmiş ve özellikle atom teorisinin tarihi gelişiminden bahsedilerek atomun yapısı ile ilgili düşüncelerin halen bir *teori* halinde olduğu ve bu yüzden değişebileceği ifade edilmiştir.

Diğer yandan, bilimsel teorilerle ilgili naif inanışların ve daha önce de ifade edildiği gibi teorilerin açıklayıcı ve yol gösterici rollerinin farkında olunmadığının işaretlerinin, adayların büyük bölümünün (% 76) gözlem yapan ve verileri yorumlayan bilim insanı algısı kapsamında ortaya koydukları düşüncelerde tekrar belirgin hale geldiği görülmüştür. Genel bilim anlayışını somut gerçekliklerin deneylerle ispatı ve kesin yasalara ulaşma şeklinde resmeden adayların bu yöndeki hâkim görüşü dikkate alındığında, dinozorların yok oluşlarıyla ilgili tartışmayı değerlendirme biçimleri de naif olmakla birlikte bu anlamda kendi içinde tutarlıdır:

“Veriler sağlıklı olmayabilir veya her iki hipotez de aynı sonuca götürebilir. Çok uzun zaman önce ve kimse gerçeği tam olarak bilmiyor bence. Bilim insanları farklı veriler üzerinde duruyor olabilir. Farklı sonuçların olmasında yapılan gözlemlerin ve elde edilen verilerin farklı olması da etkilidir (A 17)”

Adaylar ağırlıklı olarak eldeki verilerin farklı olabileceğinden, çok uzun zaman önce gerçekleşmiş bir olay hakkında bir nevi tahminlerde bulunulduğundan ve her iki görüşün de aynı sonuca götürebileceğinden bahsetmiş ancak bilim insanlarının verileri yorumlarken veya gözlemler yaparken belirli bilimsel teorilerin etkisiyle hareket edebileceklerinden dolayısıyla gözlemlerin teori bağımlı doğasından söz etmemişlerdir. Sadece bazı adayların (9 aday) bilim insanlarının ellerindeki verilere farklı bakış açılarıyla bakabileceğinin altını çizdiği, buna karşın onların da bakış açıları için temel oluşturabilecek yapılara, önbilgilere ve teorilere yönelik bir açılma gitmediği görülmüştür.

Adayların yukarıda sözü edilen ve bir takım alt boyutlarıyla birlikte ele alınmaya çalışılan genel bilim anlayışını belki de en açık biçimiyle ve birbirine karıştırılan birçok kavramın eşliğinde ortaya koyan boyutun ise evrensellik olduğu söylenebilir. Bilimin evrenselliği tartışmalarında, adayların bir bölümü (% 26) çalışmaların çeşitliliği ve araştırmaların desteklenmesi bağlamında kültürel ve sosyal unsurların etkin olabileceğinden bahsetmiş ancak grupta ağırlıklı olarak (% 79) somut gerçekliklerin inceleme konusu yapıldığı gerekçesi üzerinden “bilim evrenseldir” görüşünün ortaya konulduğu görülmüştür. Hatta sosyo-kültürel etkilere bahseden bazı adaylar bile “ama” vurgusundan sonra benzer gerekçelerle “bilim evrenseldir” görüşüne yönelmişlerdir:

“Bazı noktalarda sosyal ve kültürel değerlerin etkisinde kalır. Örneğin, bizim atom bombası yapmamamızın nedeni dinimizin sonuçlarını yasaklamasıdır. Ama son noktada bilim evrenseldir. Pisagor yasaları ülkeden ülkeye değişmez (A 36)”

Yukarıdaki örnekte, bir geometrik ifade bilimsel bir yasa gibi sunularak bir yanılığın sergilenmiş olsa da kütle çekimi etkisi veya suyun kaldırma kuvveti gibi olgularla örneklendirme yapan birçok adayın, inceleme konusu yapılan nesnel gerçeklikler üzerinden bilimin tamamen değer/ilke bağımsız bir süreç olduğu inancına geçiş yaptığı görülmüştür. Bu bağlamda, bilimi her yerde aynı olan gerçeklikleri inceleme konusu yapan bir soruşturma disiplini olarak gören adaylar, nesnel varlıklarla bu varlıklar üzerine sorgulama yapılırken gerçeklik kazanan karmaşık bilişsel süreçlerin ve sosyo-kültürel oluşumların ayırımına gidememişlerdir.

Adayların Uygulama Sonrası Bilimin Doğası İnanışları

Adayların VNOS C’de yer alan sorulara sontest uygulamasında verdikleri cevapların analizi, bilimin doğası başlığı altında yer alan bazı alt boyutları kapsayan inanışlarında istendik yönde gelişim sağlanabildiğini göstermiştir. Öntest ve sontest uygulamasından öne çıkan inanışların ağırlığını yansıtan yüzdelerde açıkça görülen bu gelişim (çok fazla gelişimin sağlanamadığı alt boyutlar da dâhil olmak üzere) öntest sonuçlarının sunumunda izlenen sıraya göre ayrıntılı şekilde aşağıda ele alınmıştır.

Adayların en belirgin (diğer alt boyutların birçoğunu da etkilediği düşünülen) inanış gelişimi genel bilim tasvirlerinde ve bilimi bir girişim olarak tanımlama biçimlerinde görülmüştür. Öntestte bilimi salt somut

olgular üzerine yönelmiş ve deneysel olarak kesin cevaplar üretme gücüne sahip bir girişim olarak yansıtan adaylar, sontestte yaklaşımlarını ve kullandıkları terminolojiyi değiştirerek bir bilme biçimi olarak bilim anlayışına yönelmişlerdir. Adayların büyük bölümü (% 79) bilimde açıklama üretme, akıl yürütme, tekrarlanabilir önermelere yönelme, nesnel varlığı konu edinme ve mutlaklık iddiası taşımama gibi niteliklerinden en azından birkaçını gündeme getirmişlerdir. Felsefe gibi sorgulama disiplinlerini tanımlama biçimlerini de dönüştüren adaylar, bilimle diğer sorgulama alanları arasındaki ilişkiye göndermeler yaparken bu disiplinleri inceleme konusu yaptıkları varlıklar üzerinden değerlendirilmişlerdir:

“Bilim bir çeşit bilgiye götüren yoldur. Sorular ortaya atarak ve somut veriler üzerinden akıl yürüterek açıklama üretir. Konusu doğa yani maddedir. Felsefe ve dinle de karşılıklı ilişkisi olabilir ancak metafizikle ilgilenmez. Çünkü bilimde tekrar tekrar sınaama yapılabilmelidir. Felsefede de sistematik biçimde bilgi üretilebilir ama sınıanabilirliği olmayabilir. Din ise daha çok bir inanç konusudur (A 2)”

Adaylar sontestte yaptıkları karşılaştırmalarda, özellikle öntestte ağırlıklı olarak ifade ettikleri salt kabullenmelerin olduğu ve keyfi görüşlerin ileri sürülebildiği felsefe tanımlamasını terk ederek bilimi de inceleme konusu yaptığı nesnel varlığın tekrarlanabilen sınamalara izin vermesi ve bu şekilde ulaşılan veriler üzerinden akıl yürütülmesi bağlamında değerlendirmişlerdir. Bu anlamda, salt somut gerçeklerin bilgisini veren bilim anlayışından bir bilme yolu olarak açıklama üretmeye çalışan bilim anlayışına doğru geçiş olduğu söylenebilir.

Genel bilim anlayışındaki bu dönüşümle birlikte adayların önemli bir bölümünün (% 74), deneye ve deneyin bilimdeki rolüne yükledikleri anlamı ifade ederken kullandıkları dilde de dikkat çekici bir farklılaşmanın söz konusu olduğu görülmüştür. Özellikle ispatlama terimi yerine geçerliliği sınama veya yanlışlama söylemlerine yönelen adaylar, bazen sadece gözlemlerin veya düşünce deneylerinin söz konusu olabileceğini de ileri sürerek salt deneylerin son nokta olarak görülemeyeceğini, sorgulamanın çok bileşenli, sürekli bir süreç olarak devam edeceğini iddia etmişlerdir:

“Deneylerle önermeler sistematik olarak sınanır ve yanlışlanır veya geçerlikleri sorgulanmaya devam eder. Deneyler sınama boyutunda gereklidir ancak doğrudan deney yapılamayan teorik varlıklar da var. Bunlar için bazı çıkarımlar yapmak gerekir. Bazen de sadece

gözlemler yeterli olabilir. Önemli olan maddi, somut verilere ulaşabilmek ve yorumlayabilmektir (A 8)”

Bilimde ampirik verilerin gerekliliğine dikkat çeken adaylar, bu verilerin yorumunun da önemli bir basamak olduğunu ve sınamaların geçerlilik açısından bir ölçüt olduğunu ifade etmişlerdir. Bunun yanı sıra özellikle bazı adayların düşünce deneylerine dikkat çektiği ve öntestte bir-biri yerine kullanıldığı görülen gözlem ile deney arasındaki farklılığı ortaya koyabildiği, deneydeki değişkenlerin kontrolüne atıfta bulunabildiği tespit edilmiştir. Bir önceki alt boyutta bilimi diğer sorgulama disiplinlerinden ayıran unsur olarak inceleme konusu yaptığı fizik âleme vurgu yapan adaylar, bu bağlamda, deney kavramını tartışırken ampirik verilerin gerekliliğine daha sağlıklı bir biçimde (mutlak ispattan bahsetmeden) dikkat çekebilmişlerdir.

Bilimsel teoriler, teorilerin bilimdeki rolü, yasalar ve bilimsel bilginin değişimi ile ilgili değerlendirmeler de adayların önemli bir bölümünün (%76) öntestte ortaya konulan naif inanışların aksine, olumlu yönde gelişim kaydedebildiğini göstermiştir. Bilimsel teorileri birer açıklama olarak tasvir eden adaylar, teorilerin henüz çözümsüz görünen sorunlarına rağmen bilimsel araştırmalarda yol gösterici olduklarını, daha derinlemesine veri elde edilmesi ve bir öncekinin açıklama gücünün aşılması durumunda değişebileceklerini ifade etmişlerdir:

“Teoriler olayları açıklar ve dönemin şartları, ortaya atılan farklı görüşler, yeni verilerden dolayı değişebilirler. Mevcut teorilerimiz araştırmalarda bize rehberlik ederler ve gelişimle birlikte hep daha çok açıklayıcı olanlara ulaştırırız (A 29)”

Teorilerle ilgili bu değerlendirmelerle birlikte adayların bilimsel yasalar hakkındaki görüşlerini ve bilimsel bilginin değişebilirliğine dair inanışlarını temellendirme biçimlerinin de daha sağlıklı hale geldiği görülmüştür. Bazı adayların (4 aday) teorilerin yasalara dönüşeceği inancını korumasına karşın, adayların önemli bir bölümü (% 68) yasaların mutlak doğruluğu fikrini terk ederek bilimsel bilginin değişebilirliği yönünde ve yasalarla teorilerin ilişkisi anlamında daha kabul edilebilir görüşler sergilemişlerdir. Bu dönüşümde, sontestte özellikle deneylerle ilgili tartışmalarda yer vermekten vazgeçtikleri mutlak ispat düşüncesinin aşılmasının önemli bir rol oynadığı düşünülmüştür:

“Her şey yanlışlanabilir. Dolayısıyla teoriler gibi yasalar da değişebilir. Teoriler yasaların ele aldığı ilişkileri açıklar. Bu yüzden teorilerin yeri ayrıdır, yasaların yeri ayrı. Birbirlerine dönüşmezler. Yasalar ve

teoriler verilerle desteklenmeye çalışılır. Bunda bakış açıları da önemlidir. Mesela Newton yasalarının bazı durumlarda tam sonuç vermediği artık bilinmektedir (A 24)”

Adayların, bilimsel bilginin değişebilirliğini yasalar da dâhil olmak üzere bütün yapılara doğru genişletebilmiş ve teorilerle yasalar arasında hiyerarşik bir ilişki kurmaktan ziyade yasaların ilişkileri tanımlaması, teorilerin ise ele alınan ilişkiler için açıklamalar sunması gibi rollerine atıfta bulunarak bilimsel sürece yönelik inanışlarını geliştirdikleri görülmüştür. Özellikle teori kavramına günlük dilde yüklenen anlamı aşarak bilimsel teorileri ham varsayımlar ya da basit tahminler olmaktan öte açıklayıcı ve yol gösterici yapılar olarak sunabilmeleri önemli bir gelişme olarak değerlendirilmiştir.

Bu dönüşümün, adayların önemli bir bölümünün (% 74) ham varsayımlardan kesin olarak ispatlanmış yasalara doğru gelişen bir çizgide belirli adımlarla ilerleyen bilimsel yöntem algısını aşabilmelerini sağladığı da görülmüştür. Öntest uygulamasında tahminlerden başlayarak nesnel gözlemlere dayalı deneysel süreçlerle ve yanlışları düzelterek kesin ispatlara, artık değişmez olan yasalara doğru gelişen bir süreç tasvir eden adaylar, sontestte teorilerin rolüne ve her zaman yanlışlanabilirlik ihtimaline sahip ürünlere dikkat çekmişlerdir:

“Bilim insanları araştırmalarına başlarken belirli kabullere ve inanışlara sahip olabilirler. Paradigma ve teoriler önemlidir. Deneyler de bu doğrultuda düzenlenir veya gözlemler yapılır. Ancak sonuçta ortaya konan bulgular ve bunların yorumu herkese açıktır ve teorilerle ortak kabule göre değerlendirilir. Burada bir son olmayabilir ve sınamalar, sorgulamalar devam eder gider (A 13)”

Yukarıdaki örnekte de görüldüğü gibi, bu anlatımda, bilimsel sürece ve yöntem tartışmalarına yönelik en çarpıcı unsurların paradigma kavramı ve teoriler üzerinden ortak kabule yüklenen yeni anlam olduğu söylenebilir. Bu doğrultuda, öntestte altı çizilen tamamen mekanik (değerlerden ve inanışlardan bağımsız) sınamalar, kesin doğrulara ulaşma ve bütün bilim dalları için ortak, aşamalı tek bir evrensel bilimsel yöntem algısının aşıldığı ve bilimde son nokta düşüncesinin terk edilerek paradigma kavramı ile birlikte yeni bir süreç düşüncesinin ön plana çıkarıldığı görülmüştür.

Genel bilim anlayışındaki değişimle birlikte bilimsel süreçler, teoriler, yasalar ve deneyselliğin anlamı bağlamlarında önemli bir inanış gelişimi sergilediği görülen adayların benzer gelişimi yaratıcılık ve hayal gü-

cünün bilimdeki işlevi ve rolü noktasında sergileyemedikleri tespit edilmiştir. Adayların neredeyse tamamı (% 95) öntest cevaplarında yansıtıkları anlayışla paralel biçimde bilim insanlarının yaratıcılık ve hayal gücünü kullanabileceğini ifade etmiş ancak kullanım alanını yine çoğunlukla araştırma sorularının ortaya atılması ve sınav için gerekli süreçlerin tasarlanması bağlamlarıyla sınırlandırmışlardır. Mesela atomun yapısı ve türlerin tanımı ile ilgili tartışmalarda yaratıcılık ve hayal gücüne sınırlı sayıda aday (6 aday) doğrudan yer vermiştir. Diğer yandan, mevcut tanım ve tasvirlerin oluşturulması ve bilim insanlarının bunlardan emin olup olamayacakları ile ilgili tartışmalarda adayların önemli bir bölümünün (% 55) öntestte ifade ettikleri “var olanın tespiti” anlayışından “var olana dair gerekçeli kurgu” anlayışına doğru geçiş yaptığı ve bu anlamda bir gelişimden bahsedilebileceği görülmüştür. Sözü edilen gelişimi yansıtan açık ifadelerle özellikle türün tanımı ile ilgili tartışmalarda rastlandığı söylenebilir:

“Bilim insanları herkesin aynı konu üzerinden hareket etmesini sağlamak yani bir bütünlük oluşturmak için sınıflandırma yapmışlardır. Sınıflandırma için tanımlar oluşturmuşlardır. Genelden özele belirledikleri ortaklıklar üzerinden hareket etmişlerdir. Bu tanımların açılımı değişebilir. İşe yaraması önemlidir. Sonuçta bu var olana biçilen bir kıyftır ve bilim insanları bu kılyfi biçer (A 28)”

Benzer ifadelerle keşiften ziyade *enstrümantal* bir kurgu fikrine göndermelerde bulunan bu adayların (çoğunluğu oluşturmasa da) genel bilim algısındaki dönüşümü türlerin tanımlanması meselesine doğru genişlettiği ifade edilebilir. Ayrıca, değişimi yeni verilerin ve teknolojik gelişimin ötesinde bakış açısında veya enstrümantal olarak kullanılabilirlik ölçüsünde görülebilecek olası farklılaşmalara göre ele almaya çalıştıkları da söylenebilir. Böyle bir yaklaşımın tartışmaya açık olduğu düşünülebilir ancak sadece somut gerçekliklere yönelmiş keşfeden bilim anlayışı yerine veriler üzerine gerekçeli kurgular üreten bilim anlayışına doğru bir yönelimi yansıması açısından kayda değerdir.

Adayların bilimsel teorilerle ilgili inanış gelişmelerini, tamamıyla olmasa da belirli bir oranda, gözlem yapan ve verileri yorumlayan bilim insanı algısında da işler hale getirebildiği görülmüştür. Adayların önemli bir bölümü (% 53) dinozorların yok oluşlarıyla ilgili tartışmayı değerlendiren farklı akıl yürütmeler şeklinde yorumlamaya çalıştıkları se-

naryoların ilgi alanı, birikim ve bakış açılarına göre de biçimlenmiş olabileceğini dile getirmişlerdir. Bu grupta yer alan adayların gözlemlerin teori bağımlı doğası ve teorilerin verilerin yorumlanması sürecindeki etkin rolüne dair çağrışımında buldukları görülmüştür:

“Düşünce yapıları, ortam, inanışlar, bakış açıları, benimsedikleri teoriler farklıdır. Bu nedenle aynı verilerden farklı yorumlar yapabilirler. Her iki grupta bu şekilde senaryo üretmiş olabilir. Bilimin gelişmesi de bu farklılıklar sayesinde olur (A 34)”

Bütün grup içinde ciddi anlamda bir çoğunluk oluşturmasa da, bu adayların, eldeki verilerin farklı olduğu ve çok uzun zaman önce gerçekleşmiş bir olay hakkında tahminlerde bulunulduğu gibi yaklaşımlar (öntestte ortaya konulan) yerine bilim insanlarının mevcut verileri yorumlarken veya gözlemler yaparken teorilerin etkisinde kalabileceklerini kaydedebilmiş olmaları önemlidir.

Araştırmada belki de en önemli kazanımlardan birisi olarak görülebilecek hususun yine genel bilim anlayışındaki gelişimle paralel olarak ele alınabilecek olan evrensellik tartışması bağlamında belirgin hale geldiği söylenebilir. Zira öntestte adaylar, büyük oranda, bir süreç olarak bilim ile bilimin inceleme konusu yaptığı nesnel varlığı özdeşleştirerek nihayetinde bilim evrenseldir iddiasına yönelmişken son testte adayların önemli bir bölümü (% 66) bilimin insan ürünü olduğu ve toplumdan, değerlerden, inanışlardan soyutlanamayacağı yargısına atıfta bulunmuşlardır:

“Kuhn’un paradigma kavramı önemli bence. Bunu sosyo-kültürel etkiyi tartışırken düşünmek lazım. Bilimin ele aldığı somut olaylar değişmez belki ama farklı kültürel, felsefi akımların sonuçlara etkisi olur. Sonuçta bilimi insan yapar ve insan sosyal bir varlıktır (A 12)”

Bu dönüşümde dikkat çekilmesi gereken önemli bir noktanın da felsefi akımların nesnel varlığa dair bilgi üretilmesi sürecinde olguların yorumlanması ve bir sonuca ulaşılması bağlamındaki etkisine yapılan gönderme olduğu söylenebilir. Kuhn’un paradigma kavramı ile şekillendirdiği bilim anlayışına atıfta bulunulmuş olması da söz konusu dönüşümdeki dinamiği yansıtmayı açısından önemli bir tespit olarak görülmüştür. Bu doğrultuda, adayların öntestte ortaya koyamadığı nesnel varlıklarla bu varlıklar üzerine sorgulama yapılırken gerçeklik kazanan karmaşık bilişsel süreçlerin ve sosyo-kültürel oluşumların ayrımını son testte bir ölçüde gündeme getirmeye çalıştığı ifade edilebilir.

