

ÇAĞIK-DÜŞÜNDÜRÜCÜ VE TARİH TEMELLİ ÖĞRETİMİN FEN BİLİMLERİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ BİLİMİN DOĞASI ANLAYIŞLARI ÜZERİNDEKİ ETKİSİ¹

Volkan GÖKSU

Kafkas Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, volkangoksu36@gmail.com

Oktay ASLAN

Necmettin Erbakan Üniversitesi, Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi,
oktayaaslan@gmail.com

Murat ÖZEL

Niğde Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, mozeltr@gmail.com

Tuba ŞENEL ZOR

Necmettin Erbakan Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, tubasenell@gmail.com

Özet

Bu çalışmanın amacı açık-düşündürücü ve tarih temelli öğretimin fen bilimleri öğretmen adaylarının bilimin doğası anlayışları üzerindeki etkisini incelemektir. Bu amaçla çalışmada tek gruplu ön test-son test deneysel desen kullanılmıştır. Araştırmanın çalışma grubunu 62 fen bilimleri öğretmen adayı oluşturmuştur. Öğretmen adaylarının bilimin doğası anlayışlarını değerlendirmek için, Bilim-Teknoloji-Toplum Üzerine Görüşler Anketi'nden amaçlı bir şekilde seçilen 17 madde kullanılmıştır. Anket deneysel öğretimden önce ön test ve öğretimden sonra son test olarak uygulanmıştır. Deney grubunda 10 hafta boyunca açık-düşündürücü yaklaşım ve bilimin tarihi temel alınarak hazırlanan etkinliklere yer verilmiştir. Verilerin analizi sonucunda elde edilen bulgular açık-düşündürücü ve tarih temelli öğretimin öğretmen adaylarının bilimin doğası anlayışlarını olumlu bir şekilde etkilediğini göstermiştir. Özellikle öğretmen adaylarının gözlemlerin, bilimsel modellerin, hipotezlerin, teorilerin ve kanunların doğası ve bilimsel bilginin epistemolojik durumu üzerine görüşlerinin naif görüşten gerçekçi görüşe doğru önemli ölçüde değiştiği görülmüştür. Elde edilen bulgular ışığında, bilimin doğası öğretimi için önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Bilimin Doğası, Açık-Düşündürücü Öğretim, Tarih Temelli Öğretim, Fen Bilimleri Öğretmen Adayları

IMPACT OF EXPLICIT-REFLECTIVE AND HISTORY BASED INSTRUCTION ON PRESERVICE SCIENCE TEACHERS' UNDERSTANDING OF NATURE OF SCIENCE

Abstract

The purpose of this study was to investigate the impact of explicit-reflective and history based instruction on preservice science teachers' (PSTs) understanding of nature of science (NOS). Pre and post-test experimental design was used. A total of 62 preservice science teachers, enrolled in a public university in Turkey, were participants of this study. To assess PSTs' understandings of NOS, 17 items which were purposefully selected from the Views on Science- Technology-Society (VOSTS) Questionnaire were used. Activities in the experimental group were conducted based on explicit-reflective and history

¹ Bu çalışma International Conference on Education in Mathematics, Science and Technology (ICEMST), (May 16-18, 2014, Konya, Turkey) kongresinde sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

based instruction for teaching NOS and implemented throughout ten weeks. The items selected from the VOSTS Questionnaire were administered as pre-post-test. Results showed that explicit-reflective and history based instruction positively impacted PSTs' understandings of NOS. In particular, PSTs' views of nature of observations, scientific models, hypothesis, theories, laws, and epistemological status of scientific knowledge changed from naive to realistic. Based on obtained findings, implications for teaching of NOS are made.

Key Words: *Nature of Science, Explicit-Reflective Instruction, History Based Instruction, Preservice Science Teachers*

Giriş

Fen okuryazarlığı birçok fen eğitimi reform dokümanları ve öğretim programlarının amaçları arasında yer almaktadır (American Association for the Advancement of Science [AAAS], 1993; McComas ve Olson, 1998; Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2005, 2013; National Research Council [NRC], 1996). Ülkemizde 2013 yılında uygulamaya konulan fen bilimleri öğretim programının vizyonu tüm öğrencileri fen okuryazarı bireyler olarak yetiştirmektir (MEB, 2013). Bilimin doğası anlayışının kazandırılması bilimsel okuryazarlığın temel bileşenlerinden biridir (Lederman, 1999) ve bu nedenle öğrencilerin bilimin doğasını anlaması fen eğitiminde önemli bir amaçtır (AAAS, 1990; NRC, 1996; National Science Teachers Association [NSTA], 1982). Bu itibarla, fen eğitimi reform dokümanları ve öğretim programlarında bilimin doğası üzerine sürekli olarak vurgu yapılmaktadır (AAAS, 1990, 1993; Millar ve Osborne, 1998; NGSS Lead States, 2013; NRC, 1996).

Esas itibarıyla bilimin doğası, bilim nedir, nasıl yapılır, bilim insanları nasıl çalışır, toplum bilimsel çalışmaları nasıl etkiler ve bilimsel çalışmalardan nasıl etkilenir gibi sorulara cevaplar arayan bir araştırma konusudur (McComas, Clough ve Almazroa, 1998). Bilimin doğası genellikle “bilimin epistemolojisi”, “bilmenin yolu olarak bilim” ya da “bilimsel bilginin gelişiminin doğasındaki değerler ve inançlar” olarak tanımlanmaktadır (Lederman, 1992). Lederman (1999)’a göre bilimin doğasına yönelik yeterli bir anlayışa sahip olmanın, bireylere bilimin bilinçli bir tüketicisi olma olanağı vereceği ve bu durumun bilimsel verilerle karşılaştığı zaman daha bilinçli kararlar verebilmek için onları güçlendireceği varsayılmaktadır.

