

BİLİMİN DOĞASI ÖĞRETİMİNE YÖNELİK ETKİNLİK ÖRNEĞİ

Canay Altındağ*

Canan Tunç Şahin**

Yavuz Saka***

ÖZET

Bu etkinlikle bilim insanlarının bilimsel araştırma yaparken geçtiği süreçleri ilköğretim seviyesindeki öğrencilerin yaşamalarına ve gözlemlmelerine imkân sağlanmıştır. Öğrencilerin bilimin doğası boyutlarını öğrenmeleri amaçlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Bilimsel okur-yazarlık, bilimin doğası, bilimsel süreç becerileri, bilimin doğası öğretimi, yeni bir toplum etkinliği

ABSTRACT

The purpose of this paper is to introduce a Nature of Science (NOS) activity allowing middle school level students to experience a scientific research process to solve a given problem within a social setting. This activity treats a regular classroom setting as a learning community and helps students to ascertain NOS facets in an enjoyable way.

Key words: Scientific Literacy, Nature of Science, Science process skills, Teaching Nature of Science, New society activity

GİRİŞ

Toplumdaki bireyleri bilimsel okuryazar olarak nitelendirmek için bilimin doğası hakkında yeterli anlayışa sahip olmak gerekir (McComas, 1998). Bilimsel okuryazarlık bilimin ne olduğu bilgisi, yani bilimin doğasının bilgisi olarak tanımlanmıştır (Lederman, 1998; McComas, Clough ve Almazro, 2002; Shamos, 1995). Bilimin doğasının açık bir yorumu yok gibi görünmektedir. Bilimin doğasına ilişkin farklı yorumlar sunulmuştur. Bilimin doğası ile genelde bilimin epistemolojisinin ve bir bilme yolu olarak bilimin veya bilimsel bilginin doğasında var olan değerlerin, inanışların kastedildiği ileri sürülür (Abd-el-Khalick, Bell ve Lederman, 1998). Bilimin ne olduğu üzerinde kesin bir uzlaşma olmaması nedeniyle (Bell ve Lederman, 2003) bilimin doğası farklı bakış açılarından ele alınabilir. İlgili literatüre bakıldığında bilimin doğasının başlıca boyutları şöyle sıralanabilir (Cartier, 2000; Lederman, Abd- El-Khalick, Bell ve Schwartz, 2002; McComas,1998):

- Bilim, bilmenin bir yoludur.
- Bilimsel bilginin her türü değişebilir niteliktedir.
- Bilimsel bilgi, kanıt ve gözleme dayalıdır.

- Bilim insanları, objektif insanlar değildir.
- Yaratıcılık ve hayal gücü, bilimsel bilginin üretiminde, her safhada önem taşıyan unsurlardır.
- Bilimsel bilgi, bir sosyal ve kültürel çevre içinde gelişmektedir.
- Gözlem ve çıkarım farklı şeylerdir.
- Kanunlar ve teoriler, bilimsel bilginin farklı türleri olup, bilimde farklı rollere sahiptirler.
- Hipotez, teori ve kanun arasında herhangi bir hiyerarşi yoktur.
- Bilimsel bilgi, teoriler tarafından yönlendirilir.
- Evrensel olarak kabul gören, bilim yapmak için kullanılan tek bir yol yoktur.

Bilimin yapısıyla ilgili ders kitaplarında ve medyada çok şey söylenmekte ve yazılmaktadır. Yapılan araştırmalar kitaplarda yazılan ve medyada yer alan bilgilerin bilim anlayışına yönelik çok sayıda kavram yanlışlığını içerdiğini gösterir (Abd-El-Khalick, Waters ve Le, 2008; İrez, 2008). Öğretmenlerin, öğretmen adaylarının, öğrencilerin, öğretim elemanlarının da benzer kavram yanlışları sergiledikleri görülmektedir (Abd El-Khalick, Waters ve Le, 2008; Blanco ve Niaz, 1997; İrez, 2006; McComas, 2003; Ryan ve Aikenhead, 1992; Tsai, 2006). Bu kavram yanlışlarını ortadan

*Araş. Gör. Bülent Ecevit Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü, canayaltindag@gmail.com

** Araş. Gör. Bülent Ecevit Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü, cnntnc@gmail.com

***Yrd. Doç. Dr. Bülent Ecevit Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü, sakayavuz@gmail.com

kaldırmak için Lucas ve Roth (1996) okullarda sunulan fen eğitiminin öğrencilere yaşantılarında ihtiyaç duyacakları tartışma, araştırma, düşünme ve yaratıcılık gibi becerileri kazandıracak nitelikte olması gerektiğini vurgulamaktadırlar.

Eğitimde 90'lı yılların başından bu yana devam eden uluslararası yeniden yapılanma çalışmaları fen öğretiminde en önemli hedef olarak bilimsel okuryazarlığı vurgulamaktadır (American Association for the Advancement of Science [AAAS], 1989, 1993; National Research Council, National Science Education Standards [NRC], 1996, 2000, 2002). Türk eğitim sisteminde de önemli bir yer tutan 2004 yılı yeniden yapılanma çalışmalarında fen ve teknoloji alanında öğrencilere kazandırılması hedeflenen bir nitelik olan bilimsel okuryazarlık, zorunlu eğitim alan her öğrencinin temel fen kavramlarını anlayarak bu kavramları kişisel ve toplumsal hayatlarında kullanmalarını sağlamak olarak belirlenmiştir (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2004). Bu hedefi başarmak için fen ve teknoloji öğretiminin önemli unsurları olarak yapılandırmacı yaklaşımı, alternatif ölçme ve değerlendirme yöntemlerini ve program genelinde bilimin doğasını etkili bir şekilde kapsayan fen, teknoloji, toplum ve çevre etkileşimini vurgulamaktadır (AAAS, 1989). Bu noktada Roehrig ve Luft (2006) öğretmenlerin etkili fen öğretimi için bilim doğasını anlayıp fen öğretiminde etkili bir şekilde kullanmalarının öğrencilere bilimsel okuryazarlığın kazandırılması noktasında önemli olduğunu vurgulamaktadır.

Ülkemizde ilköğretim seviyesindeki öğrencilere bilimin doğasının boyutlarını öğretmek amacıyla yapılan az sayıda çalışma vardır (Çelikdemir, 2006; Küçük, 2006; Muşlu, 2008).

Bilimin nasıl öğretilmesi gerektiği, bilimin doğasının eğitimin bir parçası olduğu uzun yıllardır üzerinde tartışılan, çeşitli programlarla uygulanan bir konudur. Çünkü bilimin doğası ile kaynaştırılmış ve etkili bir şekilde organize edilen fen dersleri, öğrencilere günlük yaşantılarında karşılaştıkları problemlerle başa çıkabilme becerileri kazandırmak için önemli bir potansiyele sahiptir (NRC, 1996, 2000)

Bu çalışmanın amacı, bilimin doğasının boyutlarını ilköğretim ikinci kademe öğrencilerine kazandırmak amacıyla tasarlanan bir etkinlik tanıtmaktır. Bu amaçla tasarlanan etkinlik bilimsel bilginin veriye dayalı olması, bilimsel bilginin değişebilirliği, gözlem ve

çıkarım arasındaki fark, bilimsel bilginin sübjektif yapısı, bilimsel bilginin üretilmesinde hayal gücü ve yaratıcılığın rolü, bilimsel bilginin sosyal ve kültürel değerlerden etkilendiğinin öğretilmesine yöneliktir.

Etkinlik MEB İlköğretim İkinci Kademe Fen ve Teknoloji Dersinin tüm öğrenme alanları/üniteleri ile ilişkilidir. Etkinlik 6., 7. ve 8. Sınıf düzeyi için “Fen-Teknoloji-Toplum-Çevre (FTTÇ)” ve “Bilimsel Süreç Becerileri (BSB)” kazanımlarından bir çoğuna hitap etmektedir. Bu kazanımlar;

FTTÇ Kazanımları

1. Bilimsel bilginin gelişiminde deney yapar, delil toplar, olaylar ve kavramlar arasında ilişki kurar, olası açıklamalar önerir ve hayal gücünün rolünü tanımlar ve örneklerle açıklar.
2. İnceledikleri doğal olaylar hakkında geçmişte ve günümüzde ortaya atılmış ve kabul görmüş olan düşünceleri ve teorileri belirler ve karşılaştırır.
3. Bilimsel bilginin, yeni kanıtlar ortaya çıkması durumunda nasıl değişip geliştiğine örnekler verir.
4. Bilimsel bilginin oluşturulmasında ve başkalarına açıklamak amacıyla sunumunda modellerden yararlanmanın yeri ve önemini bilir.
14. Farklı tarihsel ve kültürel geçmişleri olan insan topluluklarının bilimsel düşüncelerin gelişimine yaptıkları katkıları örneklerle açıklar.
34. Fen ve teknolojiye dayalı mesleklere ve bu mesleklerde çalışan kişilere (kadın ve erkek), olabildiğince kendi yakınları veya tanıdıkları arasından örnek verir.
35. Farklı kültürlerden birçok kadın ve erkeğin fen ve teknolojiye geçmişte ve günümüzde katkıda bulunduğunu ve bulunmaya devam edeceğini fark eder.

BSB Kazanımları

21. Değişkenlerin birden fazla anlama gelebileceği, sınırları tam çizilmemiş durumlarda araştırmanın amacına (hipotez) uygun değişkenleri kesin olarak ve ölçme kriteri ile birlikte tanımlar.
25. Değişik kaynaklardan yararlanarak bilgi (cevrede, sınıfta gözlem ve deney yaparak, fotoğraf, kitap, harita veya bilgi ve iletişim teknolojilerini kullanarak) toplar.
32. Gözlem ve araştırmaları ve elde ettikleri sonuçları sözlü, yazılı ve/veya görsel malzeme kullanarak uygun şekillerde sunar ve paylaşır. (MEB, 2005).

Etkinlik, bu kazanımların yer aldığı bütün konularda uygulanabilir. Bu kazanımların

yer aldığı öğrenme alanları ve ünitelere bazı örnekler aşağıda sunulmuştur.

- 6. Sınıf, Madde ve Değişim Öğrenme Alanı, Maddenin Tanecikli Yapısı Ünitesindeki 1.7. Atom kavramı ile ilgili düşüncelerin zaman içinde değiştiğini fark eder (FTTÇ-1, 2, 3, 4, 14).
- 7. Sınıf, Dünya ve Evren Öğrenme Alanı, Güneş Sistemi ve Ötesi: Uzay Bilmecesi Ünitesindeki 3.1. Eski medeniyetlerin gök biliminde nasıl veri topladıkları, kaydettikleri, bunları ne amaçla ve nasıl kullandıkları hakkında bilgi toplayarak bir görüş oluşturur ve sunar. (BSB-25, 32; FTTÇ-1, 2, 3, 34, 35)
- 8. Sınıf, Dünya ve Evren Öğrenme Alanı, Doğal Süreçler Ünitesindeki 1.1. Tarih boyunca Dünya'mızın oluşumu hakkında çeşitli görüşlerin ortaya atıldığını fark eder (FTTÇ-2, 3) (MEB, 2005).

Etkinlik Fen ve Teknoloji Öğretim Programı 6. Sınıf, Madde ve Değişim Öğrenme Alanı, Maddenin Tanecikli Yapısı Ünitesindeki “Bilimsel bilginin gelişiminde deney yapar, delil toplar, olaylar ve kavramlar arasında ilişki kurar, olası açıklamalar önerir ve hayal gücünün rolünü tanımlar ve örneklerle açıklar”, “İnceledikleri doğal olaylar hakkında geçmişte ve günümüzde ortaya atılmış ve kabul görmüş olan düşünceleri ve teorileri belirler ve karşılaştırır”, “Bilimsel bilginin, yeni kanıtlar ortaya çıkması durumunda nasıl değişip geliştiğine örnekler verir”, “Bilimsel bilginin oluşturulmasında ve başkalarına açıklamak amacıyla sunumunda modellerden yararlanmanın yeri ve önemini bilir”, “Farklı tarihsel ve kültürel geçmişleri olan insan topluluklarının bilimsel düşüncelerin gelişimine yaptıkları katkıları örneklerle açıklar” kazanımlara yöneliktir.

İlköğretim 7. Sınıf öğrencilerine uygulanan etkinlikte öğrencilere; bilimsel bilginin üretilmesinde veri toplamanın önemli bir süreç olduğu belirtilir. Böylece bilimsel bilginin veriye dayalı olma özelliği açıklanmış olur. Bilim insanlarının elde ettikleri veriler arttıkça veya değiştikçe bilim insanlarının ulaştıkları bilgilerin de değişebileceği belirtilir. Bu bilgilerin veriye dayalı olduğu için güvenilir olduğu fakat kesin olmadığı belirtilir. Bilim insanlarının aynı verilere bakıyor olmalarına rağmen bazen farklı çıkarımlar yapabilecekleri ve bu farklılığın bilim insanlarının kültürlerinden, kullandıkları yöntemlerden, eğitimlerinden, deneyimlerinden,

ön bilgilerinden veya inandıkları, araştırmalarına dayandırdıkları teorilerden kaynaklanabileceği belirtilir. Belirli bir bakış açısıyla bakarken bazen bilim insanlarının bazı verileri gözden kaçırabileceği belirtilerek, zamanla yeni verilerin elde edilmesiyle oluşturdukları bilimsel bilgilerin değişebileceği belirtilir. Bilim insanlarının bir konuyu açıklarken verilerinin yetmediği durumlarda hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullandıkları, bilimsel bilginin üretilmesinde hayal gücü ve yaratıcılığın önemli bir rolünün olduğu belirtilir.

ETKİNLİĞİN UYGULANMASI

Yeni Bir Toplum

Cavallo (2008)'dan uyarlanan bu etkinlik kendine has kuralları olan, bu kurallara göre yaşayan ve keşfedilmemiş bir toplumun bilim insanları tarafından keşfedilmesi ve bilim insanlarının bu toplum hakkında bilgi elde etme sürecini içermektedir. Toplumun kuralları şu şekildedir:

Kural 1: Toplum üyeleri kendilerinden farklı cinsiyetteki bilim insanı tarafından yöneltilen sorulara cevap verecektir.

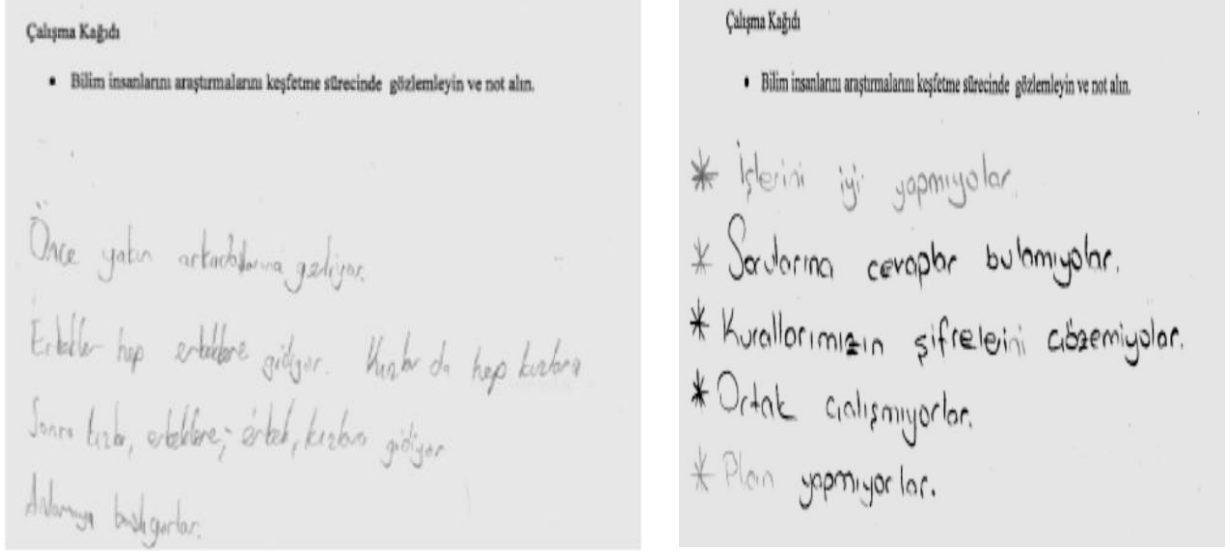
Kural 2: Eğer toplum üyelerine gülümseyerek soru sorulursa, toplum üyeleri cevap verirler, gülümsemeden soru sorulursa toplum üyeleri cevap vermezler.

Kural 3: Toplum üyeleri sorulan sorulara sadece “evet” veya “hayır” şeklinde cevap verirler.

İlk olarak, katılımcılar arasından dört kişi bilim insanı takımını oluşturmak üzere seçilerek sınıfın dışında bekletildi. Bilim insanı takımı seçilirken toplumun kurallarının göz önünde bulundurularak takımın farklı cinsiyette ve gülümseyen ve asık suratlı bilim insanlarından oluşmasına dikkat edildi. Sınıfta kalan katılımcılara keşfedilecek olan yeni toplumun üyeleri oldukları söylendi ve üyesi oldukları bu toplumun kuralları açıklandı.

Bilim insanı takımı sınıfa çağırılmadan önce toplum üyelerini oluşturacak olan katılımcılara bilim insanı takımının kuralları keşfetme süreci boyunca yapacakları aktiviteleri gözlemlemeleri ve gözlemlerini not almaları söylendi. Toplum üyeleri bilim insanlarının araştırmalarını yaparken gözlemlediler ve not aldılar. Toplum üyelerinin çalışma kâğıtlarından örnekler Şekil 1'de verilmiştir.

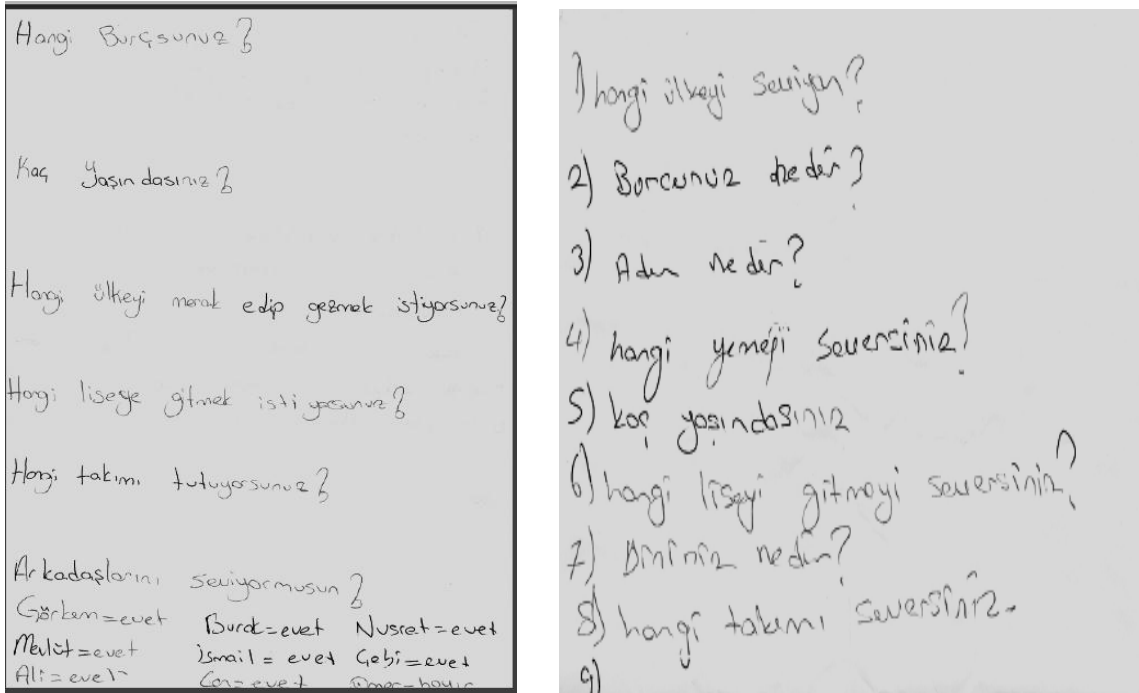
Şekil 1. Toplum üyeleri notları



Kurallar toplum üyelerini oluşturacak katılımcılar tarafından anlaşıldıktan sonra bilim insanı takımı sınıfa çağırıldı ve takım toplum üzerinde sorular yardımıyla araştırma yapmaya

başladı. Bilim insanlarının toplum üyelerine sordukları sorulardan örnekler şekil 2'de verilmiştir.

Şekil 2 Bilim insanlarının toplum üyelerine sorduğu sorulardan örnekler

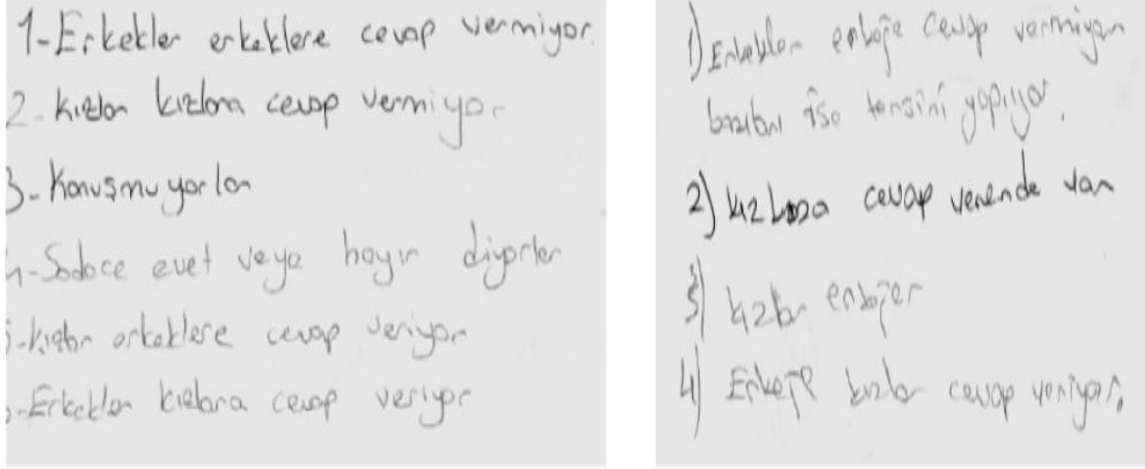


Dışarıda beklemekte olan bilim insanı takımına 15 dakika boyunca yeni bir toplum keşfettikleri ve bu toplumun kurallarından bahsetmeden sadece toplum hakkında mümkün olduğu kadar çok şey bulmaları gerektiği

açıklandı. Bilim insanı takımı dışarıda beklerken bu keşif sürecinde ilk olarak ne yapacaklarını tasarlamaları ve kendilerinden içeri girdikleri zaman süreç boyunca not almaları istendi. Bilim insanları etkinlik süresince gözlem yaparak,

gözlemlerini not aldılar. Bilim insanlarının aldıkları notlardan örnekler Şekil 3’ de verilmiştir.

Şekil 3. Bilim insanı notları



Bilim insanı takımı, toplumun kurallarını keşfettikten sonra etkinlik uygulayıcıları tarafından bilim insanlarının aldıkları notlar yardımı ile “bilim insanlarının toplumun özellikleri ile ilgili neler buldukları”, “bu toplumun nasıl bir toplum olduğu”, “toplumun

özelliklerinin neler olduğu” gibi soruların cevaplarını bulmak amacıyla tartışma yürütüldü, bilim insanlarının buldukları tahtaya yazıldı. Bilim insanlarının toplum hakkında buldukları ve yorumları Şekil 4’te verilmiştir.

Şekil 4. Bilim insanlarının toplum hakkında buldukları ve yorumları

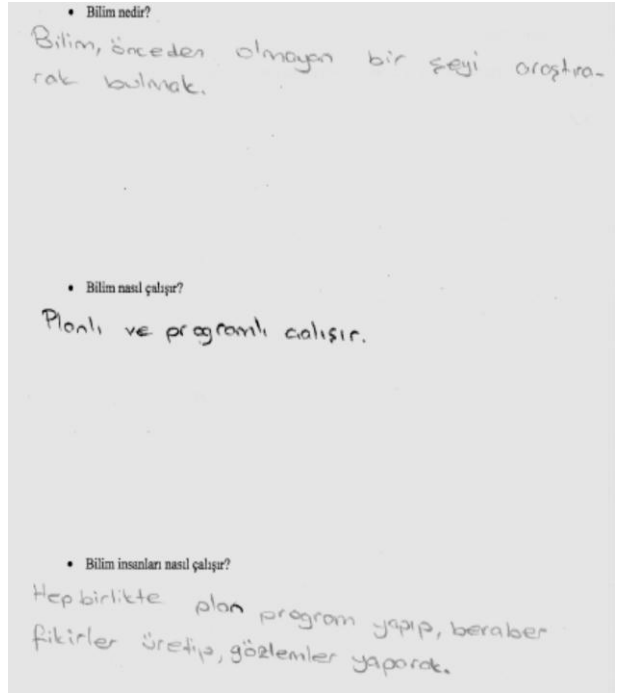
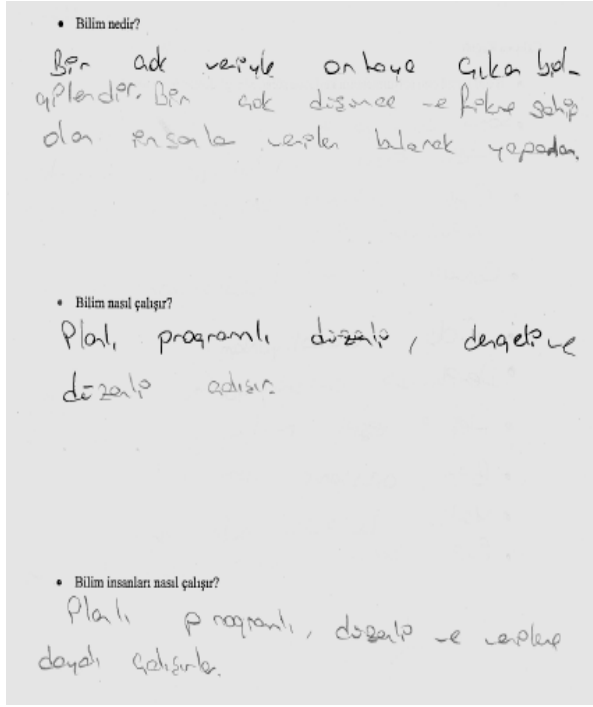
Utangaç Toplum	Cahil Toplum	Farklı cinsiyetkilerle konuşan garip bir toplum
- Herkesle konuşmuyorlar. - Erkekler erkeklerle konuşuyor. - Sadece evet ya da hayır diyorlar.	- Sorulara cevap vermiyorlar sadece evet ya da hayır diyorlar. - Fazla konuşmuyorlar. - Kızlar cevap veriyor.	Kızlar kızlarla erkekler erkeklerle konuşuyor.

Bu etkinlik süresince öğrencilere; etkinlikte olduğu gibi bilim insanlarının da gözlem yaparak veri elde ettikleri ve veriler ışığında çıkarımlarda bulundukları belirtilerek, gözlem ve çıkarım arasındaki fark vurgulandı. Aynı verilere baktıkları halde toplumun özellikleri ile ilgili farklı çıkarımlar yaptıklarına dikkat çekilerek, bilim insanlarının da aldıkları eğitimden, yaşadıkları toplumdan veya ön bilgilerinden etkilenecek birbirlerinden farklı çıkarımlar yapabilecekleri belirtildi. Etkinlik

sonunda katılımcılarla “bilim nedir?”, “bilim nasıl çalışır?” ve bilim insanları nasıl çalışırlar?” gibi soruların cevaplarını bulmak amacıyla tartışma yürütüldü. Tartışma tamamlandıktan sonra katılımcılardan bu etkinlikten bilim, bilim insanı, bilimsel bilgi, bilimsel süreç ve bilimin doğası açısından değerlendirilmesi hakkındaki görüşleri sözlü ve yazılı olarak alındı.

Öğrencilerin çalışma kâğıtlarından örnekler Şekil 5’te verilmiştir.

Şekil 5. Öğrenci çalışma kâğıtlarından örnekler



DEĞERLENDİRME

Bilimin doğasını tanıtmaya yönelik bu etkinlik birden fazla bilimin doğası boyutunu vurgular niteliktedir. Bu etkinlik sırasında bilimin ve bilimsel bilginin boyutları üzerinde durulmuştur. Bu boyutlar şunlardır:

- Bilimsel bilginin veriye dayalı olması
- Bilimsel bilginin değişebilirliği
- Gözlem ve çıkarım arasındaki fark
- Bilimsel bilginin sübjektif yapısı
- Bilimsel bilginin üretilmesinde hayal gücü ve yaratıcılığın rolü
- Bilimsel bilginin sosyal ve kültürel değerlerden etkilendiği

Tüm öğrencilerin hem uygulama sürecinde hem de uygulama sonrasında tartışmalarda aktif rol almaları etkinliğin

KAYNAKÇA

American Association for the Advancement of Science. (1989). Science for all Americans. New York: Oxford University Press.

öğrenme sürecine sağlayacağı katkıyı arttıracığından, öğretmenlerin rahat bir sınıf ortamı oluşturmalarının önemli olduğu da göz önünde bulundurulmalıdır.

Bilimin doğası ile ilgili yapılan çalışmaların fen eğitiminde yoğunlaştığı ancak bilimin doğasının öğretilmesinin sadece tek bir alanı kapsamayacağı bilimin herkes için olduğu literatürde de belirtilmiştir. Bu nedenle bu etkinlik disiplinler arası düşünülerek hem fen hem de sosyal bilgiler dersi kapsamında uygulanabilir Fen ve Teknoloji dersi ile Sosyal Bilgiler dersi sürekli işbirliği içinde olan iki temel derstir. Bu anlamda etkinlik Sosyal Bilgiler dersi "Bilim, Teknoloji ve Toplum" öğrenme alanı, "Gerçekleşen Düşler" ve "Zaman İçinde Bilim" ünitelerinde de uygulanabilir.

American Association for the Advancement of Science. (1993). Project 2061: Benchmarks for Science Literacy, New York: Oxford University Press.

- 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., Waters, M. & Le, A. (2008). Representations of nature of science in high school chemistry textbooks over the past four decades. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(7), 835-855.
- Bell, R., & Lederman, N. G. (2003). Understandings of the nature of science and decision making on science and technology based issues. *Science Education*, 87, 352-377.
- Blanco, R. & Niaz, M. (1997). Epistemological beliefs of students and teachers about the nature of science: from 'baconian inductive ascent' to the 'irrelevance' of scientific laws. *Instructional Science*, 25(3), 203-231.
- Cartier, J. (2000). *Using a modeling approach to explore scientific epistemology with high school biology students*. Research Report, National Center for Improving Student Learning and Achievement in Mathematics and Science, University of Wisconsin-Madison, Madison, WI.
- Cavallo, A. (2008). Experiencing the Nature of Science: An Interactive, Beginning-of-Semester Activity. *Journal of College Science Teaching*, 37(5), 12-15
- Çelikdemir, M. (2006). *Examining middle school students' understanding of the nature of science*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara
- Irez, S. (2006). Are we prepared?: An assessment of preservice science teacher educators' beliefs about nature of science. *Science Teacher Education*, 90(6), 1113-1143.
- Irez, S. (2008). Nature of science as depicted in Turkish biology textbooks. *Science Education*, 93(3), 422-447
- Küçük, M. (2006). *Bilimin doğasını ilköğretim 7. sınıf öğrencilerine öğretmeye yönelik bir çalışma*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon
- Lederman, N. G. (1998). The state of science education: Subject matter without context. *Electronic Journal of Science Education*, 3 (2). [http : // ejse.southwestern. Edu / original %20 site / manuscripts/v3n2/articles/guest%20edito](http://ejse.southwestern.edu/original%20site/manuscripts/v3n2/articles/guest%20editorial/lederman.html)
- rial/lederman.html. adresinden 1Nisan, 2008 tarihinde edinilmiştir.
- Lederman, N., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Schwartz, R. S. (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.
- Lucas, K.B. & Roth, W.M. (1996). The nature of scientific knowledge and student learning: Two longitudinal case studies. *Research in Science Education*, 26, 103-129.
- Milli Eğitim Bakanlığı (2004). Milli Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı Fen ve Teknoloji Dersi Programı.
- Milli Eğitim Bakanlığı (2005). Milli Eğitim Bakanlığı Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı, *İlköğretim 6.-8. Sınıflar Fen ve Teknoloji Dersi Öğretim Programı*.
- McComas, W. F. (1998). The principle elements of the nature of science: Dispelling the myths. In W.F. McComas (Eds.). *The nature of science in science education: Rationales and strategies* (pp. 53-70). Dordrecht, the Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- McComas, W. R., Clough, M. P., & Almazroa, H. (2002). The role and character or the nature of science in science education. In W. McComas (Ed.), *The nature of science in science education: Rationales and strategies* (pp. 3-41). New York: Kluwer Academic.
- McComas, M.R. (2003) A textbook case of the nature of science: Laws and theories in the science of biology. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 1(2), 141 155.
- Muşlu, G. (2008). *İlköğretim 6. sınıf öğrencilerinin bilimin doğasını sorgulama düzeylerinin tespiti ve çeşitli etkinliklerle geliştirilmesi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- National Research Council (1996). National Science Education Standards, Washington, DC: National Academic Press.
- National Research Council (2000). Toxicological Effects of Methylmercury. Committee on the Toxicological Effects

- of Methylmercury, Board on Environmental Studies and Toxicology, Commission on Life Sciences, National Academy Press, Washington, DC.
- National Research Council (2002).. Ecological Dynamics on Yellowstone's Northern Range. National Academy Press, Washington, DC.
- Roehrig, G. H., & Luft, J. A. (2006) Does One Size Fit All?: The Induction Experience of Beginning Science Teachers from Different Teacher Preparation Programs. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(9), 963-985.
- Ryan, A. G.& Aikenhead, G.S. (1992). Students' preconceptions about the epistemology of science. *Science Education*, 76, (6), 559-580.
- Shamos, M. (1995). *The myth of scientific literacy*. New Brunswick, NJ: Rutgers University Press.
- Tsai, C. (1998). An analysis of Taiwanese eighth graders' science achievement, scientific epistemological beliefs and cognitive structure outcomes after learning basic atomic theory. *International Journal of Science Education*, 20(4), 413-425.

YENİ BİR TOPLUM ETKİNLİĞİ ÖĞRENCİ ÇALIŞMA KÂĞITLARI

Toplum üyelerine verilen çalışma kâğıdı

- Bilim insanlarını araştırmalarını yaparken gözlemleyin ve not alın.

Bilim insanlarına verilen çalışma kâğıdı

- Toplum üyelerini gözlemleyin, gözlemlerini not alın.

Tüm katılımcılara verilen çalışma kâğıdı

- Bilim nedir?
- Bilim nasıl çalışır?
- Bilim insanları nasıl çalışır?