Sonuç ve Tartışma

Araştırmanın öntest ve sontest analizi üzerinden düzenlenmiş bulgular bölümü, genel bilim anlayışından başlayarak bilimin doğası başlığı altında yer alan bir dizi alt boyuta doğru genişleyen bir kapsamda öğretmen adaylarının inanış gelişiminden bahsedebileceğini göstermektedir. Söz konusu gelişimin, en temel düzeyde, adayların bilimi tasvir etme ve bir girişim olarak tanımlama biçimlerinde açıkça görünür hale geldiği söylenebilir. Bilimi salt olgusal ve ispata yönelik deneysel bir girişim olma gibi ciddi biçimde naif inanışlar sergileyerek betimlemeye çalışan adayların, süreç sonunda kullandıkları dille birlikte yaklaşımlarını da dönüştürerek bir bilme biçimi olarak bilim anlayışına yönelmiş olmaları bu anlamda ele alınabilir. Adayların genel bilim anlayışındaki bu dönüşümün deneylere ve deneylerin bilimdeki rolüne yükledikleri anlam bağlamında da önemli bir farklılaşma sağladığı görülmüştür. İspatlama yerine geçerliliği test etme ve yanlışlama söylemlerine yer verilmesi, bazen gözlemlerin veya düşünce deneylerinin de ciddi işlevlerinin olabileceğinin ileri sürülmesi ve sorgulamanın çok yönlü bir süreç olarak devam edeceği fikrini altının çizilmesi söz konusu farklılaşmanın önemli işaretleri olarak değerlendirilebilir.

Adayların bilimin doğası inanışları kapsamında sergiledikleri önemli gelişim bileşenlerinden birisi de bilimsel teoriler ve yasalar bağlamında gözlenmiştir. Ham bilgi iddiaları olarak ele aldıkları teoriler ve değişmez, kesin bilgiler olarak tanımladıkları yasalarla naif biçimde ele aldıkları bilimsel yapıları tanımlama biçimlerini dönüştüren adaylar, teorilerin bilimsel araştırmalardaki yol göstericiliklerine ve yasaların değişebilirliğine atıfta bulunabilmişlerdir. Bu şekilde teorilerle yasalar arasındaki ilişkiyi de daha sağlıklı biçimde yorumlayarak inanışlarında ciddi bir gelişim sağlayabildiklerini göstermişlerdir. Adayların teorilerin, yasaların işlevleri ve mahiyetleri ile ilgili inanış gelişimlerini bilimsel yöntem/yöntemlere bakış açılarına doğru genişletebildikleri ve bu şekilde daha tutarlı ve bütüncül bir bilim anlayışına doğru geçiş yaptıkları ifade edilebilir. Zira adaylar, ham iddialardan ispatlanmış yasalara doğru gelişen bir akış içinde belirli adımlara göre işleyen, bütün bilim dalları için ortak, evrensel bilimsel yöntem algısını aşabilmişler ve paradigma kavramı ile birlikte daha esnek, yeni bir süreç düşüncesini ön plana çıkartabilmişlerdir.

Adayların süreç sonunda meselelerin yorumu ve ele alınış biçimlerinde ilgi alanı, birikim ve bakış açılarının da önemli olduğunu ifade ederek gözlemlerin teori bağımlı doğasına ve teorilerin verilerin yorumlanması

sürecindeki etkin rolüne dair ifadeleri de yine bu anlamda sergilenen gelişimi yansıtması anlamında önemlidir. Ayrıca araştırmanın başında bilim ile bilimin inceleme konusu yaptığı nesnel varlığı özdeşleştirme yoluyla evrensel ve değer bağımsız bilim anlayışını öne çıkaran adayların süreç sonunda insan ürünü olan ve felsefi, kültürel değerlerden, inanışlardan soyutlanamayacak bilim anlayışına yönelmeleri genel bilim tasvirinden başlayarak diğer boyutlarda sağladıkları gelişim ışığında olumlu olarak değerlendirilmiştir. Dolayısıyla bilim sözde-bilim ayrımı bağlamında planlanan öğretim sürecinin genel bilim anlayışından başlayarak deney ve deneyin bilimdeki rolü, teorilerin ve yasaların bilimdeki rolü, bilimsel bilginin değişimi, bilimsel yöntem/yöntemler, gözlemlerin teori bağımlı doğası ve sosyo-kültürel değerler ile ilgili tartışmalarda adayların inanışlarını geliştirebilmelerini sağladığı ileri sürülebilir. Bununla birlikte araştırma bulgularının da gösterdiği şekliyle mesela yaratıcılık ve hayal gücünün bilimdeki rolü alt boyutta benzer bir gelişimim gözlenemediği veya yukarıda sözü edilen her bir alt boyutta istenilen düzeyde gelişimin sağlanıp sağlanmadığının tartışmalı olduğu da ayrıca ifade edilmelidir. Bunun için ise tasarlanan sürecin ve uygulamanın içeriğinin dikkate alınması gerekmektedir.

Araştırmanın “felsefi tartışmalar ve ölçüt önerileri” bölümünde teorik çerçevesi çizilen ve “çalışma grubu ve uygulama” bölümünde ise tartıştığı anlatılan bağlamı, felsefi ekollerle birlikte tartışmaya açılan bilim sözde-bilim ayrımı tartışmasının kapsamı bu anlamda önemlidir. Bunun için, yine benzer bir grupla ve aynı uygulama planıyla, aynı bağlamda yürütülmüş bir başka çalışmada yer verilen süreç değerlendirmesi ve bilim sözde-bilim ayrımı ve astroloji örneği üzerinden yürütülen tartışmalarda ortaya çıkan kavramlar (bkz. Turgut, baskıda) gözden geçirilebilir. Zira ortaya konulan bulgular, öğretmen adaylarının hem ontolojik hem de epistemolojik inanışlarının açık edilebildiğini, bu kapsamda bilimin inceleme konusu yaptığı doğa, bilimsel araştırma süreci, bilim insanları ve bilimsel disiplinler başlıkları altında bir dizi kavramın tartışmaya açılabilirdiğini göstermiştir. Diğer yandan, bu çalışmada bir süreç değerlendirmesine yer verilmemiş olmasına karşın, araştırma bağlamında, yaratıcılık ve hayal gücünün bilimdeki rolüne doğrudan bir atfın yapılmadığı ve süreç içinde çok fazla gündeme gelmediği dikkate alındığında bu alt boyutta ciddi herhangi bir gelişimin gözlenmemiş olması olağan karşılanabilir.

Dolayısıyla bu araştırmanın, kontrol edilebilir, karmaşık görülebilecek geniş bir alana dağılmamış ve sadece bilim sözde-bilim ayrımı ile sı-

nırlandırılmış bilim felsefesi tartışmalarının, bazı alt boyutların da sürece dâhil edilmesinin sağlanacağı durumlarda, öğretmen adaylarının bilimin doğası inanışlarının geliştirilebilmesinde son derece etkin olarak kullanılabileceğini gösterdiği söylenebilir. Doğrudan bilimin doğası kavramlarıyla çerçevesi çizilmiş bir bilim felsefesi dersiyile oluşturulduğu bir ortamda katılımcıların hem daha nitelikli hem de daha tutarlı bilimin doğası inanışları geliştirdiğinin tespit edilmiş olması da bu iddiayı desteklemektedir (Abd-El Khalick, 2005). Ancak bunun için özellikle bilimin doğası inanışları için duyarlı ve bilimin doğası inanışlarının daha etkin biçimde gündeme getirilmesini sağlayacak bir bağlamanın planlanması gerektiği de unutulmamalıdır.

Zira böyle bir bağlamda katılımcılar, bilimle ilgili (hem bilgi hem de bilme süreci anlamında) birtakım temel felsefi sorularla yüz yüze gelebilmekte (Matthews, 1998) ve bilimsel bilginin nasıl üretildiği, oluşturulduğuyla ilgili tartışmalara yönelme şansını yakalayabilmektedir (Bartholomew, Osborne ve Ratcliff, 2004). Bu şekilde, oluşturulan bağlamla birlikte süreç, açık/yansıtıcı ve uygulamaya dönük bilimin doğası öğretimi yaklaşımı için önemli bir alt yapı sağlayarak inanış gelişimini mümkün hale getirmektedir. Açık/yansıtıcı yaklaşımın hem öğrenciler hem de öğretmenlerin çalışma grubunu oluşturduğu araştırmalarda olumlu sonuçlar verdiği ve inanış gelişimine yardımcı olduğu da dikkate alındığında (Bell, 2004; Khishfe ve Abd-El-Khalick, 2002; Khishfe, Lederman, 2007) bu araştırmada ortaya konulan sonuç da daha anlaşılır hale gelmektedir. Diğer yandan etkililiğinin yanı sıra, açık/yansıtıcı yaklaşıma göre düzenlenmiş ortamların, katılımcıların yaratıcılık, hayal gücü (Khishfe ve Abd-El-Khalick, 2002) veya öznel, sosyo-kültürel bağlam gibi alt boyutlarda (Akerson ve ark., 2000) kayıtsız kalmaları nedeniyle yer yer istenilen kazanımın uzağına düştüğü de bilinmektedir. Bu araştırmada da yaratıcılık ve hayal gücü boyutunda önemli bir gelişimin olmadığı düşünüldüğünde öğretimin bağlamanın zenginleştirilmesinin ve daha çok alt boyutu kapsayıcı hale getirilmesinin bir ihtiyaç olduğu söylenebilir. Dolayısıyla katılımcıların dikkatini çektiği görülen ve kendi inanışlarını çok yönlü olarak sorgulamalarını sağlayan bir bağlam olarak beliren bilim sözde-bilim ayrımı tartışmasının (Turgut, baskıda) astroloji dışında başka örnek durumlar üzerinden de zenginleştirilmesi yoluna gidilebilir. Ancak, etkili bir bilimin doğası öğretiminin gerçekleştirilebilmesi için söz konusu sözde-bilimsel örneklerin temelini oluşturan inanışların doğasının ve kapsamının da bilinmesi gerektiği gözden kaçırılmamalıdır (Afonso ve Gilbert, 2010).

The Impact of the Issue of Demarcation on Pre-service Teachers' Beliefs on the Nature of Science

*Halil TURGUT**, *Hakan AKÇAY***, *Serhat İREZ****

Abstract

The arguments about the dimensions of nature of science and the strategies for teaching it are still controversial. In this research, as part of these arguments, a context based on the issue of demarcation of science from pseudoscience was offered and questioned for its effectiveness in nature of science teaching. The research was planned for an educational term and astrology was examined as a case in this context for the criteria proposed by philosophers. A questionnaire composed of open-ended questions which was analyzed qualitatively and used as data source. The results of the research indicated that the context designed was effective in developing the nature of science understandings in various dimensions such as science as an enterprise, experiments, observations, theories, laws, models, scientific methods and the role of socio-cultural values in science.

Key Words

The Issue of Demarcation, Nature of Science.

* *Correspondence*: Ph.D. Halil Turgut, Marmara University, Atatürk Faculty of Education, Department of Elementary Education, 34722 Istanbul / Turkey.

E-mail: halil.turgut@marmara.edu.tr

** Ph.D. Hakan Akçay, Marmara University, Atatürk Faculty of Education, Department of Elementary Education, 34722 Istanbul / Turkey .

*** Assist. Prof. Serhat İrez, Marmara University, Atatürk Faculty of Education, Department of Secondary Science and Mathematics Education, 34722 Istanbul / Turkey.

Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri / Educational Sciences: Theory & Practice

10 (4) • Autumn 2010 • 2653-2663

The development of students' understandings of the nature of science (NOS) has been considered an important aim of science instruction (Kang, Scharmann, & Noh, 2005) and various rationales and practical proposals for teaching the NOS have been offered (Aikenhead, 1997; Bravo, Merce, & Anna, 2001; Matthews 2000). To this end, it is widely accepted that education in science should not only cover the transfer of scientific facts, laws, or theories but also should help individuals understand how scientific knowledge is produced, developed, and change in time, the status of scientific knowledge, the limits of science and the relationship between science and society in order to educate citizens who could contribute to science-related discussions in society and make informed decisions (Bravo, Merce and Anna; Turgut, 2009; Zeidler, Walker, Ackett, & Simmons, 2002). Despite the overall consensus on the necessity of teaching the NOS in school science, there are still two important problems that researchers in the field should overcome (i) lack of consensus between the philosophers of science on some aspects of the NOS (Abd-El-Khalick, Bell, & Lederman 1998; Kang, Scharmann, & Noh, 2005; Lederman, Abd-El-Khalick, Bell, & Schwartz, 2002; Suchting, 1995) and, (ii) developing effective strategies for teaching the NOS.

Despite the discussions at philosophical level, significant academic consensus has been achieved over the years on the aspects of the NOS to be taught in school science (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000a; McComas, Clough, & Almazroa, 2000; Ryder, Leach and Driver, 1999; Schwartz, 2009). This consensus underscores the aspects of science such as its (1) tentativeness; (2) empirical nature; (3) theory-laden nature; (4) socio-cultural embeddedness; (4) myth of a universal scientific method; as well as the roles of (5) hypotheses, theories and laws; (6) creativity and imagination; and (7) persuasive communication. This consensus is important for science education and has provided a framework for teaching the NOS (Abd-El-Khalick et al., 1998). With regard to the second problem of the researchers, that is the strategies for the effective teaching of the NOS, two approaches have been dominating the field: implicit (Lawson, 1982) and explicit/reflective approaches (Bell, Lederman, & Abd-El-Khalick, 1998; Lederman, 1998, 2007). Research acknowledges that explicit/reflective approach to teaching the NOS is generally more effective comparing to the implicit approach (Abd-El-Khalick, 2001; Akerson, Abd-El-Khalick, & Leder-

man, 2000; Akindehin, 1988; Bell, Matkins, & McNall, 2002; Haukoos & Penick, 1985; Khishfe & Abd-El Khalick, 2002; Lederman, 1998; Scharmann, Smith, & James, 2002).

What discouraging, however, is that despite the efforts to develop effective teaching strategies, the results of intensive research indicate that students do not possess adequate conceptions of the NOS (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000b; Duschl, 1990; Lederman, 1992; Meichtry, 1992). It is considered that the failure in providing meaningful learning contexts that help students' reflect on their beliefs has been the most influential factor in this failure (Castelao, 2002). Therefore, designing effective and meaningful contexts has emerged as the most important barrier for educators in NOS teaching.

To this end, this study aims to assess the effect of a learning context model that has been offered by Turgut (in press) in the development of individuals' understandings of the NOS. At the heart of this model lie the discussions on demarcation of science from pseudoscience. The problem of demarcation — identifying the criteria for differentiating science from nonscience/pseudoscience — has been the central issue of dominant philosophies of science since the early twentieth century and still remains unresolved (Alters, 1997; Anderson, 1983; Bauer, 2002; Dilworth, 2006; Gillies, 1998; Laudan, 1983; Mahner, 2007; Nickles, 2006; Preece, Baxter, 2000). A closer look in to the discussions amongst philosophers of science (such as Kuhn, 1970; Lakatos, 1970, 1981; Laudan, 1983; List, 1982; Popper, 1963) reveals that different philosophers utilized different criteria (logical positivists-observation and verification, Popper-falsification, Lakatos-progressive research programs, Kuhn-paradigms) in their demarcation discussions. However, controversies (as processes) themselves would be more valuable than their conclusions. Thus, philosophical arguments about the nature of reliable knowledge and methodologies to capture it (and thus about science) might be taught and used effectively in NOS education (Hurd, 1998). There are studies indicating that learning and discussion contexts framed on the demarcation of science would be effective and unthreatening learning environments especially for teachers and pre-service teachers who have limited philosophical knowledge regarding science and therefore remain reluctant in discussions involving philosophical bases of science (Turgut, 2009, in press). Using such a perspective, this study aims to assess the effectiveness of a learning context

which is framed on science-pseudoscience demarcation and aimed at engaging participants with discussions on aspects of science that demarcate it from pseudoscience.

Method

A qualitative research approach was utilized in the study. The participants of the study were 38 elementary pre-service science teachers enrolled a 12-week Science-Technology-Society course taught by one of the researchers. As the participants had not taken any course on the nature, philosophy or history of science, the first two weeks of the course program were designed to introduce some basic components of the NOS. The aim of this part of the course was to reveal the misconceptions of the participants regarding the basic aspects of science and engage them with critical reflection on their beliefs. The following six weeks of the course were devoted to the introduction of influential philosophers of science (logical positivists, Popper, Kuhn and Lakatos) and discussions on their criteria for demarcation. During this time, the participants conducted pre-course research on demarcation criteria of philosophers of science each week, involved in classroom discussions, and prepared reports about them in groups. The focus of all classroom discussions during this period was on the aspects of a discipline that makes it more or less scientific (Smith & Sharmann, 1999). Astrology as a case for demarcation was the main theme of the course in the last four weeks and the participants were invited to discuss the status of astrology. In the first week of this period, astrology as a discipline and claims of astrologers were introduced. Then the participants were assigned to prepare a report on the presumptions, methods and knowledge claims of astrology for the next week and a classroom discussion on their findings was conducted. The participants were divided into two opposing groups, one defending astrology as a scientific discipline and the other claiming that it is pseudoscience. Through this co-operative controversy strategy (Hammrich, 1997), the participants engaged in an active reflection on various aspects of the NOS as well as the demarcation of science from pseudoscience.

The impact of the intervention on the participants' beliefs about the NOS was assessed through the Turkish version (Turgut, 2005) of Views of Nature of Science Questionnaire – C form. The form was

developed by Abd-El-Khalick (1998) in terms of further modifications on Views of Nature of Science Questionnaire – B which was developed by Abd-El-Khalick et al., (1998). In this development process the form was also examined by a panel of experts in order to increase the validity of the questionnaire (Lederman et al., 2002). The participants filled out the questionnaire before and after the intervention. Data analysis involved reading the responses, generating codes through constant comparison (Bogden & Biklen 2007; Gay, Mills, & Airasian 2006), generating themes and then creating categories using these themes (Creswell, 2005; Maxwell, 2005; Strauss & Corbin 1998). This procedure was applied to both pre- and post course questionnaire data and overall change in participants' beliefs was identified.

Findings

The analysis of the participants' responses before the course revealed that the majority of the participants possessed naive beliefs regarding many aspects of the NOS. The majority of the participants (84%) viewed scientific knowledge as concrete, absolute and a result of total consensus. In their explanations, they viewed the mission of science as to reach the truth through experiments, whereas they criticize religion and philosophy as lacking concreteness and being subjective. Similarly, the majority of the participants could not define the difference between observation and experiments in science and 79% viewed the role of experiments in science as testing the scientific claims and producing indisputable knowledge. 89% of the participants had misconceptions with regard to the status of scientific laws and theories, the relationship between scientific laws and theories and the tentative nature of scientific knowledge. Generally, these participants viewed scientific theories as predictions or yet to be accepted scientific knowledge which could turn into scientific laws if proven by developing technology and new findings or could be rejected if failed in scientific testing. Although the participants seemed to accept the tentative nature of scientific knowledge, they believed that scientific laws are proven and therefore do not change. Similar to findings in research literature, 79% of the participants believed that there is a universal scientific method that is followed step-by-step by scientists. This belief in the existence of the scientific method made 95% of the participants believe that there is no room for imagination and creativeness in science. Also related to this

belief, the majority of the participants (79%) viewed science as objective and universal and denied societal or cultural influences on science.

The responses of the participants to the questions of the VNOS-C questionnaire after the implementation, on the other hand, indicated some positive development in their beliefs about several aspects of the NOS. Notably, the most radical change occurred in participants' descriptions of science. The majority of the participants (79%) used phrases such as "explanation generation", "reasoning", "in search of empirically supported propositions" and "generating tentative conclusions" in their descriptions of science. This transformation in their descriptions of science also affected their approach to experiments and the role of experimentation in science. The majority of the participants (74%) preferred to use "testing" or "falsification" instead of "proving" when talking about experiments in science. Parallel to this belief, the participants also talked of the necessity of empirical evidence in supporting scientific claims. Another dramatic change occurred in participants' beliefs about the status, role and the relationship between scientific laws and theories. A significant number of the participants (76%) described scientific theories as explanations about natural phenomena guiding scientists for a better understanding of nature. Furthermore, only four participants kept their belief in the hierarchical relationship between theories and laws, 68% of the participants, on the other hand, developed more informed ideas about the status and relationship between scientific theories and laws. Also, the participants presented more informed views about the tentativeness of all scientific knowledge, including scientific laws. The implementation process seemed to positively affect the participants' views about scientific method. Closer inspection of the accounts of the participants indicated that 74% of the participants rejected a stepwise universal scientific method. Another development identified was about participants' beliefs about the relationship between science and society and 66% of the participants came to accept that social and cultural factors have an influence on science. In contrast to the above findings, the analysis showed that the majority of the participants (95%) could not develop informed ideas about the role of imagination and creativeness in science. Also a limited development was detected on participants' views on subjectivity in science and only 53% of the participants accepted that scientists' backgrounds, interests and perspectives could affect the course of scientific inquiry.

Conclusion and Discussion

The analysis of the participants' accounts before and after the implementation indicates that a significant development regarding the participants' beliefs about most of the aspects of the NOS has been achieved through the 12-week course. The development of informed ideas was significant especially on the empirical NOS, the status and relationship between scientific theories and laws, the tentative NOS, the nature of scientific method and the relationship between science and society. Similar development, however, have not been achieved about the beliefs on imagination and creativeness in science. A possible explanation of these results might be the fact that the learning context developed for the study allowed intense discussions on the aspects of science in which the participants' achieved development whereas discussions about the role of imagination and creativity in science did not or rarely discussed during the process. An overall conclusion of this study is that the course design framed on demarcation of science from pseudoscience instead of a traditional NOS course involving broad discussions on all aspects of science could be used effectively in NOS instruction. Such a context engages individuals with basic philosophical problems (Matthews, 1998) and allows them to take part on discussions about the development and status of scientific knowledge (Afonso, Gilbert, 2010; Bartholomew, Osborne, & Ratcliff 2004) in an explicit/reflective manner (Abd-El Khalick, 2005; Bell, 2004; Khishfe & Abd-El-Khalick, 2002; Khishfe & Lederman, 2007). On the other hand, the results also show that the design of the context should be extended in a way to support learning and development for other aspects of science such as imagination and creativeness in science (Khishfe & Abd-El-Khalick, 2002) and the subjective NOS (Akerson et al., 2000).

References/Kaynakça

- Abd-El-Khalick, F. (1998). *The influence of history of science courses on students' conceptions of the nature of science*. Unpublished doctoral dissertation, Oregon State University, Oregon.
- Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Lederman, N. G. (1998). The nature of science and instructional practice: Making the unnatural natural. *Science Education*, 82, 417-436.
- Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000a). The influence of history of science courses on students' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 37, 1057-1095.
- Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000b). Improving science teachers' conceptions of nature of science: A critical review of literature. *International Journal of Science Education*, 22, 665-701.
- Abd-El-Khalick, F. (2001, November). *Do history of science courses influence college students' views of nature of science?* Paper presented at the 6th annual International History and Philosophy in Science Teaching Conference, Denver, CO.
- Abd-El-Khalick, F. (2005). Developing deeper understandings of nature of science: The impact of a philosophy of science course on preservice science teachers' views and instructional planning. *International Journal of Science Education*, 27 (1), 15-42.
- Afonso, A. S., & Gilbert, J. K. (2010). Pseudo-science: A meaningful context for assessing nature of science. *International Journal of Science Education*, 32 (3), 329-348.
- Aikenhead, G. S. (1997). Toward a first nations cross-cultural science and technology curriculum. *Science Education*, 81, 217-238.
- Akerson, V. L., Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000). Influence of reflective explicit activity-based approach on elementary teachers' conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 37, 295-317.
- Akindehin, F. (1988). Effect of an instructional package on preservice science teachers' understanding of the nature of science and acquisition of science-related attitudes. *Science Education*, 72 (1), 73-82.
- Alters, B. J. (1997). Whose nature of science? *Journal of Research in Science Teaching*, 34, 39-55.
- Anderson, P. F. (1983). Marketing, scientific progress and scientific method. *Journal of Marketing*, 47, 18-31.
- Bartholomew, H., Osborne, J., & Ratcliffe, M. (2004). Teaching students 'ideas about science': Five dimensions of effective practice. *Science Education*, 88, 655-682.
- Bauer, H. H. (2002). Pathological science is not scientific misconduct nor is it pathological. *International Journal for Philosophy of Chemistry*, 8 (1), 5-20.
- Bell, R. L., Lederman, N. G., & Abd-El-Khalick, F. (1998). Implicit versus explicit nature of science instruction: An explicit response to Palmquist, Finley. *Journal of Research in Science Teaching*, 35, 1057-1061.
- Bell, R. L., Matkins, J. J., & McNall, R. L. (2002, April). *Impacts of contextual and explicit instruction on preservice elementary teachers' understandings of the nature of science*. Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, New Orleans, LA.

- Bell, R. L. (2004). Perusing pandora's box: Exploring the what, when, and how of nature of science instruction. In L. B. Flick & N. G. Lederman (Eds.), *Scientific inquiry and nature of science: Implications for teaching, learning, and teacher education* (pp. 427-446). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.
- Bogden, R. C., & Biklen, S. K. (2007). *Qualitative research for education: An introduction to theories and methods*. Boston: Allyn & Bacon.
- Bravo, L. A., Merce, I., & Anna, E. (2001, April). *A characterisation of practical proposals to teach the philosophy of science to prospective science teachers*. Paper presented at the IOSTE Symposium, Paralimni, Cyprus.
- Castelao, T. (2002, June). *Epistemology of science, science literacy, and the demarcation criterion: The nature of science (NOS) and informing science (IS) in context*. Paper presented at the Informing Science & IT Education Joint Conference: InSITE "Where Parallels Intersect", Cork, Ireland.
- Creswell, J. W. (2005). *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research*. Upper Saddle River, NJ: Pearson Education, Inc.
- Dilworth, C. (2006). *The metaphysics of science: An account of modern science in terms of principles, laws and theories* (2nd ed). Dordrecht, The Netherlands: Springer.
- Duschl, R. (1990). *Restructuring science education: The importance of theories and their development*. New York: Teachers College Press.
- Gay, L. R., Mills, G. E., & Airasian, R. (2006). *Educational research: Competencies for analysis and applications* (8th ed). Upper Saddle River, NJ: Pearson/Merrill/Prentice Hall.
- Gillies, D. (1998). *Philosophy of science in the 20th century: Four central themes*. Oxford: Blackwell Publishers.
- Hammrich, P. L. (1997). Confronting teacher candidates' conceptions of the nature of science. *Journal of Science Teacher Education*, 8 (2), 141-151.
- Haukoos, G. D., & Penick, J. E. (1985). The effects of classroom climate on college science students: A replication study. *Journal of Research in Science Teaching*, 22 (2), 163-168.
- Hurd, P. D. (1998). Scientific literacy: New minds for a changing world. *Science Education*, 82 (3), 407-416.
- Kang, S., Scharmann, L. C., & Noh, T. (2005). Examining students' views on the nature of science: Results from Korean 6th, 8th, and 10th graders. *Science Education*, 89 (2), 314-334.
- Khishfè, R., & Abd-El-Khalick, F. (2002). Influence of explicit and reflective versus implicit inquiry-oriented instruction on sixth graders' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39 (7), 551-578.
- Khishfè, R., & Lederman, N. G. (2007). Relationship between instructional context and views of nature of science. *International Journal of Science Education*, 29, 939-961.
- Kuhn, T. (1970). Logic of discovery or psychology of research? In I. Lakatos and A. Musgrave (Eds.), *Criticism and the growth of knowledge* (pp. 1-23). Cambridge: Cambridge University Press.

- Lakatos, I. (1970). Falsification and the methodology of scientific research programmes. In I. Lakatos & A. Musgrave (Eds.), *Criticism and the growth of knowledge* (pp. 91-195). Cambridge: Cambridge University Press.
- Lakatos, I. (1981). Science and Pseudoscience. In S. Brown et al. (Eds.), *Conceptions of inquiry: A reader* (pp. 114-121). London: Methuen.
- Laudan, L. (1983). The demise of the demarcation problem. In R. S. Cohen and L. Laudan (Eds.), *Physics, philosophy and psychoanalysis* (pp. 111-127). Dordrecht: Reidel.
- Lawson, A. E. (1982). The nature of advanced reasoning and science instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, 19, 743-760.
- Lederman, N. G. (1992). Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29 (4), 331-359.
- Lederman, N. G. (1998, December). The state of science education: Subject matter without context. *Electronic Journal of Science Education*, 3 (2). Retrived April 03, 2007, from <http://unr.edu/homepage/jcannon/ejse/ejse.html>.
- Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R., & Schwartz, R. (2002). Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39 (6), 497-521.
- Lederman, N. G. (2007). Nature of science: Past, present and future. In S. Abell and N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 831-880). Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Publishers.
- List, C. J. (1982). Science and pseudoscience: Criteria of demarcation. *Reason Papers*, 8, 49-58.
- Mahner, M. (2007). Demarcating science from nonscience. In T. A. Kuipers (Ed.), *General philosophy of science: Focal issues* (pp. 515-576). North Holland: Elsevier.
- Matthews, M. (1998). In defense of modest goals when teaching about the nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 35 (2), 161-174.
- Matthews, M. (2000). *Time for science education: How teaching the history and philosophy of pendulum motion can contribute to science literacy*. NY: Plenum Publishers.
- Maxwell, J. A. (2005). *Qualitative research design: An interactive approach* (2nd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- McComas, W. F., Clough, M. P., & Almazroa, H. (2000). The role and character of the nature of science in science education. In W. F. McComas (Ed.), *The nature of science in science education: Rationales and strategies* (pp. 3-39). Dordrecht: Kluwer.
- Meichtry, Y. J. (1992). Influencing student understanding of the nature of science: Data from a case of curriculum development. *Journal of Research in Science Teaching*, 29 (4), 389-407.
- Nickles, T. (2006). Problem of demarcation. In S. Sarkar and J. Pfeifer (Eds.), *The philosophy of science an encyclopedia* (pp. 188-197). New York: Routledge.
- Popper, K. (1963). *Conjectures and refutations*. NY: Basic Books.
- Preece, P. F., & Baxter, J. H. (2000). Scepticism and gullibility: The superstitious and pseudoscientific beliefs of secondary school students. *International Journal of Science Education*, 22, 1147-1156.

Ryder, J., Leach, J., & Driver, R. (1999). Undergraduate science students' images of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 36 (2), 201-219.

Scharmann, L. C., Smith, M. U., & James, M. C. (2002, April). *Novice science teachers' understanding of the nature of science: An action research project*. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, New Orleans, LA.

Schwartz, R. (2009, June). *The approach and effectiveness of integrating nature of science instruction during an undergraduate biology course*. Paper presented at the International History and Philosophy in Science Teaching Conference, Notre Dame.

Smith, M. U., & Scharman, L. C. (1999). Defining versus describing the nature of science: A pragmatic analysis for classroom teachers and science educators. *Science Education*, 83 (4), 493-509.

Strauss, A., & Corbin, J. (1998). *Basics of qualitative research: Grounded theory procedures and techniques*. Newbury Park, CA: Sage Publications Inc.

Suchting, W. A. (1995). The nature of scientific thought. *Science & Education*, 4 (1), 1-22.

Turgut, H. (2005). *Yapılandırmacı tasarım uygulamasının fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel okuryazarlık yeterliklerinden bilimin doğası ve bilim-teknoloji-toplum ilişkisi boyutlarının gelişimine etkisi*. Yayınlanmamış doktora tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Turgut, H. (2009). Fen ve teknoloji öğretmen adaylarının bilimsel sözde-bilimsel ayırımına yönelik algıları. *TED Eğitim ve Bilim Dergisi*, 34 (154), 50-69.

Turgut, H. (baskıda). The context of demarcation in nature of science teaching: The case of astrology. *Science & Education*, Advance online publication. DOI: 10.1007/s11191-010-9250-2

Zeidler, D. L., Walker, K. A., Ackett, W. A., & Simmons, M. L. (2002). Tangled up in views: Beliefs in the nature of science and responses to socioscientific dilemmas. *Science Education*, 86, 343-367.