Öğretmenlerin bilgi, görüş ve inançlarının onların sınıf içi uygulamalarını doğrudan etkilediği düşünüldüğünde (Brickhouse, 1990; Pajares, 1992; Palmquist ve Finley, 1997), bilimin doğası ile ilgili kavramları öğrencilere öğretebilmeleri için öncelikle onların bu kavramları anlamaları gereklidir (Abd-El-Khalick ve Lederman, 2000a). Ancak öğretmenlerin (Abd-El-Khalick ve Boujaoude, 1997; Aslan ve Taşar, 2013; Dogan ve Abd-El-Khalick, 2008) ve öğretmen adaylarının (Kattoula, 2015; Kucuk, 2008; Ozgelen, Yılmaz Tuzun ve Hanuscin, 2013; Yalçınoğlu ve Anagün, 2012; Yenice, Özden ve Balcı, 2015) bilimin doğasının çeşitli boyutlarında yetersizliklere sahip oldukları belirtilmektedir. Ayrıca öğretmenlerin bilimin doğasına yönelik düşüncelerinin bilimin doğası kavramları ile uyumlu olmadığı ifade edilmekte ve bu durumun sürekli olarak tekrar ettiği belirtilmektedir (Abd-El-Khalick, Bell ve Lederman 1998; Lederman, 1992). Bu nedenle, öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının bilimin doğasının çeşitli boyutları üzerine düşüncelerini

geliştirmek için bazı yaklaşımlar denenmektedir (Abd-El-Khalick ve Lederman, 2000a).

Literatür incelendiğinde, bilimin doğasının öğretime yönelik üç farklı yaklaşımın tanımlandığı görülmektedir (Lederman, 1992; Khishfe ve Abd-El-Khalick, 2002). Bu yaklaşımlar; dolaylı yaklaşım, tarihsel yaklaşım ve açık-düşündürücü yaklaşım olarak adlandırılmaktadır (Khishfe ve Abd-El-Khalick, 2002).

Dolaylı yaklaşıma göre bilimin doğası, bilim yaparak veya bilimsel etkinliklere katılarak öğrenilebilir (Abd-El-Khalick ve Lederman, 2000a). Yani bu yaklaşım, bilimin doğası anlayışının bilimsel süreç becerileri öğretimi, fen içeriği dersleri ve bilim yaparak kolaylaştırılabilen bir öğrenme çıktısı olduğunu savunur (Lederman, 2007). Literatürde bilimin doğası öğretimi için dolaylı yaklaşımın (Bell, Matkins ve Gansneder, 2011; Khishfe ve Abd-El-Khalick, 2002; Yeşiloğlu ve Köseoğlu, 2010) bilimin doğasına yönelik anlayış kazandırmada sınırlı bir etkiye sahip olduğu belirtilmektedir. (Akgul, 2006; Bell ve diğer., 2011; Khishfe ve Abd-El-Khalick, 2002). Bell ve diğerleri (2011) dolaylı bilimin doğası öğretimi ve açık-düşündürücü yaklaşımın etkisini değerlendirmek amacıyla öğretmen adaylarıyla gerçekleştirdikleri çalışmada, dolaylı yaklaşımla eğitim alan katılımcıların bilimin doğasına yönelik hedeflenen boyutları öğrenmediklerini belirtmişlerdir. Benzerşekilde, Khishfe ve Abd-El-Khalick (2002) dolaylı sorgulama ve açık-düşündürücü sorgulama temelli bir yaklaşımın etkisini inceleyen, altıncı sınıf öğrencileri ile yaptıkları çalışmada, dolaylı yaklaşımın kullanıldığı grupta yer alan katılımcıların bilimin doğası anlayışlarında beklenen gelişimin olmadığını, buna karşılık açık düşündürücü yaklaşımın kullanıldığı grupta yer alan katılımcıların odaklanılan bilimin doğası boyutlarının tümünde anlayış geliştirdiklerini belirtmişlerdir. Bu bulgular doğrultusunda araştırmacılar altıncı sınıf öğrencilerinin hedeflenen bilimin doğası boyutlarına yönelik anlayışlarını geliştirmede açık-düşündürücü sorgulama temelli yaklaşımın dolaylı sorgulama temelli yaklaşımdan daha etkili olduğu sonucuna varmışlardır. Yeşiloğlu ve Köseoğlu (2010) bilimin doğası öğretiminde dolaylı yaklaşımı kullandıkları çalışmalarında öğrencilerin bilimin doğası anlamalarında nicel verilere göre anlamlı farklılık bulunmadığını, nitel verilere göre ise bilimin doğasının bazı boyutları dışında anlayışlarında olumlu değişimler görülmediğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar ayrıca öğrencilerin bilimin doğası görüşlerini geliştirmek için dolaylı yaklaşımın güçlü bir seçim olmadığını ifade etmişlerdir. Bu araştırmacılar dolaylı yaklaşımın başarısızlığının altında öğrencilerin öğrenme sürecinde sadece bilimsel kavramları öğrenmeye odaklanması ve deneylerin neden yapıldığını sorgulamaksızın sadece deneyin doğru cevabını bulmaya yönelmesi gibi nedenlerin olabileceğini belirtmişlerdir.

Bilimin doğası öğretime yönelik literatürde yer alan bir diğer yaklaşım tarihsel yaklaşımdır. Öğrencilerin bilim kavramlarını geliştirmek için bilim tarihinin bir araç olarak kullanımı uzun yıllardır desteklenmektedir (Lederman, 2007). Tarihsel yaklaşım öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarını geliştirmek için bilim tarihini fen öğretime dâhil etmeyi önermektedir (Lederman, 1998). Tarihsel

yaklaşımın kullanıldığı çalışmalarda (Abd-El-Khalick ve Lederman, 2000b; Wolfensberger ve Canella, 2015) bu yaklaşımın bilimin doğası öğretimi için etkili bir yaklaşım olduğu belirtilmiştir (Fouad, Masters ve Akerson, 2015; Kim ve Irving, 2010; Rudge, Cassidy, Fulford ve Howe, 2014; Seker ve Welsh, 2006). Örneğin, Kim ve Irving (2010) tarafından onuncu sınıf öğrencileriyle yapılan çalışmada deney grubunda bilim tarihinden yararlanılarak öğretim yapılırken, kontrol grubunda bilim tarihi kullanılmamıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre hedeflenen bilimin doğası boyutlarında deney grubunun daha iyi anlayış geliştirdiği, ön test ve son test puanları arasında anlamlı fark olduğu ancak kontrol grubunun ön test-son test puanları arasında anlamlı farklılık görülmediği belirtilmiştir. Fouad ve diğerleri (2015) ise sorgulama ve tarihsel yaklaşımın kullanıldığı iki farklı grupta yer alan öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarında gelişim meydana geldiğini, öğrencilerin öğretim sonrasında daha yeterli ve bilinçli görüşler edindiklerini belirtmişlerdir.

Bilimin doğası öğretiminde kullanılan üçüncü yaklaşım ise açık düşündürücü yaklaşımdır. Açık-düşündürücü yaklaşım öğrencilerin etkinliklerde derin düşünceler yoluyla bilimin doğasının boyutları ile ilgili farkındalıklarının geliştirilmesini vurgular (Khishfe ve Lederman, 2007). Bu yaklaşımda öğretim, özel ve açık bir şekilde bilimin doğasının bazı boyutları üzerine odaklanır. Burada dikkat edilmesi gereken nokta, açık-düşündürücü yaklaşımın, didaktik (bilgi verici) ya da doğrudan öğretimle eş anlamlı olmamasıdır (Abd-El-Khalick, 2013). Aksine açık-düşündürücü yaklaşımla uyumlu olan öğretim yaklaşımları öğrenci merkezli, aktif ve yapılandırmacı yaklaşımlardır (Smith ve Scharmann, 2008). Literatürde açık-düşündürücü yaklaşımın kullanıldığı birçok çalışmada bu yaklaşımın olumlu etkilerinden bahsedilmektedir (Yalçınoğlu ve Anagün, 2012; Erdoğan ve Köseoğlu, 2015; Kucuk, 2008; Akerson, Abd-El-Khalick ve Lederman, 2000). Örneğin, Erdoğan ve Köseoğlu (2015) kimyasal denge konusunun öğretiminde, öğrencilerin bilimin doğası ile ilgili anlayışlarını açık-düşündürücü yaklaşımla geliştirmeyi amaçlamışlardır. Elde ettikleri bulgular ışığında, açık-düşündürücü yaklaşımla bilimin doğası öğretiminin öğrencilerin bilimin doğasının birçok boyutuna yönelik anlayışlarında olumlu değişimler meydana getirdiğini belirtmişlerdir. Akerson ve diğerleri (2000) açık-düşündürücü bilimin doğası öğretiminin öğretmen adaylarının bilimin doğasının bazı boyutlarına yönelik düşüncelerinde önemli değişimler meydana getirdiğini ortaya çıkarmışlardır. Bununla birlikte, araştırmacılar bilimin doğası öğretimi için açık-düşündürücü yaklaşımın etkili bir yaklaşım olduğunu da vurgulamışlardır.

Dolaylı yaklaşımda bilimin doğasının boyutlarına özel olarak değinilmeyen bilim tabanlı etkinliklerle, yani “bilim yaparak” bilimin doğasının öğrenilebileceği savunulurken, açık-düşündürücü yaklaşımda ise bilimin doğasının boyutları açık bir şekilde ele alınarak doğrudan bilimin doğasının öğrenilmesi savunulmaktadır (Abd-El-Khalick ve Lederman, 2000a).

Bilimin doğasının öğretimi için açık-düşündürücü yaklaşımın en umut verici yaklaşım olduğu (Lederman, 2004) ve diğer yaklaşımlara göre daha etkili olduğu (Abd-El-Khalick ve Lederman, 2000a; Lederman, 2007) düşünülmeyle birlikte,

bireylere bilimin doğasının tüm boyutlarını istenen düzeyde kazandırabilmek için hiçbir öğretim yaklaşımının tek başına yeterli olmadığı araştırmacılar tarafından belirtilmektedir (Khishfe ve Abd-El-Khalick, 2002; Köseoğlu, Tümay ve Üstün, 2010; Kucuk, 2008; Wolfensberger ve Canella, 2015; Yalçınoğlu ve Anagün, 2012). Buna karşılık bilimin doğasının öğretiminde kazandırılmak istenilen bilimin doğası boyutuna ve öğrenci seviyesine göre farklı öğretim yöntemlerinin bir arada kullanılmasının amaca ulaşmada kolaylık sağlayacağı literatürde belirtilmektedir (Abd-El-Khalick ve Lederman, 2000b; Ayvaci ve Er Nas, 2012; Ayvaci ve Özbek, 2015). Bu doğrultuda, bu çalışmada açık-düşündürücü ve tarih temelli öğretim yaklaşımlarının birlikte kullanılmasının fen bilimleri öğretmen adaylarının bilimin doğası anlayışları üzerindeki etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

Yöntem

Bu araştırma deneysel desenlerden tek gruplu ön test-son test yarı deneysel desene göre yürütülmüştür. Bu desende bir gruba yapılan uygulamanın etkisi araştırma öncesinde ve araştırma sonrasında yapılan ölçümlerin karşılaştırılması yoluyla belirlenir (Cohen, Manion ve Marison, 2007). Bu çalışmada fen bilimleri öğretmen adaylarının bilimin doğasına yönelik mevcut anlayışlarını belirlemek için ön test kullanılmıştır. Öğretmen adayları ile birlikte gerçekleştirilen deneysel öğretimden sonra ön testte kullanılan veri toplama aracı son test olarak tekrar uygulanmıştır. Ön test ve son test ölçümlerinin değerlendirilmesi ile elde edilen bulguların karşılaştırılması sonucunda gerçekleştirilen öğretimin etkisi belirlenmiştir.

Evren ve Örneklem

Bu araştırma Doğu Anadolu'da bir devlet üniversitesinde fen bilimleri öğretmenliği bölümü üçüncü sınıfta öğrenim gören 62 öğretmen adayı ile gerçekleştirilmiştir. Öğretmen adayları bu araştırma öncesinde bilimin doğası ile ilgili herhangi bir ders almamıştır.

Veri Toplama Araçları

Bilimin doğası hakkındaki görüşleri belirlemek için Aikenhead, Ryan ve Fleming (1989) tarafından geliştirilen ve Aslan (2009) tarafından Türkçe'ye adapte edilerek geçerlik ve güvenilirlik çalışması yapılan 17 maddelik VOSTS anketi ön test ve son test olarak kullanılmıştır. Anketteki sorular bilimin doğası ile ilgili bilimsel bilginin değişebilirliği, hayal gücü ve yaratıcılık, gözlem ve çıkarım, bilimsel modeller ve bilimin sosyo-kültürel yapısı gibi boyutları ölçmeyi amaçlamıştır.

Uygulama Süreci

Bu çalışma bilimin doğası ve tarihi dersinde haftada üç saat olmak üzere toplam on haftalık bir süreçte tamamlanmıştır. Uygulama sürecinde kullanılan etkinliklerden biri olan bilim insanı resmetme etkinliği, bilim insanlarının özellikleri ve bilimsel yöntemlere vurgu yapmak için tasarlanmış ve üç ders saati içinde kullanılmıştır.

Örnek Etkinlik

Bilim insanı resmetme; fen bilimleri öğretmen adaylarına bu konuda daha önce hiç bilgi verilmeden bir bilim insanını resmetmeleri istenmiştir. Uygulama süresi yaklaşık 25-30 dakika sürmüştür ve fen bilimleri öğretmen adayları çizdikleri bilim insanını resmederken;

- I. Bilim insanı erkektir.
- II. Bilim insanı yalnız çalışır.
- III. Bilim insanı dağınık saçlı ve sakallıdır.
- IV. Bilim insanı laboratuarda deney yapandır.

gibi geleneksel bilim insanı tanımına uygun resimler çizmişlerdir. Çizilen resimler sınıf içinde fen bilimleri öğretmen adayları ile birlikte analiz edilmiş ve bu kodlar oluşturulmuştur. Bir sonraki adımda ise bu kodlara karşılık gelen bilim tarihinden örnekler verilerek sınıf içinde tartışma ortamı oluşturulmuştur.

- I. Bilim insanı erkektir.

Maria Curie, Lise Meitner, Emilie du Châtelet, Stephanie Kwolek, Josephine Cochrane ve Margaret Mead gibi bilim tarihinden resimler gösterilir ve bu insanların bilime yaptıkları katkılar hakkında tartışmalar yapılır.

- II. Bilim insanı yalnız çalışır.

Nobel ödüllerinin yıllara göre dağılımı öğrencilere verilerek bu ödüller hakkında yorum yapmaları istenir. Burada fen bilimleri öğretmen adaylarının çok katılımlı Nobel ödüllerini görmelerini sağlamak temel amaç olmuştur.

- III. Bilim insanı dağınık saçlı ve sakallıdır.

Bu kod ağırlıklı olarak Albert Einstein'ın çok meşhur bir fotoğrafından etkilenecek fen bilimleri öğretmen adaylarının bilim insanı resimlerinde ortaya çıkmıştır. Bu kod için bilim tarihinden farklı kişilerin farklı resimleri gösterilerek tartışma ortamı oluşturulmuştur.

- IV. Bilim insanı laboratuarda deney yapandır.

Bu kod için, bilim insanlarının laboratuarda ortamındaki resimlerinden sonra farklı durum ve ortamlarda çalışan bilim insanları resimleri gösterilmiş ve fen bilimleri öğretmen adayları için tartışma ortamı oluşturulmuştur.

Verilerin Analizi

VOSTS anketinde doğru ya da yanlış cevap bulunmamaktadır. Fakat fen bilimleri öğretmen adaylarının anket maddelerine vermiş oldukları cevapların ne anlama geldiğinin belirlenmesi için her maddenin seçenekleri Aslan (2009)'a göre sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırma daha önce Rubba, Bradford ve Harkness (1996) ve Vazquez-Alonso ve Manassero-Mas'ın (1999) kullandıkları gibi öğretmen adaylarının görüşleri gerçekçi (realistic), makul (plausible) ve naif (naive) olarak sınıflandırılmıştır. Aslan'ın (2009) sınıflandırmasına göre gerçekçi görüş bilimin doğası hakkında en uygun ve çağdaş görüşü belirtirken, makul görüş ise gerçekçi

olmamakla birlikte mantıklı görüşleri göstermektedir. Son olarak, naif görüş ise gerçekçi veya makul olmayan görüşleri göstermektedir. Sonuç olarak öğretmen adaylarının ön test ve son teste ait puanları Ki Kare Analizi ile analiz edilerek .05 anlamlılık seviyesinde yorumlanmıştır.

Bulgular

Açık-düşündürücü ve tarih temelli öğretimin, fen bilimleri öğretmen adaylarının bilimin doğası anlayışları üzerindeki etkilerine ait bulgular Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1'e göre öğretmen adaylarının ön test puanları kullanılan sınıflandırmaya göre değerlendirildiğinde, öğretmen adaylarının; bilimsel modeller (6), hipotez, teori ve kanunlar (9), bilimsel varsayımlar (10), bilimsel yöntem (12) ve bilimsel bilginin epistemolojik durumu (15, 16, 17) boyutlarında naif görüşlere sahip oldukları bulunmuştur. Toplumun bilim üzerindeki etkisi (2) ve bilimin toplum üzerindeki etkisi (3) boyutlarında makul; bilimin tanımı (1), bilim insanlarının özellikleri (4), bilimsel sınıflandırma (7), bilimsel bilginin değişkenliği (8), bilimsel teoriler (11), bilimsel yöntem (13) ve bilimsel bilginin kesinliği ve belirsizliği (14) boyutlarında gerçekçi görüşlere sahip oldukları görülmektedir. Ayrıca öğretmen adaylarının en yüksek oranla naif görüşe sahip oldukları bilimin doğası boyutu hipotez, teori ve kanunlar (9), en yüksek oranla makul görüşe sahip oldukları bilimin doğası boyutu toplumun bilim üzerindeki etkisi (2) ve en yüksek oranla gerçekçi görüşe sahip oldukları bilimin doğası boyutu bilimsel bilginin değişkenliği (8) boyutlarıdır.

Tablo 1'e göre öğretmen adaylarının son test puanları kullanılan sınıflandırmaya göre değerlendirildiğinde; bilimsel bilginin epistemolojik durumu (15, 16) boyutunda naif; toplumun bilim üzerindeki etkisi (2), bilimin toplum üzerindeki etkisi (3), bilimsel varsayımlar (10) ve bilimsel bilginin kesinliği ve belirsizliği (14) boyutlarında makul; bilimin tanımı (1), bilim insanlarının özellikleri (4), bilimsel gözlemler (5), bilimsel modeller (6), bilimsel sınıflandırma (7), bilimsel bilginin değişkenliği (8), hipotez, teori ve kanunlar (9), bilimsel teoriler (11), bilimsel yöntem (12, 13) boyutlarında ise gerçekçi görüşlere sahip oldukları görülmektedir. Ayrıca öğretmen adaylarının en yüksek oranla naif görüşe sahip oldukları bilimin doğası boyutu bilimsel bilginin epistemolojik durumu (15), en yüksek oranla makul görüşe sahip oldukları bilimin doğası boyutu bilimin toplum üzerindeki etkisi (3) ve en yüksek oranla gerçekçi görüşe sahip oldukları bilimin doğası boyutu bilimsel bilginin değişkenliği (8) boyutlarıdır.

Tablo 1 incelendiğinde bilim insanlarının özellikleri (4), bilimsel gözlemler (5), bilimsel modeller (6), hipotez, teori ve kanunlar (9), bilimsel varsayımlar (10), bilimsel yöntem (12, 13), bilimsel bilginin kesinliği ve belirsizliği (14) ve bilimsel bilginin epistemolojik durumu (16) boyutlarında fen bilimleri öğretmen adaylarının öntest ve sontest puanlarına ait ki kare analizi sonuçlarında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar görülmektedir ($p < .05$). Ancak bilimin tanımı (1), toplumun bilim üzerindeki etkisi (2), bilimin toplum üzerindeki etkisi (3), bilimsel sınıflandırma (7),

bilimsel bilginin değişkenliği (8), bilimsel teoriler (11), bilimsel bilginin epistemolojik durumu (15) ve bilimsel bilginin epistemolojik durumu (17) boyutlarında ise anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($p>.05$).

Tablo 1: Öğretmen adaylarının VOSTS maddelerine verdikleri cevapların kategorileştirilmiş dağılımı

Maddeler	Ön Test			Son test			X ² testi		
	Naif	Makul	Gerçekçi	Naif	Makul	Gerçekçi	X ²	df	p
	f %	f %	f %	f %	f %	f %			
1.Bilimin Tanımı	2 3.2	27 43.6	33 53.2	2 3.2	24 38.7	36 58.1	0.307	2	.858
2.Toplumun Bilim Üzerindeki Etkisi	1 1.6	42 67.7	19 30.7	-- --	39 62.9	23 37.1	1.409	2	.474
3.Bilimin Toplum Üzerindeki Etkisi	16 25.8	46 74.2	-- --	11 17.7	50 80.7	1 1.6	2.093	2	.351
4.Bilim İnsanlarının özellikleri	21 33.9	-- --	41 66.1	7 11.3	-- --	55 88.7	9.042	1	.003
5.Bilimsel Gözlemler	31 50.0	-- --	31 50.0	9 14.5	-- --	53 85.5	17.862	1	.000
6.Bilimsel Modeller	49 79.0	1 1.6	12 19.4	27 43.6	4 6.4	31 50.0	13.583	2	.001
7.Bilimsel Sınıflandırma	10 16.1	3 4.8	49 79.1	3 4.8	2 3.2	57 92.0	4.573	2	.102
8.Bilimsel Bilginin Değişkenliği	6 9.7	-- --	56 90.3	3 4.8	-- --	59 95.2	1.078	1	.299
9.Hipotez, Teori ve Kanunlar	53 85.5	-- --	9 14.5	11 17.7	-- --	51 82.3	56.963	1	.000
10.Bilimsel Varsayımlar	31 50.0	20 32.3	11 17.7	10 16.1	38 61.3	14 22.6	16.702	2	.000
11.Bilimsel Teoriler	16 25.8	-- --	46 74.2	25 40.3	-- --	37 59.7	2.952	1	.086
12.Bilimsel Yöntem	26 41.9	16 25.8	20 32.3	5 8.1	15 24.2	42 67.7	22.065	2	.000
13.Bilimsel Yöntem	11 17.7	3 4.8	48 77.5	3 4.8	12 19.4	47 75.8	9.982	2	.007
14.Bilimsel Bilginin Kesinliği ve Belirsizliği	12 19.4	16 25.8	34 54.8	3 4.8	37 59.7	22 35.5	16.292	2	.000
15.Bilimsel Bilginin Epistemolojik Durumu (kanun)	44 71.0	2 3.2	16 25.8	37 59.7	7 11.3	18 29.0	3.500	2	.174
16.Bilimsel Bilginin Epistemolojik Durumu (hipotez)	35 56.5	23 37.1	4 6.4	29 46.8	18 29.0	15 24.2	7.541	2	.023
17.Bilimsel Bilginin Epistemolojik Durumu (teori)	39 62.9	-- --	23 37.1	31 50.0	-- --	31 50.0	2.099	1	.147

Ayrıca madde madde inceleme yapılacak olursa, fen bilimleri öğretmen adaylarının bilimin doğası hakkındaki görüşlerinde uygulamalar sonrası; bilimsel varsayımlar (10) boyutunda naif görüşten makul görüşe doğru; bilimsel modeller (6), hipotez, teori ve kanunlar (9) ve bilimsel yöntem (12) boyutlarında ise naif görüşten gerçekçi görüşe doğru bir geçiş olduğu gözlenmektedir.

Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada açık-düşündürücü ve tarih temelli yaklaşımların bir arada kullanıldığı öğretimin, fen bilimleri öğretmen adaylarının bilimin doğası anlayışları üzerindeki etkileri incelenmiştir. Elde edilen veriler analiz edildiğinde, öğretimden önce öğretmen adaylarının bilimin doğasının boyutlarının birçoğunda naif (7 boyutta naif, 2 boyutta makul ve 7 boyutta gerçekçi) görüşlere sahip oldukları tespit edilmiştir. Öğretimden sonra ise öğretmen adaylarının bilimin doğasının boyutları üzerine genellikle gerçekçi (2 boyutta naif, 4 boyutta makul ve 10 boyutta gerçekçi) görüşlere sahip oldukları belirlenmiştir. Ayrıca Ki Kare sonuçları ışığında öğretmen adaylarının bilimin doğasının 17 boyutundan 9 boyutu ile ilgili görüşlerinde anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarının bilimin doğası anlayışlarının öğretim sonrasında naif görüşten gerçekçi görüşe doğru bir geçiş göstermesi ve bilimin doğası boyutlarının birçoğuna yönelik anlayışlarında anlamlı farklılıklar görülmesi, öğretmen adaylarının bilimin doğası anlayışlarında olumlu değişimler meydana geldiğini göstermektedir. Bu bulgu bilimin doğası öğretiminde açık-düşündürücü ve tarih temelli öğretim yaklaşımının etkili bir yaklaşım olduğunu göstermektedir. Literatürde farklı öğretim yaklaşımları kullanılarak benzer bulguların elde edildiği ve bu çalışmanın sonuçlarıyla uyum gösteren birçok çalışma bulunmaktadır (Ayvacı ve Er Nas, 2012; Fouad ve diğer., 2015; Khishfe ve Abd-El-Khalick, 2002; Khishfe ve Lederman, 2007; Kim ve Irving, 2010; Kucuk, 2008; Rudge ve diğer., 2014; Wolfensberger ve Canella, 2015; Yalçinoğlu ve Anagün, 2012).

Ön test sonuçlarına göre öğretmen adaylarının neredeyse tamamının hipotez, teori ve kanunlar boyutunda naif görüşlere sahip oldukları belirlenmiştir. Bu bulgu literatürde birçok çalışmada elde edilmiştir (Abd-El-Khalick ve diğer., 1998; Aslan, Yalçın ve Taşar, 2009; Ayvacı ve Er Nas, 2010, 2012; Doğan, Çakıroğlu, Çavuş, Bilican ve Arslan, 2011; Gürses, Doğan ve Yalçın, 2003; Haidar, 1999; Köseoğlu ve diğer., 2010; Liu ve Lederman, 2007; Rubba ve Harkness, 1993; Tatar, Karakuyu ve Tüysüz, 2011; Yalçinoğlu ve Anagün, 2012; Yeşiloğlu, Demirdöğen ve Köseoğlu, 2010). Hipotez, teori ve kanunlarla ilgili sahip olunan yetersiz görüşlerin en önemli nedeni ders kitapları ve fen derslerinde bu kavramların yaygın bir biçimde yanlış kullanılması olarak gösterilmektedir (Aikenhead ve Ryan, 1992; Başlantı, 2000; Irez, 2009; Mccomas, 2000). Son test sonuçlarında ise öğretmen adaylarının bu boyuta yönelik naif görüşlerini gerçekçi görüşe taşıdıkları görülmektedir. Bu sonuçtan farklı olarak öğretmen adaylarının bilimin doğasının bazı boyutlarına yönelik anlayışlarını gerçekleştirmek üzere açık-düşündürücü yaklaşımdan yararlanan bazı çalışmalarda (Kucuk, 2008; Yalçinoğlu ve Anagün, 2012) teoriler ve kanunlar boyutuna yönelik istenen düzeyde anlayış geliştirilemediği görülmektedir. Buna karşılık, bilim

tarihinden yararlanan çalışmalarda ise (Ayvacı ve Er Nas, 2012; Kim ve Irving, 2010) katılımcıların bilimin doğasının Bilimsel teoriler ve kanunların farklılığı boyutuna yönelik anlayışları geliştirilebilmiştir. Bu araştırma için bilimsel teoriler ve kanunlar boyutunun gelişmesinde, açık-düşündürücü öğretim yaklaşımı ile birlikte tarih temelli öğretim yaklaşımının kullanılmasının etkisinin olduğu düşünülmektedir. Öğretmeden önce öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu bilimsel modeller ve bilimsel bilginin epistemolojik durumu boyutlarında naif görüşe sahip iken, öğretim sonunda öğretmen adaylarının bu boyutlara yönelik görüşlerinde olumlu değişiklikler tespit edilmiştir.

Sonuç olarak, bu çalışmada açık-düşündürücü ve tarih temelli yaklaşımın bir arada kullanılmasının öğretmen adaylarının bilimin doğası anlayışları üzerinde olumlu değişimlere neden olduğu bulunmuştur. Bu sayede, bilimin doğasının öğretiminde farklı öğretimsel yaklaşımların bir arada kullanılmasının tekli kullanımlara göre çok daha etkili olduğu sonucu çıkarılabilir. Bu çalışma kontrol grubu bulunmadığından tek grulu ön test-son test yarı deneysel desene göre yürütülmüştür. Bundan sonra bu konuda yapılacak çalışmalarda gerçek deneme modellerinden ön test-son test kontrol grulu modeller kullanılarak karşılaştırmalar yapılabilir. Ayrıca farklı öğretimsel yaklaşımların bilimin doğasının çeşitli boyutlarını kazandırma sürecindeki etkileri farklı ölçme araçları kullanılarak karşılaştırmalı bir şekilde ele alınabilir. Öğretmen adaylarının bu konulardaki kazanımlarının onların sınıf uygulamalarına etkileri de karşılaştırmalı olarak incelenebilir.

Kaynakça

Abd-El-Khalick, F. (2013). Teaching with and about nature of science and science. *Science & Education*, 22, 2087–2107. <http://doi.org/10.1007/s11191-012-9520-2>

Abd-El-Khalick, F., & Boujaoude, S. (1997). An exploratory study of the knowledge base for science teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(7), 673-699.

Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000a). Improving science teachers' conceptions of nature of science : A critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 22(7), 665–701. <http://doi.org/10.1080/09500690050044044>

Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000b). The influence of history of science courses on students' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(10), 1057–1095.

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. [http://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(199807\)82:4<417::AID-SCE1>3.0.CO;2-E](http://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(199807)82:4<417::AID-SCE1>3.0.CO;2-E)

*Açık-Düşündürücü ve Tarih Temelli Öğretimin Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının
Bilimin Doğası Anlayışları Üzerindeki Etkisi*

Aikenhead, G. S. and Ryan, A. G. (1992). The Development of a New Instrument: "Views on Science-Technology-Society (VOSTS)". *Science Education*, 76 (5), 417–436. 477-491.

Aikenhead, G. S., Ryan A. G., & Fleming, R. (1989). *Views on science–technology–society* (from CDN.mc.5). Saskatoon, Canada: University of Saskatchewan.

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.

Akgul, E. M. (2006). Teaching science in an inquiry-based learning environment: What it means for pre-service elementary science teachers. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 2(1), 71–81.

American Association for the Advancement of Science [AAAS] (1990). *Science for all americans*. New York: Oxford University Press.

American Association for the Advancement of Science [AAAS] (1993). *Benchmarks for science literacy: A Project 2061 report*. New York: Oxford University Press.

Aslan, O. (2009). *Fen ve teknoloji öğretmenlerinin bilimin doğası hakkındaki görüşleri ve bu görüşlerin sınıf uygulamalarına yansımaları*. Doktora tezi. Gazi Üniversitesi: Ankara.

Aslan, O., & Taşar, M. F. (2013). How do science teachers view and teach the nature of science ? A classroom investigation. *Education and Science*, 38(167), 65–80.

Aslan, O., Yalçın, N. ve Taşar, M. F. (2009). Fen ve teknoloji öğretmenlerinin bilimin doğası hakkındaki görüşleri. *Ahi Evran Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 10(3), 1–8.

Ayvacı, H. Ş. ve Er Nas, S. (2010). Fen ve teknoloji öğretmenlerinin bilimsel bilginin epistemolojik yapısı hakkındaki temel bilgilerini belirlemeye yönelik bir çalışma. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 18(3), 691–704.

Ayvacı, H. Ş. ve Er Nas, S. (2012). Yeni yapılandırılmış çoklu birleştirilmiş yöntemle bilimin doğasının unsurlarını öğretmeye yönelik pilot bir çalışma. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(1), 103–121.

Ayvacı, H. Ş. ve Özbek, D. (2015). Fen teknoloji toplum dersi kapsamında yapılan uygulamaların fen bilimleri öğretmen adaylarının bilimin doğası algılarına etkisi. *Hasan Ali Yücel Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23, 131-152.

Başlantı, U. (2000). Bilimsel okur-yazarlık ilkeleri açısından fen bilgisi ders kitapları içerik analizi. IV. Fen Bilimleri Eğitimi Kongresi, 6-8 Eylül, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi: Ankara.

Bell, R. L., Matkins, J. J., & Gansneder, B. M. (2011). Impacts of contextual and explicit instruction on preservice elementary teachers' understandings of the

nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(4), 414–436. <http://doi.org/10.1002/tea.20402>

Brickhouse, N. W. (1990). Teacher beliefs about the nature of science and their relationship to classroom practices. *Journal of Teacher Education*, 41, 53-62.

Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2007). *Research methods in education* (6th ed.). New York, NY: Routledge.

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. <http://doi.org/10.1002/tea.20243>

Doğan, N., Çakıroğlu, J., Çavuş, S., Bilican, K. ve Arslan, O. (2011). Öğretmenlerin bilimin doğası hakkındaki görüşlerinin geliştirilmesi: Hizmetiçi eğitim programının etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 40, 127–139.

Erdoğan, M. N., & Köseoğlu, F. (2015). Explicit-reflective instruction of nature of science as embedded within the chemical equilibrium. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 11(2), 717–741.

Fouad, K. E., Masters, H., & Akerson, V. L. (2015). Using history of science to teach nature of science to elementary students. *Science & Education*, 24, 1103–1140. <http://doi.org/10.1007/s11191-015-9783-5>

Gürses, A., Doğar, Ç. ve Yalçın, M. (2003). Bilimin doğası ve yüksek öğrenim öğrencilerinin bilimin doğasına dair düşünceleri. *Milli Eğitim Dergisi*, 7(166).

Haidar, A. H. (1999). Emirates pre-service and in-service teachers' views about the nature of science. *International Journal of Science Education*. 21(8), 807–822.

Irez, S. (2009). Nature of science as depicted in Turkish biology textbooks. *Science Education*, 93, 422–447. <http://doi.org/10.1002/sce.20305>

Kattoula, E. H. (2015). *Conceptual Change in Pre-Service Science Teachers' Views on Nature of Science When Learning a Unit on the Physics of Waves*. Doctoral Dissertation. Georgia State University, Atlanta: USA.

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. <http://doi.org/10.1002/tea.10036>

Khishfe, R., & Lederman, N. (2007). Relationship between instructional context and views of nature of science. *International Journal of Science Education*, 29(8), 939–961. <http://doi.org/10.1080/09500690601110947>

Kim, S. Y., & Irving, K. E. (2010). History of science as an instructional context : Student learning in genetics and nature of science. *Science & Education*, 19, 187–215. <http://doi.org/10.1007/s11191-009-9191-9>

Köseoğlu, F., Tümay, H. ve Üstün, U. (2010). Bilimin doğası öğretimi mesleki gelişim paketinin geliştirilmesi ve öğretmen adaylarına uygulanması ile ilgili tartışmalar. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11(4), 129–162.

Kucuk, M. (2008). Improving preservice elementary teachers' views of the nature of science using explicit-reflective teaching in a science, technology and society course. *Australian Journal of Teacher Education*, 33(2), 15–40.

Lederman, N. (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. [http://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(199910\)36:8<916::AID-TEA2>3.0.CO;2-A](http://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199910)36:8<916::AID-TEA2>3.0.CO;2-A)

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. <http://doi.org/10.1002/tea.3660290404>

Lederman, N. G. (1998). The state of science education: Subject matter without context. *Electronic Journal of Science Education [On-Line]*, 3(2). Available at <http://unr.edu/homepage/jcannon/ejse/ejse.html>.

Lederman, N. G. (2004). Syntax of nature of science within inquiry and science instruction. In L. B. Flick & N. G. Lederman (Eds.), *Scientific inquiry and nature of science* (301-317). Dordrecht: Kluwer.

Lederman, N. G. (2007). Nature of science : Past, present, and future. In S. K. Abel & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Education*. (ss. 831–880). London: Lawrence Erlbaum Associates.

Liu, S. Y., & Lederman, N. G. (2007). Exploring prospective teachers' worldviews and conceptions of nature of science. *International Journal of Science Education*, 29:10, 1281-1307, DOI: 10.1080/09500690601140019

McComas, W. F. (2000). The principal elements of the nature of science. Dispelling the myths. In W.F. McComas (Ed.), *The nature of science in science education: Rationales and strategies*. Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers.

McComas, W.F. & Olson, J.K. (1998). The nature of science in international science education standards documents. In McComas (Ed.) *The Nature of Science in Science Education: Rationales and Strategies*, Kluwer Academic Publishers: The Netherlands.

McComas, W.F., Clough, M.P., & Almazroa, H. (1998). The role and character of the nature of science in science education. In McComas (Ed.) *The Nature of Science in Science Education: Rationales and Strategies*, Kluwer Academic Publishers: The Netherlands.

Millar, R., & Osborne, J. (Eds.) (1998). *Beyond 2000: Science education for the future*. London: King's College.

Milli Eğitim Bakanlığı (MEB). (2005). *İlköğretim Fen ve Teknoloji Dersi (4 ve 5. Sınıflar) Öğretim Programı*. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.

Milli Eğitim Bakanlığı (MEB). (2013). *İlköğretim Kurumları (İlkokullar ve Ortaokullar) Fen Bilimleri Dersi (3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar) Öğretim Programı*. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.

National Research Council [NRC] (1996). National science education standards. Washington, DC: National Academic Press.

National Science Teachers Association [NSTA] (1982). Science-technology-society: Science education for the 1980s. Washington, DC: Author.

NGSS Lead States. (2013). Next generation science standards: For states, by states. Washington, DC: The National Academies Press.

Ozgenel, S., Yilmaz Tuzun, O., & Hanuscin, D. L. (2013). Exploring the development of preservice science teachers' views on the nature of science in inquiry-based laboratory instruction. *Research in Science Education, 43*, 1551–1570. <http://doi.org/10.1007/s11165-012-9321-2>

Pajares, M. F. (1992). Teacher' beliefs and educational research: Cleaning up a messy construct. *Review of Educational Research, 62*, 307-332.

Palmquist, B. C., & Finley F. (1997). Preservice teachers' views of the nature of science during a post baccalaureate science teaching program. *Journal of Research in Science Teaching, 34*, 595-615.

Rubba, P. A., & Harkness, W. L. (1993). Examination of Preservice and In-Service Secondary Science Teachers' Beliefs about Science-Technology- Society Interactions. *Science Education. 77*(4), 407-431.

Rubba, P. A., Bradford, C. S., & Harkness, W. L. (1996). A new scoring procedure for the views on science-technology-society instrument. *International Journal of Science Education. 18*, 387–400.

Rudge, D. W., Cassidy, D. P., Fulford, J. M., & Howe, E. M. (2014). Changes observed in views of nature of science during a historically based unit. *Science & Education, 23*, 1879–1909. <http://doi.org/10.1007/s11191-012-9572-3>

Seker, H., & Welsh, L. C. (2006). The use of history of mechanics in teaching motion and force units. *Science & Education, 15*, 55–89. <http://doi.org/10.1007/s11191-005-5987-4>

Smith, M., & Scharmann, L. C. (2008). A multi-year program developing an explicit reflective pedagogy for teaching pre-service teachers the nature of science by ostention. *Science & Education, 17*, 219–248. <http://doi.org/10.1007/s11191-006-9009-y>

Tatar, E., Karakuyu, Y. ve Tüysüz, C. (2011). Sınıf öğretmeni adaylarının bilimin doğası kavramları: Teori, yasa ve hipotez. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 8*(15), 363–370.

*Açık-Düşündürücü ve Tarih Temelli Öğretimin Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının
Bilimin Doğası Anlayışları Üzerindeki Etkisi*

Vazquez-Alonso, A., & Manassero-Mas, M. A. (1999). Response and scoring models for the 'Views on science–technology–society' instrument. *International Journal of Science Education*, 21(3), 231–247.

Wolfensberger, B., & Canella, C. (2015). Cooperative Learning about nature of science with a case from the history of science. *International Journal of Environmental & Science Education*, 10(6), 865–889. <http://doi.org/10.12973/ijese.2015.281a>

Yalçinoğlu, P., & Anagün, Ş. S. (2012). Teaching nature of science by explicit approach to the preservice elementary science teachers. *Elementary Education Online*, 11(1), 118–136.

Yenice, N., Özden, B. ve Balcı, C. (2015). Fen bilgisi ve sınıf öğretmeni adaylarının bilimin doğasına yönelik görüşlerinin incelenmesi. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17(1), 237–281.

Yeşiloğlu, S. N., & Köseoğlu, F. (2010). Teaching nature of science implicitly by integrated school science with historical activities. In *3rd International Conference of Education, Research and Innovation* (ss. 5881–5881). Madrid, Spain.

Yeşiloğlu, S. N., Demirdöğen, B. ve Köseoğlu, F. (2010). Bilim hakkında Ahmet İnam ile görüşmeler ve bilimin doğası öğretimi üzerine yorumlar. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11(4), 1–39.