

FEN EĞİTİMİNDE BİR ÖNKOŞUL: BİLİMİN DOĞASINI ANLAMA

Yılmaz ÇAKICI *

ÖZET

Bilimsel ve teknolojik gelişmelerin baş döndürücü hızla ilerlediği günümüzde, çağa ayak uydurmak için okullarda öğrencilerin aldığı fen eğitiminin niteliği ve kalitesi daha fazla önem kazanmıştır. 1980’li yıllardan beri, Amerika ve pek çok Avrupa ülkesi fen eğitimi ile öğrencilere daha fazla bilimsel bilgi aktarmak yerine, her öğrenciyi bilimsel düşünme becerilerine sahip “bilim/fen okur-yazarı” bireyler olarak yetiştirmeyi fen programlarında temel hedef olarak belirlemişlerdir. Bilim okur-yazarlığının da önemli ve vazgeçilmez parçasını öğrencilerin bilimin doğasını anlamaları oluşturmaktadır (AAAS, 1993). Son yıllarda dünyada, öğretmenlerin ve öğrencilerin bilim anlayışı konusuna çok fazla önem verilmekte ve fen eğitimi alanında yapılan reform hareketlerinde öğretmen ve öğrencilerin bilimin doğası hakkındaki anlamalarını geliştirme gerekliliği vurgulanmaktadır. Ülkemizde de 2004–2005 öğretim yılından itibaren uygulanan yeni program bilimin doğası konusunun önemine dikkat çekmektedir. Bu gelişmelere paralel olarak, bu makalede önceki ve bugün geçerli olan bilim anlayışı üzerinde durulacak, bilimin doğası konusunun etkili bir fen eğitimi açısından önemi ve öğrencilere öğretimi araştırmaların ışığında tartışılacaktır.

Anahtar sözcükler: Bilimin doğası, pozitif bilim, post-modern bilim, fen eğitimi.

A PREREQUISITE IN SCIENCE EDUCATION: UNDERSTANDING NATURE OF SCIENCE

SUMMARY

In this time that scientific and technologic developments improve with amazing speed, the quality and effectiveness of science education that students received in schools has gained greater importance in order to keep up with current developments. Since 1980s, America and many European countries as the main aim of science program have determined to train each student as “scientifically literate” person who has scientific thinking skills, rather than transmitting them more scientific knowledge thorough science education. Understanding the nature of science is an essential aspect of scientific literacy (AAAS, 1993). Throughout the world in recent years, there has been great tendency regarding

* Yrd.Doç.Dr., Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi İlköğretim Bölümü, yilmazcakici@trakya.edu.tr

teachers and students' understanding of science, and the reform acts in the area of science education emphasized enhancing teachers and students' understanding of nature of science. In our country, new program, which is put into practice in 2004–2005 academic year, attracts attention to the nature of science. Parallels to these developments, this article argues the past and current understanding of science, the importance of nature of science in terms of effective science education and teaching of it to students in the light of research findings.

Key words: Nature of science, positive science, post-modern science, science education.

GİRİŞ

Bilimin başlangıcında insanoğlunun çevresine karşı duyduğu merak vardır. İnsanoğlu en yüksek düşünme yeteneğine sahip canlı olarak varoluşundan günümüze kadar doğayı tanımak ve doğaya egemen olmak için gerçeğe, mutlak doğruya ulaşma amacıyla çevresinde doğrudan gözlemlediği ya da nasıl olduğunu merak ettiği tüm olayları yorumlamaya ve bu olaylardan bir anlam çıkarmaya çalışmıştır. Ay ve güneş tutulması, gök gürlemesi, yıldırım, deprem, sel gibi doğa olaylarının nasıl meydana geldiğini merak etmiş ve nedenlerini kendi zamanının şartlarına göre araştırmaya çalışmıştır. Böylece fen bilimlerinin temelleri atılmaya başlanmıştır.

Pozitif Bilim Anlayışı

Yüzyıllarca bilim (bilimsel bilgi) sistematik gözlem ve deneye dayanan, tarafsız, objektif, evrensel özelliği olan kısaca 'pozitif' bilgi olarak kabul edilmiştir. Pozitivizmin kökleri çok eskiye dayanmakla birlikte, özellikle 17. yy.'dan itibaren bilim dünyasında etkili olmuştur. Auguste Comte'nin (1798-1857) kurucusu olduğu pozitivist anlayışa göre, insanın düzenli bir evrende yaşadığı, tabiatın bütün sırlarının gözlem ve deney yoluyla çözüleceği ve bilimsel gerçeklerin böylece ortaya çıkarılacağı düşünülüyordu. Bu anlayışta, bilimsel bilgi gerçeğin kopyasıdır ve bu gerçekler dış dünyada insandan bağımsız olarak bulunur. Bilim tarafından doğrulanması ya da yanlışlanması mümkün olmayan doğa olayları ise pozitif bilimlerin dışında, metafizik veya teolojinin kapsamı içinde düşünülmüştür. "Evren niçin vardır? İnsan niçin yaratılmıştır?" şeklindeki sorular bu gruba girer.

Klasik bilim görüşü veya pozitivist anlayışta, gözlem ve deney dışı bilimin olmayacağı görüşü hakimdi. Yani pozitivism için "görünen şey gerçektir" (Gordon, 2005, s.598). Tabiatın bütün sırları sayılarda gizliydi. Descartes "bana uzunluk ve hareket verin size dünyayı vereyim" demiştir. Laplace ise "siz dünyadaki zerreciklerin bugünkü hareketlerini belirleyin, ben insanlığın geleceğini kesin olarak haber vereyim" diyordu (Merdin, 1998, s.41). Kısaca, bu anlayışta bilim, olgusal, önyargısız, objektif ve mantıksaldır. Bilgi, ancak deneye dayanır (Güzel, 1998). Bu dönemin en ünlü bilim adamlarından biri olan Isaac

Newton'a göre bilim, yalnızca doğanın matematiksel davranışını ortaya koyan yasalardan oluşur. Dış dünyadaki olgular rasgele değil, düzenli bir ilişki içerisindedir. Bilim, dış dünyadaki bu olguları ve aralarındaki ilişkileri gözlem ve deney yoluyla doğrularak sistematik bir şekilde ortaya koymaya çalışır.

Post-modern Bilim Anlayışı

Yirminci yüzyılın ilk yarısında Popper, Kuhn, Lakatos ve Feyerabend gibi bilim insanlarının düşünceleri, bilim ve bilimsel bilginin doğası hakkındaki anlayışı yani pozitivist bilim anlayışını köklü bir şekilde değişikliğe uğratmıştır. Postmodern anlayışa göre bilim, bir insan aktivitesi olarak düşünülmektedir. Bilim, bilim adamları topluluğu tarafından belirlenen bilimsel prensiplere dayalı olarak bilim adamları tarafından üretilir. Dolayısıyla bilim insan ürünüdür ve insanın meydana getirdiği hiçbir şey bütünüyle objektif olamaz. Çünkü bilimsel bilgi, bilim insanları tarafından keşfedilmez, bilim insanları tarafından oluşturulur.

Bizim dışımızda pozitivistlerin iddia ettiği gibi nesnel bir gerçeklik olabilir. Ancak bu gerçekliğin, birey açısından bir gerçeklik olabilmesi için bireyin yorumuna ihtiyaç vardır. Belli bir açıdan bakıldığında ve kendi öznel algı ve değerlerinin süzgecinden geçirdiğinde o olguya verilen anlam bilginin kendisidir. Bu anlamda bilgi, bireyin dışında oluşmuş ve keşfedilmeyi bekleyen bir olgu olmaktan çıkıp bireyin etkin katılımıyla oluşturulan bir olgudur. Bu anlamda, pozitivist/akılcı paradigmalardan peşinden koştuğu tek doğru ve genellenebilir evrensel yasalara ulaşma ideali birer yanılısamadır. Asıl önemli olan evrensel yasaları bulmaya çalışmak yerine katı kurallar kullanmaksızın durum analizlerine dayalı çoğulcu bir perspektif geliştirebilmektir (Özden ve Şimşek, 1998, s.72).

Bu bağlamda, bilimsel doğruların hiçbiri kesin, değişmez ve mutlak değildir. Bilim, sürekli değişime ve gelişime açıktır. Yaratıcılık ve hayal gücünün yanında, sosyal, kültürel, politik faktörler ile kişisel değerler de bilimsel bilginin ortaya konulması sürecinde etkilidir.

Bilim Anlayışında Değişim ve Eğitime Yansımaları

Bilim anlayışındaki bu köklü değişimin doğal olarak eğitime yansımaları olmuştur. Son yıllarda, pek çok ülkede fen eğitimi alanında yapılan reformlarda öğrencilerin çağdaş bilim anlayışına sahip olmalarının önemi vurgulanmış (Lederman ve Lederman, 2004) ve fen eğitiminin temel amacı, öğrencileri “bilim (fen-teknoloji) okur-yazarı” bireyler olarak yetiştirmek şeklinde ifade edilmiştir. Bilimin doğasını anlama ise fen ve teknoloji okur-yazarlığının en önemli boyutlarından birini oluşturmaktadır (AAAS, 1989; NRC, 1996). Ulusal Fen Öğretmenleri Kurumu (NSTA, 1982), Amerika Fen Bilimleri Geliştirme Kurumu (AAAS, 1993) ve Ulusal Araştırma Kuruluşu (NRC, 1996) öğrencilerin bilimin doğasını anlamalarının önemini vurgulamışlardır.

Ülkemizde de 2004–2005 öğretim yılından itibaren uygulanmaya başlayan yeni program, Fen ve Teknoloji dersinin vizyonunu “öğrencilerin fen ve teknoloji okur-yazarı olarak yetişmesi” olarak belirlemiştir. Fen ve teknoloji okur-yazarı olan bireyin, bilimsel kavram ve kuramların temel bilgisi yanında, bilimin doğasını, bilimsel süreçleri, bilim-teknoloji-toplum-çevre arasındaki etkileşimleri anlaması, bilimsel tutum ve değerlere sahip olması beklenir. Bilimin doğası ve bilimsel araştırma hakkında öğretim ise bilim okur-yazarlığını geliştirmede fen eğitiminin temel amaçlarından (AAAS, 1993; NRC, 2000). Genel olarak, bilimin doğasını anlama; bilimsel sürecin doğasını, bilimsel araştırma metodlarını bilmeyi ve bilimsel dünya görüşüne sahip olmayı gerektirir (AAAS, 1989).

Öğrencilerin bilimsel araştırma yapabilmesinin yanında bilimsel sürecin özelliklerini günümüz anlayışına uygun olarak anlamaları çok önemlidir (Millar, 1996). Hatta, fen eğitiminde bilimin doğasını anlamak “mutlak ihtiyaç” olarak görülmektedir (Doğan, 2009, s.7). Driver ve diğerlerine (1996, s.136) göre, bilimsel bilginin doğasını anlamak, öğrencilerin okulda bilimi daha başarılı bir şekilde öğrenmelerini ve günlük yaşamda bu bilgiyi kullanmalarını sağlar. Bilimin doğası hakkında öğretim, öğrencilerin bilimi bir insan aktivitesi olarak düşünüp bilimsel bilginin oluşturulmasında sosyal, kurumsal ve politik faktörlerin de etkili olabildiğini anlamalarına yardımcı olur.

Öğretmenlerin Bilim Anlayışı ve Fen Eğitimi

Son 20 yılda tüm gelişmiş ülkelerde, öğretmen ve öğrencilerin bilimi bilimsel bilgiyi nasıl yorumladıkları konusuna büyük önem verilmiş ve bu konuda çok sayıda araştırma yapılmıştır. Yapılan araştırmalar, öğrencilerin ve öğretmenlerin bilimin doğasını yorumlamada günümüz bilim anlayışından oldukça farklı görüşlere sahip olduğunu ortaya çıkarmıştır. Bilimsel süreçte, bilim adamlarının bilimsel metodları kullanarak objektif bir şekilde kesin gerçekleri ortaya çıkardıkları düşünülmektedir (Hanuscin ve diğerleri, 2006). Daha da önemlisi, araştırmalara göre öğretmenlerin sahip olduğu bilim görüşü onların sınıflarında kullandıkları öğretim yöntemlerini ve uygulamalarını etkilemekte ve yönlendirmektedir (Brickhouse, 1990; Driver ve diğerleri, 1996).

Fen eğitimi alanında yapılan reform hareketlerinde öğretmen ve öğrencilerin bilimin doğası hakkındaki anlamalarını geliştirme gerekliliğinin vurgulanmasının temel nedeni, öğretmenin öğretme şeklini büyük ölçüde iki önemli faktörün etkilediğinin düşünülmesidir. Birincisi, öğretmenin öğrettiği konunun doğasını nasıl algıladığı, ikincisi ise öğretmenin öğrenmenin doğasını nasıl algıladığıdır (Harlen, 1996). Öğretmenler fen derslerinde bilimsel bilgileri öğrettiklerine göre, öğretmen tarafından bilimsel bilgi ve bilimsel aktivitenin nasıl algılandığı onun öğretme şeklini etkilemektedir. Bu nedenle, öğretmenlerin bilimsel bilgiyi nasıl algıladıklarının ortaya çıkarılıp günümüz düşüncesiyle geçerli olan bilim anlayışı ve görüşünün kazandırılması etkili fen eğitimi açısından çok önemlidir.

Öğretmenlerin bilimin doğası konusunu fen derslerinde öğretilmeleri kolay değildir. Bunun nedeni, okullardaki fen eğitiminin gerçek bilime çok az benzerlik göstermesidir. Öğretmenlerin bilim hakkındaki düşünceleri, kendilerinin de yıllarca davranışçı yaklaşıma

dayalı bir eğitim sürecinden geçmelerinin bir sonucu olarak genelde günümüzdeki bilim görüşünden farklıdır. Yıllarca fen programları, anlamayı geliştirmek yerine bilimsel gerçeklerin öğrencilere aktarılmasını vurgulamıştır. Böyle bir fen eğitimi, bilimin doğası anlayışını öğrencilere kazandırmaktan çok onların genelde bilimsel kavram ve ilkeleri ezberlemelerini teşvik etmiştir. Bunun sonucunda bilim;

- Objektif,
- Evrensel,
- Gözlem ve deneye dayalı,
- Kesin gerçekleri ortaya çıkaran,
- Olayları doğrulayan/kanıtlayan,
- Tanımlanmış ve tek bir konu alanına sahip,
- Kendine özgü metotları olan,
- Sosyal ve kültürel değerlerden bağımsız/etkilenmeyen,
- Önyargıdan bağımsız olarak algılanır.

Okullarda bilimsel gerçeklere dayalı fen öğretimi, öğretmenlerin sahip olduğu bilim anlayışının okullarda ki öğrenme yaşantıları üzerine etkisini göstermektedir. Öğretmenler yukarıda belirtilen niteliklere uygun pozitivist bilim anlayışına sahiptirler ve bu anlayışa uygun bir fen eğitimi gerçekleştirme eğilimindedirler. Doğal olarak öğrencilerde böyle bir bilim anlayışına sahip bireyler olarak yetişmektedirler.

Çağdaş Bilim Anlayışı ve Fen Eğitimi

Günümüz fen eğitiminin amacı, öğrencilere sadece bilimsel bilgi ve ilkeleri aktarmak değil mümkün olduğunca sınıf ve laboratuvarlarda öğrencilerin bilimsel bilgiyi kullanarak tartışma, yorum yapma ve bilgi üretmelerine yardımcı olmaktır. Fen eğitimiyle, öğrencilerden düşüncelerini test ederek anlamalarını geliştirmeleri hedeflenir. Bilimsel aktivite sürecinde, düşünceler kabul edilmek yerine, araştırılır ve alternatif görüşler kanıtları desteklemeleri bakımından test edilir. Fen derslerinde böyle sınıf aktiviteleri gerçekleştirildiğinde, öğrencilerin bilimi günümüz anlayışıyla uyumlu olarak aşağıda belirtildiği gibi algılamaları muhtemeldir (Driver ve diğerleri, 1996; Harlen, 1996):

- Bilim, fiziksel dünyayı anlamak için yapılan bir insan emeği/çabasıdır.
- Bilim, her zaman daha fazla kanıtla test edilmeye açık olan, kesin olmayan bilgiyi üretir.

- Bilim, araştırmalarda çok çeşitli metotlardan yararlanır. Bilim yapmak için evrensel olarak adım adım izlenecek tek bir bilimsel metot ya da tek bir yol yoktur. Hiçbir bilimsel metot bir dizi matematiksel prosedür veya bir dizi kurallar izlemez.

- Bilim tümüyle gözlem ve deneye dayalı değildir. Bu nedenle fen bilimlerine ‘deneysel bilimler’ demek doğru değildir ya da yanıltıcı olabilir. Fen bilimleri kuramsal düşünme yöntemleri ve kuramsal yapılar yardımıyla da bilime önemli katkılar sağlar.

- Bilim sonuçları çoğunlukla sosyal kabul edilebilirliğe bağı olan sosyal bir aktivitedir.

- Bilim, değerlerle kısıtlanır. Bilim adamları, kişisel tutumlara, değerlere, görüşlere, düşünelere ve yargılara sahiptir.

- Bilim adamının yaratıcılık ve hayal gücü bilimin gelişmesinde oldukça önemli rol oynar.

- Bilim adamları, sosyal, kültürel, tarihsel ve politik bir çevre içinde çalışırlar. Bu çevre, onların hangi metotları kullanabileceğini, hangi soruları sorabileceğini ve onların ne kadar destekleneceğini etkileyebilir.

- Bilimsel teoriler de kanunlar kadar önemlidir. Teoriler kanunlara dönüşmezler.

- Yanlılığı gösterile bile, bilimsel teoriler birkaç kötü sonuçtan sonra terk edilmez. Bir teori bilimsel olmak için kanıtla desteklenmek zorunda değildir.

Bilimsel Bilginin Değişebilirliği

Bilimsel bilgi, bilim adamları tarafından keşfedilmez, çalışmaları sonucu ortaya konur. Bilim adamı merak ettiği, araştırdığı olgu ya da olayları yorumlayarak onlara bir anlam vermeye çalışır. Bu nedenle, bilimin ileri sürdüğü bilimsel doğruların hiçbiri kesin, değişmez, mutlak doğrudur değildir.

Bilimde doğru olarak vurgulanarak ortaya konan doğrular kesin doğru değil varsayımsal doğrudur. Daha açık bir ifadeyle, yanlış olduğu henüz gösterilememiş, yanlılığı kanıtlanamamış doğrudur. Bu bağlamda, bilimin en önemli özelliğı sürekliliğı olan bir araştırma süreci olup sürekli değişime açık olmasıdır. Aslında değişmeyen tek şey değişimdir. Bu konuda MÖ. 500’lü yıllarda yaşamış Akdenizli Herakleitos’un sözü oldukça anlamlıdır: “Aynı nehirde iki defa girip yıkanmak olanaksızdır”.

Bilimsel Bilginin Objektifliği

Bilim insan ürünü olduğu için bilimsel bilginin mutlak anlamda objektif bilgi olması mümkün değildir. Her bilim adamı bilim yaparken kendi öznel değer yargılarının,

duygularının, algılarının, dünya görüşünün, teolojik ve metafizik düşüncelerinin az ya da çok etkisinde kalarak gözlemlerini yapar ve elde ettiği verileri yorumlar. Örneğin, Copernicus'un evren modeli onun 'Tanrının evrende gökcisimlerini en mükemmel şekilde hareket ettirmesi gerekir' şeklindeki inancından kaynaklanmaktadır. Copernicus kendi düşünce ve değer yargıları yüzünden hatalı olarak gök cisimlerinin, elips şeklindeki yörüngeler yerine mükemmel daireler şeklindeki yörüngelerde hareket ettiğine inanmıştı. Özellikle toplum ve insanı konu alan sosyal bilimlerde, değer yargılarından uzaklaşmak, dolayısıyla tarafsızlığımızı korumak son derece güçtür (Merdin, 1996; Türkdoğan, 2000).

Bilimin Sosyal Yönü

Bilimi sosyal bir girişim olarak anlama, bilimin doğasını anlamamanın önemli bir parçasıdır (Driver ve diğerleri, 1996, s.14). Yüzyıllarca bilim adamları, genel olarak bilimi, fiziksel dünyanın doğrudan gözlemleri sonucu doğal olayları anlamak için yapılan objektif çabalar olarak görürken yeni nesil bilim adamları ise bilimi sosyal olarak anlamlar oluşturmak için yapılan çabalar olarak görmektedirler. Bilimsel bilgiler bilim adamları tarafından ortaya atılır, bilimsel topluluk tarafından üzerinde görüşler ifade edilir, tartışılır ve bir fikir birliği sağlandığı zaman kabul edilir. Ziman (1968; akt. Harlen, 1996, s.3), bilim konusunda düşüncelerini açıklarken 'halk bilgisi-public knowledge' deyimini kullanmıştır. Gerçeğin kendisinin sosyal uzlaşmanın bir ürünü olduğunu ileri sürmektedirler. Burada Ziman bilimin ortak çalışmanın bir ürünü olduğunu vurgulamaktadır. Bilim adamları, diğer bilim adamlarının geçmişteki ve günümüzdeki düşünceleriyle çalışmalarına başlarlar ve her biri kendi düşünceleri ile bir katkıda bulunurlar ve daha sonra bu düşünceler diğerlerine aktarılır. Diğerlerinin bu düşüncelere reaksiyonları bu yeni düşüncelerin ne kadar kabul göreceğini belirler.

Bilim tarihinde pek çok örnek vardır ki, bilim adamları o zamanki düşünceleri için bir bedel ödemek zorunda kalmışlardır. Fakat daha farklı sosyal bir çevrede, bu düşüncelere daha olumlu yaklaşılmıştır. Örneğin, Copernicus'in dünya ve gezegenlerin güneş etrafında döndüğü düşüncesi, Ptolemy'nin evren modelinden çok daha fazla gözlemlerle uyusmasına rağmen bir asır kadar kabul edilmemiştir. Bu durumu Francis Darwin'in sözü çok güzel özetlemektedir. "Bilimde krediler düşünceleri ilk önce gerçekleşen kişiye değil, dünyayı ikna eden kişiye gider." Sonuç olarak, bilim tarihinde sosyal ve kültürel değerlerin bilimsel süreci etkilediği örnekleriyle karşımıza çıkmaktadır.

Bilimsel Metotların Çeşitliliği

Bilimin doğası konusunda yaygın yanılgılardan bir tanesi de bütün bilimsel araştırmalarda kullanılan standart tek bir 'bilimsel metot' olduğunun düşünülmesidir. Oysa, bilim dünyası birbirinden çok farklı olan çok çeşitli aktiviteleri kapsar. Ortak yönleri olmasına rağmen, her disiplin kendine özgü belli özelliklere sahiptir; ekoloji, arkeoloji, zooloji, botanik, biyo-teknoloji, gök bilimi (astronomi), kozmoloji gibi. Her disiplinin kullandığı metotlar, tarihi gelişimleri birbirinden farklıdır. Wittgenstein (1953, s.66), disiplinleri 'aile benzerliği' yani ailedeki bireyler olarak düşünmüştür. Güncel bir örnek

olarak oyunları düşünün. Her farklı oyun farklı kurallara sahiptir ve her oyun farklı sayıda oyuncular, farklı süreler gerektirir. Fakat hepimiz herhangi bir oyun gördüğümüzde onun oyun olduğunu bilmekteyiz. Fakat bütün oyunların tanımlayıcı özelliklerini aynı anda aynı şekilde ifade etmek zordur.

Fen derslerindeki deneysel çalışma ve araştırmalar için tek bir format, rehber ya da tanım üzerine odaklanıp bunu öğretmeye çalışmak doğru bir yaklaşım değildir. Bilim yapmak için izlenecek tek değil, pek çok metot ve yol vardır. Farklı bilim dalları farklı şekillerde bilimsel çalışmaları yürütürler. Bir kimyacı laboratuvarında farklı değişkenleri kontrol ederek, arkeologlar buldukları eski kalıntıları inceleyerek, psikologlar insan davranışlarını gözlemleyerek, yer bilimciler kayaları inceleyerek, gökbilimciler ise uzayı ve yıldızları gözlemleyerek çalışmalarını sürdürürler.

Bilimde Yaratıcılık ve Hayal Gücünün Rolü

Bilim adamları tarafından ortaya konan bilimsel bilgiler bütünüyle gözlem ve deneye dayalı değildir. Bilimsel olarak açıklanmaya çalışılan bir takım kavram ve olgular, insanın kendi sahip olduğu duyu organlarıyla belirlenmesi mümkün olmamaktadır. Bu durum, bilim adamları tarafından hayal gücünün de kullanılmasını gerektirmektedir. Bilim adamları bazen elde ettikleri mevcut verilere dayanarak kendi yaratıcılık ve hayal güçlerini de kullanarak, bir olguyla ilgili bilgiler arasındaki ilişkileri, yani yeni bilimsel bilgileri bize sunarlar. Örneğin, bilim adamları geçmişte farklı atom modelleri ileri sürerken yaratıcılık ve hayal güçlerinden de yararlanarak modelleri oluşturmuşlardır. Bilimin hızlı gelişmesi için bu gereklidir. Ünlü Fizikçi Richard P. Feynman'ın bu konudaki sözleri oldukça ilginçtir. "...bize gerekli olan şey hayal gücüdür; ama korkunç bir deli gömleği giydirilmiş hayal gücü. Dünyaya yepyeni bir bakış açısı bulmamız gerek ve bu bakış açısı bilinen her şeyle uyumlu olmalı...". Kısaca, bilim adamları yeni teoriler ortaya koyarken ya da mevcut teorileri geliştirirken bu süreçte yaratıcılık ve hayal gücü önemli rol oynar.

Bilimsel Teori ve Kanunların Yapısı

Bilimsel teori ve kanunların yapısı ve aralarındaki ilişkinin bilimin özüne uygun olarak anlaşılması, bilimin doğasını anlamamızın önemli noktalarından birini oluşturur. Öğretmen ve öğrenciler yaygın olarak teorilerin ispatlanarak kanuna dönüştüğünü ve be nedenle kanunların teorilerden daha yüksek bir değere sahip olduğu düşünmektedirler (Lederman, 1998). Oysa ki, teoriler ve kanunlar farklı bilimsel bilgileri temsil ederler. Teoriler, doğada gerçekleşen olaylara açıklama getirmeye çalışırken, kanunlar ise doğada gerçekleşen olayların tanımlamaları ya da tarifinden ibarettir. Teoriler ispatlanarak asla kanunlara dönüşmezler. Teoriler gibi kanunlar da her zaman değişime açıktır. Kanunlar, teorilere göre daha yüksek bir değer ya da statüye de sahip değildirler (McComas, 1998).

Bilimde Gözlem ve Çıkarımın Yeri

Bilim adamları, gözlem sonuçlarına dayalı olarak gözlenen olgu veya durumla

ilgili mantıksal yorum (çıkarım) yaparlar ve modeller oluştururlar. Çıkarımlar doğrudan gözlemler değildir (Scarnati, 1993, s.24). Örneğin, dünyanın güneş etrafında döndüğü yörüngeyi hiç kimse görmüş değildir, fakat varlığını hepimiz kabul etmekteyiz. Bunun nedeni, şu an bilim adamlarının ellerindeki mevcut tüm verilerle uyumlu olmasından kaynaklanmaktadır. Kısaca, çıkarımlar bilimsel sürecin ayrılmaz bir parçasını oluşturur.

Çağdaş bilim anlayışı konusunda yukarıda vurgulanan hususların haricinde, Popper'in "yanlışlanabilirlik" ilkesi de önemli bir yere sahiptir.

Yanlışlanabilir Olarak Bilim (Science As Falsifiable)

Yirminci yüzyılın ikinci yarısında pozitivist bilim anlayışına önemli eleştirilerden biri de Popper tarafından yapılmıştır. Pozitivist bilim anlayışının temelini oluşturan "doğrulama" (verification) ilkesine karşılık Popper "yanlışlanabilirlik" ilkesini ileri sürerek bilimi farklı bir açıdan yorumlamıştır. Pozitivist anlayışa göre, gözlem ve deney yoluyla doğruluğu gösterilen teoriler (kuramlar) bilimseldir. Popper'e göre ise, bir teorisin bilimsel olabilmesi için "yanlışlanabilir" olması gerekir. Burada prensip olarak, bir teorisin bilimsel olma niteliği kazanabilmesi için bir olgu tarafından yanlışlamaya açık olması Popper'in deyimiyile 'potansiyel olarak yanlışlanabilir olması' vurgulanmaktadır. Ona göre, bilimin özelliği doğrulanabilir değil yanlışlanabilir olmalıdır (Merdin, 1996, s.44).

Popper'in yanlışlanabilirlik ilkesi basit bir mantıksal çıkarıma dayanır. Bir önermeyi deneylerle doğrulayamayız. Bunun için sonsuz sayıda deney yapmamız gerekir. Önermemizi deneylerle ne kadar doğruladığımızı iddia edersek edelim, bu hiçbir zaman önermenin kanıtlandığı anlamına gelmez. Çünkü, önermeyi yanlışlayacak bir olguyla karşılaşma ihtimali her zaman vardır. Sonsuz sayıda deney yapamayacağımıza göre tümevarım geçersizdir (Kutluer, 1985 akt. Türkdoğan, 2000).

Popper'e göre, bilim yanlışlamalarla ilerler. Teoriler, gözlem ve deney yoluyla acımasız ve merhametsiz şekilde test edilmeli ve bu testlere karşı koymada başarısız kalan teoriler elenerek yerlerine daha spekülatif varsayımlar konulmalıdır. Böylece, en güçlü teoriler ayakta kalır. Bir teorisin doğru olduğu hiçbir şekilde ileri sürülmezken, daha güçlü olduğu, önceki teoriden daha iyi olduğu ileri sürülebilir (Chalmers, 1997). Popper'in anlayışında doğrulama, pozitivist anlayışta olduğu gibi geleneksel anlamda doğrulama değil, "yanlışlama çabalarının başarısızlığa uğraması" anlamındadır (Türkdoğan, 2000, s.140). Başarısızlığa uğrayan yanlışlama çabaları, yeni teorilerin gelişmesine katkıda bulunur. Bu durum tümdengelimsel bir süreçtir. Bir kuramı yanlışladığımız zaman aslında yeni bir buluşta bulunuruz. Bu durum bizi bir taraftan doğruya yakınlaştırırken diğer taraftan bilimin daha hızlı gelişmesine katkıda bulunur. Popper'e göre, insan davranışını açıklamak için kullanılan psiko-analitik teoriler ise bu nitelikten yoksundur. Çünkü önerilen herhangi bir test pozitif bir sonuçla sonuçlanmaktadır. Popper, Adler veya Freud'un herhangi bir insan davranışını kendi seçtikleri teorilerle açıkladıklarını belirterek şöyle eleştirmiştir.

‘İki teori tarafından yorumlanamayan herhangi bir insan davranışı düşünemiyorum.

Her zaman bu teorilerle uyumlu ve her zaman bu teoriler tarafından doğrulanmıştır. Bu durumu arzulayanların teorilerin lehindeki bu güçlü tartışmaları aslında onların zayıflığını göstermektedir' (Popper, 1988; akt. Harlen, 1996).

Freud ve Adler, gözlenen insan davranışlarıyla ilgili her şeyi kuramlarıyla açıklamışlardır. Dünya bu kuramların doğrulamalarıyla doludur (Güzel, 1998). Popper, her şeyi açıklama kaygılarıyla, hiçbir şeyi açıklayamadıkları imajına neden olan pek çok sosyal, psikolojik teori olduğunu belirterek, bunu kanıtla aksini göstermenin veya çürütmenin mümkün olduğu Einstein'ın Genel Görelilik Teorisi'yle karşılaştırmıştır (Chalmers, 1997, s.87). Einstein'ın Teorisi ışığın büyük gök cisimlerinin veya yıldızların yanından geçerken sapması gerektiğini belirtmiştir. Bu sapmalar bulunursa teori desteklenecekti fakat bulunamazsa kanıtlar teoriyi çürütecekti. 1919 yılındaki gözlem ve ölçümler sonucunda ışığın saptığı belirlendi. Fakat, Popper'in kastettiği, kuramın doğrulanması değil, ortaya konuş şekliyle ilgiliydi. Bir ölçümle Einstein'ın kuramı reddedilebilirdi. Adler ve Freud ise kuramlarıyla olaylar arasında kolaylıkla bağlantı kurup açıklama getirirken, hangi durumlarda kuramlarını yanlışlayacaklarını ve reddeceklerini açıkça ortaya koymuyorlardı. Einstein ise hangi olgular teorimi yanlışlar diye düşünmüştü (Türkdoğan, 2000, s.134). Popper, Einstein'ın Genel Görelilik Teorisi'nin hem lehinde hem de aleyhinde kanıtlar bulunabileceğini belirtmiştir. Yani iki şekilde kanıt bulmak mümkündür. Bu bilimsel bir teorinin karakteristiğidir, hem test edilebilir hem de kanıtla ret edilebilir. Böylece, teoriler daha fazla eleştirilip geliştirilebilir. Bu konuda ünlü İtalyan fizikçi Enrico Fermi'nin ünlü sözünü hatırlamak yararlı olacaktır. "Bir tahminin deneyle doğruluğunu göstermek sadece bir ölçümdür fakat bir tahminin bir deneyle yanlışlığını göstermek ise bir keşiftir".

Popper'e göre, bir teori bilimsel olmak için kanıtla desteklenmek zorunda değildir. Bu nedenle Newton'un Teorisi çürütülmesine rağmen Einstein'ın Teorisi başarılı olmasına rağmen bilimsel olarak kalır. Çünkü bilimsel aktivitenin temelini, mevcut bilimsel bilgilerle uyumlu olan fakat daha fazla bilgiyle reddedilebilmesi ya da yanlışlanması mümkün olan teori geliştirme süreci oluşturmaktadır. Bütün teoriler (kuramlar) varsayımdır; tümü yıkılabilir. Bilimsel bir kuram asla kesinlikle kabul edilmiş olarak görülmemelidir. Bilim varsayımlardan oluşur (Güzel,1998).

Fen eğitimi açısından, çocukların ortaya attıkları fikir ve düşünceler, eğer test edilebilir ve çürütülebilirse, bilimsel olabilir. Bu düşünceler sık olarak kanıtla çürütülür fakat bu durum onları daha az bilimsel yapmaz (Harlen, 1996). Fen eğitimi de bilim hakkında öğrenmeyi, bilimsel gerçekleri öğrenmeyi değil; bilimi öğrenmeyi, bilim yapmayı sağlamalıdır. Popper'in düşünceleri doğrultusunda, öğretmenlerin fen derslerinde "kesin bilgi", "bilim adamlarının keşfettiği bilgi", "kanıtlanmış bilgi", "mutlak bilgi", "gerçek", "değişmez yasa", "ispat edildi" gibi daha çok pozitivist bilim anlayışına uygun ifadeler yerine "güvenilir bilgi", "test edilmiş bilgi", "varsayımsal doğru", "...olduğu kabul edilir", "test edildi" gibi her seferinde yanlışlamaya açık olan ifadeler kullanmaları daha uygundur. Bu konuda, Hawking (1988, s.10) deneylerin sonuçları, bazı teorilerle ne kadar çok uyuşursa uyuşsun, gelecek sefer sonucun teori ile uyuşup uyuşmayacağı konusunda asla emin olunamayacağını ve teorinin tahminleriyle çelişen tek bir gözlemlerle bile teorinin

çürütülebileceğini belirtmektedir. Artık ‘bütün kargalar siyahtır’ ya da Popper’in verdiği örnek olan ‘bütün kuğular beyazdır’ gibi ifadeler yerine ‘bütün kargalar belki siyahtır’, ‘bütün kuğular belki (muhtemelen) beyazdır’ denebilir. Çünkü bir gün beyaz karga ya da siyah kuğu ile karşılaşma olasılığı kesinlikle yoktur diyemeyiz.

Bilimin Doğasının Öğretimi

Fen eğitiminde son reformlar öğrencilerin çağdaş bilim anlayışına sahip olmalarının önemini vurgulamıştır (Lederman, 2004). Öğretmenler fen derslerinde bilimsel bilgiyi aktarmanın yanında bilimin doğası konusunda öğrencileri bilinçlendirme, bilimsel bilginin nasıl oluşturulduğu ve geliştiği konusunda bir anlayış kazandırma sorumluluğu taşımaktadırlar (Crowther ve diğerleri, 2005). Günümüzde okullarda fen eğitimi yaygın olarak bilimsel gerçekleri öğrencilere aktarmaya yönelik olarak verilmekte, bilimin sadece ampirik (deneysel) doğasına odaklanılmakta ve öğrencileri bilimin doğası konusunda aydınlatmamaktadır. Bilimsel bilgi, objektif, kişisel ve sosyal değerlerden bağımsız olarak sunulmaktadır. Bu durum, günümüzdeki bilim anlayışıyla çelişmektedir (NRC, 2000).

Sınıflar, öğretmen tarafından bilimsel gerçeklerin aktarıldığı bir ortam değil, öğrencilerin hem kendi aralarında hem de öğretmenleriyle mümkün olan en üst seviyedeki etkileşimleri sonucu (sosyal yapılandırıcılık) öğrenmenin gerçekleştiği ve öğrencilerin bilgi üretmek için çaba harcadıkları bir yer (bilim ortamı) olmalıdır. Geleneksel anlayışta bilgi öğrencinin zihninde depolanması için verilir. Bilim adamlarının yaptığı gibi, öğrencilerin de bilgilerini ve yaratıcılıklarını kullanarak yeni düşünce ve bilgiler üretmesi beklenmez. Oysa, öğrenciler öğrendikleri bilgiler arasında bağlantılar kurabilmeli ve günlük yaşamda bu bilgilerini farklı şekillerde kullanabilmelidirler. Sadece konuyla ilgili bilimsel içeriğin değil bilimsel sürecin doğasının öğrenciler tarafından anlaşılması önemlidir.

Bilimin doğasının öğretiminde üzerinde durulacak temel konular konusunda fen eğitimcileri arasında bazı farklılıklar olmakla birlikte, en yaygın olarak aşağıdaki nitelikler vurgulanmaktadır.

- Bilimsel bilginin değişebilirliği,
- Bilimsel teori ve yasaların bilime katkısı ve aralarındaki farkın anlaşılması,
- Bilimsel bilginin büyük oranda doğal dünyanın gözlemlerinden elde edildiği,
- Bilimsel bilginin kısmen insanın hayal gücü ve yaratıcılığının ürünü olduğu,
- Bilimsel bilginin sosyal ve kültürel değerlerden etkilendiği veya onları etkileyebildiği,
- Bilimsel bilginin gözlem ve çıkarımlara (sonuçlamalara) dayalı olduğu ve
- Bilimsel bilginin subjektifliği (Abd-El-Khalick ve diğerleri, 1998).

Bilimin doğasının öğrencilere öğretiminde, bilimsel bilginin temel özellikleri

öğrencilere aktarılabilecek bir dizi maddeler olarak görülmemelidir. Öğrencilerin bilimsel bilginin özelliklerini anlayabilmeleri için doğrudan maddeler halinde bilimsel bilginin niteliklerini aktarmak yerine onların bunları tartışarak yorumlamaları için fırsatlar sunulmalıdır (Wheeler-Toppen, 2004).

Yapılan araştırmalar, bilimin doğası konusu açık-doğrudan öğretildiğinde öğrencilerin daha iyi anladıklarını ve daha başarılı olduklarını göstermektedir. Öğrencilere araştırma yaptırılması, örnekler verilmesi, bilimin doğası hakkında görüşlerinin alınması bilimin doğasını öğrenmede daha yararlı ve etkili olmuştur (Akerson ve diğerleri, 2006; Schwartz ve diğerleri, 2004).

Bilimin doğası konusunun açık-doğrudan öğretimi ile ilgili olarak, Abd-El-Khalick (2001) fizik derslerinde, Schwartz ve diğerleri (2007) biyoloji derslerinde öğretmen adayları ile yaptıkları çalışmalarda çağdaş bilim anlayışı kazandırmada başarılı sonuçlar elde etmişlerdir. Aynı şekilde, Lederman ve Lederman (2004, s.527) öğretmen ve öğrencilerle yürüttükleri proje kapsamında olumlu sonuçlar elde etmişler ve bilimin doğasının etkili öğretiminde öğretmenlerin bilgisinin ve niyetinin önemli rol oynadığını belirlemişlerdir.

Crowther ve diğerlerine (2005) göre, bilimin doğası fen konularının bir parçasını oluşturmalı, açık ve anlaşılır bir şekilde öğrencilere öğretilmelidir. Bilimsel bilginin sabit olmadığı, yeni bilgi ve kuramlar ortaya kondukça zaman içinde bilimsel bilginin nasıl ve niçin değiştiği örneklerle öğrencilere aktarılmalıdır. Bilimsel bilginin oluşum sürecini, tarihsel gelişimini bilmek öğrencilerin bilimin doğasını anlamalarına önemli katkı sağlayabilir. Örneğin, maddenin yıllarca üç hali olduğu düşünüldüğü fakat şimdi plazma olarak adlandırılan dördüncü halinin olduğu kabul edilmektedir. Günümüzde kullanılan atom teorisini aktarmak yerine daha önce bilim adamları tarafından ortaya atılan atom teorileri de öğrencilere bahsedilmelidir. Her bir teorinin niçin diğerinin yerini aldığı üzerinde durulmalıdır. Böylece öğrenciler sadece son atom teorisini ezberlemek yerine, bunun bir süreç sonunda nasıl gerçekleştiğini kavrarlar.

Bilimsel araştırmaya yönelik etkinlikler ve bu etkinliklerde öğretmenin etkili rehberliği, öğrencilerin bilimin doğasını anlamalarına önemli katkılar yapabilir (NRC, 2000; Lederman, 2007). Bilimin en temel özelliği, yapılan gözlemlere ve eldeki mevcut bilimsel verilere dayalı olarak açıklamalar ortaya koymasıdır. Bu nedenle, bilimin doğasının en temel özelliği bilimsel bilginin değişebilirliğidir. Yeni veriler elde edildikçe, yeni açıklamalar ortaya çıkacaktır. Öğrencilerin bunu anlamasına yardımcı olmak için ilköğretim fen derslerinde, çeşitli aktiviteler yapılabilir. Herhangi bir fen konusuyla ilgili sorular sorularak öğrencilerin düşünmeleri için fırsatlar oluşturulmalıdır. Öğrenciler gözlemler yapmalı ve gözlemlerini kaydetmelidirler. Daha sonra gözlem sonuçları hakkında yorumlarını birbirlerine ifade etmeleri istenmelidir. Muhtemelen farklı öğrenciler ya da farklı öğrenci grupları değişik yorumlar yapacaklardır. Gözlem sonuçlarına göre ortaya atılan farklı yorumların nedenleri ve farklı yorumlarla ilgili ne düşündükleri konusunda kendi aralarında tartışmalıdırlar. Öğretmen de bu süreçte bir rehber olarak tartışmaları daha da yararlı olacak şekilde yönlendirmenin yanında, bilim adamlarının da aynı konuda aynı

verilere dayalı olarak farklı yorumlar yaptıkları, farklı sonuçlara ulaştıkları belirtmelidir. Öğrencilerin sorularını doğrudan yanıtlamak yerine verilere dayalı olarak öğrencilerin daha mantıklı sonuçlara ulaşmasına yardım etmelidir. Bilim adamlarının da aynı konudaki farklı görüşlerinin bu şekilde değerlendirilebileceği bahsedilmelidir.

Öğrencilerin bilimin doğasını anlamalarına ve bilimi daha çok sevmelerine yardımcı olmak için fen derslerinde gözlem ve deney süreçleri boyunca fikir ve düşüncelerini paylaşmak, hipotezlerini test etmek, sonuçları gözlem ve deneyimleriyle ve diğer öğrencilerin düşünceleriyle karşılaştırmak ve farklılıklar üzerine tartışmak için fırsatlar verilmelidir.

TARTIŞMA ve SONUÇ

Modernizm ve akılcılığa tepki olarak gelişen postmodern paradigmlar bilginin doğasına ilişkin yeni bir epistemolojinin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Postmodern anlayışta bilginin keşfi yerine, yorumu söz konusudur ve mutlak bilginin yokluğu kabul edilmektedir. Böyle bir anlayışta bilimsel bilginin öğrenciye evrenin değişmez yasaları gibi ezberletilmesinin bir anlamı yoktur. Tüm gelişmiş toplumlarda programlar, bilgi aktarmak yerine bilgi edinme yollarının öğrencilere kazandırılmasını amaçlamaktadır. Bundan dolayı okulun asıl işlevi ‘çok şey öğretmek değil, kişinin öğrenme kapasitesini geliştirmek’ olmalıdır (Özden, 2002, s.66).

Pozitivist bilim anlayışına dayalı bir fen eğitiminde, baskın olan anlayış ya da öğretim, yeni nesil tarafından geçmişin bilgeliğinin kabul edilmesi şeklinde olacaktır. Günümüzde ise fen öğretimi öğrencilerin kabul edilen bilimsel prensiplere karşı düşüncelerini test ederek, anlamayı geliştirme sürecinin içine kendilerinin dahil edilmesini gerektirir. Öğrencilerin çok konuyu yüzeysel olarak öğrenmeleri yerine, az konuyu anlamlı olarak öğrenmeleri önemlidir. Öğrencinin bilgiyi sadece ezberlemesi yerine, bilgiyi anlaması, yorumlaması ve daha sonra bu bilgiyi bir problemi ortaya koymada ya da bir problemle ilgili çözüm önerileri üretmede kullanabilmesidir.

Genel olarak hem öğretmen adayları hem de okullardaki öğretmenler geçmişte bilimin doğası konusunda bir eğitim almadıklarından geleneksel ve öğretmen merkezli bir eğitim süreci içinde yetiştiklerinden, onların bu önceki deneyimleri bilimin doğasına uygun öğretim yapmalarına engel oluşturmaktadır (Schwartz ve diğerleri, 2007). Bunun yanında, öğretmenin sadece bilimin doğası konusunu bilmesi sınıfta öğrencilere bu konuyu başarılı bir şekilde öğretilebileceği anlamına gelmemektedir. Öğretmenlerin fen konuları içinde bilimin doğasının öğretiminin nasıl yapılacağı ile ilgili pedagojik bilgiye de sahip olmaları gerekmektedir (Brickhouse ve diğerleri, 2000; Hanuscin ve diğerleri, 2006). En başarılı öğretmenlerin bile öğrencilere bilim anlayışı kazandırmak için uygun sınıf ortamları oluşturmada zorluklar yaşadığı bilinmektedir (Minstrell ve van Zee, 2000).

Ülkemizde öğretmenlerin eğitimleri süresince bilimin doğası ile ilgili konulara çok az değinildiğinden, onlardan bilimin doğası konularına fen derslerinde değinmelerini ve bu düşünceleri açıkça öğretmek için uygun stratejileri bulmalarını beklemek iyimserlik olacaktır. Bu durumu düzeltmek için öğretmen yetiştirme programlarındaki bilim derslerinde sürekli olarak bilimin doğası konularına değinilmeli, öğrencilerin bilim konusundaki görüşlerine alternatifler sunulmalı ve bunlar çeşitli öğretim aktiviteleriyle desteklenmelidir (Akerson ve diğerleri, 2006; Schwarthz ve diğerleri, 2007). Schwarthz ve diğerleri (2007, s.23), öğretmenlerin bilimin doğasını, fen okur-yazarlığının ve fen programının ayrılmaz bir parçası olarak düşünmelerinin yanında, asıl öğrencileri bilim öğrenmeye karşı motive etmede gerekli olduğunun bilincinde olmaları gerektiğini vurgulamaktadır.

Bilimin doğasının öğrencilere etkili ve verimli bir şekilde öğretilmesi için öncelikle öğretmen adayları bilimin doğası konusunun fen eğitiminin önemli bir parçası olduğunu anlamaları gerekmektedir. Bunun için öğretmen adaylarına lisans seviyesinde bilim öğrenirken, bilimin doğası ile ilgili çok çeşitli etkinliklerde bulunmaları için fırsatlar verilmelidir.

- Öğrencilerin düşüncelerini test etmeleri için; gözlem yapma, veri toplanma, analiz etme, çıkarımda bulunma ve yorumlamayı kapsayan etkinlikler yapılmalıdır.

- Öğrencilerin bilimsel düşünme yeteneklerinin gelişimine katkıda bulunmak için merak ettikleri konularda “Neden? Nasıl?” gibi sorularla ilginç sonuçlar veren basit gözlem ve deneyler yapmaya yöneltilmelidir.

- Her öğrenci düşüncelerinin değerli olduğunu anlamalı ve herkesin bilimle uğraşabileceğinin farkında olmalıdır.

- Öğrencilere, bilim tarihi ile ilgili bilgiler verilmelidir. Bilimsel bilginin; ilke, kuram ve kanunların nasıl oluştuğunu, nasıl bir süreçten geçtiğini, tarihsel gelişmelerini anlamalıdır.

- Öğrenciler, bilimin bugün bile tam olarak açıklayamadığı çok çeşitli soruların olduğunu bilmelidirler.

- Bilimsel bilginin onu ortaya koyan insandan bağımsız gerçekler olmadığı, bilimsel bilginin gelişiminde bilim adamlarının yaratıcılık ve hayal gücünün de önemli rol oynadığının bilincine varmalıdırlar.

Sonuç olarak, eğer bilim öğrencilere aktarılacak bir dizi gerçekler ve değişmez prosedürler olarak algılanırsa, bunun sonucunda fen eğitimi bu gerçekleri öğrencilerin üzerinde düşünmeden tartışmadan kabul etmesini ve ezberlemesini en iyi sağlayacak şekilde sunulur. Günümüzde şunu bilmekteyiz ki, öğrencilere ilk ve orta öğretim yılları boyunca öğretmenler tarafından mümkün olduğunca fazla bilimsel bilgiler aktararak, bir ülkenin çok sayıda bilim adamı yetiştirmesi ya da bilim ve teknoloji alanında gelişmesi mümkün

değildir. Fen eğitimindeki sorun bilim adamlarının çalışma yöntemleri ile okullardaki fen eğitiminin farklılığından kaynaklanmaktadır. Eğer bilim, gözlenen gerçekleri anlamlı hale getirmek için öğrenciler tarafından düşünceler üretilip test edilmesi olarak görülürse, bilimsel aktivite sürecinde gözlemler sonucu düşünceler her zaman reddetme olasılığıyla şüpheli bir şekilde kabul edilir ve deneylerle test edilir. Böylece, bir taraftan öğrenciler tarafından bilimsel sürecin doğası daha iyi anlaşılırken, diğer taraftan öğrencilerin bilimsel düşünce, yaratıcılık ve hayal gücü geliştirilerek bilgi toplumunun temelleri atılmış olur.

Günümüz çağdaş fen eğitiminin hedefi öğrencileri bilimsel süreç becerilerine sahip bilim okur-yazarı bireyler olarak yetiştirmektir. Bunu gerçekleştirmenin yolu da öğretmen ve öğrencilere bilimin doğası konusunda çağdaş bilim anlayışı kazandırmaktır. Bu nedenle, bilimin doğası konusu her öğrencinin fen eğitiminin önemli ve vazgeçilmez bir parçasıdır.

KAYNAKLAR

- 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. (2001). Embedding nature of science in preservice elementary science courses: Abandoning scientism, but... *Journal of Science Teacher Education*, 12(3), 215-233.
- Akerson, V., Morrison, J., & McDuffie, A. (2006). One course is not enough: Preservice elementary teachers' retention of improved views of nature of science, *Journal of Research in Science Teaching*, 43(2), 194-213.
- American Association for the Advancement of Science (1989). *Science for all Americans: Summary*, Washington, D.C: AAAS.
- American Association for the Advancement of Science (1993). *Benchmarks for scientific literacy*. New York: Oxford University Press.
- Brickhouse N.W. (1990). Teachers' beliefs about the nature of science and their relationship to classroom practice. *Journal of Teacher Education*, 41(3), 53-62.
- Brickhouse, N., Dagher, Z., Letts, W., & Shipman, H. (2000). Diversity of students' views about evidence, theory, and the interface between science and religion in an astronomy course. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(4), 340-362.
- Chalmers, A. (1997). *Bilim dedikleri bilimin doğası, statüsü ve yöntemleri üzerine bir değerlendirme* (Çev. Hüsametin Arslan), Ankara: Vadi Yayınları.
- Crowther, D. T., Lederman, N. G. & Lederman, J. S. (2005). Methods and strategies: understanding the true meaning of nature of science. *Science and Children*. 43(2), 50-52.
- Driver, R., Leach, J., Millar, R. & Scott, P. (1996). *Young People's Images of Science*, Open University Press, Buckingham.
- Doğan, N., Çakıroğlu, J., Bilican, K. & Çavuş, S. (2009). *Bilimin doğası ve öğretimi*. Ankara: Pegem Akademi.
- Gordon, M. (2005). *Sosyoloji sözlüğü*. Ankara: Bilim ve Sanat Yayınları.
- Güzel, C. (Der-Çev.) (1998). *Sağduyu filozofu: Popper*. Ankara: Bilimve Sanat Yayınları.

- Hanuscin, D., Akerson, V., & Phillipson-Mower, T. (2006). Integrating nature of science instruction into a physical science content course for preservice elementary teachers: NOS views of teaching assistants, *Science Education*, 90(5), 912-035.
- Harlen, W. (1996). *The teaching of science in primary schools* (2nd ed.). London: David Fulton Publishers Ltd.
- Hawking, S. W. (1988). *A brief history of time*. London: Bantam Books.
- Lederman, N. G. & Lederman, J. S. (2004). Project ICON: A professional development project to promote teachers' and students' knowledge of nature of science and scientific inquiry. In Buffler, A. & Laugksch, R. (Eds.) *Proceedings of the 12th annual conference of the Southern African Association for research in Mathematics, Science and technology education*. Durban: SAARMSTE.
- Lederman, N. G. (2007). Nature of science: Past, present, and future. Abell, S. & Lederman, N. (Eds.) *Handbook of Research on Science Education*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- McComas, W. F. (1998). The principal elements of the nature of science: Dispelling the myths. In W. F. McComas (Ed.), *The nature of science in science education: Rationales and strategies*. Netherlands: Kluwer Academic Publishers
- Merdin, S. (1996). *Tanrıya Koşan Fizik*. İstanbul: Timaş Yayınları.
- Millar R. (1996). Towards a science curriculum for public understanding, *School Science Review*, 77, 7-18.
- Minstrell, J., van Zee, E. H. (2000). *Inquiry into inquiry learning and teaching in science*. Washington, DC.: American Association for the Advancement of Science.
- National Research Council (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Research Council.
- National Research Council (2000). *Inquiry and the national science education standards: A guide for teaching and learning*. Washington, DC: National Academy Press.
- NSTA. (1982). *Science-technology-society: Science education for the 1980's*. Washington, DC: National Science Teachers Association.
- Özden, Y. ve Şimşek, H. (1998). Davranışçılıktan oluşturmacılığa: Öğrenme paradigmasının dönüşümü ve Türk eğitimi. *Bilgi ve Toplum*, 1, 71-82 .

- Özden, Y. (2002). Eğitimde yeni değerler. Eğitimde dönüşüm. Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- Scarnati, J. T. (1993). Tracks revisited. *Science and Children*, 30(6), 23-25.
- Schwartz, R.S., Akom, G., Skjold, B., Hong, H. H., Kagumba, R. & Huang, F. (2007). A change in perspective: Science education graduate students' reflections on learning about NOS. Paper presented at the international meeting of the National Association for Research in Science Teaching, New Orleans, LA. April 15-18, 2007. 22 Mart 2008 tarihinde http://homepages.wmich.edu/~rschwartz/docs/A_change_in_perspectivearst07schwartz.pdf adresinden ulaşılmıştır.
- Schwartz, R. S., Lederman, N. G., & Crawford, B. A. (2004). Developing views of nature of science in an authentic context: An explicit approach to bridging the gap between nature of science and scientific inquiry. *Science Education*, 88(4), 610-645.
- Türkdoğan, O. (2000). Bilimsel araştırma metodolojisi, İstanbul: Timaş Yayınları.
- Wheeler-Toppen, J.L. (2005). Teaching NOS Tenets: Is it time for a change? Paper presented at the Association of Science Teacher Educators (ASTE) 2005 Conference, Colorado Springs, CO. January 19-23.
- Wittgenstein, L. (1953). *Philosophical investigations*. Translated by Anscombe G. E. M., Oxford: Blackwells.