

Improvement of Physics, Science and Elementary Teachers' Conceptions about the Nature of Science: The Case of a Science Summer Camp*

Ayhan KARAMAN¹, Sezen APAYDIN²

ABSTRACT. This study examined the progress made on the nature of science conceptions of physics, science and elementary teachers participating in an astronomy science summer camp. The following two instruments were used in the study as pretest and posttest to investigate the effects of the camp program on the nature of science conceptions of the participant teachers: “Nature of Scientific Knowledge Scale” developed by Rubba and Andersen (1978) and “Scientific Epistemological Views Scale” developed by Liu and Tsai (2008). Data collected from a total of fifty two teachers were analyzed using “Repeated Measures MANOVA (Multivariate Analysis of Variance)” statistics. It was observed that the teachers completing the camp program successfully made statistically significant improvement in certain aspects of the nature of science conceptions. No statistically significant difference was found in the progress made by teachers in different teaching areas. The activities performed in the camp program addressed all participant teachers equally regardless of their teaching areas. It can be argued that the science summer camp introduced in this article and the similar professional development programs might contribute positively to the nature of science conceptions of teachers.

Keywords: Nature of Science; Astronomy Science Summer Camp; Informal Science Education; Physics, Science and elementary teachers

SUMMARY

Purpose and Significance: Scientific literacy is considered to be the overarching objective of contemporary science education reform efforts (Abd-El-Khalick, Bell, & Lederman, 1998; Hodson, 1998b; Khishfe & Lederman, 2006). One of the most important qualifications necessary to be a scientifically literate individual involves having a sound understanding of the nature of science concepts (Abd-El-Khalick, 2005; Afonso & Gilbert, 2010; Dogan & Abd-El-Khalick, 2008; Hogan, 2000; McComas, Clough, & Almazroa, 2002; McDonald, 2010; Posnanski, 2010; Schwartz, Lederman, & Crawford, 2004; Wong & Hodson, 2008). Despite the crucial importance of the nature of science in generating a scientifically literate populace, the number of knowledgeable teachers about the characteristics of science is quite limited at schools (Abd-El-Khalick & Akerson, 2004; Guerra-Ramos, Ryder, & Leach, 2010; Lederman, Wade, & Bell, 2002; Posnanski, 2010; Wong & Hodson, 2008). This situation impedes the efforts spent on reforming science education. Therefore, helping practicing teachers improve their understanding of the nature of science concepts becomes an important priority for turning reform ideals into reality. For that purpose, an astronomy science summer camp was offered to physics, science and elementary teachers. In addition to astronomy topics, the camp program included various activities related to the nature of science concepts. This article investigated the effects of the activities performed in the science summer camp on the nature of science conceptions of physics, science and elementary teachers.

Methods: Two different instruments were utilized in the study as a pretest and posttest to examine the progress made by the participant teachers. “Nature of Scientific Knowledge Scale (NSKS)” developed by Rubba and Andersen (1978) was the first instrument and “Scientific Epistemological Views Scale (SEVS)”

* The financial support to this project was provided by the Scientific and Technological Research Council of Turkey (Project No: 111B199). An earlier version of this paper was presented at 21st National Conference of Educational Sciences on September 12-14, 2012 in Istanbul, TURKEY.

¹ Assistant Professor, Canakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Education, karaman.ayhan@gmail.com

² Research Assistant, Canakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Education, apaydinsezen@gmail.com

was the second instrument used in the study. A total of fifty two teachers, eighteen of whom were physics teachers, nineteen of whom were science teachers and fifteen of whom were elementary teachers, completed both instruments delivered at the beginning and at the end of the science summer camp. The analysis of the pretest results of the teachers with different teaching areas was conducted utilizing “MANOVA (Multivariate Analysis of Variance)” statistics. The difference between the pretest and posttest results of the participant teachers were analyzed using “Repeated Measures MANOVA (Multivariate Analysis of Variance)” statistics.

Results: Based on the MANOVA statistics, the pretest mean scores of the physics, science and elementary teachers did not yield a statistically significant result in NSKS instrument. Only two out of five sub-dimensions were found to be statistically significant in SEVS instrument. The statistically insignificant result between the pretest mean scores of the participant physics, science and elementary teachers indicated that teachers, regardless of their disciplines, started the camp program with the same level of understanding of the nature of science concepts. The pretest mean scores of the participant teachers denoted a moderate understanding of the nature of science concepts. Based on “Repeated Measures MANOVA” statistics, all participant teachers made statistically significant ($p < 0.05$) progress on the following sub-dimensions of NSKS instrument: creative, developmental and parsimonious. The sub-dimensions found to be statistically significant ($p < 0.01$) between the pretest and posttest results of the participant teachers in SEVS instrument was as follows: the invented and creative nature of science, the theory-laden exploration, the cultural impacts, and the changing and tentative feature of scientific knowledge.

Discussion and Conclusions: The statistically significant results might be interpreted as the success of the program followed in the science summer camp. However, the practical importance of these findings should be approached cautiously. Despite the statistically significant overall improvement made by the participant teachers, the number of teachers who developed a sophisticated understanding of the nature of science stayed rather limited. Majority of the teachers’ understanding of the nature of science concepts accumulated around a moderate level. Therefore, the experiences gained in the science summer camp failed to assist many teachers in transcending from moderate level of understanding to sophisticated level. The experiences offered to the participant teachers in the camp program should be considered as a beginning rather than an end. The experiences being exposed in this camp program will guide the participant teachers in their future professional development in the nature of science.

Fizik, Fen Bilgisi ve Sınıf Öğretmenleri'nin Bilimin Doğası Konusundaki Gelişimleri: Yaz Bilim Kampı Örneği*

Ayhan KARAMAN³, Sezen APAYDIN⁴

ÖZ. Bu çalışmada, bir astronomi yaz bilim kampına katılan fizik, fen bilgisi ve sınıf öğretmenlerinin bilimin doğası konusundaki gelişimleri incelenmiştir. Kamp programının, katılımcı öğretmenlerin bilimin doğası hakkındaki anlayışlarına etkisini ölçmek için öntest ve sontest olarak kullanılan iki farklı ölçek sırasıyla şunlardır: Rubba ve Andersen (1978) tarafından geliştirilen “Bilimsel Bilginin Doğası (BBD)” ölçeği ile Liu ve Tsai (2008) tarafından geliştirilen “Bilimsel Epistemolojik Görüşler (BEG)” ölçeği. Toplam 52 tane katılımcı öğretmenden elde edilen veriler, “İlişkili Örneklem MANOVA (Multivariate Analysis of Variance)” istatistiği kullanılarak analiz edilmiştir. Kampı başarıyla tamamlayan öğretmenlerin, bilimin doğasının belirli alt boyutlarında istatistiksel olarak anlamlı bir gelişim gösterdikleri görülmüştür. Farklı branşlardaki öğretmenlerin gelişimleri arasında ise, istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Kamp programı, branşlarından bağımsız olarak bütün katılımcı öğretmenlere aynı şekilde hitap etmiştir. Burada tanıtılan yaz bilim kampı ve benzeri mesleki eğitim programlarının, öğretmenlerin bilimin doğası hakkındaki anlayışlarına olumlu katkısının olacağı söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Bilimin Doğası; Astronomi Yaz Bilim Kampı; Informal Fen Eğitimi; Fizik, Fen Bilgisi ve Sınıf Öğretmenleri

GİRİŞ

Çağdaş fen eğitiminde ulaşılmaya çalışılan amaçlar üç tane saç ayağı üzerinde yükselir. Bunlar; bilimin içeriğini öğrenmek, bilimin yapısını öğrenmek ve bilim yapmayı öğrenmektir (Hodson, 1998a). Günümüz fen eğitimi standartlarında bütün bu amaçları kapsayan en temel öge ise, bilimsel okuryazar bireyler yetiştirmenin önemine yapılan vurgudur (Abd-El-Khalick, Bell ve Lederman, 1998; Hodson, 1998b; Khishfe ve Lederman, 2006). Bilimsel okuryazarlık vasıflarına sahip bireylerin, bu vasıflarını kullanarak kişisel ve toplumsal konularda daha bilinçli ve sağlıklı kararlar verecekleri düşüncesi konunun özünde yatan en önemli gerçektir (Lederman, 2006). Bilimsel okuryazarlık kavramının omurgasını ise, bilimin doğası hakkında güçlü bir anlayış geliştirmek oluşturur (Abd-El-Khalick, 2005; Afonso ve Gilbert, 2010; Dogan ve Abd-El-Khalick, 2008; Hogan, 2000; McComas, Clough ve Almazroa, 2002; McDonald, 2010; Posnanski, 2010; Schwartz, Lederman ve Crawford, 2004; Wong ve Hodson, 2008).

Felsefe, tarih, sosyoloji ve psikoloji gibi temel sosyal bilimlerden beslenen ve “melez bir disiplin” (McComas ve Olson, 2002, p.49) olarak tanımlanan bilimin doğası, “bilimin ne olduğu, nasıl çalıştığı, bilim adamlarının sosyal bir grup olarak nasıl hareket ettiği ve toplumun bilime karşı nasıl reaksiyon verdiği” gibi konularda zengin bir içerik sunar (McComas, Clough ve Almazroa, 2002, p.4). Bununla birlikte, bu yapının spesifik bir tanımının yapılması konusunda filozoflar, tarihçiler, bilim insanları ve fen eğitimcileri arasında bir mütabakat söz konusu değildir (Abd-El-Khalick, 2006; Lederman, 2006; Smith ve Scharmann, 1999). Bilimi bilim olmayandan ayıran (Demarcation Problem) temel özellikler konusunda, bilim felsefecileri arasında varolan ihtilaf halen devam etmektedir (Smith ve Scharmann, 1999). Hatta bazıları, bilimin işleyişinin tam ve doğru bir tanımının yapılamayacağını ileri sürmektedirler (Polanyi,

* Bu proje, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından desteklenmiştir (Proje No: 111B199). Bu makalenin daha önceki bir versiyonu, 12-14 Eylül 2012 tarihinde İstanbul’da yapılan 21. Ulusal Eğitim Bilimleri Kongresi’nde bildiri olarak sunulmuştur.

³ Yrd. Doç. Dr., Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, karaman.ayhan@gmail.com

⁴ Arş. Gör., Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, apaydinsezen@gmail.com

1958). Diğer taraftan, bilimin en temel özellikleri konusunda felsefik seviyede devam eden tartışmalar, ilköğretim ve ortaöğretim okullarında verilen eğitim seviyesinde çokta anlamlı değildir (Lederman, 2007). Bir başka deyişle, bilimin doğru bir portresinin öğrencilere sunulmasında, bilimin doğasının öğrencilerin bilişsel gelişimlerine uygun olan yönleri konusunda neredeyse yok denilecek derecede bir anlaşmazlık söz konusudur (Abd-El-Khalick, Bell ve Lederman, 1998). Eğitim ortamında ele alınan bilimin doğası, bilimin öğrencilere doğru bir şekilde yansıtılmasında, fen eğitimcilerine yol gösteren temel bir yapı olarak kabul edilir (McComas, Clough ve Almazroa, 2002). Öğrenciler tarafından öğrenilmesi uygun olan ve gündelik yaşamlarıyla alakalı olan bilimin doğasının kabul görmüş yönleri şu şekilde sıralanabilir: Bilimsel bilgi geçicidir (değişime açıktır), öznedir (teoriye bağımlıdır), ampirik temellere dayanır, sosyal ve kültürel bir yapı içerisinde gelişir ve insan hayal gücünün ve yaratıcılığının bir ürünüdür (Abd-El-Khalick, Bell ve Lederman, 1998; Lederman, 2006; Lederman, vd., 2002). Bununla birlikte, ne bilimsel bilgi nede bilimin doğası kavramları zaman içerisinde değişimden muaf değildirler (Lederman, 2007). Bilimin doğası bir yapı olarak her zaman bilimin yenilenen algılanmasına bağımlıdır ve bu şekliyle değişime açıktır.

Bilimsel okuryazar bir toplum oluşturmada bilimin doğasının oynadığı kritik rol hesaba katıldığında, öğrencilerin zihinlerinde bilimin doğru bir resmini oluşturmalarına olanak sağlamaya yönelik daha fazla çaba sarfedilmesinin önemi ortaya çıkar. Aksi halde, bilimin popüler medya kaynakları ve ders kitapları tarafından yanlış bir şekilde yansıtılması, öğrencilerin zihin yapılarını şekillendirmeye devam edecektir. Okul kitaplarının birçoğunda bilim hakkında yer alan ifadeler, bilimin gerçekçi bir betimlenmesinden daha ziyade “bilimsel süreçlerin sterilize edilmiş versiyonlarını” (Reiff, 2004, p.19) içerir. Bu ifadeler, bilim insanlarının bilimsel bilgiyi üretirken göstermiş oldukları kompleks çabanın doğru bir anlatımını vermekten uzaktır. Öğrencilerin, medya ve kitaplar vasıtasıyla bilimin doğası konusunda eksik veya yanlış yönlendirilmeleri konusundaki gidişatı tersine çevirmekte ana sorumluluk öğretmenlere düşmektedir. Bununla birlikte, bilimin doğası hakkında güçlü bir anlayışa sahip olmak şöyle dursun, çoğu öğretmen temel beklentileri karşılamaktan uzaktır (Abd-El-Khalick ve Akerson, 2004; Guerra-Ramos, Ryder ve Leach, 2010; Lederman, Wade ve Bell, 2002; Posnanski, 2010; Wong ve Hodson, 2008). Türk öğretmenleri de bu bağlamda diğer ülkelerdeki meslektaşlarından pek farklı değildirler (Dogan ve Abd-El-Khalick, 2008; Koksall ve Cakiroglu, 2010). Fen eğitimi standartlarında bilimin doğasına verilen özel öneme rağmen bu konuda öğrencilerinin daha gelişkin bir bilim anlayışına ulaşmalarını sağlayabilecek yeteneklere sahip öğretmenlerin yetiştirilmesinde çok az ilerleme kaydedilmiştir (Hanuscin, Lee ve Akerson, 2010). Öğretmenlerin bilim hakkındaki yetersiz seviyedeki anlayışlarının geliştirilmesi, bilimin doğasının bir öğrenme çıktısı olarak entegre edilmesi için atılması gereken ilk adımı teşkil etmektedir. Bu ilk adımdır çünkü öğretmenlerin bilimin doğası konusunda yeterince bilgiye sahip olmaları, bu bilgilerini verdikleri derslere doğrudan yansıttıkları anlamına gelmez (Faikhamta, 2013; Lederman, 2006; McComas, Clough ve Almazroa, 2002; Schwartz ve Lederman, 2002). Bilimin doğası hakkında zengin bir bilgi birikimi oluşturma yanısıra, öğretmenler bilimin doğasına yönelik pedagojik içerik bilgisine sahip olmaları için desteklenmelidirler (Hanuscin, 2013). Dolayısıyla, öğretmenlerin bilimin doğasının öğretimi konusunda kendilerini geliştirebilmeleri için mesleki gelişim etkinliklerine katılmaları büyük önem arz etmektedir.

TÜBİTAK tarafından desteklenen bir proje kapsamında, fizik, fen bilgisi ve sınıf öğretmenlerinin bilimin doğasının belirli alt boyutlarında sahip oldukları anlayışların güçlendirilmesi amaçlanmıştır. Bir haftalık astronomi yaz bilim kampına katılan onsekiz tane fizik öğretmeni, ondokuz tane fen bilgisi öğretmeni ve on beş tane sınıf öğretmenine bilimin doğası konusunda hizmetiçi eğitim verilmiştir. Türkiye’nin farklı bölgelerinden gelerek kampa katılan öğretmenler hem proje eğitimleriyle hem de diğer katılımcı öğretmenlerle karşılıklı etkileşim içerisinde bulundukları bir öğrenme ortamında kendilerini geliştirme imkanına sahip olmuşlardır. Bu makalenin konusu olan çalışmada, kamp programının katılımcı öğretmenlerin bilimin doğası hakkındaki anlayışlarına etkisi incelenmiştir. Çalışmada cevap aranan araştırma soruları aşağıda verilmiştir:

1. Fizik, fen bilgisi ve sınıf öğretmenlerinin, bilimin doğası hakkındaki anlayışları yaz bilim kampına katılmadan önce nasıldır?
2. Fizik, fen bilgisi ve sınıf öğretmenlerinin, bilimin doğası hakkındaki anlayışları arasında, yaz bilim kampından önce ve sonra anlamlı bir farklılık var mıdır?
3. Yaz bilim kampının, katılımcı öğretmenlerin bilimin doğası hakkındaki anlayışlarına etkisi nedir?

YÖNTEM

Bu çalışmada, eylem araştırması (action research) yöntemi kullanılmıştır. Eylem araştırmalarının doğasında, araştırmacının çalıştığı ortamı/konuyu anlama çabasının yanında, bir değişim ortaya çıkarma veya varolan sorunlara bir çözüm üretme amacı da ön plandadır (Cohen, Manion ve Morrison, 2000; Patton, 2002). Dolayısıyla eylem araştırmacıları, üzerinde çalıştığı sosyal ortamdan kendilerini soyutlamak yerine, o ortamda bulunan bireylerle bizzat işbirliği içerisinde çalışarak onların gelişimlerine katkı sunar veya belirli sorunlarına çözüm üretmeye çabalarlar (Norton, 2009). Bu çalışmayla, öğretmenlerin bilimin doğası konusunda sahip oldukları eksik veya yanlış bilgilerin hizmetiçi öğretim yoluyla geliştirilmesi hedeflenmiştir. Bilimin ne olduğu, nasıl yapıldığı ve nelerden etkilendiğiyle ilgili öğrencilerini eğitmelerini beklediğimiz öğretmenlerin öncelikle kendilerinin bu konularda yeterince bilgili olmaları gereklidir. Birçok öğretmenin bilimin doğası konusunda aldığı sınırlı seviyedeki eğitim, okullarda bu konunun daha iyi öğretilmesinin önündeki en büyük engellerden bir tanesi olarak ortaya çıkmaktadır. Fizik, fen bilgisi ve sınıf öğretmenlerinin bu konuda ki gelişimlerine olanak sağlamak maksadıyla düzenlenen astronomi yaz bilim kampında astronomi konularına ek olarak, katılımcı öğretmenlere bilimin doğasının çeşitli alt boyutları hem üstü-açık (explicit) hemde üstü-kapalı (implicit) olarak tanıtılmıştır. Kamp boyunca, katılımcılar astronomi alanında bilimsel bilginin üretilmesi konusunda yetkin bilim insanlarından oluşan proje eğitimcileriyle etkileşim içerisinde çeşitli sorular yöneltebildikleri verimli bir öğrenme ortamında bulunmuşlardır. Buna ek olarak, katılımcı öğretmenler, hem kendi aralarında hem de uzman eğitimcilerle bilimin doğası konusunda açık ve sorgulayıcı bir şekilde tartışma imkanına sahip olmuşlardır. Ayrıca, astronomi biliminin tarihsel gelişimi ile ilgili olarak yapılan sunumlar, katılımcı öğretmenlerin bilim hakkında sahip oldukları anlayışların gelişmesine yardımcı olacak niteliktedir. Bir hafta süren kamp boyunca öğretmenlere, astronomi ve bilimin doğasıyla ilgili yoğun bir program sunulmuştur. Hergün sabah saatlerinde (9:30) başlayan program, gece yarısına (23:00) kadar devam etmiştir. Katılımcı öğretmenlere bilimin doğasıyla ilgili yapılan sunumlar ve etkinliklerin herbiri yaklaşık olarak 2 saatlik sürede tamamlanmıştır. Etkinliklerden sonra yapılan tartışmalarda, bilimin doğasıyla ilgili vurgulanan alt boyut üstü-açık (explicit) bir şekilde ifade edilmiştir. Kamp programında bilimin doğasıyla ilgili yapılan çeşitli sunumların ve etkinliklerin başlıkları ve kısaca içerikleri şu şekildedir:

Bir Gökbilimci Nasıl Çalışır Sunumu: Astronomi alanında çalışan bilim insanlarının, hangi konularda çalıştığı, nasıl gözlem yaptığı, gözlem sonuçlarını nasıl verilere dönüştürdüğü ve verileri analiz ederek nasıl yayına dönüştürdüğünü anlatan bir sunum yapılmıştır.

Bilimin Cevap Aradığı Sorular Sunumu: Bilimin ne olduğu, ne tür sorulara cevap aradığı ve diğer alanlardan farklılıklarını ortaya koyan bir sunum yapılmıştır. Sunum içerisinde ayrıca, McComas (2002) tarafından ifade edilen bilimle ilgili en yaygın mitler de tanıtılmıştır.

Bilimin Doğası Grup Tartışması Etkinliği: Katılımcı öğretmenlere bilimin doğasıyla ilgili çeşitli sözlü sorular yöneltilerek bir tartışma ortamı oluşturulmuştur. Özellikle, bilim (science), yalancı bilim (pseudoscience) ve bilim olmayan (nonscience) konularında katılımcıların anlayışlarının geliştirilmesini amaçlayan bir etkinlik yapılmıştır.

Esrarengiz Ayak İzleri Etkinliği: Farklı kişilerce gözlemlenen aynı olaydan yapılan çıkarımların farklılaşmasını örnekleyen ve yeni verilerin ortaya çıkmasıyla bilimsel bilginin değişebilirliğini konu alan bir etkinlik yapılmıştır.

Gerçek Fosil, Gerçek Bilim Etkinliği: Elde edilen verilerden yola çıkılarak yapılan çıkarımların yaratıcılık gerektirdiğini gösteren bir etkinlik yapılmıştır.

Olayları Sıralama Etkinliği: Bilimsel bilginin, verilerin analizinden ulaşılan çıkarımlar içermesi ve çıkarımların subjektif ögeler barındırmasını konu alan bir etkinlik yapılmıştır.

Tangram Etkinliği: Yeni verilerin ve farklı bakış açılarının ortaya çıkmasıyla veya aynı verilerin farklı yorumlanmasıyla bilimsel bilginin değişebilir olmasına işaret eden bir etkinlik yapılmıştır.

Kamp programının katılımcı öğretmenlerin gelişimlerine etkisinin incelenmesinde, “tek gruplu öntest-sontest dizayn (the one-group pretest-posttest design)” (Fraenkel, Wallen ve Hyun, 2012)’dan oluşan deneysel bir araştırma deseni kullanılmıştır. Kampa katılan onsekiz tane fizik, on dokuz tane fen bilgisi ve on beş tane sınıf öğretmeni kampın başında (öntest) ve sonunda (sontest) iki farklı ölçme aracını tamamlamıştır. Araştırmada kullanılan her iki ölçme aracı hakkındaki bilgiler aşağıda verilmiştir.

Katılımcı öğretmenlerin gelişimlerini ölçmek için kullanılan ölçme araçlarından ilki, Rubba ve Andersen (1978) tarafından geliştirilen “Bilimsel Bilginin Doğası (BBD)” ölçeğidir. Orijinali İngilizce olan ölçeğin Türkçe’ye uyarlanmış versiyonu (Kılıç, vd., 2005), katılımcı öğretmenlere kampın başında ve sonunda öntest ve sontest olarak verilmiştir. Bu ölçek, altı tane alt boyuttan oluşmaktadır. Her bir alt boyut, 5 basamaklı dereceleme (Likert Scale) ölçeğine göre düzenlenmiş sekiz tane ifadeden oluşmuştur. Bu ifadelerden dört tanesi pozitif ve dört tanesi de negatif puanlama yapılmak üzere düzenlenmiştir. Negatif puanlama gerektiren ifadelerde tersine puanlama yapılmıştır. Örneğin, ölçekte yer alan negatif bir ifadeye 1 puan veren bir öğretmen, 5 puan almış olarak kabul edilmiştir. Ölçekte toplam 48 tane soru vardır. Bilimin doğasının farklı bir yönünü ölçmek üzere düzenlenmiş her bir alt boyut aşağıda kısaca açıklanmıştır:

1. **Ahlaki Yargılardan Bağımsızlık (Amoral):** Bilimsel bilgi, insanoğluna birçok şey yapabilme kabiliyetini vermesine rağmen bunu nasıl kullanması gerektiği konusunda bir açıklama getirmez. Ahlaki yargılar, sadece bilimsel bilginin kullanılmasında yer alırken, bilimsel bilginin bizzat kendisinde bulunmaz.
2. **Yaratıcılık ve Hayal Gücü (Creative):** Bilimsel bilgi, insanoğlunun entellektüel birikiminin bir ürünüdür. Bilimsel bilginin üretilmesi, en az sanatçılar, şairler ve besteciler kadar yaratıcı hayal gücünün kullanılmasını gerektirir. Bilimsel bilgi, bilimsel araştırma sürecinin yaratıcı ruhunu taşır.
3. **Değişime ve Gelişime Açıklık (Developmental):** Bilimsel bilgi, hiçbir zaman daimi olarak kanıtlanmaz. Zaman içerisinde değişir. Doğrulama süreci, bilimsel bilgiyi mümkün olduğunca sınırlandırır. Bir zamanlar iyi olarak kabul edilen inanışlar, daha fazla kanıtın elde edilmesiyle farklı bir şekilde değerlendirilebilir. Daha önce kabul gören inanışlar, tarihsel bağlamında değerlendirilmelidir.
4. **Yalınlık ve Basitlik (Parsimonious):** Bilimsel bilgi, komplekslik yerine basitliğe yönelir. Bilimsel bilgi spesifik değil fakat kapsamlıdır. Minimum sayıda kavramla, mümkün olan en çok sayıda gözlemi açıklamak için, bilimde sürekli bir çaba vardır.
5. **Tekrarlanabilirlik ve Test Edilebilirlik (Testable):** Bilimsel bilgi, ampirik teste tabidir. Bilimsel bilginin geçerliği, kabul edilmiş gözlemler dahilinde tekrarlanan testler vasıtasıyla sağlanır. Test sonuçları arasındaki tutarlılık, bilimsel bilginin geçerliği için gerekli fakat tek başına yeterli olmayan bir koşuldur.
6. **Bütünlük ve İlişkililik (Unified):** Bilimsel bilgi, doğanın bütünlüğünü anlamak için ortaya konulan çabaların neticesinde doğar. Çeşitli bilim dalları tarafından üretilen bilgi, yasalar, kuramlar ve kavramlar ağına katkı sağlar. Bu sistematik yapı, bilimin açıklama ve tahmin etme gücünü yaratır.

Ölçeğin Türkçe versiyonu için hesaplanan bir iç tutarlılık göstergesi olan Cronbach Alpha güvenirlik katsayısı öntest için 0.74 ve sontest için 0.79 olarak bulunmuştur. Bu değerlere dayanılarak, BBD ölçeğinin Türkçe versiyonunun güvenirliğinin, araştırma amaçları için oldukça kabul edilebilir seviyede olduğu görülmüştür (Kent, 2001).

Projede kullanılan ikinci ölçek, Liu ve Tsai (2008) tarafından geliştirilen “Bilimsel Epistemolojik Görüşler (BEG)” ölçeğidir. Yirmibeş tane sorudan oluşan ölçeğin Türkçe versiyonu katılımcı öğretmenlere öntest ve sontest olarak uygulanmıştır. Ölçeğin Türkçe’ye çevirisi araştırmacılar tarafından yapılmış ve yapılan çevirinin doğruluğu ve uygunluğu hem İngilizce’ye hem de Türkçe’ye hakim iki tane akademisyen tarafından kontrol edilmiştir. Bu akademisyenlerden gelen dönüt dikkate alınarak gerekli düzeltmeler yapılmıştır. Ayrıca ölçeğin anlaşılabilirliği konusunda bir grup fen bilgisi öğretmen adayının da görüşleri alınmıştır. Ölçekteki sorular 5 basamaklı dereceleme ölçeği (Likert Scale) şeklinde düzenlenmiştir. Ölçek,

bilimin doğasının şu beş tane alt boyutundan oluşmuştur: sosyal etkileşimin bilimdeki rolü, bilimin yaratıcı doğası, bilimsel araştırma ve keşiflerin teori bağımlılığı, bilimde kültürel etkiler ve bilimin değişime açık yapısı. BEG ölçeğinin Cronbach Alpha güvenirlik katsayısı, öntest sonuçları için 0.58 ve sontest sonuçları içinse 0.68 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlar, sosyal bilim konularında yapılan araştırmalar için yeterli bulunmaktadır (Kent, 2001)

Çalışmada kullanılan her iki ölçme aracında yer alan dereceleme ölçeğine dayalı soruların analizi “İlişkili Örneklem (repeated measures) MANOVA (Multivariate Analysis of Variance)” istatistiği kullanılarak yapılmıştır. İki faktörlü dizayn, bir tane grup-içi (test tipi: öntest-sontest) ve bir tane de gruplar-arası değişkenden (öğretmenlik branşı: fizik, fen bilgisi ve sınıf öğretmeni) oluşmuştur. “İlişkili Örneklem MANOVA” istatistiğini kullanmak, astronomi yaz bilim kampına katılan öğretmenlerin her bir ölçekte yer alan bilimin doğası alt boyutlarındaki gelişimlerini istatistiksel olarak test etmekte faydalı olmuştur. Ölçeklerde yer alan her bir alt boyut MANOVA istatistiğinde bağımlı bir değişken olarak tanımlanmıştır. Öğretmenlerin her bir alt boyuttaki kazanımlarını ortaya koymak için birden çok ANOVA kullanılması 1. Tür hata miktarını arttıracığı için, “İlişkili Örneklem MANOVA” istatistiği tercih edilmiştir.

BULGULAR

Bu çalışmada kullanılan iki tane ölçme aracından (BBD ölçeği ve BEG ölçeği) elde edilen bulgular sırasıyla aşağıdaki bölümlerde sunulmuştur.

Bilimsel Bilginin Doğası (BBD) Ölçeği: Astronomi kampına katılan fizik, fen bilgisi ve sınıf öğretmenlerinin, kamp programına başlamadan önce yapılan öntest sonuçlarında anlamlı bir farklılık olup olmadığının ortaya çıkarılmasında MANOVA istatistiği kullanılmıştır.

Tablo 1. BBD Ölçeği öğretmenlik branşlarına göre öntest sonuçları

Bilimin Doğası Alt Boyutları	Öğretmenlik Branşı	Öntest Ortalama	Öntest SS	F-test İstatistik
Ahlaki Yargılardan Bağımsızlık	FÖ	4.01	0.47	F(2,49)=1.046; p=0.359
	FBÖ	3.84	0.48	
	SÖ	3.77	0.59	
Yaratıcılık ve Hayal Gücü	FÖ	3.68	0.47	F(2,49)=1.596; p=0.213
	FBÖ	3.37	0.59	
	SÖ	3.46	0.56	
Değişime ve Gelişime Açıklık	FÖ	3.81	0.40	F(2,49)=0.742; p=0.481
	FBÖ	3.82	0.43	
	SÖ	3.66	0.43	
Yalınlık ve Basitlik	FÖ*	3.49	0.50	F(2,49)=3.754; p=0.030
	FBÖ*	3.09	0.50	
	SÖ	3.17	0.36	
Tekrarlanabilirlik ve Test Edilebilirlik	FÖ	4.10	0.55	F(2,49)=0.017; p=0.983
	FBÖ	4.13	0.44	
	SÖ	4.13	0.35	
Bütünlük ve İlişkililik	FÖ	3.97	0.55	F(2,49)=0.840; p=0.438
	FBÖ	3.79	0.59	
	SÖ	4.04	0.64	

* $\alpha=0.05$ seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı ($p<0.05$)

FÖ: Fizik Öğretmenleri, FBÖ: Fen Bilgisi Öğretmenleri, SÖ: Sınıf Öğretmenleri

MANOVA istatistiğinden elde edilen genel sonuca göre (multivariate test sonucu), farklı branşlarda (fizik, fen bilgisi ve sınıf öğretmenleri) ders veren öğretmenlerin ortalama öntest sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir sonuç olmadığı görülmüştür [$F(12,88)=1.361$, $p>0.05$; Wilks' Lambda=0.711]. Bu sonuca göre, kampa katılan öğretmenlerin branşlarından bağımsız olarak, kampın başlangıcında bilimin doğası konusunda birbirlerine yakın seviyede bilgiye sahip olduklarını söyleyebiliriz. Tablo-1 sonuçlarına göre, “yalınlık ve basitlik” alt boyutunda fizik ve fen bilgisi öğretmenlerinin ortalama

öntest sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir sonuç olduğu görülebilir ($p<0.05$). Bu alt boyutun dışında kalan alt boyutlarda ise, öğretmenlerin öntest sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Yani, öğretmenlerin kamp başlamadan önceki bilimin doğası hakkındaki bilgi seviyeleri birbirine yakındır.

Öntest ve sontest sonuçlarının “İlişkili Örneklem MANOVA” istatistiği kullanılarak yapılan analizine göre, katılımcı öğretmenlerin öntest ve sontest ortalamaları arasında genel olarak anlamlı bir farklılık olduğu gözlenmiştir [$F(6,44)=6.145$, $p<0.01$; Wilks’ Lambda=0.544]. Bu sonuç, astronomi kampına katılan öğretmenlerin bilimin doğası konusundaki anlayışlarının istatistiksel olarak anlamlı bir biçimde gelişme gösterdiğini ortaya koymaktadır.

Tablo 2. BBD Ölçeği öntest-sontest genel sonuçları (N=52)

Bilimin Doğası Alt Boyutları	Öntest Ortalama	Öntest SS	Sontest Ortalama	Sontest SS	F-test İstatistik
Ahlaki Yargılardan Bağımsızlık	3.88	0.51	3.99	0.55	$F(1,49)=1.980$; $p=0.166$
Yaratıcılık ve Hayal Gücü*	3.50	0.55	3.92	0.45	$F(1,49)=28.690$; $p=0.001$
Değişime ve Gelişime Açıklık*	3.77	0.42	3.97	0.45	$F(1,49)=9.175$; $p=0.004$
Yalınlık ve Basitlik*	3.25	0.49	3.44	0.55	$F(1,49)=6.695$; $p=0.013$
Tekrarlanabilirlik ve Test Edilebilirlik	4.12	0.45	4.13	0.42	$F(1,49)=0.004$; $p=0.950$
Bütünlük ve İlişkililik	3.92	0.59	3.97	0.50	$F(1,49)=0.440$; $p=0.510$

* $\alpha=0.05$ seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı ($p<0.05$)

Tablo-2’de bilimin doğasının altı tane alt boyutunda katılımcı öğretmenlerin öntest ve sontest ortalama puanları arasındaki farkın F-test (Univariate) istatistikleri verilmiştir. Tablo-2’ye göre, katılımcı öğretmenlerin öntest ve sontest ortalama puanları arasındaki fark üç tane alt boyutta istatistiksel olarak anlamlı ($p<0.05$) bir farklılık göstermiştir: yaratıcılık ve hayal gücü, değişime ve gelişime açıklık, yalınlık ve basitlik. Bu alt boyutlarda, katılımcı öğretmenler olumlu bir gelişim göstermişlerdir. Diğer üç alt boyutta ise öntest ve sontest sonuçları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p>0.05$): ahlaki yargılardan bağımsızlık, tekrarlanabilirlik ve test edilebilirlik, bütünlük ve ilişkililik. Burada belirtilen alt boyutlarda, katılımcı öğretmenler yeterince büyük bir gelişim ortaya koyamamışlardır.

Diğer taraftan, test tipi (öntest ve sontest) ve öğretmenlik branşı (fizik, fen bilgisi ve sınıf öğretmeni) değişkenleri arasındaki etkileşim etkisi (interaction effect) anlamlı bir farklılık ortaya koymamıştır [$F(12,88)=0.412$, $p>0.05$; Wilks’ Lambda=0.896]. Dolayısı ile, her üç branştaki öğretmenlerin öntest ve sontest ortalama puanları birbirlerinden istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık ortaya koymamıştır ($p>0.05$). Bir başka ifadeyle, kampa katılan öğretmenlerin farklı branşlarda olmaları onların kamp programından elde ettikleri kazanımlarda bir farklılık ortaya çıkarmamıştır. Tablo-3’de farklı branştaki öğretmenlerin sontest ve öntest ortalama puanları arasındaki farkların F-test (Univariate) istatistikleri verilmiştir.

Tablo 3. BBD Ölçeği öğretmenlik branşlarına göre öntest-sontest farkları

Bilimin Doğası Alt Boyutları	Öğretmenlik Branşı	Öntest Ortalama	Öntest SS	Sontest Ortalama	Sontest SS	Sontest Öntest Farkı	F-test İstatistik
Ahlaki Yargılardan Bağımsızlık	FÖ	4.01	0.47	4.20	0.53	0.19	F(2,49)=0.932; p=0.401
	FBÖ	3.84	0.48	4.00	0.43	0.16	
	SÖ	3.77	0.59	3.73	0.62	-0.04	
Yaratıcılık ve Hayal Gücü	FÖ	3.68	0.47	4.15	0.42	0.47	F(2,49)=0.544; p=0.584
	FBÖ	3.37	0.59	3.84	0.48	0.47	
	SÖ	3.46	0.56	3.75	0.34	0.29	
Değişime ve Gelişime Açıklık	FÖ	3.81	0.40	4.03	0.56	0.22	F(2,49)=0.042; p=0.959
	FBÖ	3.82	0.43	3.99	0.33	0.18	
	SÖ	3.66	0.43	3.87	0.43	0.21	
Yalınlık ve Basitlik	FÖ	3.49	0.50	3.67	0.53	0.19	F(2,49)=0.945; p=0.396
	FBÖ	3.09	0.50	3.38	0.57	0.30	
	SÖ	3.17	0.36	3.23	0.50	0.06	
Tekrarlanabilirlik ve Test Edilebilirlik	FÖ	4.10	0.55	4.20	0.44	0.10	F(2,49)=1.084; p=0.346
	FBÖ	4.13	0.44	4.17	0.44	0.04	
	SÖ	4.13	0.35	4.00	0.35	-0.13	
Bütünlük ve İlişkililik	FÖ	3.97	0.55	4.05	0.58	0.08	F(2,49)=0.324; p=0.725
	FBÖ	3.79	0.59	3.87	0.47	0.08	
	SÖ	4.04	0.64	4.01	0.47	-0.03	

FÖ: Fizik Öğretmenleri, FBÖ: Fen Bilgisi Öğretmenleri, SÖ: Sınıf Öğretmenleri

Tablo-3'deki değerler incelendiğinde, bilimin doğasının altı tane alt boyutunda öğretmenlerin gelişimleri onların branşlarına göre farklılık göstermemiştir. Branşlarından bağımsız olarak, katılımcı öğretmenler Tablo-2'de gösterilen bilimin doğasının üç tane alt boyutunda pozitif bir gelişim sergilemişlerdir.

Bilimsel Epistemolojik Görüşler (BEG) Ölçeği: Kampa katılan farklı branşlardaki öğretmenlerin öntest puanlarının ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olup olmadığının belirlenmesinde MANOVA istatistiği kullanılmıştır. Farklı branşlardaki öğretmenlerin kampın başında bilimin alt boyutlarıyla ilgili öntest puanlarında istatistiksel olarak anlamlı bir sonuç olduğu görülmüştür [$F(10,90)=2.430$, $p<0.05$; Wilks' Lambda=0.62]. Tablo-4'de öğretmenlerin her bir alt boyuttaki öntest puanlarının branşlar arasındaki farklarına göre F-test istatistikleri verilmiştir. Tablo-4 incelendiğinde, “bilimin yaratıcı doğası” alt boyutunda, fizik ve fen bilgisi öğretmenleri ile fen bilgisi ve sınıf öğretmenlerinin öntest ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın varlığı görülebilir ($p<0.05$). Aynı şekilde, bilimsel araştırma ve keşiflerin teori bağımlılığı alt boyutunda fizik ve sınıf öğretmenlerinin öntest puanları arasında anlamlı bir fark olduğu görülebilir ($p<0.05$). Bahsi geçen alt boyutlarda, öğretmenler branşlarına bağlı olarak diğer branşlardaki öğretmenlerden daha çok bilgiye sahip olarak kamp programına başlamışlardır.

Tablo 4. BEG Ölçeği öğretmenlik branşlarına göre öntest sonuçları

Bilimin Doğası Alt Boyutları	Öğretmenlik Branşı	Öntest Ortalama	Öntest SS	F-test İstatistik
Sosyal Etkileşimin Bilimdeki Rolü	FÖ	4.42	0.49	F(2,49)=1.664; p=0.200
	FBÖ	4.13	0.47	
	SÖ	4.25	0.52	
Bilimin Yaratıcı Doğası	FÖ*	4.02	0.41	F(2,49)=6.541; p=0.003
	FBÖ*#	3.60	0.44	
	SÖ#	4.15	0.56	
Bilimsel Araştırma ve Keşiflerin Teori Bağımlılığı	FÖ*	2.89	0.52	F(2,49)=3.455; p=0.039
	FBÖ	3.18	0.64	
	SÖ*	3.44	0.65	
Bilimde Kültürel Etkiler	FÖ	3.50	0.79	F(2,49)=0.158; p=0.854
	FBÖ	3.39	0.72	
	SÖ	3.38	0.41	
Bilimin Değişime Açık Yapısı	FÖ	3.97	0.55	F(2,49)=2.467; p=0.095
	FBÖ	3.79	0.59	
	SÖ	4.04	0.64	

* $\alpha=0.05$ seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı ($p<0.05$)

$\alpha=0.05$ seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı ($p<0.05$)

FÖ: Fizik Öğretmenleri, FBÖ: Fen Bilgisi Öğretmenleri, SÖ: Sınıf Öğretmenleri

Katılımcı öğretmenlerin öntest ve sontest puanlarının ortalamaları arasındaki farkların, “İlişkili Örneklem MANOVA” istatistiği kullanılarak yapılan analizi sonucunda elde edilen değerler, genel olarak anlamlı bir sonucun varlığını ortaya koymuştur [$F(5,45)=20.196$, $p<0.01$; Wilks’ Lambda=0.308]. Bu sonuç, astronomi bilim kampına katılan öğretmenlerin, bilimin doğasının çeşitli alt yönlerinde sahip oldukları anlayışların pozitif bir gelişme gösterdiğine işaret etmektedir.

Tablo 5. BEG Ölçeği öntest-sontest genel sonuçları (N=52)

Bilimin Doğası Alt Boyutları	Öntest Ortalama	Öntest SS	Sontest Ortalama	Sontest SS	F-test İstatistik
Sosyal Etkileşimin Bilimdeki Rolü	4.26	0.50	4.26	0.61	F(1,49)=0.005; p=0.946
Bilimin Yaratıcı Doğası*	3.90	0.52	4.42	0.47	F(1,49)=54.623; p=0.001
Bilimsel Araştırma ve Keşiflerin Teori Bağımlılığı*	3.15	0.63	3.79	0.71	F(1,49)=26.343; p=0.001
Bilimde Kültürel Etkiler*	3.43	0.66	3.94	0.66	F(1,49)=16.795; p=0.001
Bilimin Değişime Açık Yapısı*	3.72	0.52	4.18	0.43	F(1,49)=32.109; p=0.001

* $\alpha=0.01$ seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı ($p<0.01$)

Tablo-5’e bakıldığında, sosyal etkileşimin bilimdeki rolü dışında kalan dört tane alt boyutta, katılımcı öğretmenlerin öntest ve sontest puanlarının ortalamaları arasındaki farkların istatistiksel olarak anlamlı bir sonuç ortaya koyduğu görülecektir. Yani, bahsi geçen dört tane alt boyutta katılımcı öğretmenlerin bilgi seviyesi anlamlı bir şekilde gelişmiştir. Bu sonuç, kamp programının bilimin doğası konusunda öğretmenlere önemli bir katkı sunduğunu göstermesi açısından önemlidir.

Fizik, fen bilgisi ve sınıf öğretmenlerinin öntest ve sontest puanları arasındaki fark anlamlı bir sonuç ortaya çıkarmamıştır [$F(10,90)=0.874$, $p>0.05$; Wilks’ Lambda=0.831]. Bir başka deyişle, test tipi (öntest ve sontest) ve öğretmenlik branşı (fizik, fen bilgisi ve sınıf öğretmeni) değişkenleri arasındaki etkileşim etkisi istatistiksel olarak anlamlı bir sonuç vermemiştir. Tablo-6’da sunulan bilgiler, Bilimsel Epistemolojik

Görüşler Ölçeğinde yer alan bilimin doğasının altı yönünde her branştaki öğretmenin öntest ve sontest puanları arasındaki farklar kullanılarak hesaplanmış univariate ANOVA istatistiklerini içermektedir.

Tablo 6. BEG Ölçeği öğretmenlik branşlarına göre öntest-sontest farkları

Bilimin Doğası Alt Boyutları	Öğretmenlik Branşı	Öntest Ortalama	Öntest SS	Sontest Ortalama	Sontest SS	Sontest Öntest Farkı	F-test İstatistik
Sosyal Etkileşimin Bilimdeki Rolü	FÖ	4.42	0.49	4.37	0.68	-0.06	F(2,49)=0.232; p=0.794
	FBÖ	4.13	0.47	4.11	0.55	-0.02	
	SÖ	4.25	0.52	4.30	0.60	0.06	
Bilimin Yaratıcı Doğası	FÖ	4.02	0.41	4.53	0.38	0.51	F(2,49)=1.553; p=0.222
	FBÖ	3.60	0.44	4.24	0.56	0.64	
	SÖ	4.15	0.56	4.49	0.40	0.35	
Bilimsel Araştırma ve Keşiflerin Teori Bağımlılığı	FÖ	2.89	0.52	3.74	0.70	0.85	F(2,49)=2.057; p=0.139
	FBÖ	3.18	0.64	3.89	0.75	0.72	
	SÖ	3.44	0.65	3.71	0.71	0.27	
Bilimde Kültürel Etkiler	FÖ	3.50	0.79	4.00	0.67	0.50	F(2,49)=1.273; p=0.289
	FBÖ	3.39	0.72	4.12	0.54	0.72	
	SÖ	3.38	0.41	3.63	0.72	0.25	
Bilimin Değişime Açık Yapısı	FÖ	3.73	0.57	4.16	0.37	0.43	F(2,49)=0.589; p=0.559
	FBÖ	3.54	0.47	4.11	0.50	0.56	
	SÖ	3.93	0.48	4.29	0.39	0.36	

FÖ: Fizik Öğretmenleri, FBÖ: Fen Bilgisi Öğretmenleri, SÖ: Sınıf Öğretmenleri

Tablo-6 incelendiğinde, farklı branşlara mensup katılımcı öğretmenlerin kamp programından elde ettikleri kazanım, birbirlerinden anlamlı bir farklılık göstermemiştir. Tablo-5’de ifade edilen dört tane alt boyutta anlamlı bir gelişim sergileyen öğretmenlerin bu gelişimleri, sahip oldukları öğretmenlik branşlarına göre değişiklik göstermemiştir. Bir başka ifadeyle, kamptan edinilen tecrübeler bütün öğretmenlere aynı anda hitap etmiştir. Yani, farklı alanlarda öğretim yapan öğretmenlerin kazanımları branşlarından bağımsız olarak gerçekleşmiştir.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Hem öğrencilerin hem de onları yetiştirmekle görevli öğretmenlerin, bilimin doğası konusunda yeterince gelişkin bir anlayışa sahip olmadıklarını ortaya koyan birçok çalışma mevcuttur (Abd-El-Khalick ve Akerson, 2009; Bell ve Lederman, 2003; Guerra-Ramos, Ryder ve Leach, 2010; Karaman ve Apaydın, 2012; Southerland, Gess-Newsome ve Johnston, 2003). Burada yapılan çalışmadan elde edilen bulgular, devlet okullarında görev yapmakta olan fizik, fen bilgisi ve sınıf öğretmenlerinin bilimin doğasının belirli alt boyutlarında orta seviyede (moderate) gelişkin bir anlayışa sahip olduklarını ortaya koymaktadır. Çalışmada kullanılan her iki ölçeğe aracından elde edilen sonuçlar incelendiğinde, öğretmenlerin çoğunluğunun orta seviyede puanlara sahip olduklarını görmek mümkündür. Astronomi Yaz Bilim Kampı başlamadan önce yapılan BBD ölçeğinin öntest sonuçlarına göre, en düşük (3.25) ortalama puana sahip bilimin doğasının alt boyutunun ‘Parsimonious (Yalınlık ve Basitlik)’ ve en yüksek (4.12) alt boyutun ise ‘Testable (Tekrarlanabilirlik ve Test Edilebilirlik)’ olduğu bulunmuştur. Katılımcı öğretmenler, araştırmada kullanılan BEG ölçeğinde, en düşük (3.15) öntest ortalama puanı ‘Bilimsel Araştırma ve Keşiflerin Teori Bağımlılığı’ alt boyutunda ve en yüksek puanı (4.26) ise ‘Sosyal Etkileşimin Bilimdeki Rolü’ alt boyutunda elde etmiştir. Her iki ölçekte de birbiriyle çakışan alt boyutların varlığının yanı sıra, birbirinden farklı alt boyutlarda mevcuttur. Aynı temayı destekleyen her iki ölçekteki alt boyutlar

incelendiğinde, katılımcı öğretmenlerin her iki ölçekte de verdikleri yanıtların birbirini destekler nitelikte olduğu görülebilir. Örneğin, BBD ölçeğinde yer alan ‘developmental (değişime ve gelişime açıklık)’ alt boyutun ortalama puanı 3.77 olarak hesaplanırken, BEG ölçeğinde yer alan ‘bilimin değişime açık yapısı’ alt boyutunun ortalama puanı 3.72 olarak bulunmuştur. Her iki ölçekten elde edilen bulgular, katılımcı öğretmenlerin kamp programı başlamadan önce bilimin doğası hakkındaki sahip oldukları anlayışlarının seviyesini daha güvenilir bir şekilde ortaya koymuştur. Öğretmen adaylarının, mezun oldukları öğretmenlik programından bilimin doğası hakkında daha gelişkin bir anlayışla meslek hayatlarına adım atmalarının, bilimsel okuryazar bir nesil yetiştirme amacına hizmet edeceği ortadadır. Fakat, bu çalışmanın ortaya koyduğu sonuçlar, birçok öğretmen adayının bilimin doğası konusunda yeterince iyi bir eğitim almadıklarına işaret etmektedir.

Katılımcı öğretmenlerin öntest sonuçlarında göze çarpan diğer bir durum, öğretmenlerin branşlarından bağımsız olarak bilimin doğasının alt boyutlarında birbirine oldukça yakın ortalama puanlara sahip olmalarıdır. Bu araştırmada kullanılan BBD ölçeğine göre, fizik, fen bilgisi ve sınıf öğretmenlerinin öntest ortalama puanlarının MANOVA istatistiği kullanılarak yapılan analizi, istatistiksel olarak anlamlı bir sonuç üretmemiştir. Çalışmada kullanılan BEG ölçeğinden elde edilen verilerin MANOVA istatistiği kullanılarak yapılan analizi ise, bilimin doğasının beş tane alt boyutunun iki tanesinde sınıf öğretmenlerinin öntest ortalama puanları ile fizik ve fen bilgisi öğretmenlerinin ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğunu ortaya koymuştur. BEG ölçeğinin iki tane alt boyutu dışında, farklı branşlara sahip olmak, bilimin doğası konusunda farklı seviyede anlayışlara sahip olmak sonucunu doğurmamıştır. Özellikle fizik ve fen bilgisi öğretmenlerinin, sınıf öğretmenlerine göre daha fen ağırlıklı bir eğitimden geçmiş olmaları anlamlı bir fark ortaya çıkarmamıştır. Bir başka deyişle, daha fazla fen alan bilgisine sahip olmak, bilimin doğası konusunda daha gelişkin bir anlayışın ortaya çıkmasına öncülük etmemiştir. Bu sonuç aslında, bilimin doğasına üstü açık (explicit) vurgu yapılmaksızın verilen fen ağırlıklı eğitimin, bilimin doğası hakkındaki anlayışlara etkisinin oldukça sınırlı olduğunun bir göstergesi olarak kabul edilebilir. Bilimin doğasının öğretiminde, üstü kapalı (implicit) olarak verilen çeşitli deneyimlerin yeterince başarılı sonuçlar ortaya koymadığı, eğitim literatüründe sıklıkla ifade edilen bir konudur (Gess-Newsome, 2002; Khisfe ve Lederman, 2007; Oliveira vd., 2012). BEG ölçeğinin iki tane alt boyutunda (bilimin yaratıcı doğası ile bilimsel araştırma ve keşiflerin teori bağımlılığı), sınıf öğretmenlerinin öntest ortalama puanlarının fizik ve fen bilgisi öğretmenlerinden istatistiksel olarak anlamlı seviyede yüksek çıkması, fizik ve fen bilgisi öğretmenlerinin bilimsel bilginin objektif ve evrensel olduğu düşüncesinin epistemolojik olarak benimsediği bilim çevresiyle daha fazla etkileşim içerisinde olmalarından kaynaklanmış olabilir. Dolayısıyla, Liu ve Tsai (2008) tarafından da ifade edildiği gibi, geleneksel pozitivist düşüncelerin hakim olduğu bir ortama daha fazla maruz kalan fizik ve fen bilgisi öğretmenlerinin bilimsel bilginin üretilmesinde subjektifliğin yer alamayacağına olan inançlarının daha kuvvetli olacağı düşünülebilir. Benzer şekilde, Leblebicioğlu, Metin ve Yardımcı (2012) tarafından gerçekleştirilen bir haftalık bilim seminerine katılan fen alan öğretmenlerinin, aldıkları eğitimin bir parçası olarak bilimin objektif ve evrensel değerlere sahip olduğu düşüncesini sarsılmaz bir şekilde benimsedikleri ve öğretmenlerin bu konulardaki düşüncelerine bilim seminerinin etkisinin oldukça sınırlı olduğu gözlenmiştir. Sınıf öğretmenleriyle branş öğretmenleri ve bilim insanlarının bilimin doğası hakkındaki düşüncelerini karşılaştırmalı olarak incelediği çalışmasında Pomeroy (1993)’da benzer sonuçlara ulaşmıştır. Yani, sınıf öğretmenleriyle karşılaştırıldığında, hem branş öğretmenlerinin hem de bilim insanlarının daha geleneksel bir bilim anlayışına sahip oldukları görülmüştür. Sınıf öğretmenlerinin bilimin doğası hakkındaki düşüncelerinin daha az geleneksel bir yapı sergilemesi, diğer bir ifadeyle günümüz fen eğitimi standartlarında yer alan görüşlerle daha uyumlu olması, araştırmacı tarafından şu iki şekilde izah edilmiştir: sınıf öğretmenlerinin yapılandırmacı veya geleneksel olmayan yaklaşımın hakim olduğu bilimin doğasıyla ilgili bir mesleki gelişim programına katılmış olma ihtimali veya bilim hakkındaki düşüncelerinin genel olarak kendi öğrencilerinin öğrenme süreçlerinin gözlenmesiyle ulaşılan kişisel tecrübelerin sonucunda oluşması. Miller vd. (2010) tarafından yapılan araştırmada, fen alanında ve fenle ilgili olmayan alanlardaki lisans öğrencilerinin bilimin doğası hakkındaki düşüncelerinde, fenle ilgili olmayan bölümlerde öğrenim gören lisans öğrencilerinin lehine bir sonuç ortaya çıkmıştır. Fenle ilgili alanlarda öğrenim gören öğrencilerin, bilimsel kanun ve teori ayrımı ile bilimsel yöntem çeşitliliği alt boyutlarında fen alanı

dışındaki bölümlerde öğrenim gören öğrencilerden daha geleneksel bir anlayışa sahip oldukları bulunmuştur. Ortaya çıkan bu durumun sebebi, fen alanında öğrenim gören lisans öğrencilerine, aldıkları fen derslerinde bilimin objektif ve evrensel bir karaktere sahip olduğunun anlatılması olabileceği gibi, alternatif olarak başlangıçta geleneksel pozitivist düşünceye sahip öğrencilerin fen alanlarını tercih etmeleri de olabilir. Doğa bilimleri (fizik, kimya, biyoloji vb.) ile sosyal bilimler (siyasal bilimler, psikoloji, antropoloji vb.) alanında çalışan bilim insanlarının bilimin doğasıyla ilgili düşüncelerini inceleyen Goldenberg (1982), doğa bilimlerinde çalışan bilim insanlarının bilim anlayışlarının daha geleneksel bir yapıda olduğunu ortaya koymuştur. Pozitif bilimcilerin, bilimin doğası hakkındaki görüşlerinin daha gelenekçi bir yapıda olduğunu vurgulayan başka çalışmalarda mevcuttur (Schwartz ve Lederman, 2008; Wong ve Hodson, 2008). Sınıf öğretmenlerinin, bilimin doğasının belirli alt boyutlarında fizik ve fen bilgisi öğretmenlerinden daha gelişkin bir anlayışa sahip olması literatürde yer alan çeşitli çalışmalarla uyumlu bir bulgudur. Fen alanında daha çok alan bilgisine sahip olmak, bilimin doğası hakkında çağdaş düşüncelerle uyumlu gelişkin bir anlayışa sahip olmayı da beraberinde getirmemektedir.

Bilimin doğasının belirli alt boyutlarında katılımcı öğretmenlerin elde ettikleri öntest ve sontest ortalama puanlarının ilişkili örneklem MANOVA istatistiği kullanılarak yapılan analizi, kampı başarıyla tamamlayan öğretmenlerin anlamlı bir gelişim gösterdiklerini ortaya koymuştur. BBD ölçeğinde yer alan bilimin doğasının altı tane alt boyutundan üç tanesinde (yaratıcılık ve hayal gücü, değişime ve gelişime açıklık, yalınlık ve basitlik) katılımcı öğretmenler istatistiksel olarak anlamlı ($p < 0.05$) bir kazanım elde etmiştir. BEG ölçeğinde bulunan bilimin doğasının beş tane alt boyutunun dört tanesinde (bilimin yaratıcı doğası, bilimsel araştırma ve keşiflerin teori bağımlılığı, bilimde kültürel etkiler ve bilimin değişime açık yapısı) öğretmenlerin öntest ve sontest ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı ($p < 0.01$) bir farklılık olduğu görülmüştür. Bununla beraber, yaz bilim kampına katılan farklı yaşlardaki öğretmenlerin gelişimleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık ortaya çıkmamıştır. Bu sonuç, kampta uygulanan programın, bütün öğretmenlere branşlarından bağımsız olarak aynı anda hitap ettiğini göstermesi açısından önemlidir. Fen alanlarına daha mesafeli olan sınıf öğretmenlerinin, fizik ve fen ağırlıklı bir eğitim alan öğretmenlerle aynı programa katılıp aynı gelişimi göstermeleri, kamp programında bilimin doğasının alt boyutlarına yapılan üstü açık (explicit) vurgunun başarısı olarak görülebilir. Burada ifade edilen bulgu, aynı kamp programına katılan öğretmenlerin bilimin doğası hakkındaki düşüncelerinin gelişiminde, daha önce sahip oldukları fen alan bilgisi seviyesinin çok öneminin olmadığına işaret etmektedir. Fakat, daha önce otantik bir bilim ortamında bilimsel araştırma yapma deneyimi olan öğretmenlerin bilim hakkındaki düşüncelerindeki gelişim farklı bir seyir izleyebilir. Nitekim, Morrison, Raab ve Ingram (2009) tarafından sınıf öğretmenleri ile fen alanı branş öğretmenlerine yönelik yapılan mesleki gelişim programının sonunda, sınıf öğretmenlerinin bilim ve bilim insanları hakkındaki düşüncelerinde önemli bir gelişim yaşanırken, aynı gelişim daha önce otantik bilimsel araştırma tecrübesine sahip branş öğretmenlerinde gözlenmemiştir. Diğer bir ifadeyle, araştırma tecrübesi olan branş öğretmenlerinin bilim ve bilim insanları hakkındaki düşüncelerinde herhangi bir değişim tespit edilmemiştir. Dolayısıyla, bilimin doğasıyla ilgili mesleki gelişim programlarına katılacak öğretmenlerin seçiminde, fen alan bilgisi seviyesi yerine daha önceden sahip olunan otantik araştırma deneyimlerinin göz önünde bulundurulması daha akıllıca bir tercih olacaktır.

Bilimin doğası, günümüz modern fen eğitimi standartlarının ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir. Ancak, bilimin doğası konusunda öğrencilerini iyi bir donanımla yetiştirmelerini beklediğimiz öğretmenlerin, üniversite eğitimleri boyunca bu alanda yeterince iyi bir eğitim aldıklarını söylemek oldukça güçtür (Parkinson, 2004). Özellikle, sınıf ve fizik öğretmenliği programlarında öğrenimlerine devam eden öğretmen adayları, çoğu zaman bilimin doğasıyla ilgili tek bir ders bile almaksızın mezun olabilmektedirler. Dolayısıyla, formal lisans eğitimleri süresince bilimin doğası konusunda yeterli bir eğitimden mahrum kalan öğretmen adaylarının, görevlerine başladıklarında bu eksikliklerini giderecek bir öğrenme ortamının içerisinde yer almaları oldukça zorlaşır. Öğrenmenin hayat boyu devam eden bir süreç olduğu da göz önünde bulundurulduğunda, informal eğitim programları öğretmenlerin bu ihtiyaçlarını karşılayacak en önemli alternatif olarak göze çarpmaktadır. Her ne kadar informal eğitiminin tanımı konusunda eğitim literatürü tam bir uzlaşıdan yoksun olsada (Hofstein ve Rosenfeld, 1996), informal öğrenme ortamı, genellikle okul dışında otantik ortamlarda gerçekleşen, gönüllülük esasına dayalı, öğrenenlerin kişisel motivasyonlarını gerektiren, öğrencilerin kişisel ilgi alanlarına göre şekillenen, açık uçlu etkinlikleri

kapsamaktadır (Bell, Lewenstein, Shouse ve Feder, 2009). Daha somut bir ifadeyle, informal öğrenme deneyimlerinin gerçekleştiği ortamlar şu üç ana kategori altında sıralanabilir: gündelik informal ortamlar (televizyon seyretmek, gazete, dergi veya kitap okumak, internette araştırma yapmak, eğitimsel bilgisayar oyunları oynamak, kişilerin hobilerini gerçekleştirmesi vb.), düzenlenmiş informal ortamlar (müzeler, bilim merkezleri, planetaryumlar, akvaryumlar, hayvanat bahçeleri, kütüphaneler vb.) ve informal programlar (okul sonrası etkinlikleri, bilim kulüpleri, müze veya hayvanat bahçelerinin bilim programları vb.) (Bell, Lewenstein, Shouse ve Feder, 2009). Bu çalışmada tanıtılan yaz bilim kampı ve benzeri türdeki informal eğitim programları, hem öğrencilerin hem de öğretmenlerin bilimin doğası konusundaki anlayışlarının geliştirilmesinde önemli bir role sahip olabilir (Metin ve Leblebicioğlu, 2011). Bununla birlikte, bilim kampları özellikle Batı dünyasında oldukça yaygın olmasına rağmen, bu tür kampların öğrenciler üzerindeki etkilerini inceleyen araştırma sayısı oldukça kısıtlı sayıdadır (Fields, 2009) ve hatta bilim kamplarının bilimin doğası konusundaki etkilerini inceleyen çalışma neredeyse yok denecek kadar az sayıdadır (Leblebicioğlu, Metin, Yardımcı ve Berkürek, 2011). Bu bağlamda, bu çalışmada tanıtılan yaz bilim kampı, literatürün bu boşluğuna katkı sağlaması açısından oldukça önemlidir. Göreli olarak kısa bir süre boyunca (bir hafta) aldıkları eğitimin neticesinde bilimin doğasının çeşitli alt boyutlarında, katılımcı öğretmenlerin sergiledikleri gelişim kamp programının başarı hanesine yazılabilir. Bu sonuç, kısa fakat yoğun programa sahip bilim kamplarının, öğretmenlerin bilimin doğası konusundaki gelişimlerine olumlu katkı sağlayacağını bir göstergesi olması açısından önemli olmakla birlikte, burada elde edilen sonuçların pratikte ne anlama geleceğinin tartışılması da aynı derecede öneme sahiptir. Her ne kadar öğretmenlerin kamp boyunca sergiledikleri gelişim istatistiksel olarak anlamlı bir sonuç ortaya koysada, kampa katılan birçok öğretmenin kazanımı sınırlı olmuştur. Diğer bir ifadeyle, orta (moderate) derecede gelişkin bir anlayışla kampa başlayan öğretmenlerden, gelişkin (sophisticated) bir anlayışa geçenlerin sayısı oldukça kısıtlı olmuştur. Kampı tamamlayan öğretmenlerin bir çoğunun son test ortalama puanlarının orta (moderate) derecede gelişkin bir anlayış çevresinde yoğunlaştığı görülmüştür. Öğretmenler yoğun kamp programından elde ettikleri tecrübeleri özümseyip, daha gelişkin bir anlayış geliştirecek imkan ve zamanı bulamamıştır. Bu açıdan düşünüldüğünde, yaz bilim kampının yoğun programını tamamlayan öğretmenler sınırlı olsa bir gelişim göstermiştir. Bu gelişim bir son değil fakat yeni bir başlangıç ve fırsat olarak düşünülmelidir. Öğrenmenin hayat boyu süren bir süreç olduğu düşünüldüğünde, burada edinilen bilgi ve tecrübeler öğretmenlerin gelecekteki mesleki gelişim çabalarına yol gösterici olacaktır. Unutulmaması gereken önemli noktalardan bir tanesi de, bilimin doğası hakkındaki anlayışlar, kişisel inançlar, düşünceler ve felsefi bakış açılarından bağımsız değildir. Dolayısıyla, kişisel inançlardan beslenen bilimin doğası hakkındaki anlayışlar konusunda kısa sürede köklü değişiklikler yapmak oldukça zordur. Bu açıdan düşünüldüğünde, burada ele alınan bu ve benzeri kısa süreli ve yoğun programa sahip bilim kampı programları, öğretmenlerin bilimin doğası hakkındaki anlayışlarında gerçekleşecek değişimin ve gelişimin temellerini atması açısından önemlidir. Öyleyse, bu çalışmada tanıtılan yaz bilim kampı ve benzeri projelerin, öğretmenlerin bilimin doğası hakkında sahip oldukları zayıf anlayışların geliştirilmesi için önemli fırsatlar sunduğu gerçeğinin altını çizebiliriz.

KAYNAKÇA

- Abd-El-Khalick, F. (2005). Developing deeper understandings of nature of science: The impact of a philosophy of science course on preservice science teachers' views and instructional planning. *International Journal of Science education*, 27(1), 15-42.
- Abd-El-Khalick, F. (2006). Over and over again: College students' views of nature of science. In L.B. Flick & N.G. Lederman (Eds.), *Scientific inquiry and nature of science: Implications for teaching, learning, and teacher education* (pp.389-425). Dordrecht, the Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- 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., & Akerson, V.L. (2009). The influence of metacognitive training on preservice elementary teachers' conceptions of nature of science. *International Journal of Science Education*, 31(16), 2161-2184.
- Abd-El-Khalick, F., Bell, R.L., & Lederman, N.G. (1998). The nature of science and instructional practice: Making the unnatural natural. *Science Education*, 82, 417-436.
- Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., and Schwartz, R. S. (2002). Views of the nature of Science Questionnaire: Toward Valid and Meaningful Assessments of Learner's Conceptions of Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 6 (39), 497-521.
- Afonso, A.S., & Gilbert, J.K. (2010). Pseudo-science: A meaningful context for assessing nature of science. *International Journal of Science Education*, 32(3), 329-348.
- Bell, P., Lewenstein, B., Shouse, A.W., & Feder, M.A. (2009). *Learning science in informal environments: People, places, and pursuits*. Washington, D.C.: National Research Council.
- Bell, R.L., & Lederman, N.G. (2003). Understandings of the nature of science and decision making on science and technology based issues. *Science Education*, 87, 352-377.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2000). *Research methods in education* (5th ed.). New York, NY: RoutledgeFalmer.
- 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.
- Faikhamta, C. (2013). The development of in-service science teachers' understandings of orientations to teaching the nature of science within a PCK-based NOS course. *Research in Science Education*, 43, 847-869.
- Fields, D.A. (2009). What do students gain from a week at science camp? Youth perceptions and the design of an immersive, research-oriented astronomy camp. *International Journal of Science Education*, 31(2), 151-171.
- Fraenkel, J.R., Wallen, N.E., & Hyun, H.H. (2012). *How to design and evaluate research in education* (8th ed.). New York, NY: McGraw-Hill.
- Gess-Newsome, J. (2002). The use and impact of explicit instruction about the nature of science and science inquiry in an elementary science methods course. *Science & Education*, 11, 55-67.
- Goldenberg, S. (1982). A note on the nature of science: Its meaning to social and physical scientists. *International Journal of Comparative Sociology*, 23, 249-255.
- Guerra-Ramos, M.T., Ryder, J., & Leach, J. (2010). Ideas about the nature of science in pedagogically relevant contexts: Insights from a situated perspective of primary teachers' knowledge. *Science Education*, 94, 282-307.
- Hanuscin, D.L. (2013). Critical incidents in the development of pedagogical content knowledge for teaching the nature of science: A prospective elementary teacher's journey. *Journal of Science Teacher Education*, 24, 933-956.
- Hanuscin, D.L., Lee, M.H., & Akerson, V.L. (2010). Elementary teachers' pedagogical content knowledge for teaching the nature of science. *Science Education*, 95(1), 145-167.
- Hodson, D. (1998a). Science fiction: The continuing misrepresentation of science in the school curriculum. *Curriculum Studies*, 6(2), 191-216.
- Hodson, D. (1998b). *Teaching and learning science: Towards a personalized approach*. Maidenhead, UK: Open University Press.
- Hofstein, A., & Rosenfeld, S. (1996). Bridging the gap between formal and informal science learning. *Studies in Science Education*, 28, 87-112.
- Hogan, K. (2000). Exploring a process view of students' knowledge about the nature of science. *Science Education*, 84, 51-70.
- Karaman, A., & Apaydin, S. (2012). Enhancing unsophisticated views of science held by elementary and science teachers. *The International Journal of Learning*, 18(5), 71-86.
- Kent, R. (2001). *Data construction and data analysis for survey research*. New York, NY: Palgrave.
- Khishfe, R., & Lederman, N. (2006). Teaching nature of science within a controversial topic: Integrated versus nonintegrated. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(4), 395-418.

- Khishfe, R., & Lederman, N. (2007). Relationship between instructional context and views of nature of science. *International Journal of Science Education*, 29(8), 939-961.
- Kılıç, K., Sungur, S., Çakıroğlu, J., & Tekkaya, C. (2005). Dokuzuncu sınıf öğrencilerinin bilimsel bilginin doğasını anlama düzeyleri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28, 127-133.
- Koksal, M.S., & Cakiroglu, J. (2010). Examining science teacher's understandings of the NOS aspects through the use of knowledge test and open-ended questions. *Science Education International*, 21(3), 197-211.
- Leblebicioğlu, G., Metin, D., Yardımcı, E. (2012). Bilim danışmanlığı eğitiminin fen ve matematik alanları öğretmenlerinin bilimin doğasını tanımlarına etkisi. *Eğitim ve Bilim*, 37(164), 57-70.
- Leblebicioğlu, G., Metin, D., Yardımcı, E., & Berkyürek, I. (2011). Teaching the nature of science in the nature: A summer science camp. *Elementary Education Online*, 10(3), 1037-1055.
- Lederman, N.G. (2006). Syntax of nature of science within inquiry and science instruction. In L.B. Flick & N.G. Lederman (Eds.), *Scientific inquiry and nature of science: Implications for teaching, learning, and teacher education* (pp.301-317). Dordrecht, the Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Lederman, N.G. (2007). Nature of science: Past, present, and future. In S.K. Abell & N.G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp.831-881). Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Inc., Publishers.
- Lederman, N.G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R.L., & Schwartz, R.S. (2002). Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 497-521.
- Lederman, N.G., Wade, P., & Bell, R.L. (2002). Assessing understanding of the nature of science: A historical perspective. In W.F. McComas (Ed.), *The nature of science in science education: Rationales and strategies* (pp.331-350). Dordrecht, the Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Liu, S., & Tsai, C. (2008). Differences in the scientific epistemological views of undergraduate students. *International Journal of Science Education*, 30(8), 1055-1073.
- McComas, W.F. (2002). 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* (pp.53-70). Dordrecht, the Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- McComas, W.F., Clough, M.P., & Almazroa, H. (2002). The role and character of the nature of science in science education. In W.F. McComas (Ed.), *The nature of science in science education: Rationales and strategies* (pp.3-39). Dordrecht, the Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- McComas, W.F., & Olson, J.K. (2002). The nature of science in international science education standards documents. In W.F. McComas (Ed.), *The nature of science in science education: Rationales and strategies* (pp.41-52). Dordrecht, the Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- McDonald, C.V. (2008). *Exploring the influence of a science content course incorporating explicit nature of science and argumentation instruction on preservice primary teachers' views of nature of science*. Unpublished doctoral dissertation, Center for Learning Innovation, Queensland University of Technology.
- McDonald, C.V. (2010). The influence of explicit nature of science and argumentation instruction on preservice primary teachers' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(9), 1137-1164.
- Metin, D., & Leblebicioğlu, G. (2011). How did a science camp affect children's conceptions of science? *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 12(1), 1-29.
- Miller, M.C., Montplaisir, L.M., Offerdahl, E.G., Cheng, F., & Ketterling, G.L. (2010). Comparison of views of the nature of science between natural science and nonscience majors. *CBE-Life Sciences Education*, 9, 45-54.
- Morrison, J.A., Raab, F., & Ingram, D. (2009). Factors influencing elementary and secondary teachers' views on the nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(4), 384-403.
- Norton, L. S. (2009). *Action research in teaching and learning: A practical guide to conducting pedagogical research in universities*. New York, NY: Routledge.

- Oliveira, A.W., Akerson, V.L., Colak, H., Pongsanon, K., & Genel, A. (2012). The implicit communication of nature of science and epistemology during inquiry discussion. *Science Education*, 96, 652-684.
- Parkinson, J. (2004). *Improving secondary science teaching*. New York, NY: RoutledgeFalmer.
- Patton, M. Q. (2002). *Qualitative research and evaluation methods* (3rd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Polanyi, M. (1958). *Personal knowledge: Towards a post-critical philosophy*. London, England: Routledge & Kegan Paul Ltd.
- Pomeroy, D. (1993). Implications of teachers' beliefs about the Nature of Science: Comparison of the beliefs of scientists, secondary science teachers, and elementary teacher. *Science Teacher Education*, 77(3), 261-278.
- Posnanski, T.J. (2010). Developing understanding of the nature of science within a professional development program for inservice elementary teachers: Project nature of elementary science teaching. *Journal of Science Teacher Education*, 21, 589-621.
- Reiff, R.R. (2004). *Scientists' conceptions of scientific inquiry: Revealing a private side of science*. Unpublished doctoral dissertation, School of Education, Indiana University, Bloomington.
- Rubba, P.A., & Andersen, H.O. (1978). Development of an instrument to assess secondary school students' understanding of the nature of scientific knowledge. *Science Education*, 62, 449-458.
- Schwartz, R.S., & Lederman, N.G. (2002). "It's the nature of the beast": The influence of knowledge and intentions on learning and teaching nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(3), 205-236.
- Schwartz, R.S., Lederman, N.G., & Crawford, B.A. (2004). Developing views of nature of science in an authentic context: An explicit approach to bridging the gap between nature of science and scientific inquiry. *Science Education*, 88, 610-645.
- Schwartz, R.S., Lederman, N.G. (2008). What scientists say: Scientists' view of nature of science and relation to science context. *International Journal of Science Education*, 30(6), 727-771.
- Smith, M.U., & Scharmann, L.C. (1999). Defining versus describing the nature of science: A pragmatic analysis for classroom teachers and science educators. *Science Education*, 83, 493-509.
- Southerland, S.A., Gess-Newsome, J., & Johnston, A. (2003). Portraying science in the classroom: The manifestation of scientists' beliefs in classroom practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(7), 669-691.
- Wong, S.L., & Hodson, D. (2008). From the horse's mouth: What scientists say about scientific investigation and scientific knowledge. *Science Education*, 93, 1-22.