

**Bilimde Argümantasyona Odaklanan Etkinliklerle Kimya  
Öğretmen Adaylarının Bilimin Doğası Hakkındaki  
Anlayışlarını Geliştirme**

**Promoting Pre-Service Chemistry Teachers'  
Understanding of Nature of Science with Argumentation  
Focused Activities in Science**

**Halil TÜMAY<sup>1</sup>, Fitnat KÖSEOĞLU<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi, Kimya Eğitimi Anabilim Dalı, Ankara,  
tumay@gazi.edu.tr

<sup>2</sup>Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi, Kimya Eğitimi Anabilim Dalı, Ankara,  
fitnat@gazi.edu.tr

**ÖZET**

*Bilimin doğasını anlama bilim okuryazarlığının önemli ve kritik bir boyutudur. Buna karşın yapılan çalışmalar öğrencilerin ve öğretmenlerin bilimin doğası hakkında yeterli anlayışlara sahip olmadığını göstermiştir. Bu nitel durum çalışmasında açık-düşündürücü öğretim yaklaşımı kullanarak geliştirdiğimiz argümantasyon-odaklı kimya öğretimi dersinin kimya öğretmen adaylarının bilimin doğası hakkındaki anlayışlarına etkisi incelendi. Çalışmaya 23 kimya öğretmen adayı katıldı. Derste, bilimde argümantasyonun rolünü ve bilimin doğasının çeşitli yönlerini vurgulamak için bilim tarihinden örnek olaylar ve rol oynama etkinlikleri kullanıldı. Nitel verilerin analizi, öğretmen adaylarının bilimde argümantasyonun rolü, bilimsel bilginin değişime açık olması ve bilimde yaratıcılık hakkındaki anlayışlarında önemli ilerlemeler olduğunu ortaya koydu.*

**Anahtar Kelimeler:** Argümantasyon, bilimin doğası, öğretmen eğitimi, kimya eğitimi, fen eğitimi.

**ABSTRACT**

*Understanding the nature of science (NOS) is a critical and necessary dimension of the scientific literacy. However, studies have consistently shown that students and teachers have insufficient conceptions of NOS. In this qualitative case study, the effects of an argumentation-focused chemistry teaching course on pre-service chemistry teachers' conceptions of NOS was examined. Participants were 23 pre-service teachers. Throughout the course, historical science vignettes and role-playing activities were used to emphasise the role of argumentation in science and NOS.*

*Analysis of the qualitative data revealed noteworthy development and changes in participants' conceptions of the argumentation in science, tentativeness of scientific knowledge and creativity in science.*

**Keywords:** *Argumentation, nature of science, teacher education, chemistry education, science education.*

### SUMMARY

Since we believe that, engaging learners in scientific argumentation with elements from history of science can provide them rich experiences with regard to nature of science (NOS), we developed an argumentation-focused chemistry teaching course. The purpose of this study was to examine the effect of this science method course on pre-service chemistry teachers' conceptions of NOS.

In this research, a qualitative case study method was used. Participants were 23 pre-service chemistry teachers who attended the argumentation-focused chemistry teaching course. The course lasted for ten weeks with three hours per week. In the course, the role of argumentation in science and school science was emphasized using an explicit-reflective teaching approach. We have used historical science vignettes and role-playing activities to elaborate argumentation in science and various aspects of NOS. For example, participants played their roles in a historical debate about the development of ionic dissociation theory. In this activity, they saw two competing theories to explain the same observations and how this controversy resolved through critical evaluation of arguments. Following these learning experiences participants engaged in reflective discussions about NOS. In all of these activities we could use the argumentation in science as a context and make connections to various aspects of NOS such as tentativeness of scientific knowledge and creativity in science. Qualitative data sources of the study included interviews with participants; participants' journals; and written responses to open-ended questions. Data were analyzed using the grounded theory methodology (Strauss & Corbin, 1998).

Analysis of the qualitative data revealed significant improvements in the participants' understandings of various NOS aspects. Participants had an inadequate understanding

about the role of argumentation in science prior to course. They thought that if the experimental data were collected and analyzed appropriately there could be only one acceptable explanation. After the course, they acknowledged the possibility of different interpretations for the same data and agreed on the necessity of argumentation in science. Before the course all participants viewed scientific knowledge as tentative, however they expressed almost only one reason for the tentativeness: obtaining new evidences through advanced technological instruments. After the course, looking at the same observations from a different perspective or development of more strong arguments manifested as another reason for the tentativeness. Before the course participants' views of creativity in science were limited to creativity of scientists in designing new experiments / instruments. After the course, most of them expanded this view to include creativity in the interpretations of observations.

Analysis of the findings revealed that the course seemed to have a positive influence on pre-service teachers' conceptions of NOS, especially on their views about the role of argumentation in science, tentativeness of scientific knowledge, creativity in science, and socially constructed nature of science. These findings suggest that, using an explicit-reflective NOS teaching approach within the context of argumentation in science have a great potential to improve teachers' conceptions of NOS.

## **GİRİŞ**

Bilim çok yönlü, karmaşık ve dinamik bir girişim olduğu için bilimin doğasını tanımlamak zordur. Bilimin doğası ve bilim eğitimiyle ilgili literatür incelendiğinde bilimsel bilginin ne olduğu, nasıl oluşturulduğu ve bunların nasıl öğretileceği konusunda farklı perspektifler vardır (Driver ve diğ., 1996). Ancak, son 50 yıldır bilimin doğası ile ilgili önemli paradigma değişimleri yaşanmıştır ve bilimi sadece deneysel bir keşif süreci olarak görmekten uzaklaşma eğilimi vardır (Köseoğlu ve diğ., 2008). Bilimle ilgili bu yeni paradigmaya göre gözlemler teoriye bağlıdır ve gerçeklik iddialarını sadece gözlem ve deneylere dayandırmak mümkün değildir (Hanson, 1958; Kuhn, 1970). Aynı gözlem ve verilerin farklı şekillerde yorumlanması ve birbiriyle

çelişen teorilerin ortaya atılması bilim tarihinde sıkça karşılaşılan bir durumdur (Kuhn, 1970; Lakatos, 1974). Aynı verilerden farklı çıkarımlar yapıldığında argümantasyon (bilimsel tartışma) kaçınılmaz olmaktadır ve bilim adamlarının anahtar etkinliği birbiriyle yarışan teorilerden hangisinin en tatmin edici açıklama olduğunu değerlendirmektir (Erduran & Jiménez-Aleixandre, 2007).

Bilimin doğası ile ilgili literatür incelendiğinde bilim felsefecileri arasında bilimin doğasının belirli yönlerine ilişkin ciddi görüş ayrılıkları görülse de, bilim okuryazarı bir toplum için fen eğitiminde öğretilmesi gereken temel bilimin doğası anlayışları hakkında genel bir fikir birliği olduğu söylenebilir (Abd-El-Khalick ve diğ., 1998; McComas & Olson, 1998; Osborne ve diğ., 2003). Abd-El-Khalick ve diğ. (1998) öğrencilerde geliştirilmesi gereken temel bilimin doğası anlayışlarını şu şekilde açıklamaktadır:

bilimsel bilgi geçicidir (değişime açıktır); olgusal temellidir (doğal dünyanın gözlenmesine dayanır); subjektiftir (teori yüküldür); kısmen insanların çıkarımı, hayal gücü ve yaratıcılığının ürünüdür (açıklama oluşturmayı içerir); ve sosyal ve kültürel ortamdan etkilenir (Abd-El-Khalick ve diğ., 1998, s. 418).

Bilimin doğası hakkındaki anlayışların bilim okuryazarlığı açısından önemine karşın yapılan pek çok çalışmada, hem öğrencilerin hem de öğretmenlerin bilimin doğası hakkında genellikle yeterli anlayışlara sahip olmadıkları görülmüştür (örn., Lederman, 1992; Driver ve diğ., 1996). Türkiye’de öğrenci, öğretmen aday ve öğretmenlerin bilimin doğası hakkındaki anlayışlarını inceleyen çalışmalarda da, bu grupların bilimin doğası hakkında birçok kavram yanılgısı olduğu ortaya konulmuştur (Yakmacı, 1998; Yalvaç & Crawford, 2002; Taşar, 2003).

Her ne kadar öğretmenlerin bilimin doğası anlayışları ile gerçek sınıf uygulamaları arasında doğrudan bir ilişki bulunmasa da (örn., Duschl & Wright, 1989; Brickhouse, 1990; Lederman, 1999) öğrencilerin bilimin doğası hakkındaki anlayışlarını geliştirmek için öncelikle öğretmenlerin kendilerinin bilimin doğası ile ilgili yeterli anlayışlara

sahip olması gerektiği söylenebilir. Bu nedenle fen eğitimcileri son yıllarda daha yoğun bir şekilde öğrencilerin ve özellikle öğretmenlerin bilimin doğası anlayışlarını geliştirmeye odaklanmıştır.

Bu çalışmalarda, öğrencilerin ve öğretmenlerin bilimin doğası hakkındaki anlayışlarını geliştirmek için dolaylı veya tarihsel öğretim yaklaşımlarından ziyade açık-düşündürücü öğretim yaklaşımının daha etkili olabileceği görülmüştür (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000; Khishfe & Abd-El-Khalick, 2002). Açık-düşündürücü öğretim yaklaşımında, öğrenenler bilimin doğasının çeşitli yönlerine odaklanan öğrenme deneyimleri yaşar ve sonra bunlar hakkında düşündürücü tartışmalara katılırlar. Bu tartışmalarda, öğrencilerin bilimin doğasının çeşitli yönleri hakkında çıkarımlarda bulunmaları teşvik edilir.

Öğrencilerin bilimin doğası hakkında verimli tartışmalara katılabilmesi için öncelikle üzerinde düşünebilecekleri ve çıkarım yapabilecekleri uygun deneyimleri yaşamaları gerekmektedir. Biz, bilimin doğası öğretimi hakkındaki bilimsel araştırmalar ve Gazi Eğitim Fakültesi'nde kimya öğretmen adayları ile ilgili deneyimlerimiz sonucunda bilimin doğası öğretimi için en uygun yollardan birisinin, öğrenenlerin bilim adamlarının sosyokültürel bağlarına benzer eğitimsel bağlamalarda bilimsel argümantasyon ve akıl yürütme sürecini mümkün olduğu kadar çok yaşamaları olduğunu düşünmekteyiz (Köseoğlu ve diğ., 2008). Sosyokültürel öğrenme görüşlerine göre öğrenme bir kültürlenme sürecidir (Brown ve diğ., 1989). Bu açıdan bakıldığında, öğrenciler bilim öğrenmek için bilimsel toplulukların kültürel uygulamalarına katılmalıdır. Bu kültürel uygulamalar açıklama oluşturmaya, öne sürülen iddiaları desteklemeyi veya eleştirmeyi, argümantasyonda bulunmayı, verileri delillere dönüştürmeyi ve benzeri uygulamaları içerir. Bu nedenle, öğrenenleri bilim tarihinden örneklerle bilimsel argümantasyon sürecine katmak onların bilimin doğası açısından zengin deneyimler edinmelerini sağlayabilir.

Bu çalışmanın amacı, kimya öğretmen adayları için geliştirdiğimiz ve bilimde ve bilim eğitiminde argümantasyonun rolünü vurgulayan “Argümantasyon odaklı kimya

öğretimi” dersinin kimya öğretmen adaylarının bilimin doğası hakkındaki anlayışlarına etkisini incelemektir.

## METOT

### Örneklem

“Argümantasyon Odaklı Kimya Öğretimi” dersi bağlamında kimya öğretmen adaylarının bilimin doğası hakkındaki anlayışlarını incelemeyi amaçlayan bu çalışmada derinlemesine inceleme ve yorumlamaların yapılabilmesi için nitel araştırma metotlarından durum çalışması kullanılmıştır (Yıldırım ve Şimşek, 1999). Çalışmanın yürütüldüğü “Argümantasyon Odaklı Kimya Öğretimi” dersi araştırmacılar tarafından kimya öğretmen adayları için geliştirilen 3 saatlik bir seçmeli ders idi. Çalışmaya Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Kimya Eğitimi Anabilim Dalı’nda bu dersi alan 23 kimya öğretmen adayı katıldı. Katılımcıların tümü kimya öğretmenliği programında son sınıfta kayıtlı idi.

### Argümantasyon Odaklı Kimya Öğretimi Dersi

Haftada üç saat olmak üzere on hafta süren “Argümantasyon Odaklı Kimya Öğretimi” dersinin odağı bilimde ve bilim eğitiminde argümantasyonun rolü idi. Ders boyunca katılımcılara bireysel olarak ve küçük gruplar halinde bilimsel argümantasyonu yaşamaları ve deneyimleri üzerinde tartışarak bilimde ve bilim eğitiminde argümantasyon hakkında çıkarımlarda bulunmaları için birçok fırsat verildi. İşbirlikli sosyal etkileşimin teşvik edildiği derste öğretmen adayları çeşitli kimya konularında delillere dayalı argümanlar ve karşı argümanlar oluşturular, düşüncelerini paylaşarak kendilerinin ve diğerlerinin argümanlarını eleştirel olarak değerlendirdiler ve gerekli düzeltmeleri yaptılar. Argümantasyon etkinlikleri, buhar basıncı, kimyasal denge ve reaksiyon hızı gibi öğrencilerin yanlış kavramlara sahip olduğu çeşitli kimya konularını kapsadı. Etkinliklerde; yarışan teoriler, kavram karikatürleri ve tahmin et-gözle-açıkla gibi çeşitli argümantasyon stratejileri kullanıldı. Aşağıda kısaca açıklanan

argümantasyon odaklı etkinliklerin ayrıntısı Tümay'ın doktora tezinde bulunabilir (Tümay, 2008).

Derste ayrıca bilimde argümantasyonun rolünü ve bilimin doğasının çeşitli yönlerini ortaya koyabilmek için bilim tarihinden örnek olaylar ve rol oynama etkinlikleri kullanıldı. Örneğin, katılımcılar 19. yüzyılın sonlarında tuzun suda çözünmesini açıklamak için öne sürülen iki teori (elektrolitik dissosiyasyon ve assosiyasyon teorileri) etrafındaki tartışmaları (de Berg, 2006) rol oynama etkinliği şeklinde gerçekleştirdiler. Bu etkinlikte, katılımcılar tuz çözeltilerinin elektrik iletkenliği ve donma noktası alçalması gibi çeşitli gözlemleri açıklamak için iki yarışan teorinin öne sürüldüğünü gördüler. Etkinlikte bu iki teoriye ilişkin olarak öne sürülen argümanlar, karşı argümanlar ve gerekçelere değinildi. Ayrıca, tuz çözündüğünde ne olduğu hakkındaki anlaşmazlığın deliller ışığında argümanların eleştirel olarak değerlendirilmesiyle nasıl çözüldüğü sergilendi.

Bir diğer etkinlikte Rutherford'un atom modelinin gelişimine yol açan  $\alpha$  tanecikleri ile yapılan saçılma deneyinin sonuçları, bu gözlemlerle ilgili olarak Rutherford ve Thomson tarafından öne sürülen argümanlar ve karşı argümanlar tartışıldı (Niaz, 1998). Bu etkinlikte çok ince metal levhalara gönderilen alfa taneciklerinin büyük açılarla saçılmasını açıklamak için öne sürülen iki yarışan hipotez ile ilgili argümantasyon sürecine odaklanıldı. Etkinlikte öğretmen adayları Rutherford ve Thomson tarafından yapılan alfa taneciklerinin saçılması deneylerinde benzer sonuçlar elde edildiğini, buna karşın aynı gözlemleri açıklamak için farklı hipotezler öne sürüldüğünü gördüler. Etkinlikte ayrıca, ön bilgi ve inançların verilerin yorumlanmasını nasıl etkilediği, bilim topluluğunu bir iddianın geçerli olduğuna ikna etmek için argümantasyon sürecinin nasıl kullanıldığı ve bilimsel bilginin oluşturulması sürecinde sosyokültürel faktörlerin etkisi gibi konulara odaklanıldı.

Tüm bu etkinliklerde bilimde argümantasyonun rolüne odaklandık ve "Bilimin gözlem ve deneylerden tartışmasız bir şekilde elde edilen kesin doğru cevaplardan oluşmadığını; bilimde birçok teorinin doğrudan test edilemeyen ve gözlenemeyen

varlıklarla ilgili olduğunu; aynı verilerin farklı bilim adamları tarafından farklı şekillerde yorumlanabileceğini; verileri iddia için delil yapan şeyin öne sürülen argümandaki gerekçeler olduğunu” göstermeye çalıştık. Her öğrenme etkinliğinin ardından katılımcılar bilimin doğasının çeşitli yönleri ile ilgili düşündürücü tartışmalara katıldılar. Bu tartışmalarda “Bilimsel bilginin oluşturulmasında argümantasyonun rolü var mıdır?”, “Aynı gözlemler için birden fazla kabul edilebilir açıklama olabilir mi?”, “Veri ile delil arasında fark var mıdır?” gibi sorulara cevap arandı. Ayrıca, katılımcıların bilimin doğası hakkındaki görüşlerinde herhangi bir değişim olup olmadığı tartışıldı.

Yaptığımız tüm etkinliklerde bilimde argümantasyonu bir bağlam olarak kullandık ve böylece bilimsel bilginin değişime açık olması, bilimsel bilginin oluşturulmasında yaratıcılığın önemi ve bilimsel bilginin sosyal olarak yapılandırılması gibi bilimin doğasının çeşitli yönlerine bağlantılar yapabildik.

#### **Veri Kaynakları**

Geliştirdiğimiz derste öğretmen adaylarının bilimin doğası hakkındaki anlayışlarını ve bu anlayışlarda meydana gelen değişimleri izleyebilmek için başlıca nitel veri kaynakları kullanıldı. Çalışmanın başlangıcında ve sonunda katılımcıların bilimde argümantasyonun rolü ve bilimin doğası hakkındaki görüşlerini belirlemek amacıyla araştırmacılar tarafından geliştirilen açık uçlu soru formu tüm katılımcılara uygulandı. Soru formunda yer alan "Bilimsel bilgi nedir?", "Bilimsel bilgi nasıl oluşturulur?", "Bilimde argümantasyonun rolü var mıdır? Varsa nasıl bir rolü vardır?" gibi sorularla öğretmen adaylarının bilimin doğası ve bilimde argümantasyonun rolü hakkındaki anlayışları belirlenmeye çalışıldı. Katılımcılardan ayrıca ders boyunca günlük tutmaları ve düzenli aralıklarla yaşadıkları deneyimleri düşünerek bilimde argümantasyonun rolü ve bilimin doğası hakkındaki düşüncelerini kaydetmeleri istendi. Çalışmada katılımcıların bilimin doğası hakkındaki anlayışlarını derinlemesine inceleyebilmek için ders sonrasında 16 katılımcı ile bire-bir yarı-yapılandırılmış görüşme yapıldı. Ders esnasında katılımcılar tarafından doldurulan çalışma kâğıtları, derslerin video kayıtları,



araştırmacıların gözlemleri ve günlüğü ise destekleyici ikincil veri kaynakları olarak kullanıldı.

### **Verilerin Analizi**

Toplanan nitel verilerin analizi ve değerlendirilmesinde sistematik bir yaklaşım sunan temellendirilmiş kuram (grounded theory) veri çözümleme metodolojisi kullanıldı (Strauss & Corbin, 1998). Temellendirilmiş kuram veri çözümleme metodolojisinde temel olarak yapılan işlem, veri birimlerini ayrıntılı bir şekilde incelemek, benzer içeriğe sahip veri birimlerini etiketlemek (kodlamak) ve verilerden açığa çıkan kavramları belirlemek, birbiriyle ilişkili kavramları kategoriler ve temalar şeklinde gruplandırmak ve açığa çıkan kavramları ve kavramlar arasındaki ilişkileri önermeler şeklinde yorumlamaktır. Bu çalışmada veriler analiz edilirken önceden belirlenmiş bir kod lisesi kullanılmadan açık kodlama yapıldı ve kodlar verilerden açığa çıkarıldı.

Çalışmada araştırmanın geçerlik ve güvenilirliğini artırmak için alınabilecek tüm önlemler alınmaya çalışıldı. Analizlerin ve yorumların gerçekliği ve katılımcıların görüşlerini yansıttığından emin olmak için veriler çeşitli kaynaklardan çeşitli metotlar kullanılarak olabildiğince kapsamlı bir şekilde toplandı ve böylece veri ve yöntem çeşitlenmesi yapıldı (Yıldırım ve Şimşek, 1999). Çalışmada ayrıca veri analizi sırasında bu konuda deneyimli diğer araştırmacılarla işbirliği yapıldı, kodlama işlemi, kodlamalar ve kategoriler tartışıldı. Onların görüş ve önerileriyle hata kaynakları azaltılmaya ve çalışmanın güvenilirliği artırılmaya çalışıldı.

### **BULGULAR**

Nitel verilerin analizi katılımcıların bilimin doğası hakkındaki anlayışlarında önemli ilerleme ve değişimler olduğunu gösterdi. Örneğin, katılımcılar dersten önce bilimde argümantasyonun rolü ve bilimsel bilginin sosyal olarak yapılandırılması hakkında yeterli anlayışa sahip değillerdi. Çalışmanın başlangıcında, öğretmen adaylarının büyük bir kısmı bilimsel bilginin deneysel delillerle desteklenmesinin öneminden bahsetti,

ancak verilerin iddiaları nasıl desteklediğini ortaya koyan gerekçeler hakkında pek fikirleri yoktu. Dersten sonra ise, öğretmen adaylarının tümünün argümantasyonu bilimin temel bir bileşeni olarak düşündükleri görüldü. Öğretmen adayları sıklıkla bilimsel bilgilerin oluşturulması için sadece gözlem ve deneyin yeterli olmadığına, aynı verilerin farklı açıklamaları olabileceğine ve bu nedenle veriler ile teoriler arasındaki ilişkinin gerekçelerle ortaya konmasının önemli olduğuna değindiler. Öğretmen adayları ayrıca bilimsel bilginin oluşturulmasında, anlaşmazlıkların çözülmesinde diğer bilim adamlarıyla olan sosyal etkileşimlerin ve diğer bilim adamlarının ikna edilmesinin öneminden bahsettiler. Aşağıdaki alıntılarda öğretmen adaylarının bu düşünceleri görülmektedir. (Alıntılarda öğretmen adayları ÖA1, ÖA2, ... şeklinde kodlandı. Görüşmeler için G, katılımcı günlükleri için KG, çalışmanın başlangıcında ve sonunda uygulanan açık uçlu soru formu için ise ÖSF ve SSF kodları kullanıldı.)

*“Bilimsel bilgi sadece deney yaparak elde edilmez. Delillerle açıklama arasında mantıksal bir ilişki (gerekçe) bulmamız gerekir. Bilimsel bir teori, bilgi oluştururken, mevcut verilerle bir yada birkaç teori yarışabilir. Bu noktada görüşleri desteklemek, eleştirmek, değerlendirmek için argümantasyon yapılır.” (ÖA7, SSF)*

*“Bilim adamları arasında anlaşmazlıklar kaçınılmazdır. Bilim adamları aynı konuyu araştırırsalar bile farklı sonuçlar elde edebilirler. Sonuçları farklı bir şekilde yorumlayabilirler. ... savundukları konu hakkında en güçlü, en iyi delilleri ortaya sürerek birbirlerini ikna etmeye çalışırlarsa ve bunun sonunda bir taraf ikna olursa anlaşmazlık ortadan kalkar.” (ÖA16, SSF).*

Katılımcılar ayrıca, bilimsel bilginin değişime açık olması hakkında daha kabul edilir anlayışlar geliştirdiler. Dersten önce de tüm katılımcılar bilimsel bilginin değişime açık olduğu görüşündeydi ve çoğu katılımcı atom teorilerinin gelişimini buna örnek olarak gösterdi. Ancak, bilimsel bilginin değişime açık olması için sadece tek bir neden gösterdiler: daha hassas ölçümleri mümkün kılan yeni teknolojik aletlerle yeni delillerin elde edilmesi ve doğa hakkındaki gerçeklere daha çok yaklaşılması. Başka bir deyişle

bilimin sürekli yeni keşiflerle doğrusal olarak ilerlediği görüşündeydiler. Aşağıdaki alıntılarda öğretmen adaylarının bu görüşleri görülmektedir.

*“Bilimsel bilgi zamanla değişebilir, çünkü modern teknolojideki değişimlerle ayrıntılı incelemeler veya hassas ölçüm metotları mümkün olmaktadır.” (ÖA12, ÖSF)*

*“Bilimsel bilgi değişebilir tabii. Yeni deneyler yapılıyor sürekli, farklı şeyler bulunduğça da değişecektir.” (ÖA7, ÖSF)*

Öğretmen adayları dersten sonra ise, yeni delillerin elde edilmesinin yanı sıra aynı verilerin farklı bir perspektiften yorumlanması veya aynı fenomen için yarışan argümanların statüsündeki değişim sonucunda da bilimsel bilginin değişebileceğini düşünüyorlardı. Çoğu katılımcı bilimde mutlak doğruların olmadığını, ancak argümantasyon sayesinde farklı açılardan bakıldığını, düşüncelerin sorgulandığını ve sonuçta daha doğruya ulaşıldığını düşünüyorlardı. Aşağıda, öğretmen adaylarının bu düşünceleri görülmektedir.

*“Mutlak doğru olmadığı için bu kesin doğrudur veya yanlıştır diyemiyoruz. ... Bir olayı her boyutuyla incelemek için farklı bakış açılarına ihtiyaç vardır, bu durumda gerçeğe en yakın bilgiyi bulabilmek için argümantasyon kaçınılmazdır.” (ÖA9, SSF)*

*“Bilimde ilerleme eleştiri, düşünme, sorgulama ile sağlanır. Bilimsel bir kavramı tartışma yöntemiyle, sorgulayarak ele alırsak, farklı fikirler ve düşüncelerin her biri yeni açılımlar, yeni bakış açıları kazanmamızı sağlayabilir. ... Bilimdeki yenilikler zaten bu anlaşmazlıklardan doğmaz mı?” (ÖA5, SSF)*

Çalışmada ayrıca, bilimsel bilginin değişime açık olması ile ilgili olarak öğretmen adaylarının aynı gözlemlerin birden fazla açıklamasının mümkün ve kabul edilebilir olup olamayacağıyla ilgili görüşleri alındı. Dersten önce öğretmen adaylarının tümü bilim insanlarının deneylerde veya ölçümlerde hata yapabileceğini, kişisel önyargılarının yorumlarını etkileyebileceğini ve bu nedenle aynı gözlemlerin farklı şekillerde açıklanabileceğini ancak tek bir kabul edilebilir açıklama olduğunu

düşünüyordular. Katılımcıların çoğu, uygun deneyler dikkatli ve titiz bir şekilde yapılır ve sonuçlar mantıklı bir şekilde analiz edilirse bilim adamlarının aynı sonuçlara ulaşacağı görüşüne sahipti. Dersten sonra ise öğretmen adayları aynı gözlemler için birden fazla açıklamanın hem mümkün hem de kabul edilir olabileceği görüşündeydiler. Çoğu katılımcı bazı durumlarda bilimsel iddiaların gözlenemeyen varlıkları içerdiğini ve bu nedenle her zaman doğrudan delil elde edilemediğini ayrıca bilim insanlarının benimsedikleri görüş ve teorilerin onların yorumlarını etkileyebileceğini ifade etti. Aşağıdaki alıntılar öğretmen adaylarının bu görüşlerini ortaya koymaktadır.

*“Eğer diğer bilim adamları deneyi aynı koşullar altında tekrarlarsa aynı verileri, aynı sonuçları elde ederler. Yoksa bilimin veya bilim adamlarının objektifliğinden veya rasyonelliğinden bahsedemeyiz. Fakat, deneyleri yaparken hata yapabilirler. Ve ayrıca, tüm faktörleri kontrol etmezlerse farklı sonuçlar elde ederler.” (ÖA12, ÖSF)*

*“Bilimi argümantasyonsuz düşünemeyiz. Bana göre, argümantasyon aslında topladığımız bilgiler veya veriler ışığında bir teori, model oluşturmaktır. ... Örneğin, kimyasal denge için hayal ettiğimiz bir model. ... dış etkenler değiştirildiğinde bir denge tepkimesinde nelerin gözlenebileceği sorusuna herkesin oluşturacağı argümanlar farklı olabilir. Kısacası elde edilen veriler doğrultusunda yapılan mantıksal çıkarımlar kişiden kişiye farklılık göstermektedir.” (ÖA12, SSF)*

Dersten önce, katılımcıların neredeyse tamamı bilimde yaratıcılığın önemli olduğu görüşündeydi. Fakat bilimdeki yaratıcılıkla ilgili düşünceleri genellikle bilim adamlarının yeni deneyler veya aletler tasarlamadaki yaratıcılığıyla sınırlıydı. Dersten sonra, çoğu katılımcı bilimde yaratıcılığın rolü hakkındaki görüşlerini açıklarken yukarıdaki düşüncelerin yanı sıra gözlemlerin yorumlanmasındaki ve yeni modellerin geliştirilmesindeki yaratıcılığın da önemli olduğunu ifade ettiler. Aşağıda verilen alıntılarda öğretmen adaylarının bu düşünceleri görülmektedir.

*“Bilim adamları, işte o zamana kadar bilinmeyen şeyleri bulmak için yeni aletlerle farklı deneyler yapabilirler. Bu aletler veya da bunları deneylerde kullanmak yaratıcılıktır. ... Kimsenin aklına gelmeyen bir şey yapmak.” (ÖA16, ÖSF)*

*“Dediğim gibi, sadece veri toplamak yetmiyor. ... Bazı bilim adamları, tamam veriler var ama, daha önce hiç düşünülmemiş bir açıdan bakarak farklı bir açıklama getirebiliyor verilere.” (ÖA16, G)*

*“Toplanan veriler ancak bir şeyi gösterir, bizi bir sonuca götürür diye düşünüyordum. Ama şimdi veriler, gözlemler bambaşka açıklanabiliyor. ... Mesela atomdaki gibi, bazı dolaylı verilerimiz var ama doğrudan göremiyoruz atomları. Biraz hayal güçlerini kullanmış yani bilim adamları. Hani bu da yaratıcılığa giriyor bence.” (ÖA10, G)*

### TARTIŞMA

Elde edilen bulguların analizi kimya öğretmen adaylarının bilimin doğası hakkındaki anlayışlarında dikkate değer ilerleme ve değişimler olduğunu göstermiştir. Dersin kimya öğretmen adaylarının bilimde argümantasyonun rolü, bilimsel bilginin değişime açık olması, sosyal olarak yapılandırılması ve yaratıcılık hakkındaki anlayışlarına olumlu etkisi olduğu görülmüştür. Bu bulgular, bilimde argümantasyona odaklanan ve açık-düşündürücü öğretim yaklaşımının kullanıldığı mesleki gelişim derslerinin öğretmen adaylarının ve öğretmenlerin bilimin doğası hakkındaki anlayışlarını ilerletme açısından önemli bir potansiyeli olduğunu göstermektedir.

Çalışmanın bulguları dersten önce öğretmen adaylarının bilimin doğasının çeşitli yönleri hakkında geleneksel pozitivist bir bilim anlayışına sahip olduklarını ortaya koymuştur. Dersten önce öğretmen adaylarının çoğu sadece uygun tekniklerle uygun verilerin elde edilmesi sonucunda tüm bilim insanlarının aynı sonuca ulaşacaklarını ifade etmiştir. Okullarda yaygın olarak, açık ve net “doğru cevapların” bulunduğu bir bilim imajı çizildiği ve çoğu öğrencinin deneysel verileri yorumlanacak olgular olarak değil, tartışmasız cevaplar sağlayan bilgiler olarak gördüğünü ortaya koyan çalışmalar

düşünüldüğünde bu bulgu şaşırtıcı olmayabilir (Driver ve diğ., 1996; Tsai, 1998). Öğretmen adaylarının bu pozitivist bilim imajlarının “Argümantasyon Odaklı Kimya Öğretimi” dersinden sonra önemli ölçüde değiştiği görülmüştür. Öğretmen adayları dersten sonra bilimsel bilginin oluşturulması için sadece gözlem ve deneyin yeterli olmadığını, aynı verilerin farklı geçerli yorumları olabileceğini ve bu nedenle veriler ile teoriler arasındaki ilişkinin gerekçelerle ortaya konması gerektiğini belirterek argümantasyonun bilimin temel bir bileşeni olduğunu vurgulamıştır.

“Argümantasyon Odaklı Kimya Öğretimi” dersinin tasarımı ve işlenişi düşünüldüğünde öğretmen adaylarının yaşadıkları öğrenme deneyimlerinin ve bu deneyimler üzerinde eleştirel olarak düşünmelerinin bilimin doğası ve bilimde argümantasyon hakkındaki anlayışlarını geliştirmelerinde etkili olduğu söylenebilir. “Argümantasyon Odaklı Kimya Öğretimi” dersinde öğretmen adayları bilim tarihinden örneklerle bilimde argümantasyonun rolünü incelerken bilim adamları tarafından bilimsel bilginin nasıl oluşturulduğunu, geçerlendiğini ve değerlendirildiğini irdelediler. Bilim tarihinden örneklerin kullanıldığı etkinliklerde öğretmen adayları bilimde sıklıkla aynı gözlemleri açıklamak için birbiriyle çelişen yarışan teoriler öne sürüldüğünü gördüler. Etkinliklerde argümanlar, karşı argümanlar ve gerekçelere değinilerek yeni deliller ışığında argümanların eleştirel olarak değerlendirilmesi sonucunda anlaşmazlıkların nasıl çözüldüğü üzerinde duruldu. Etkinliklerin irdelenmesinde öğretmen adayları aynı gözlemlerin birden fazla kabul edilebilir açıklamasının olup olamayacağı, delil ile verinin aynı şey olup olmadığı, bir bilimsel açıklamanın bilim topluluğu tarafından nasıl kabul gördüğü gibi konularda düşünmeye teşvik edildiler.

Bilimde argümantasyonun rolüne odaklanan tüm bu etkinliklerde bilimde birçok teorinin gözlenemeyen varlıklar ve süreçlerle ilgili olduğu ve doğrudan test edilemediği, aynı verilerin birden fazla açıklamasının hem mümkün hem de geçerli olabileceği, verileri iddia için delil yapan şeyin argümantasyonda ortaya koyulan gerekçeler olduğu gösterilmeye çalışıldı. Bu etkinliklerle bilimde argümantasyonun rolüne odaklanarak öğretmen adaylarına bilimsel bilginin değişime açık olması, bilimsel bilginin

oluşturulmasında yaratıcılığın rolü ve bilimsel bilginin sosyal olarak yapılandırılması gibi bilimin doğasının çeşitli yönleri üzerinde düşünme fırsatları verilmeye çalışıldı.

Öğretmen adayları, bilim tarihinden örneklerin kullanıldığı bu etkinliklerin yanı sıra öğrenci olarak argümanlar yapılandıkları ve bilimsel argümantasyon sürecini yaşadıkları etkinliklere katıldılar. Bu etkinliklerde öğretmen adaylarına bilim adamlarının yaptığı şekilde modeller, teoriler ve açıklamalar oluşturma ve geçirme sürecini yaşama fırsatları verilmeye çalışıldı. Bu etkinlikler öğretmen adaylarının bilim topluluğu içerisinde bilimsel bilgi iddialarını oluşturma, geçirme ve eleştirel olarak değerlendirme için bilim adamları tarafından kullanılan standartları ve bu süreçteki sosyal etkileşimleri anlamalarını kolaylaştırmış olabilir.

Ayrıca öğretmen adaylarının “Argümantasyon Odaklı Kimya Öğretimi” dersine katıldıktan sonra bilimin doğası ve bilimde argümantasyonun rolü hakkındaki anlayışları ile ilgili olarak elde edilen sonuçlar pek çok bilim eğitimcisi tarafından vurgulanan düşüncelerle de uyumludur. Bilim eğitimi literatüründe vurgulandığı gibi argümantasyon sürecine katılan öğrenciler bilim topluluklarının sosyal ve kültürel bağlarına paralel bir eğitimsel ortamda otantik bilimin birçok yönünü yaşayabilirler (Brown ve diğ., 1989; Driver ve diğ., 2000). Argümantasyon sürecine katılan öğrencilerin sosyal bir bağlamda bilimsel bilginin nasıl yapılandırıldığı ve geçendiğini anlamaları desteklenir (Driver ve diğ., 2000; Osborne ve diğ., 2001). Ayrıca bilimsel argümantasyon sürecine katılan öğrencilerin bilimi sürekli olarak düşüncelerin ortaya konduğu, sorgulandığı ve sıklıkla geliştirildiği veya değiştiği bir süreç olarak görmeleri sağlanabilir (Strike & Posner, 1992).

Bu araştırmanın bulguları öğretmen adaylarının bilimin doğası ile ilgili anlayışlarını geliştirmek için onları bilimsel uygulamalara katarak bilimin doğasının çeşitli yönleri üzerinde açıkça düşündürmenin etkili olacağı düşüncesini de desteklemektedir. Bilimin doğası öğretimi ile ilgili birçok çalışmada öğrenenlerin bilimin doğası hakkındaki anlayışlarını ilerletmek için sadece deneysel etkinliklere katılmanın yeterli olmadığı, öne sürülen iddialar ayrıntılı bir şekilde tartışıldığında ve öğrenenler bilimin doğasının

çeşitli yönleri üzerinde açıkça düşündürüldüğünde bilimin doğası hakkındaki anlayışlarının gelişeceği vurgulanmıştır (Abd-El-Khalick ve diğ., 1998; Abd-El-Khalick & Lederman, 2000; Akerson ve diğ., 2000; Köseoğlu ve diğ., 2008).

Tüm bunlar düşünüldüğünde “Argümantasyon Odaklı Kimya Öğretimi” dersine katıldıktan sonra öğretmen adaylarının bilimde kesinlik olmadığı, keşfedilen gerçeklerden değil gerekçelenen iddialardan söz edebileceğimiz, bu iddiaların geliştirilmesinde bilim adamlarının yaratıcılığının önemli rol oynadığı, bu iddiaların yeni deliller ışığında değişime açık olduğu, bilimsel bilgilerin sosyal olarak yapılandırıldığı gibi bilimin doğasının çeşitli yönleri ile ilgili daha kabul edilir anlayışlar geliştirmeleri anlaşılabilir. Öğretmen adaylarının sürekli sosyal etkileşim içinde bilim kültürünün uygulamalarını yaşamaları ve bu deneyimleri üzerinde düşünmeleri için birçok fırsat verilen “Argümantasyon Odaklı Kimya Öğretimi” dersinin bu yönden etkili olduğu söylenebilir. Geliştirdiğimiz argümantasyon odaklı bilim öğretimi uygulamalarının hizmet öncesi ve hizmet içi öğretmen eğitimi kurslarında model olarak kullanılabileceğini düşünmekteyiz.

#### **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. & 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.
- Akerson, V. L., Abd-El Khalick, F. & Lederman, N. G. (2000). Influence of a reflective explicit activity-based approach on elementary teachers' conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(4), 295-317.
- 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.
- Brown, J. S., Collins, A. & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, 18(1), 32-42.
- de Berg, K. (2006). What happens when salt dissolves in water? An introduction to scientific argument and counter argument drawn from the history of science. *Teaching Science*, 52(1), 24-27.



- Driver, R., Leach, J., Millar, R. & Scott, P. (1996). *Young people's images of science*. Open University Press, Bristol, PA.
- Driver, R., Newton, P. & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84(3), 287-312.
- Duschl, R. A. & Wright, E. (1989). A case study of high school teachers' decision-making models for planning and teaching science. *Journal of Research in Science Teaching*, 26(6), 467-501.
- Erduran, S. & Jiménez-Aleixandre, M. P. (2007). *Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research*. Springer.
- Hanson, N. R. (1958). *Patterns of discovery*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Khishfe, R. & Abd-El-Khalick, F. (2002). Influence of explicit and reflective versus implicit inquiry-oriented instruction on sixth graders' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(7), 551-578.
- Köseoğlu, F, Tümay, H. ve Budak, E. (2008). Bilimin doğası hakkında paradigma değişimleri ve öğretimi ile ilgili yeni anlayışlar. *GÜ, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28(2), 221-237.
- Kuhn, T. S. (1970). *The structure of scientific revolutions*. Chicago: University of Chicago Press.
- Lakatos, I. (1974). Falsification and the methodology of scientific research programmes. (eds. I. Lakatos & A. Musgrave) *Criticism and the growth of knowledge* (pp. 91-196). Cambridge: Cambridge University Press.
- 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. (1999). Teachers' understanding of the nature of science and classroom practice: Factors that facilitate or impede the relationship. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(8), 916-929.
- McComas, W. F. & Olson, J. K. (2000). International science education standards documents. (ed. W. McComas) *The nature of science in science education rationales and strategies* (pp. 41-52). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers
- Niaz, M. (1998). From cathode rays to alpha particles to quantum of action: A rational reconstruction of structure of the atom and its implications for chemistry textbooks. *Science Education*, 82(5), 527-552.
- Osborne, J., Collins, S., Ratcliffe, M., Millar, R. & Duschl, R. A. (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(7), 692-720.
- Osborne, J., Erduran, S., Simon, S. & Monk, M. (2001). Enhancing the quality of argument in school science. *School Science Review*, 82(301), 63-70.

- Strauss, A. & Corbin, J. (1998). *Basics of qualitative research: Techniques and procedures for developing grounded theory*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Strike, K. A. & Posner, G. J. (1992). A Revisionist Theory of Conceptual Change. (eds. R. A. Duschl & R. J. Hamilton), *Philosophy of science, cognitive psychology and educational theory and practice*. Albany, NY: State University of New York Press.
- Taşar, M. F. (2003). Teaching history and the nature of science in science teacher education programs. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7(1), 30-42.
- Tsai, C. C. (1998). An analysis of scientific epistemological beliefs and learning orientations of Taiwanese eighth graders. *Science Education*, 82(4), 473-489.
- Tümay, H. (2008). *Argümantasyon odaklı kimya öğretimi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yakmacı, B. (1998). *Science (biology, chemistry and physics) teachers' views on the nature of science as a dimension of scientific literacy*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul.
- Yalvac, B. & Crawford, B. (2002). *Eliciting prospective science teachers' conceptions of the nature of science in Middle East Technical University (METU), in Ankara*. Paper presented at 2002 AETS Annual International Conference.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (1999). *Nitel araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayınevi.