

EXPLICIT-REFLECTIVE INSTRUCTION OF NATURE OF SCIENCE AS EMBEDDED WITHIN THE CHEMICAL EQUILIBRIUM

(KİMYASAL DENGE KONUSUNA ENTEGRE EDİLMİŞ AÇIK-DÜŞÜNDÜRÜCÜ
YAKLAŞIMLA BİLİMİN DOĞASI ÖĞRETİMİ)

Melek Nur ERDOĞAN¹
Fitnat KÖSEOĞLU²

ABSTRACT

In this study, a teaching sequence including an explicit-reflective teaching approach that improves students' nature of science (NOS) understandings while teaching a science subject, chemical equilibrium, in chemistry curriculum was developed and the effect of it on students' understanding of NOS development was examined. The case study approach was used in this research. 15 high school 11th grade students joint to instruction which was given with teaching sequence including explicit-reflective inquiry activities that was implemented three hours weekly for four weeks. The data were collected through open-ended questionnaire, semi-structured interviews and written reflections. The findings of the study showed that it had a positive effect on both students' understandings of many aspects of NOS and increase of their interests in chemistry course.

Keywords: Nature of science, explicit-reflective approach, chemical equilibrium teaching

ÖZ

Bu çalışmada, kimya öğretim programında yer alan kimyasal denge konusunun öğretimi sırasında öğrencilerin bilimin doğası ile ilgili anlayışlarını açık-düşündürücü yaklaşımla geliştirme amaçlı bir öğretim dizini geliştirilmiş ve bu öğretim dizininin öğrencilerin bilimin doğası ile ilgili anlayışlarına etkisi incelenmiştir. Açık-düşündürücü sorgulayıcı-araştırma etkinliklerini içeren bu öğretim dizini ile verilen eğitime 15 lise 3. sınıf öğrencisi katılmış ve öğretim dizini haftada 3 saat olmak üzere dört hafta süreyle uygulanmıştır. Durum çalışması yöntemi kullanılan bu çalışmada anket, görüşme ve yazılı geri bildirim formu gibi çeşitli nitel veri kaynakları kullanılmış ve verilerin analizinde nitel analiz yöntemleri kullanılmıştır. Çalışmanın bulguları, öğrencilerin hem bilimin doğasının bir çok boyutu ile ilgili anlayışlarında olumlu yönde değişimler olduğunu hem de öğrencilerin kimya derslerine karşı olumlu bir bakış açısı geliştirdiklerini göstermiştir.

Anahtar Sözcükler: Bilimin doğası, açık-düşündürücü yaklaşım, kimyasal denge öğretimi

SUMMARY

Introduction

Science educators and science curriculum reforms are increasingly advocating the preparation of scientifically literate students (AAAS, 1993; Aikenhead, Ryan, 1992; BouJaoude, 1996; Bybee, 2001; DeBoer, 1991; Dogan, Abd-El-Khalick, 2008; Erdoğan, Koseoglu, 2012; Koseoğlu, Tümay & Budak, 2008; Jenkins 1994; MEB, 2004). A scientifically literate person should also have

¹ Dr., Ministry of Education, Ankara Provincial Directorate for National Education, mnerdogan@gmail.com

² Prof. Dr., Gazi University, Chemical Education Department, fitnat@gazi.edu.tr

functional understandings of the nature of science (NOS) (Abd-El-Khalick, 2001; Abd-El-Khalick, Bell, Lederman, 1998; Bell et al., 2001; Akindehin 1988; Doğan Bora, 2005; Irez, 2008; Köseoğlu, Tümay & Üstün, 2010; Lederman, Abd-El-Khalick, 2000; Lederman, Schwartz, Abd-El-Khalick & Bell 2001; McComas, 1998; Meichtry, 1992; Osborne, Collins, 2003; Schwartz, Lederman & Crawford, 2004; Sunar ve Geban, 2011; Yalvaç, Crawford, 2002). In particular, newly developed secondary school science (physics, chemistry, biology etc.) programs in Turkey state that students should be able to understand and accept the nature of science (MEB, 2007, 2013).

The aim of the present study is to develop a teaching sequence emphasized on NOS through explicit-reflective teaching approach (Akerson, Abd-El-Khalick, Lederman, 2000; Eick, 2000; Abd-El-Khalick, Akerson, 2004; Khishfe, Lederman, 2006; Khishfe, Abd-El-Khalick, 2002; Klopfer & Cooley, 1963; Solomon et al., 1992; Nickels, Nelson, Beard, 1996; Scharmann et al., 2005) by integrating within a science topic, chemical equilibrium, in Turkish high school curriculum and to investigate the effectiveness of explicit NOS instruction integrated within controversial topics in enhancing more informed NOS understandings among students.

Method

The teaching sequence developed in the study included two groups of activities. The first group included three experimental activities: 1) *establishing a chemical equilibrium position*, 2) *effect of a fast forward and reverse chemical reaction rate on equilibrium position* 3) *catalyst effects on equilibrium position*. In those activities chemical equilibrium was visualized by representing in macro level and those students could easily understand chemical equilibrium phenomenon (Briggs, 2006; Erdogan, 2011). Second group of activities involved explicit-reflective discussions on four reading texts about various aspect of NOS (AAAS, 1993; Lederman, Abd-El-Khalick, Bell, Schwartz, 2002). The titles of those texts were respectively “*Is there only one experimental method in science?*”, “*Does a scientist predict by making explanations?*”, “*Does a scientist use imagination and creativity?*”, “*Is a scientist always objective?*”. In the present study, six important NOS aspects (Abd-El-Khalick, Bell & Lederman, 1998; Lederman, 2007; McComas & Olson, 1998; Osborne, Collins, 2003) were emphasized during the implementation and evaluation of the teaching sequence: a) *scientific knowledge is tentative (subject to change)*; b) *empirical based (based on and/or derived from observations of the natural world)*; c) *observations and inference*; d) *subjective (theory-laden)*; e) *imagination and creativity (involves the invention of explanation)*; f) *socially and culturally embedded*.

Explicit-reflective instruction of NOS by integrating within chemical equilibrium topic by using those two groups of activities was implemented three hours weekly for four weeks. Participants were a total of 15 high school students, 5 females (33%) and 10 males (67%), who were attending the 11th grade science program of high school. The NOS conceptions held by the students were assessed in

a pre/post format using the Nature of Science Questionnaire- FORM-C (VNOS-C) (Lederman et al., 2002), the follow-up semi structured interviews and written reflections which were demanded to be filled by students were used at the end of each week. Case study approach (Strauss, Corbin, 1998; Merriam, 1998; Wellington, 2000; Yıldırım, 1999) was used in this research. For data analysis, a systematic approach parallel to the framework used by Khishfe & Lederman (2006) was conducted by two independent researchers. The participants' responses were categorized as naive, transitional and informed ideas for each of six nature of science aspects.

Result

At the beginning of the study, a majority of participants (84%) exhibited naive or transitional views for each of the six emphasized NOS aspects. Analysis of pre and post-instruction views of participants showed improvements in their views of all target aspects of NOS. Also, the overall improvement, represented by the number of participants who changed their views into informed for each aspect was not less than 60%. Also, the majority of the students interviewed said that the course in this study increased their interest in science.

Discussion

Developing informed conceptions of NOS among students has been a major goal for science education as portrayed by the major reform movements in science education (AAAS, 1993). High school students' views on nature of science are of significant, because their views will help to predict the future science learning contexts in which science issues will hopefully be discussed. The aim of the present study was to inform efforts aimed at achieving this goal by developing a teaching sequence emphasized on NOS through explicit-reflective instructional approaches by integrating within a science topic, chemical equilibrium for high school students. The results showed improvement in students' views on NOS when they were taught NOS with an explicit instruction integrated within controversial topics such as a macro level activity of chemical equilibrium and reading texts used in the study.

GİRİŞ

Son yıllarda pek çok ülkenin fen eğitimi müfredatlarının amaç ve giriş bölümlerinde bilimin doğasının önemi üzerinde durulmuş olmasına rağmen (American Association for the Advancement of Science [AAAS] 1993; DeBoer, 1991; Jenkins, 1994; Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2004, 2007), hem müfredat dokümanlarının hem de sınıf uygulamalarının öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarını geliştirecek somut öğretim etkinlikleri yönünden oldukça yetersiz olduğu bilimsel araştırmalarda tespit edilmiştir (Doğan Bora, 2005; Erdoğan ve Köseoğlu, 2012; Irez, 2008; Sunar ve Geban, 2011; Yalvaç ve Crawford, 2002).

Bilimin bir yolu olarak bilim ya da bilimsel bilginin gelişiminin doğasındaki inanışlar ve değerler olarak tanımlanan bilimin doğası; bilimsel bilginin özelliklerini, bilimsel komitelerin görüşlerini, bilimdeki kavramsal icatları, değerleri ve varsayımları içerir (Abd-El-Khalick, Bell ve Lederman, 1998; Aikenhead ve Ryan, 1992; Lederman ve Khalick, 2000). McComas ve Olson, (1998) ise bilimin doğasının bilim tarihi, sosyoloji, psikoloji ve felsefe gibi bilimin çeşitli çalışma alanlarını bir araya getirdiğini ve “bilim nedir, nasıl işler, bilim insanları nasıl çalışır, sosyal ve kültürel bağlamların bilime etkisi nedir?” gibi konuları incelediğini belirtmişlerdir.

Bilimin doğasının gerek öğretmenlere gerekse öğrencilere öğretilmesine yönelik ne tür yaklaşımlar kullanılabileceği ve hangi yaklaşımların etkili olabileceği konusunda büyük ölçüde görüş birliğine ulaşılmış olmasına rağmen bu yaklaşımların sınıflandırılması konusunda farklı fikirler mevcuttur (Abd-El-Khalick ve Lederman, 2000; Khishfe ve Abd-El-Khalick 2002; Köseoğlu, Tümay ve Üstün, 2008). Bilimin doğası öğretiminde kullanılan yaklaşımlar bazı araştırmacılar tarafından örtük (implicit) ve açık-düşündürücü (explicit-reflective) yaklaşım olarak iki gruba ayrılırken (Abd-El-Khalick ve Lederman, 2000; Akindehin 1988; Bybee, 2001; Eick, 2000; Schwartz, Lederman ve Crawford, 2004; Solomon ve diğ., 1992), bu iki yaklaşıma ek olarak tarihsel yaklaşımı da ekleyerek bilimin doğası öğretiminde kullanılan yaklaşımları üç gruba ayıran araştırmacılar da bulunmaktadır (Khishfe ve Abd-El-Khalick, 2002).

Son yıllarda yapılan araştırmalarda, bilimin doğası ile ilgili öğretim örtük yaklaşımla yapıldığında öğrencilerde bazı yanlış kavramalara neden olduğu ve öğrencilerin hedeflenen bilimin doğası anlayışlarını algılamadığı gözlemlenmiştir (Lederman, 1992; Nickels, Nelson ve Beard, 1996; Scharmann ve diğ., 2005). Ancak, bilimin doğası fen içerik konularına entegre edilerek açık-düşündürücü yaklaşımla öğretildiğinde öğrencilerin bilimin doğası ile ilgili anlayışlarında önemli gelişmeler olduğunu gösteren bazı önemli çalışmalar mevcuttur (Lederman, Schwartz, Abd-El-Khalick, Bell, 2001; Abd-El-Khalick ve Akerson, 2004; Lederman, 2007).

Pek çok ülkede olduğu gibi Türkiye’deki öğretmenlerin de, öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarını geliştirmek için sınıflarında öğretim programının akışına uygun doğrudan kullanabilecekleri öğretim dizinlerine ihtiyaçları olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle bu çalışmada, öğretim programında bulunan bir fen

konusu öğretilirken aynı süreçte öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarını çeşitli etkinlikler kullanarak açık-düşündürücü yaklaşımla geliştirmeyi hedefleyen bir öğretim dizini geliştirilmiş ve bu öğretim dizininin öğrencilerin bilimin doğası ile ilgili anlayışlarına etkisi incelenmiştir. Öğrencilere sorgulama-araştırma sürecini yaşatarak onların çeşitli bilimsel süreç becerilerini geliştirmek; bilimin araştırmaya dayalı doğasını anlamalarını ve kimya derslerine karşı ilgilerini arttırmak için uygun fırsatların oluşturulabileceğini düşündüğümüz bir konu olan *kimyasal denge* konusu içerik konusu olarak seçilmiştir. Hedeflenen bilimin doğası boyutlarınınbu içerik konusuna entegre edilmesi sonucunda geliştirilen örnek öğretim dizininde, açık-düşündürücü öğretim yaklaşımına uygun olarak öğrencilerin bilimin doğası ile ilgili çeşitli hususlarda gruplar halinde veya sınıfça tartışarak derinlemesine düşünmeleri sağlanmıştır (Abd-El-Khalick ve Lederman, 2000; Khishfe ve Abd-El-Khalick, 2002; Köseoğlu, Tümay ve Budak, 2008; Schwartz, Lederman ve Crawford, 2004).

YÖNTEM

Bu çalışmada, öğretimin başında ve sonunda öğrencilerin bilimin doğası hakkındaki anlayışları izlenerek öğretim dizininin etkisi, nitel araştırma yaklaşımlarının özel bir tipi olan durum çalışması (case study) yöntemi kullanılarak incelenmiştir. Durum çalışması yönteminin seçilme nedeni, araştırılan problemin bir yönünün derinlemesine ve kısa sürede çalışılmasına imkân sağlayarak problemin özel bir durumu üzerine yoğunlaşma fırsatı vermesidir (Merriam, 1998; Yıldırım ve Şimşek, 1999; Wellington, 2000). Çalışmada geliştirilen öğretim dizini, Ankara ili Anadolu Lisesinde 15 öğrencili (5 kız, 10 erkek) bir 11. sınıf fen şubesinde, kimya öğretim programının zaman akışına uygun olarak branş dersi öğretmeni (bu çalışmanın 1. yazarı) tarafından haftada üç ders saati olmak üzere dört hafta süreyle uygulanmıştır.

Öğretim Dizini ve Uygulanması

Bu çalışmada öğretim dizininin geliştirilmesinde ve uygulanmasında üç temel düşünce esas alınmıştır. Birincisi, bilimin doğası ile ilgili literatürün incelenmesi (Abd-El-Khalick, Bell ve Lederman, 1998; McComas ve Olson, 1998; Osborne ve diğ., 2003) ve öğrencilerden elde edilen öntest verilerinin ayrıntılı analizi sonucunda, öğretim dizini uygulanırken ve değerlendirilirken bilimin doğasının altı boyutuna odaklanılmasına karar verilmiştir: a) bilimsel bilginin değişebilirliği, b) bilimin ampirik özelliği, c) gözlem ve çıkarım d) subjektiflik (öznellik, teori yüklülük) e) hayal gücü ve yaratıcılık f) sosyal ve kültürel değerler. Çalışmada esas alınan ikinci temel düşünce ise öğretim dizininin, bilimin doğası ile ilgili çeşitli anlayışların bir içerik konusuna entegre edilerek hazırlanan etkinliklerden oluşmasıdır. Bunu sağlamak için 11. sınıf kimya müfredatında bulunan *kimyasal denge* konusunun öğretiminde kullanılan deneysel etkinlikler literatürden esinlenerek ve çalışmada hedeflenen bilimin doğası anlayışları ile entegre edilerek yeniden düzenlenmiştir. Üçüncü olarak; öğretim dizininde yer alan

tüm etkinliklerde açık-düşündürücü öğretim yaklaşımı kullanılmış ve etkinliklerin geliştirilmesi ve uygulanmasında öğrenenlerin ön bilgilerini açığa çıkarmayı, anlamlı öğrenmeyi ve kavramsal değişimi destekleyen yapılandırıcı öğrenme yaklaşımları temel alınmıştır. Geliştirdiğimiz öğretim dizininde yer alan tüm etkinliklerde öğrencilerin; işbirlikli sosyal etkileşim içinde bilimsel sorgulama süreçlerini bizzat yaşamaları, bilimle ilgili mitleri fark etmeleri ve eleştirel olarak tartışmaları ve açık-düşündürücü öğretim yaklaşımıyla bilimin doğası hakkındaki anlayışlarını geliştirmeleri sağlanmaya çalışılmıştır. Bilimin doğası ile ilgili anlayışlar hakkında öğrencilerin açık bir şekilde tartışmaları için pek çok fırsat sağlanmış ve öğrencilerin mevcut kavramları ile yeni kavramlar arasında bilişsel çelişki yaşamaları ve böylece ilgili fen kavramları ve bilimin doğası hakkında anlamlı öğrenme gerçekleştirmeleri gözetilmiştir.

Çalışmada geliştirilen öğretim dizininde A ve B grubu olmak üzere Erdoğan (2011) tarafından geliştirilen iki etkinlik grubu kullanılmış ve her iki grupta bulunan etkinliklerle ilgili gerekli bilgi aşağıda verilmiştir.

A Grubu Etkinlikleri (Kimyasal Dengenin Makro Düzeyde Gözlenebildiği Etkinlikler): Öğretim dizini geliştirilirken kimyasal denge konusu ile ilgili kavramlara bilimin doğası anlayışlarının entegre edilmesi amaçlanmıştır. Bilimde adım adım izlenen tek bir bilimsel metodun olmadığı, bilimde hayalgücü ve yaratıcılığın rolü, gözlem ve çıkarım arasındaki fark gibi bilimin doğası ile ilgili karakteristik özellikler konusunda öğrencileri düşündürecek bir etkinlik grubu hazırlanmıştır. Bu etkinliklerle öğrencilerin bilimin doğası anlayışları üzerinde açıkça tartışmalarını sağlayacak şekilde kimyasal dengeyi makro düzeyde öğrencilerin gözleyebilmesi sağlanmaya çalışılmıştır. Bu grupta bulunan üç etkinlik (A-1, A-2, A-3) hazırlanırken literatürde sadece kimyasal denge konusunun öğretiminde kullanılmış bir etkinlikteki (Briggs, 2006) deneysel sistem, çalışmada hedeflenen bilimin doğası boyutları entegre edilerek ve açık-düşündürücü öğretim yaklaşımı gözönüne alınarak yeniden yapılandırılmıştır.

Kimyasal Dengenin Kurulması (A-1) etkinliğinde öğrencilerin, farklı miktarda ve farklı renkte su içeren iki küvet arasında küvetlerdeki su renginin ve su seviyesinin değişmediği noktaya gelinceye kadar beherlerle su transferi yaparak kimyasal bir reksiyonda dengeye ulaşma sürecini temsili olarak gözlemleyerek kavramaları sağlandı. Etkinlik sırasında öğrencilerin yapacakları işlemler bir çalışma kağıdında ayrıntılı bir şekilde belirtilerek öğrencilere dağıtıldı ve etkinlikten önce gerekli açıklamalar ve tartışmalar yapıldı. Çalışma kağıdının Şekil 1’de verilen bölümü incelendiğinde görüleceği gibi kimyasal bir dengeyi öğrencilerin makro düzeyde gözlemlemesi sağlanarak onların kimyasal dengede tepkimeye girenlerle ürünlerin derişimlerinin değişmediğini, buna rağmen dengenin dinamik bir süreç olduğunu kavramaları sağlandı.

Denge Durumunda İleri ve Geri Tepkime Hızının Etkisi (A-2) etkinliğinde öğrencilerin, eşit miktarda doldurulmuş iki küvet arasında farklı büyüklükte (250 ve 600 mL) beherlerle su transferi yaparak makro düzeydeki gözlemlerini tartışmak suretiyle kimyasal denge kurulurken ileri ve geri tepkime hızlarının nasıl değiştiğini anlamaları sağlandı. Bu etkinlikte öğrencilere dağıtılan çalışma kağıdındaki

işlemler, küvetlerdeki su miktarı ve beher büyüklüğü haricinde Şekil-1’de verilen işlemlerle aynıdır.

-
- a) Size verilen küvetlerden birine 5 litre (küvet-1), diğerine ise 8 litre (küvet-2) su koyun ve her bir küvetteki suyun derinliğini cetvel yardımıyla ölçüp not edin.
- b) İçine su doldurduğunuz küvetlerden birini mavi ve diğer küveti ise kırmızı yiyecek boya ile renklendirin. Bu deneyde hangi obje ya da olayın hangi terime karşılık geldiği aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Makro Düzeydeki Kimyasal Denge Etkinliğinin Bileşenleri

Ne	Neye karşılık geliyor?
I. Küvet	Tepkenler
II. Küvet	Ürünler
Beherlerin büyüklüğü	Tepkime hızı
Küvetlerdeki su derinliğinin ölçümlerinin yapılması	Denge konumuna doğru tepkimenin ilerlemesi
Küvetler arasındaki su transferi	Dengenin dinamik doğası
İki beherle su transferi	Her iki tepkime oluşumu
Su transferinin aynı anda yapılması	Tepkimelerin aynı anda oluşması
1. Küvetten 2’ye su transferi	İleri tepkime
2. Küvetten 1.’ye su transferi	Geri tepkime
Suyun bir küvetten diğerine transferi	Tepkime oluşumu
Suyun derinliğinin sabitliği, suyun rengi.	Denge durumu
Her bir küvetteki su derinliğinin değişmemesi	Denge durumunda dinamik sürecin devam etmesi

- c) Suyun her bir transferini sayarak; aynı anda küvet 1’deki 600 mL’lik beher ile küvet 2’ye 300 mL ve küvet 2’deki 600 mL’lik beher ile küvet 1’e 500 mL su aktarımı yapın. Meydana gelen kimyasal tepkimeleri göstermek için su transferlerini aynı anda yapın. İki kimyasal tepkimede girenlerin azalması ya da artışı göstermek için meydana gelen renk değişimini not edin. Bu renk değişimi küvet 1 ve küvet 2’deki tepkimeye giren maddelerin konsantrasyonları arasındaki ilişkinin değişimini, aynı anda yapılan transferin ise kimyasal tepkime oluşumunu gösterir. Ayrıca, transfer sayısı da iki beher arasındaki ilişkiyi belirtir ve iki kimyasal tepkimenin aynı anda gerçekleştiğini gösterir. Bunu dengenin bir kuralı olarak not edin ve çift yönlü olarak bir kimyasal denklem içine yerleştirin.

- d) Senkronize bir şekilde aynı anda küvetler arasında 20 kez transfer yapın. Deney sonunda yapılacak olan grafik çiziminde kolaylık olması açısından her transferi saniyede bir transfer olarak kabul edin. Transferlerin sayısı da zamanı denge konumuna ulaşmak için gerekli olduğundan bunları not edin. Her bir küvetteki suyun derinliği her transfer sonrası su durgunlaştıktan sonra ölçün ve not edin. Bu derinlik iki reaksiyonun denge durumunu ve tepkenlerin konsantrasyonlarındaki değişimi gösterir.

- e) Her iki küvetteki suyun derinliğinin değişmediği an denge durumunu gösterir. Bu yüzden, denge haline ulaşmak için bir çok su transferi yapmamız gerekir. Yaptığımız 20 su transferinden sonra su derinliği değişiyorsa yeniden karşılıklı bir küvetten diğerine aynı anda 10 kez daha su transferi yapın. Her transferden sonra küvetlerdeki suyun derinliğini ölçün. Ölçümleri karşılaştırın. Eğer ölçümlerinizi bir önceki ölçümden farklı ise not edin.

- f) Tekrar küvetler arasında aynı anda 10 transfer daha yaparak suyun derinliğini ölçün. Son ölçümlerde % 3 ila % 5 farklılık oluşursa denge kurulmuştur. Bu durumda iki küvetteki suyun rengini not edin.

- g) Denge noktasına gidişin nasıl olduğunu görmeniz için ileri ve geri yöndeki hızların hız-zaman grafiğini çizin. Burada ileri ve geri tepkime hızları grafik çiziminde belli zaman aralıklarında (1’er saniye olarak alın) küvetlerin ölçülen derinlikleri olarak alın.

Şekil 1. Etkinlik A-1 (Kimyasal Dengenin Kurulması Etkinliğinde Öğrencilere Verilen Çalışma Kağıdının Bir Bölümü)

Denge Durumunda Katalizörün Etkisi (A-3) etkinliğinde, öğrencilerin kimyasal dengeye katalizörün etkisini makro düzeyde temsili deneylerle anlamalarını kolaylaştırmak için yapacakları işlemler bir çalışma kağıdı dağıtılarak gerekli açıklamalar yapıldı. Bu etkinliğin nasıl yapıldığını kısaca açıklamak gerekirse, iki küvete sırasıyla 5 ve 8 litre su koyularak farklı renklerle renklendirildi. Sonra *Denge Durumunu Kurma (A-1)* etkinliğindeki adımlar aşağıda verilen değişiklikler dikkate alınarak uygulandı. Her su transferi saniyede bir transfer olarak kabul edildi. 1. küvetten 2. küvete her saniyede bir aktarım yapılırken 2. küvetten 1. küvete 3 saniyede bir su aktarımı yapıldı. Bu zaman aralığı öğrencilerin denge durumuna daha kısa sürede ulaşmayı görmelerini sağlamak için kullanıldı. Öğrencilerden dengeye ulaşma süresini, yani her iki küvetteki su derinliğinin değişmediği ve su renklerinin aynı olduğu süreyi *Denge Durumunu Kurma (A-1)* etkinliğindeki süre ile karşılaştırmaları istenerek öğrencilerin her bir küvetteki değişmez su seviyesine daha kısa sürede ulaşıldığını görmeleri sağlandı. Öğrencilerin katalizörün denge durumuna daha kısa sürede ulaşılmasını sağladığını fakat dengeye herhangi bir etkisinin olmadığı sonucunu çıkarabilmelerini kolaylaştırmak için grup içi ve sınıf tartışmaları yürütüldü.

Kimyasal dengenin makro düzeyde gözlenebildiği bu üç etkinliğin uygulanması sırasında ve sonrasında yapılan tartışmalarda öğrencilere kimyasal denge konusunda kullanılan terimlerin ne olduğu, reaksiyon denklemlerinin nasıl yazıldığı, tersinirlik kavramı, dengenin nasıl bozulabileceği (Le Chatelier prensibi) gibi kimyasal denge kavramları verilmeye çalışıldı. Etkinlikler tamamlandıktan sonra aşağıda bazı örnekleri verilen sorular bağlamında öğrencilerin grup içi ve sınıf tartışmaları yapmaları sağlandı.

- Başlangıçta neden küvet-1 ve küvet-2'deki suları kırmızı ve mavi gibi farklı boya ile renklendirdik?
- Etkinlikte kullandığımız malzeme ve materyaller ile işlemler, moleküler düzeyde neye karşılık gelmektedir? Örneğin; kırmızı su, mavi su, farklı miktarlarda su transferi ne ifade etmektedir?
- Denge anı ne zaman gerçekleşmiştir? Ne zaman dengeye ulaşılmıştır? (Bu soruda öğrencilerin suların derinliğinin değişmediği ve her iki küvetteki suyun renginin aynı olduğu zamanın denge anı olduğunu söylemeleri beklenir).

Etkinlikler yapılırken öğrenci gruplarının her adımda ne olacağını tahmin etmeleri, olayları gözlemlemeleri ve daha sonra bu gözlemlerini açıklayarak önce grup içi sonra sınıfça tartışmaları sağlandı. Veri toplama, çıkarım yapma, hipotez kurma, hipotez test etme gibi bilimsel süreç becerileri üzerinde açık-düşündürücü tartışmalar yürütülürken öğrencilerin görüşlerini ifade etmelerine ve kavramsal değişim sağlanmasına özen gösterildi. Örneğin; etkinlik sonrasında öğrenciler elde ettikleri verilerden yola çıkarak iki küvetteki su seviyesinin ve su renklerinin aynı olmasının belirli bir kimyasal tepkimenin dengeye ulaştığını gösterdiği sonucunu çıkardılar. Tartışmada öğretmen, öğrencilerin bu çıkarımlarına dikkatlerini çekerek

“veri, gözlem ve çıkarım” konusunda bilimin doğası yönünden bir tartışma ortamı oluşmasını sağladı. Bilimin doğası ile ilgili tartışmalar, etkinliklerdeki kimyasal denge kavramları ile ilişkilendirilerek daha çok aşağıda verilen sorular etrafında yoğunlaşmıştır.

- Bilimsel bilgiye ulaşmak veya bilimsel bilginin doğruluğunu kanıtlamak için her zaman deney yapmak gerekli midir? Sadece gözlem yapmak yeterli olabilir mi?
- Gözlem ve çıkarım nedir? Aralarındaki fark nedir?
- Bu etkinlikte yaptığınız gözlem ve çıkarımlara örnek verir misiniz?
- Bilimsel yöntem nedir? Bu etkinlikte bilimsel yöntemin hangi basamaklarını kullandık? Bilimsel yöntemin adım adım takip edilen bir sırası var mıdır?
- Siz, bu etkinlikte hayal gücü ve yaratıcılığınızı kullandınız mı? Kullandıysanız hangi aşamada kullandınız?
- Bilim insanları da hayal gücü ve yaratıcılıklarını yaptıkları bilimsel çalışmalarda kullanırlar mı? Kullanırlarsa bilimsel çalışmanın hangi aşamalarında kullanabilirler?

B Grubu Etkinlikleri (Bilimin Doğası Anlayışlarının Kimyasal Denge Konusuna Entegre Edildiği Okuma Parçaları): Öğretim dizininde kullanılan ikinci grup etkinlik, bilimin doğasının çeşitli boyutları ile ilgili “*Bilimde Tek Bir Deneysel Yöntem Var mı?*”, “*Bilim İnsanı Açıklamalar Yaparak Tahminlerde Bulunur mu?*”, “*Bilim İnsanı Hayal Gücü ve Yaratıcılığını Kullanır mı?*”, “*Bilim İnsanı Her Zaman Objektif midir?*” başlıklı dört okuma parçası üzerinde sınıfça yapılan tartışmalardan oluşmaktadır. Bu okuma parçaları önce bireysel, daha sonra ikişerli gruplar halinde okunarak kimyasal denge kavramları ile ilişkilendirilmiş ve daha sonra sınıfça açık-düşündürücü tartışmalar yapılmıştır. Etkinlikte kullanılan okuma parçaları, bilimin doğasının çeşitli boyutları ile ilgili olacak şekilde literatürden (AAAS, 1993; Lederman, Abd-El-Khalick, Bell ve Schwartz, 2002; Khishfe ve Abd-El-Khalick, 2002) esinlenerek hazırlanmıştır. Herbiri yaklaşık dört yüz kelime civarında olan bu dört okuma parçasının ilk iki paragrafında bilimsel çalışma, bilimsel düşünme ve sorgulayıcı-araştırmayı en genel şekilde tanıtan ifadelerin yer alması uygun görülmüştür. Böylece öğrencilerin bu ifadeleri her okuma parçasında okuyarak buradaki bilimin doğası ile ilgili genel kavramlarla okuma parçalarının sonraki paragraflarında vurgulanan farklı bilimin doğası boyutları arasında bağlantılar kurmak suretiyle daha kolay anlamaları sağlanmıştır. Çalışmada kullanılan ve burada ayrıntısı verilmeyen dört okuma parçası (Erdoğan, 2011) ile ilgili etkinlikler, aşağıda kısaca açıklanmış olup bunların her birinde odaklanılan bilimin doğası boyutları ve hepsinde ortak olan ilk iki paragraf Tablo 1’de verilmiştir.

Bilimde Tek Bir Deneysel Yöntem Var mı? (B-1) adlı okuma parçası ile ilgili sınıfça yapılan tartışmalarda, öğrencilerin bilimde verilerin nasıl elde edildiği, gözlem ve deney kavramları ve bilim insanlarının her zaman adım adım takip ettikleri tek bir bilimsel yöntem olmadığı ile ilgili anlayışları geliştirilmeye çalışıldı.

Bu tartışmalar sırasında A Grubu etkinliklerinde yaptıkları gözlemlerle de ilişki kurularak öğrencilerin bilimin doğası boyutlarını daha somut örneklerle anlaması sağlandı.

Bilim İnsanı Açıklamalar Yaparak Tahminlerde Bulunur mu? (B-2) konulu okuma parçası ile ilgili tartışmalar, bilimsel teorilerin geniş kapsamlı olduğu gibi sınırlı da olabileceği, bilimsel teorilerin her zaman tahmin etme ve açıklama gücünün de olması gerektiği ve bu tahmin etme gücünün sadece gelecekteki olaylar için değil evrenin başlangıcından beri geçmişteki olgular için de olabileceği ve teorilerin zamanla değişebileceği gibi konular etrafında yönlendirildi. Ayrıca bu tartışmalar sırasında bilim insanlarının teorileri ortaya atarken her zaman objektif olup olmayacakları konusu da gündeme getirildi.

Tablo 1. B Grubu Etkinlikleri: Kimyasal Denge Konusuna Bilimin Doğası Boyutları Entegre Edilerek Hazırlanan Okuma Parçaları

Her bir Okuma Parçasının İlk İki Paragrafında Ortak Olan İfadeler	Okuma Parçasının Başlığı	Tartışmalarda Vurgulanan Bilimin Doğası Boyutları					
		Değişebilirlik	Ampirik özellik	Gözlem ve çıkarım	Hayal gücü ve yaratıcılık	Subjektiflik	Sosyal ve kültürel değerler
“Temel olarak çeşitli bilimsel disiplinler, hipotez, teori ve çeşitli mantıksal düşünme yollarını kullanma yönünden birbirine benzerler. Bununla birlikte, bilim insanları olgularla (somut, algılanabilir ve denenebilir olaylar veya nesnel) ilgili araştırma ve bilimsel çalışmalarında çok farklı şekilde düşünebilirler. Örneğin, tarihsel verilere ya da deneysel bulgulara güvenmede, nitel ya da nicel yöntemlerde, temel prensipler için başvurdukları kaynak noktasında veya diğer bilimlerin bulgularından ne kadar faydalanılması gerektiği konusunda v.b... Bilim insanları çoğunlukla kavramlar, bilgiler ve yöntemler gibi konularda farklı düşünseler de bir araştırmanın bilimsel olarak geçerli olup olmadığı hususunda yine de ortak bir anlayışa sahiptirler.	Bilimde Tek Bir Deneysel Yöntem Var mı?	+	+	+	-	-	-
Bilimsel sorgulayıcı-araştırmayı basit bir şekilde tanımlamak kolay değildir; bilim insanlarının bilimsel bilgiye ulaşmak için her zaman adım adım takip ettikleri tek bir yöntem yoktur. Bununla birlikte bilimsel sorgulayıcı-araştırmanın bilimin belirli özellikleri nedeniyle kendine özgü bir tarzı vardır. Bu özellikler, profesyonel bilim insanlarının çalışmalarının karakteristikleri olmasına rağmen herkes günlük hayatta ilgilendiği konularda bilimsel bir şekilde düşünme denemeleri yapabilir.”	Bilim insanı Açıklamalar Yaparak Tahminlerde Bulunur mu?	+	+	+	-	+	-
	Bilim İnsanı Hayal Gücü ve Yaratıcılığını Kullanır mı?	-	-	+	+	+	-
	Bilim İnsanı Her Zaman Objektif midir?	-	-	-	+	+	+

Bilim İnsanı Hayal Gücü ve Yaratıcılığını Kullanır mı? (B-3) isimli okuma parçası uygulanırken, öntest analiz sonuçlarında pek çok öğrencinin, bilim insanının sadece bilimsel çalışmalarını planlarken hayalgücü ve yaratıcılığını kullandığı gibi naif görüşlere sahip oldukları ile ilgili tespitimizden yola çıkarak bilimsel çalışmanın her aşamasında hayal gücü ve yaratıcılığın önemli olduğu konusunda bir anlayış geliştirmeleri için, A grubu etkinliklerinde hangi aşamalarda hayalgücü ve yaratıcılıklarını kullanmış olabilecekleri konusunda bir tartışma ortamı oluşturuldu.

Bilim İnsanı Her Zaman Objektif midir? (B-4) konulu son okuma parçası tartışılırken bilim insanının zihninde önceden bulunan bilgi ve inandığı bilimsel teorilerin onun deneyleri tasarlamasında, verileri kayıt altına alarak rapor etmesinde ve verilerden çıkarımlar yaparak yeni açıklamalar ve teoriler oluşturmasında önemli ölçüde etkili olabileceği ve bu yüzden bilim insanlarının her zaman objektif davranamayacakları konusunda öğrencilerde bir anlayış geliştirilmeye çalışıldı. Ayrıca tartışmalar sırasında A grubu etkinliklerinde öğrenci gruplarının elde ettikleri aynı verilerden farklı sonuçlar çıkardıkları da hatırlatıldı ve bilim insanlarının verileri yorumlarken milliyeti, cinsiyeti, dini, yaşı ve politik görüşü gibi özelliklerin de etkili olabileceği konusunda öğrencilerin anlayış geliştirmeleri sağlandı.

Veri Toplama Araçları

Çalışmada geliştirilen öğretim dizininin öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarına etkisini değerlendirmek amacıyla Lederman ve diğ., (2002) tarafından geliştirilen Bilimin Doğası Hakkında Görüşler Anketi-Form C (VNOS-C), öğretim sonunda öğrenciler ile yapılan birebir yarı-yapılandırılmış görüşmeler ve öğrenciler tarafından doldurulan yazılı geri bildirimler kullanılmıştır. VNOS-C anketi bu çalışmada odaklanılan bilimin doğası boyutlarıyla ilgili 10 adet açık uçlu soru içermektedir. Öğrencilerin eğitim boyunca bilimin doğası anlayışlarındaki değişimi belirleyebilmek için VNOS-C anketi ön ve son test olarak uygulandı. Anketin sontest olarak uygulanmasından sonra öğrencilerin sontestte tam olarak açıklayamadıkları ve ayrıca çelişkili olan görüşlerini tam olarak açığa çıkarmak için tüm öğrenciler ile yarı-yapılandırılmış görüşmeler yapıldı ve ayrıca öğrencilerden her haftanın sonunda yazılı geri bildirimler alındı.

Verilerin Analizi

Toplanan nitel verilerin analizi ve değerlendirilmesinde, sürekli karşılaştırma ve analitik tümevarım stratejileriyle sistematik bir yaklaşım sunan temellendirilmiş kuram (grounded theory) veri çözümleme metodolojisi kullanıldı (Strauss & Corbin, 1998). Nitel verilerin analizinde kodlamalar yapılırken Khishfe ve Lederman (2006) tarafından kullanılan analiz çerçevesi temel alındı. Bir öğrenci ile ilgili tüm veri kaynaklarından elde edilen veriler, bilimin doğası boyutu ile ilgili olarak geliştirmeye çalıştığımız anlayışı yansıttığında, katılımcının o boyutla ilgili düşünceleri iyi düzeyde olarak sınıflandırıldı. Bir katılımcının ele alınan bilimin doğası boyutuyla ilgili hiçbir düşüncesi, geliştirmeye çalıştığımız anlayışı

yansıtmadığında katılımcının o boyutla ilgili düşünceleri naif düzeyde olarak sınıflandırıldı. Katılımcının ele alınan bilimin doğası boyutuyla ilgili düşüncelerinde tutarsızlık gözlemlendiğinde; yani bazı düşünceleri geliştirilmek istenen anlayışı yansıttığında, bazı düşünceleri bu anlayışla tutarlı olmadığında ise katılımcının o boyutla ilgili düşünceleri orta düzeyde olarak sınıflandırıldı. Fen içeriği öğretilirken açık-düşündürücü yaklaşımla bilimin doğası öğretimi sonucunda öğrencilerin odaklanılan bilimin doğası boyutlarıyla ilgili düşüncelerinde meydana gelen değişimi inceleyebilmek için her bilimin doğası boyutuyla ilgili ön ve son-testte naif, orta ve iyi düzeydeki öğrencilerin sayısı belirlendi.

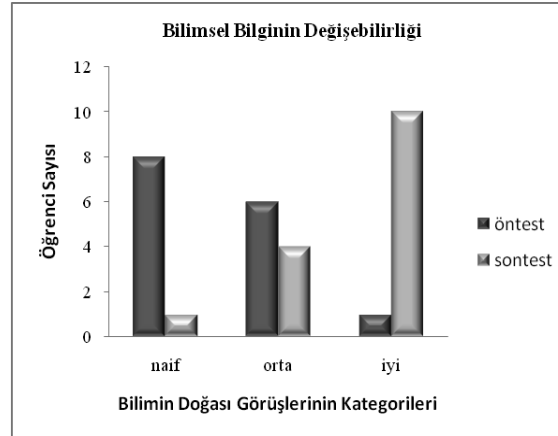
Çalışmada araştırmanın geçerlik ve güvenilirliğini artırmak için çeşitli önlemler alındı. Örneğin; analizlerin ve yorumların katılımcıların görüşlerini yansıttığından emin olmak için VNOS-C, yarı-yapılandırılmış görüşme ve yazılı geri bildirimlerden elde edilen veriler kodlanarak her katılımcı için karşılaştırıldı ve oluşturulan kodların katılımcının görüşlerini yansıttığı kontrol edildi. Çalışmada ayrıca veri analizi ve kodlama işlemi iki araştırmacı tarafından bağımsız olarak yapıldı. İlk kodlamanın ardından verilerin yaklaşık %25'i alınarak iki araştırmacının kodları karşılaştırıldı ve uyumsuzluklar tartışılarak giderildi. Daha sonra tüm veriler iki araştırmacı tarafından tekrar kodlandı. Oluşturulan kodlar karşılaştırıldı ve iki araştırmacının kodlaması arasında yaklaşık %92 uyuma olduğu görüldü.

SONUÇLAR

Kimyasal denge konusuna entegre edilerek açık-düşündürücü yaklaşımla bilimin doğası öğretimi için geliştirilen öğretim dizinin uygulamasından elde edilen verilerin analiz sonuçları, öğretim dizininde hedeflenen bilimin doğası anlayışlarına göre gruplandırılarak aşağıda ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Çalışmaya katılan öğrenciler Ö1, Ö2, Ö3... şeklinde kodlanarak bu öğrencilerin uygulama öncesi ve sonrası görüşlerindeki değişim öğrenciler tarafından verilen ifadelerden alıntılar yapılarak açıklanmıştır. Ayrıca, bilimin doğasının altı boyutu ile ilgili öğretim dizininin uygulanması sırasında bu makale yazarları tarafından esas alınan ve öğrencilerde geliştirilmesi amaçlanan anlayışlar aşağıda her bir boyutun ilk paragrafında kısaca verilmiştir (Köseoğlu, Tümay ve Üstün, 2010).

Bilimsel Bilginin Değişebilirliği

Bilimsel bilgi güvenilir ve uzun ömürlü olmasına rağmen onun mutlak olarak doğru ya da kesin olduğu söylenemez. Bilimsel bilgiler mevcut verilerin yeniden farklı bir şekilde yorumlanması ile veya toplumsal, teknolojik ve benzer çeşitli gelişmeler sonucunda yeni delillerin elde edilmesi ile değişebilir (Kuhn, 1970).



Grafik 1. Değişebilirlik Boyutu: Ön-Son Test Sonuçları

Bilimsel bilginin kesin olmayan doğası ve bilimsel bilginin değişebilirliği ile ilgili öntestteki görüşler incelendiğinde (Grafik 1), bilimsel bilgilerin değişebileceğini ifade eden 7 öğrenciden orta düzey olarak kabul edilen 6'sının "bilimsel bilgi teori olduğu için değişebilir, kanun olsaydı değişmezdi" şeklinde görüşlere sahip oldukları gözlenmiştir. Uygulamadan sonra yapılan son testte ise kanunların değişmez mutlak doğrular olduğu düşüncesine sahip öğrencilerin sayısının azaldığı görülmüştür. Grafik 1'deki veriler, öğretim dizini uygulamasından sonra naif ve orta düzeydeki görüşlerin oranı azalırken iyi düzeydeki görüşlerin oranının %67'ye (10 öğrenci) kadar yükseldiğini göstermektedir.

Öğretimden sonra öğrencilerle yapılan yarı-yapılandırılmış görüşmelerin analizi de öğrencilerin büyük çoğunluğunun (%80), bilimde mutlak kesin bilgilerden söz edilemeyeceği ve tüm bilimsel bilgilerin değişebileceği konusunda iyi düzeyde anlayış geliştirdiklerini göstermiştir. Örneğin, iyi düzeyde görüş bildiren bir öğrenci yarı-yapılandırılmış görüşmelerde aşağıdaki gibi bir cümle kullanmıştır:

Ö7:“..Ben bugüne kadar bilimsel bilginin kesin ve değişmez olduğunu bilirdim. Fakat artık teorilerin de, kanunların da yeni olaylar ya da geçmişteki hataları keşfettiğimiz zaman değişebileceğini düşünüyorum. Yani mutlak kesin değildir...”

Değişebilirlik boyutu ile ilgili son testte orta düzeyde gruba giren öğrencilerle yapılan yarı-yapılandırılmış görüşmeler, onların bu boyutla ilgili görüşlerinin gerçekten yetersiz olduğunu destekler niteliktedir:

Ö1:“.....Bilimsel kanun bana göre değişmez. Örneğin; yerçekimi kanunu evrensel olarak kabul edilmiştir. Biri kalkıpta böyle bir şey yok diyemez. Fakat evrim teorisi, teori olduğu için bugün geçerliliğini kaybetmiş...”

Ö12: “...Teoriler mantık ve matematiksel olarak formülize edildikten ve doğru güvenilir sonuçlar elde edildikten sonra kanun olur. Kabul edilmiş bir kanunu da değiştirmek imkansızdır. Ben hala böyle düşünüyorum...”

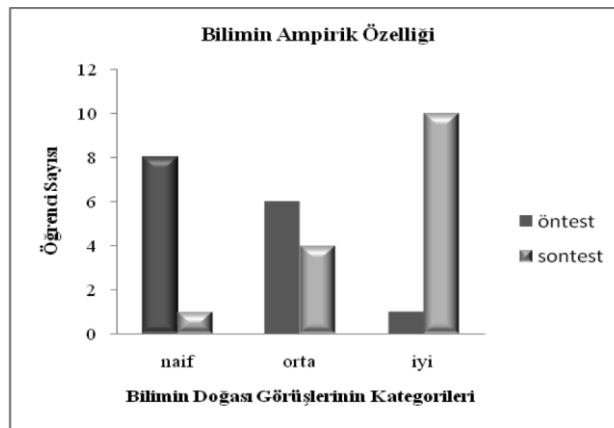
Bilimin Ampirik Özelliği

Bilimsel bilgi, doğadaki olgularla ilgili gözlem ve deneylere dayanır (Gözlem terimi bazen deneyi de kapsayacak şekilde kullanılmaktadır). Öne sürülen bilimsel iddiaların geçerliği, büyük ölçüde gözlem ve deneylerden elde edilen veriler temel alınarak değerlendirilir (Lederman ve diğ., 2002). Ancak, özellikle astronomi ve jeoloji gibi bazı bilim dallarında değişkenleri kontrol etmek ve yönlendirmek genellikle mümkün olmadığından bu bilim dallarında sadece gözlemler yoluyla elde edilen verilerden yararlanılmaktadır.

Bu görüşler doğrultusunda Grafik 2 incelendiğinde başlangıçta, öğrencilerin %13’ü deneyin bir hipotezi destekleme ya da çürütme faaliyeti olduğunu anlamış ve bilimdeki destekleyici ve yardımcı rolüne vurgu yapmıştır. Öğretimden sonra bu boyutla ilgili olarak iyi düzeyde görüş sunan öğrenci sayısı %67’e çıkmıştır. Öğrencilere, son testten sonra yapılan görüşmelerde “deney nedir” ve “bilimi öğrenmek için her zaman deney yapmak şart mıdır?” diye sorduğumuzda naif ve orta görüş sunan öğrencilerin yarısından fazlası deneyi gerçeğe ulaşma faaliyeti olarak gördüklerini ve her zaman deney yapmanın şart olduğunu ifade etmişlerdir. Öğrencilerin bu görüşlerine ilişkin ifadelerinden birkaç örnek aşağıda verilmiştir.

Ö13: “...Deney, merak edilen bir konuyu araştırmak için çeşitli materyallerle bir takım işlemler yapıp sonuca ulaşmaktır. Bir olayın gerçekliğine karar vermek için deney mutlaka gereklidir”.

Ö7: “.... Bana göre deney, doğru olan bir şeyi başkalarına kanıtlamak için yapılır. Bilim kanıtlar, bu yüzden de deney gereklidir.”



Grafik 2. Bilimin Ampirik Özelliği: Ön-Son Test Sonuçları

Uygulamanın sonunda öğrencilerin %67’si (10 öğrenci) deneyin bilimsel bilgi elde edilmesinde önemli bir rolü olduğu ancak deney olmadan da gözlemlerle bilimsel bilgi elde edilebileceği şeklinde iyi düzeyde görüş bildirmiştir. Bu

öğrencilerin çoğu görüşlerini kimyasal dengenin makro düzeyde görülebildiği etkinliklerle ilişkilendirerek örneklerle desteklemiştir:

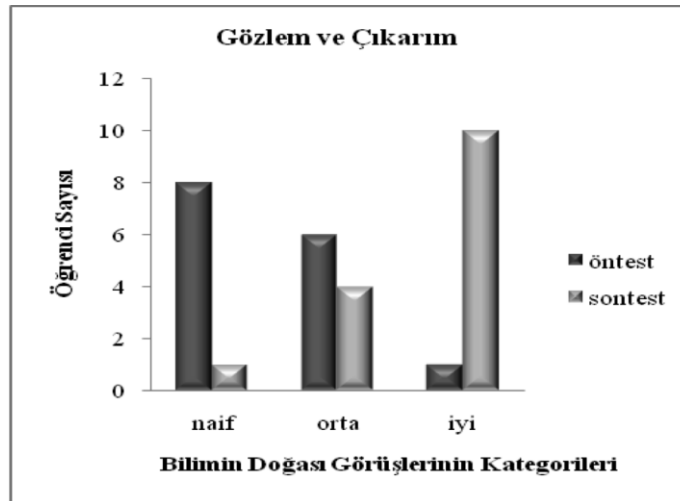
Ö5: “...örneğin; kimyasal denge durumunda tepkimeye giren ve çıkan maddelerin derişimlerinin değişmediğini düşünüyorduk. Gerçekten A grubu etkinliklerinde de denge durumunda küvetlere su transferi yapmamıza rağmen su derinliğinin değişmediğini gördük ve bu olay bizim düşüncemizi destekledi....”

Ö11: “.....bize kitaplarda gösterilen kimyasal dengedeki hız-zaman grafiğini A grubu etkinliklerinde yaptığımız gözlemler sonucunda elde ettiğimiz verilerle çizip doğrulamak çok güzeldi...”

Gözlem ve Çıkarım

Bilimsel bilgi gözlem ve deneylerden elde edilen çıkarımlara dayalıdır. Gözlemler insan duyuları ve bu duyuların uzantıları olarak düşünebileceğimiz çeşitli aletler yoluyla yapılır; çıkarımlar ise gözlem ve deneylerden elde edilen verilerin bilim insanları tarafından önceki bilgi ve teorilerine dayanarak yaptıkları yorum ve açıklamalardır.

Öğrencilerin gözlem ve çıkarım konusunda en yaygın yanlış kavramlarından birisi, çıkarım yaptığı halde bunun farkına varmayıp onları gözlem olarak sunabilmeleridir. Öğretim dizininin uygulamasından elde edilen veriler analiz edildiğinde, bilimin doğasının gözlem ve çıkarım boyutu ile ilgili olarak Grafik 3’de görüldüğü gibi uygulamadan önce öğrencilerin %87’sinin naif veya orta düzeyde görüş bildirdikleri, uygulamadan sonra bu boyutla ilgili iyi düzeyde görüş bildirenlerin oranının %60’a (9 öğrenci) çıktığı tespit edilmiştir.



Grafik 3. Gözlem ve Çıkarım: Ön-Son Test Sonuçları

Uygulamadan sonra yapılan yarı-yapılandırılmış görüşmeler de, aşağıda verilen örnek öğrenci ifadelerinden anlaşılacağı gibi, iyi düzeydeki öğrencilerin

bilimde gözlem ve çıkarım kavramları ile ilgili uygun anlayış geliştirdiklerini göstermiştir.

Ö5: *"....Bilim adamları herhalde bizim kimyasal denge etkinliğinde yaptığımız gibi birçok gözlem ve deney sonucunda elde ettikleri verilerden yola çıkarak kimyasal denge tepkimleri ile ilgili çıkarımlarda bulunmuşlardır."*

Ö13: *"....Bazen bilim insanları aynı verilerden farklı yorum çıkarabilir. Örneğin; sınıfta tartıştığımız gibi Thomson ve Rutherford altın folyo deneyinden iki farklı atom modeli geliştirmiştir...."*

Subjektiflik (Öznellik, Teori yüklülük)

Her gözlemci, yaptığı gözlemleri anlamlandırırken ve bu gözlemlerden çıkarımlar yaparken ön bilgilerini kullandığı için önyargısız gözlem yapmak ve yorumlamak imkansızdır. Diğer tüm insanlar gibi bilim insanlarının gözlemleri de, kaçınılmaz olarak bilim insanını o gözlemi yapmaya iten zihnindeki teori ve önyargılardan; deneyim ve beklentilerinden etkilenir (Köseoğlu ve diğ., 2010). Gözlemlerin ve gözlemlerden yapılan çıkarımların gözlemcinin ön bilgi, deneyim, beklenti ve teorilerinden etkilenmesi nedeniyle bilimsel bilgi her zaman objektif değildir; bilimsel bilgi teori yüklü ve subjektiftir.

Bilimin doğasının subjektiflik boyutu ile ilgili olarak VNOS-C anketinden elde edilen verilerin analizi, uygulama öncesi 11 öğrencinin (%73) bilimin ve bilimsel bilginin objektif olduğu, bilim insanlarının ön bilgi, tutum veya değerlerinden etkilenmediği şeklinde naif düzeyde görüşlere sahip olduğunu; uygulamadan sonra ise bu oranın %7'ye düştüğünü göstermiştir (Grafik 4). Önteste naif görüş bildiren öğrencilerden birkaçının yazdığı ifadeler aşağıda verilmiştir.

Ö2: *"....Bilim evrenseldir. O yüzden bilimsel bilgiler objektif olmalıdır. Eğer objektiflik olmazsa bilim olmaz...."*

Ö8: *" ...Eğer bilimde objektiflik olmasaydı hiç bir gerçeğe ulaşamazdık..."*

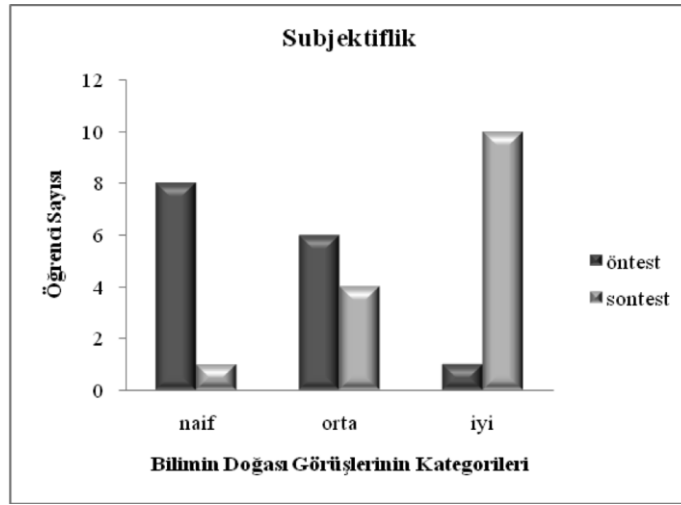
Ö14: *"....Bilim, gözlem ve deney sonuçlarına göre elde edilen verilere dayalıdır. Bunları her bilim insanı kendi kafasına göre yorumlayamaz. Yorumlarsa o zaman bilim evrensel olmaz...."*

Uygulamadan sonra VNOS-C anketinde iyi düzeyde görüş bildiren 10 öğrencinin açık-uçlu sorulara verdiği ifadelerden öğrencilerin bilim insanlarının ön bilgi, tutum ve değerlerden etkilenmelerinin kaçınılmaz olduğunu anladıkları görülmüştür. Ayrıca öğrencilerle yapılan yarı-yapılandırılmış görüşmeler de aşağıdaki örnek ifadelerden anlaşılacağı gibi bu sonucu destekler niteliktedir.

Ö8: *"....deney ve gözlem sonucunda elde edilen verilerin yorumlamasını bilim insanları yapar. Bu yüzden bu yorumlarda o bilim insanının o konu hakkında bildiği önceki bilgiler etkili olabilir..."*

Ö5: *".....bence aynı verilerden başka sonuçlara ulaşılabilir. Örneğin; kimyasal denge ile ilgili yaptığımız etkinliklerde gruplar elde ettikleri benzer"*

sonuçlardan (su derinliği ve su rengi gibi) farklı çıkarımlarda bulundular....”



Grafik 4. Subjektiflik: Ön-Son Test Sonuçları

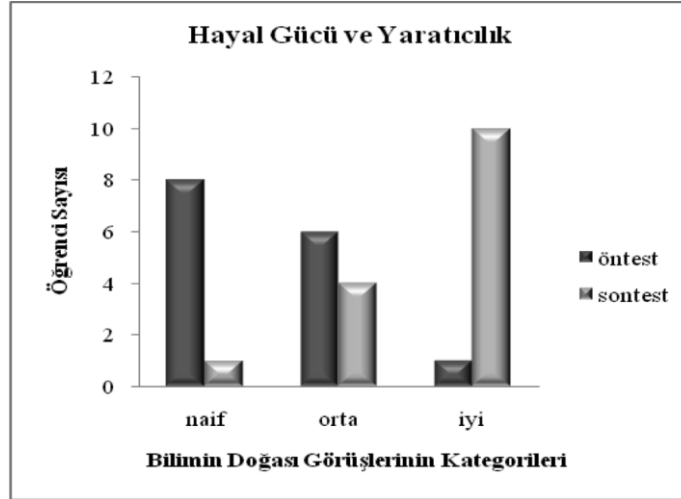
Hayal Gücü ve Yaratıcılık

Bilim insanları bilim yaparken hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullanır. Bilim, yaygın inanışın aksine sadece rasyonel ve sıralı aktiviteler bütünü değildir. Bilimsel bilgiler, mantığın yanında bilim insanlarının kişisel yaratıcılığı ve hayal gücü sonucu yapılandırılır. Bilim insanları hayal güçlerini kullanarak açıklamalar, teoriler veya geçici hipotezler ortaya atarlar (McComas, 1998).

Öğrencilerin bilimde yaratıcılığın ve hayal gücünün rolü hakkındaki ön ve son test görüşleri Grafik 5’de verilmiştir. Çalışmanın başlangıcında öğrencilerin %47’si (7 öğrenci) bilimde hayal gücü ve yaratıcılığın önemli olduğunu ve bilim insanlarının yaratıcı kişiler olduğunu vurgulamıştır. Ancak başlangıçta öğrencilerin büyük bir kısmı bilim insanlarının yaratıcılıklarını sadece hipotez kurma aşamasında kullandıklarını, verileri yorumlamada yaratıcılıklarını kullanmadıklarını ve bu aşamada objektif davrandıklarını belirtmişlerdir. Öğrencilerin % 33’ü (5 öğrenci) ise bilimde hayal gücü ve yaratıcılığın rolünün olmadığına dair naif düzeyde görüş bildirmiş olup bu öğrencilerin ifadelerine bir örnek aşağıda verilmiştir.

Ö9: “...hayal gücü ve yaratıcılığı ile hareket eden hiçbir bilim adamı duymadım. O zaman herkes bilim adamı olurdu...”

Ö6: “...bence bilimsel bir çalışmanın planlama ve tasarlama aşamasında hayal gücü ve yaratıcılık kullanılabilir. Bilim adamlarının da bu aşamada kullandıklarını düşünüyorum...”



Grafik 5. Hayal Gücü ve Yaratıcılık: Ön-Son Test Sonuçları

Uygulamanın sonunda öğrencilerin % 80'i yaratıcılığın bilimsel sürecin her aşamasında önemli olduğu görüşünü bildirmiştir. Başlangıçtaki görüşlerin aksine aşağıdaki ifadelerden de anlaşılacağı gibi öğrenciler özellikle veri yorumlama aşamasında da bilim insanlarının yaratıcılıklarını kullandığı görüşünü benimsemiştir.

Ö12: “...kimyasal denge konusunda yaptığımız etkinliklerde hayal gücü ve yaratıcılığımızı kullanarak gözlemler yaptık, gözlemler sonucu elde ettiğimiz çıkarımlar doğrultusunda göremediğimiz bir dünyayı anladık.”

Ö9: “...ben hayal gücü ve yaratıcılığın sadece hipotez ortaya koymada önemli olduğunu düşünürdüm. Ancak biz bu kimyasal denge etkinliklerinde verilerin yorumlanmasında da hayal gücümüzü ve yaratıcılığımızı kullandık. Bu okuma parçalarında da bilim insanlarının yaratıcı olduklarını gördük.”

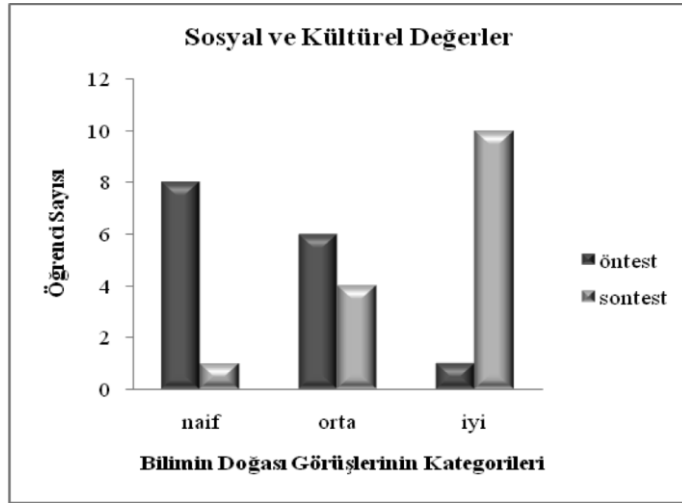
Sosyal ve Kültürel Değerler

Bilim, yapıldığı toplum içinde sosyal ve kültürel faktörlerden etkilenen beşeri bir faaliyettir. Politika, ekonomi, felsefe ve din bu faktörlere örnek olarak verilebilir. Bilimsel bilgi bilim insanları topluluğu tarafından sosyal olarak yapılandırılır. Bilimsel bilgiler sosyal bir bağlamda oluşturulur ve bilimsel toplulukta kabul gören kriterlere göre değerlendirilir (AAAS, 1993).

Grafik 6’da görüldüğü gibi uygulamadan önce yapılan öntestte öğrencilerden sadece %7’si (1 öğrenci) bilimin sosyal ve kültürel değerlerden etkileneceğini düşünürken uygulamadan sonra bu oran %53’e (8 öğrenci) yükselmiştir. Çalışmanın başlangıcında öğrencilerin çoğu bilimin evrensel olduğu, sosyal ve kültürel faktörlerin bilimi etkilemediği şeklinde naif düzeyde görüş bildirmişlerdir ve bu naif görüşlerden bazıları aşağıda verilmiştir.

Ö4: “...Bilim evrenseldir. Her milletin kültürel ve sosyal değerleri farklıdır ve bunun kesinlikle bilimle alakası yoktur...”

Ö12: “...Bilim evrenseldir; dil, din, ırk fark etmez...”



Grafik 6. Sosyal ve Kültürel Değerler: Ön-Son Test Sonuçları

Uygulamanın sonunda yapılan değerlendirmelerde bu boyutla ilgili olarak öğrencilerin %53'ü (8 öğrenci) iyi düzeyde görüş bildirmiştir. Yarı-yapılandırılmış görüşmelerde öğrencilerin yarısından fazlası bilimin bir insan ürünü olduğunu ve sosyal ve kültürel faktörlerden etkilenmesinin kaçınılmaz olduğunu vurgulamıştır. Bu öğrencilerin bazı örnek ifadeleri aşağıdadır:

Ö4: “...Bilimin sosyo-kültürel değerleri yansıttığına inanıyorum. Örneğin eski Yunandaki toplum ve kültür değerleri insanları araştırmaya, sorgulamaya teşvik etmiş, bu yüzden birçok bilim adamı ortaya çıkmıştır. Bilim alanında hızlı bir ilerleme kaydetmişlerdir...”

Ö5: “...Bilim adamı da toplumun bir üyesidir. O da bilimsel çalışmalarında yaşadığı toplumun sosyal ve kültürel değerlerinden, ihtiyaçlarından, inançlarından etkilenir...”

Öğrencilerin Yazılı Geri Bildirim Formlarından Elde Edilen Bulgular

Çalışmada, veri toplama araçlarından biri olarak, öğrencilere her hafta sonunda “Bu hafta neler öğrendiniz?”, “Öğrendikleriniz daha önceki öğrendiklerinizle çelişiyor mu? Ya da destekliyormu? Açıklayınız.”, “Öğrendiklerinizi kendi kelimelerinizle tanımlamak isterseniz nasıl tanımlarsınız?” gibi soruları içeren yazılı geri bildirim formları dağıtılmış ve etkinlik uygulamaları ile ilgili düşüncelerini bu formlara yazmaları istenmiştir. Öğrencilerin yazılı geri bildirimlerde yazdıkları ifadelerden birkaç örnek aşağıda verilmiştir.

Ö5: “...Ben 11. sınıf öğrencisiyim. Daha önce hiç öğrenmediğim ve bana tamamen ilginç gelen konular hakkında bilgi ediniyoruz. Daha önceki kimya derslerinde öğretmen sınıfa girer, ders kitabı açılır, gerekli notlar alınıp

örnekler çözülür ve ders biterdi. Fakat şimdi kimyaya çok farklı bir gözle bakıyoruz. Bilim adamı gibi düşünüyor, onlar gibi deney yaparak gözlem ve çıkarımlarda bulunuyoruz. Yorum yapabilme kabiliyetim arttı...”

Ö3: “...Biz bugüne kadar bu niye böyle, niçin böyle diye sorgulamıyorduk. Ancak bu derslerden sonra neden, niçin, nasıl sorusunu soruyoruz ve cevap bulmaya çalışıyoruz...”

Ö9: “...Kimya dersini hiç böyle düşünmemiştim. Hem eğlenceli geçiyor hem de öğreniyoruz...”

Ö11: “...Deneyler ile görmediğim bir dünyayı anlamaya çalışıyorum. Gerçekten çok güzel...”

Ö6: “...Bugün yaptığımız etkinlik (okuma parçaları) bilim adamlarının çalışmalarını yaparken tek bir yol izlemediklerini anlamamızı sağladı...”

Bu geri bildirim formlarının analizi, fen konularının öğretimi sırasında bilimin doğasının açık-düşündürücü yaklaşımla öğretiminin öğrencilerin bilim konusundaki anlayışlarını geliştirmesinin yanında onların görüşlerini de olumlu yönde etkilediğini düşündürmektedir. Örneğin, öğrencilerin birçoğu farklı bir kimya dersi işlediklerini ve daha çok zevk aldıklarını belirtmişlerdir. Ayrıca öğrenciler, derslere aktif bir şekilde katıldıklarını, daha çok konuştuklarını, sorguladıklarını, kendi öğrenmelerinden sorumlu olduklarını ve özgüvenlerinin arttığını da ifade etmişlerdir.

TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, kimyasal denge gibi bir fen konusunun öğretimi yapılırken aynı öğretim dizini içerisinde, açık-düşündürücü yaklaşımla öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarının ilgili fen konusuna entegre etmek suretiyle geliştirilebileceğini iddia eden bir öğretim dizini hazırlanmıştır. Hazırlanan bu öğretim dizinin Türkiye’de bir Anadolu lisesinde öğrenim gören öğrencilerin bilimin doğası ile ilgili anlayışlarına nasıl etki ettiği araştırılmıştır. Dünyada ve Türkiye’de bilimin doğası odaklı özel bir öğretim uygulamasına katılmamış öğrencilerin konu ile ilgili anlayışlarının oldukça yetersiz olduğu birçok araştırmada (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000; Akerson, Abd-El-Khalick & Lederman, 2000; BouJaoude, 1996; Doğan ve Abd-El-Khalick, 2008; Meichtry, 1992) tespit edilmiş olduğu gibi; bu çalışmada da uygulamadan önce öğrencilerin büyük çoğunluğunun (%84) bilimin doğası ile ilgili anlayışlarının naif ve orta düzeyde olduğu görülmüştür.

Kimyasal denge konusuna bilimin doğası anlayışlarının entegre edildiği öğretim dizininde, kimyasal dengenin makro düzeyde gözlenmesini sağlayan 3 deneysel etkinlik ve ayrıca 4 okuma parçasından oluşan etkinlik yer almaktadır. Öğretim dizini uygulanırken öğrencilerin işbirlikli bir sosyal etkileşim içinde sorgulayıcı-araştırma ile ilgili süreçleri bizzat yaşamaları ve kendi düşüncelerini ortaya koyarak tartışmaları sağlanmıştır. Öğrenciler makro düzeyde temsili bir deneysel etkinliği yürütürken ve etkinlik sonrasında katıldıkları açık-düşündürücü

tartışmalarda kimyasal denge konusundaki kendi kavramlarını sorgulayarak bilişsel çelişkilerini daha kolay fark edebilmişlerdir. Daha sonra okuma parçalarında bu kavramlarla entegre edilerek verilmiş bilimin doğası tartışmalarında, hedeflenen kavram ve anlayışlarla ilgili etkili bir kavramsal değişim geçirmeleri kolaylaşmıştır. Açık-düşündürücü sorgulayıcı-araştırmalarla öğrencilerin bilişsel yapılarının izlendiği bu çalışma sonuçları, literatürdeki araştırma sonuçlarına benzer şekilde (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000; Akerson ve diğ., 2000), bilimin doğası öğretiminde, öğrencilerin mevcut kavramları ile yeni kavramlar arasında bilişsel çelişki yaşamalarını sağlayan öğretim uygulamalarının etkili olduğunu göstermiştir.

Çalışmada elde edilen veriler analiz edildiğinde, uygulama sonunda bilimin doğası ile ilgili anlayışlarında naif ve orta düzeyden iyi düzeye geçen öğrenci oranları; bilimsel bilginin değişebilirliği ve subjektiflik boyutunda %60, deneysellik boyutunda %53, gözlem ve çıkarım ile sosyal ve kültürel değerler boyutunda %47, hayal gücü ve yaratıcılık boyutunda ise %33 olarak tespit edilmiştir. Hayal gücü ve yaratıcılık boyutundaki değişim oranının en küçük çıkmasının nedenlerinden birisi, çalışmanın başında bu boyutla ilgili iyi düzey görüş bildiren öğrenci oranının (%47) diğer boyutlara göre daha büyük olmasıdır. Ayrıca, öğrencilerin gözlem ve çıkarım kavramlarını tanımlamalarına rağmen bu iki kavram arasındaki farkı örneklerle açıklama konusunda başarısız olmaları, bu boyuttaki değişim oranının diğer boyutlara göre daha düşük çıkmasına neden olmuştur. Uygulama sırasında ve sonrasında bilime sosyal ve kültürel değerlerin nasıl etki ettiği konusu ile ilgili tartışmaların subjektiflik boyutu ile ilişkilendirilerek verilmesi bu boyutlarla ilgili görüşlerin daha etkili gelişimini sağlamıştır. Sonuç olarak, çalışmada geliştirilen öğretim dizininin odaklandığı bilimin doğası boyutları ile ilgili olarak iyi düzeyde görüş bildiren öğrencilerin oranı ortalama %16'dan %66'ya kadar çıkmıştır.

Bu çalışmada elde edilen verilere dayanarak, fen konusunun öğretimi yapılırken aynı öğretim dizini içerisinde, açık-düşündürücü yaklaşımla bilimin doğası anlayışlarını geliştirmeye yönelik bir öğretim yaklaşımının öğrencilerin bilimin doğası ile ilgili anlayışlarını geliştirmesinin yanında onların kimya, fizik gibi fen derslerine karşı daha olumlu bir görüş geliştirmelerini de sağlayacağı söylenebilir. Nitekim çalışmada yürütülen uygulamadan sonra öğrencilerin büyük bir kısmı kimyayı matematiksel işlemlerden farklı bir ders olarak gördüklerini ve hatta bazıları daha önceleri sevmedikleri kimya derslerini sevmeye başladıklarını belirtmiştir.

Son yıllarda fen eğitimi ile ilgili araştırmalarda, bilim okuryazarı vatandaşlar yetiştirebilmek için ilköğretimden yükseköğretimin sonuna kadar her kademedeki öğrencilerin bilimin doğası ile ilgili anlayışlarının geliştirilmesi gerektiği üzerinde durulmaktadır (Erdoğan ve Köseoğlu, 2012; Köseoğlu, Tümay ve Budak, 2008; McComas, 1998; Bell, Abd-El-Khalick, Lederman, McComas ve Matthews, 2001). Bu bağlamda bilimin doğası ile ilgili yeni öğretim etkinlikleri hazırlanırken bilimin doğası boyutlarının bir fen konusuna entegre edilerek açık-düşündürücü yaklaşımla

nasıl öğretilbileceği konusunda, bu çalışmada geliştirilen öğretim dizininden örnek olarak yararlanılabilir.

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(4), 417-436.
- Abd-El-Khalick, F. (2001). Embedding nature of science instruction in preservice elementary science courses: Abandoning scientism, but ... *Journal of Science Teacher Education*, 12, 215-233.
- Abd-El-Khalick, F., & Akerson, V.L. (2004). Learning as conceptual change: Factors mediating the development of preservice elementary teachers' views of nature of science". *Science Education*, 88, 785-810.
- Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N.G. (2000). The influence of history of science courses on students' views of nature of science. *Journal of Research In Science Teaching*, 37(10), 1057-1095.
- Aikenhead, G. S., & Ryan, A. G. (1992). The development of a new instrument: "Views on Science- Technology- Society" (VOSTS). *Science Education*, 76(5), 477-491.
- Akerson, V. L., Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N.G. (2000). Influence of a reflective explicit activity-based approach on elementary teacher' 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, 73-82.
- American Association for the Advancement of Science-AAAS (1993). *Benchmarks for science literacy*. New York: Oxford University Press.
- Bell, R., Abd-El-Khalick, F., Lederman, N. G., McComas, W. F., & Matthews, M. R. (2001). The nature of science and science education: A bibliography. *Science and Education*, 10 (1-2), 187-204.
- Bybee, R. (2001). Teaching about evolution: Old controversy, new challenges. *BioScience*, 51(4), 309-312.
- BouJaoude, S. (1996). Why an issue on science education? (Editorial). *Scie-Quest*, 6 (1), 4-5.
- Briggs, M.W. (2006, July). Teaching Chemical Equilibrium using a Macro Level Analogy. *The 19 th Biennial Conference on Chemical Education*. 309-312.
- DeBoer, G. E. (1991). *A history of ideas in science education*. New York: Teachers College Press.
- Dogan, N., & Abd-El-Khalick, F. (2008). Turkish grade 10 students' and science teachers' conceptions of nature of science: A national study. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(10), 1083-1112.

- Doğan Bora, N. (2005). Türkiye Genelinde Ortaöğretim Fen Branşı Öğretmen ve Öğrencilerinin Bilimin Doğası Üzerine Görüşlerinin Araştırılması (*Yayımlanmamış Doktora Tezi*), Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Eick, C. J. (2000). Inquiry, nature of science, and evolution: The need for a more complex pedagogical content knowledge in science teaching. *Electronic Journal of Science Education*, 4. Retrieved April 10, 2010 from <http://unr.edu/homepage/crowther/ejse/eick.html>.
- Erdoğan M. N., & Köseoğlu F. (2012). Ortaöğretim fizik, kimya ve biyoloji dersi öğretim programlarının bilimsel okuryazarlık temaları yönünden analizi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri Dergisi*, 12(4), 2889-2904.
- Erdoğan M. N. (2011). Açık-Düşündürücü Öğretim Dizini ile Bilimin Doğası Odaklı Fen İçeriği Öğretiminin Lise Öğrencilerinin Bilimin Doğası Anlayışlarına Etkisi (*Yayımlanmamış Doktora Tezi*), Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Irez, S. (2008). Nature of science as depicted in Turkish biology textbooks. *Science Education*, 93 (3), 422-447.
- Jenkins, E. W. (1994). Public understanding of science and science education for action. *Journal of Curriculum Studies*, 26, 601-611.
- Khishfe, R., & Abd-El-Khalick, F. (2002). The 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.
- Khishfe, R., & Lederman, N. (2006). Teaching nature of science within a controversial topic: Integrated versus nonintegrated. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(4), 395.
- Klopfer, L., & Cooley, W. (1963). The history of science cases for high schools in the development of students understanding of science and scientists. *Journal of Research in Science Teaching*, 1(1), 33-47.
- Köseoğlu, F., Tümay H., Budak E., (2008). Bilimin doğası hakkında paradigma değişimleri ve öğretimi ile ilgili uygulamalar. *GÜ, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28(2), 221-237.
- Köseoğlu, F., Tümay H., Üstün U., (2010). Bilimin doğası öğretimi mesleki gelişim paketinin geliştirilmesi ve öğretmen adaylarına uygulanması ile ilgili tartışmalar. *Ahi Evran Ün., Kırşehir Eğitim Fak. Dergisi*, 11 (4), 129-162.
- 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., Schwartz, R. S., Abd-El-Khalick, F., & Bell, R. L. (2001). Preservice Teachers' Understanding and Teaching of the Nature of Science: An Intervention Study. *The Canadian Journal of Science, Mathematics, and Technology Education*, 1(2), 135-160.
- Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., (2000) Avoiding De-Natured Science: Activities That Promote Understandings of the Nature of Science. W. McComas (Ed), *The nature of science in science education* (pp.83-126). Netherlands: Kluwer.

- Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Schwartz, R. S. (2002). Views of nature of science questionnaire (VNOS): 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 Abell, S. & Lederman, N. (Eds.) *Handbook of Research on Science Education*. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- McComas, W. F. (1998). The principal elements of the nature of science: Dispelling the myths of science. In W. F. McComas (Ed.) *The Nature of Science in Science Education: Rationales and Strategies*. Kluwer (Springer) Academic Publishers, 53-70.
- McComas, W. F., & Olson, J. K. (1998). International science education standards documents (41-52). In McComas (Ed.) *The Nature of Science in Science Education: Rationales and Strategies*. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- MEB (2004). *İlköğretim Fen ve Teknoloji dersi, 4-8 sınıflar öğretim programı*. Ankara: TTKB.
- MEB (2007) *Ortaöğretim Fizik, Kimya, Biyoloji, Astronomi, Jeoloji dersi öğretim programı*. Ankara: TTKB.
- MEB (2013). *Ortaöğretim Kimya Dersi (9,10,11 ve 12. sınıflar) öğretim programı*. Ankara: TTKB.
- 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, 389-407.
- Merriam, S. (1998). *Qualitative research and case study applications in education*. San Francisco, CA: Jossey Bass, Inc.
- Nickels, M. N., Nelson, C. E., & Beard, J. 1996. Better biology teaching by emphasizing evolution and the nature of science. *The American Biology Teacher*, 58, 332-336.
- Osborne, J., & Collins, S. (2003). What 'Ideas-about-Science' Should be Taught in School Science? A Delphi Study of the Expert Community. *Journal of Research in Science Teaching*, 40, 692-720.
- Scharmann, L. C., Smith, M. U., James, M. C., & Jensen, M. (2005). Explicit reflective nature of science instruction: Evolution, intelligent design, and umbrellaology. *Journal of Science Teacher Education*, 16, 27-41.
- Schwartz, R. S., Lederman, N. G., & Crawford, B. (2004). Developing views about nature of science in authentic contexts: An explicit approach to bridging the gap between nature of science and scientific inquiry. *Science Education*, 88(4), 610-645.
- Solomon, J., Duveen, J., Scot, L., & McCarthy, S. (1992). Teaching about the nature of science through history: Action research in the classroom. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4), 409-421.
- Strauss, A.L., & J. Corbin, (1998). *Basics of qualitative research: Techniques and procedures for developing grounded theory* (2nd ed.). London: Sage.

- Sunar S., & Geban, Ö. (2011). Turkish pre-service science teachers' views on science-technology-society issues. *Eurasian Journal of Physics and Chemistry Education, January (Special Issue)*, 9-24.
- Wellington, J. (2000). *Educational research, contemporary issues and practical approaches*. London: Continuum.
- Yalvaç, B., & Crawford, B. A. (2002). Eliciting prospective science teachers' conceptions of the nature of science in Middle East Technical University (METU). *Annual International Conference of the Association for the Education of Teachers in Science*.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (1999). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayınevi.