

PAPER DETAILS

TITLE: How Do Preservice Science Teachers' Personal Epistemological Beliefs Differ for Different Levels of Nature of Science Views?

AUTHORS: Nilay ÖZTÜRK, Gülsüm AKYOL, Büsra TUNCAY YÜKSEL

PAGES: 1042-1090

ORIGINAL PDF URL: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1697120>


<http://kefad.ahievran.edu.tr>

Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi

ISSN: 2147 - 1037

How do Preservice Science Teachers' Personal Epistemological Beliefs Differ for Different Levels of Nature of Science Views?

Nilay Öztürk
Gülsüm Akyol
Büşra Tuncay Yüksel

Article Information



CrossMark

DOI: 10.29299/kefad.912963

Received: 10.04.2021

Revised: 14.09.2021

Accepted: 27.03.2022

Keywords:

Personal Epistemological Beliefs,
Nature of Science Views,
Preservice Science Teachers

Abstract

This study aimed to investigate whether there were any differences in preservice science teachers' personal epistemological beliefs for different levels of nature of science (NOS) views (naïve, has merit, informed). The NOS views were examined concerning two aspects: theory-driven nature of observations and tentativeness of scientific knowledge. A total of 277 preservice science teachers participated in the study. Data collection was carried out in 2017-2018 academic year spring semester. The Epistemic Beliefs Inventory and two modified items of the Views on Science-Technology-Society were used to gather data. Mean values corresponding to the dimensions of epistemological beliefs revealed that participants failed to show a high level of sophistication. Differences were observed in the sophistication of participants' views on the theory-driven nature of observations and tentativeness of scientific knowledge. The results revealed no statistically significant differences in participants' personal epistemological beliefs for the levels of their views regarding the theory-driven nature of observations and tentativeness of scientific knowledge. Possible reasons for the findings regarding personal epistemological beliefs, NOS views, and nonsignificant differences in participants' personal epistemological beliefs for different levels of NOS views were discussed. Implications for science teacher education were provided.

Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Kişisel Epistemolojik İnançları Bilimin Doğası Görüşlerinin Düzeylerine Göre Nasıl Farklılık Gösterir?

Makale Bilgileri



CrossMark

DOI: 10.29299/kefad.912963

Yükleme: 10.04.2021

Düzeltilme: 14.09.2021

Kabul: 27.03.2022

Anahtar Kelimeler:

Kişisel Epistemolojik İnançlar,
Bilimin Doğası Görüşleri,
Fen Bilimleri Öğretmen Adayı

Öz

Bu çalışma, fen bilimleri öğretmen adaylarının kişisel epistemolojik inançlarında, bilimin doğası görüşlerinin düzeyleri (yetersiz, kabul edilebilir, bilgili) için farklılıklar olup olmadığını araştırmaya odaklanmıştır. Bilimin doğası görüşleri iki yönden incelenmiştir; gözlemlerin teoriye dayalı doğası ve bilimsel bilginin değişebilirliği. Çalışmaya toplam 277 fen bilimleri öğretmen adayı katılmıştır. Araştırmanın verileri 2017-2018 akademik yılının bahar döneminde toplanmıştır. Verileri toplamak için Epistemik İnançlar Envanteri ve Bilim-Teknoloji-Toplum Üzerine Görüşler Anketi'nden alınıp revize edilen iki soru kullanılmıştır. Elde edilen ortalama değerler, katılımcıların epistemolojik inançlarının gelişmiş düzeyde olmadığını göstermiştir. Katılımcıların, gözlemlerin teoriye dayalı doğası ve bilimsel bilginin değişebilirliği hakkındaki görüşlerinin gelişmişlik düzeylerinde farklılıklar olduğu gözlemlenmiştir. Sonuçlar, katılımcıların kişisel epistemolojik inançlarında gözlemlerin teoriye dayalı doğası ve bilimsel bilginin değişebilirliğine ilişkin görüşlerinin düzeyleri için istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar olmadığını göstermiştir. Kişisel epistemolojik inançlar, bilimin doğası görüşleri ve katılımcıların epistemolojik inançlarında bilimin doğası görüşlerinin farklı düzeyleri için anlamlı farklılıklar olmamasıyla ilgili sonuçların olası sebepleri tartışılmıştır. Fen bilimleri öğretmen eğitimi için önerilerde bulunulmuştur.

Sorumlu Yazar: Nilay Öztürk, Dr., Kırşehir Ahi Evran University, Turkey, nilayoztturk@gmail.com, ORCID ID: 0000.0002.6881.3433.

Yazar 2: Gülsüm Akyol, Dr., Aksaray University, Turkey, glsmakyl@gmail.com, ORCID ID: 0000.0001.8437.8542.

Yazar 3: Büşra Tuncay Yüksel, Dr., Giresun University, Turkey, busra.tuncay@giresun.edu.tr, ORCID ID: 0000.0002.4129.7256.

Atıf için: Öztürk, N., Akyol, G. & Tuncay Yüksel, B. (2022). Fen bilimleri öğretmen adaylarının kişisel epistemolojik inançları bilimin doğası görüşlerinin düzeylerine göre nasıl farklılık gösterir?. *Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23(1), 1042-1090.

Giriş

Kişisel Epistemolojik İnançlar

Epistemoloji, “bilginin kökeni, doğası, sınırları, yöntemleri ve gerekçesi” ile ilgilenen bir felsefe dalıdır (Hofer, 2002, s. 4). Felsefenin bu dalı temel olarak bilginin ne olduğu, nasıl elde edildiği, insanların ne bildiği ve bizim bildiğimizi nasıl bildiğimiz sorularıyla ilgilenir (Hofer, 2002). Kişisel epistemoloji, daha spesifik bir terim olarak, bireylerin bilgi ve bilme hakkındaki düşünce ve inançlarını ele alır ve “bilginin tanımı ile ilgili inançlar, bilginin nasıl yapılandırıldığı, bilginin nasıl değerlendirildiği, bilginin nerede bulunduğu ve bilmenin nasıl gerçekleştiği” gibi unsurları içerir (Hofer, 2001, s. 355).

İlgili literatürde kişisel epistemolojik inançlar iki temel biçimde kavramsallaştırılmıştır: Tek boyutlu yaklaşım ve çok boyutlu yaklaşım. Tek boyutlu epistemolojik inanç kavramsallaştırmasını savunan Perry'nin (1999) şeması en çok başvurulan modeldir. Bu kavramsallaştırmada, epistemolojik inançların doğası gereği gelişimsel olduğu ileri sürülmektedir. Yani, bireylerin epistemolojik inançlarının sabit bir ilerleme gösterdiğine inanılır (Baxter Magolda, 1992; Belenky, Clinchy, Goldberg ve Tarule, 1986; King ve Kitchener, 1994; Kuhn, 1991). Perry'nin şemasında, bireylerin epistemolojik inançlarını tanımlamak için kullanılan üç ana aşama vardır. Bu aşamalar (en naiften en karmaşık gelişim düzeyine doğru) şunlardır: dualizm (mutlak gerçeğe ve belirli bir doğru ya da yanlış ile iyi ve kötü ikiliğine inanç), çoklu (bilgi ve gerçeğin karmaşıklığının ve soyutluğunun anlaşılması) ve görelilik (bilgi ve gerçeğin bağlamsal ve görelî doğasının kabulü) (Akerson ve Buzzelli, 2007).

Çok boyutlu kavramsallaştırmada, kişisel epistemolojik inançların az çok birbirinden bağımsız boyutlardan oluştuğu ileri sürülmektedir. Bir birey, bilgi ve bilmenin doğasının farklı yönlerine ilişkin inançlarına ilişkin olarak farklı düzeylerde gelişmişlik sergileyebilir (Schommer, 1990, 1993; Schommer-Aikins, 2002). Schommer (1990), çok boyutlu epistemolojik inançlar modelinin öncüsü olarak kabul edilmektedir ve Schommer'in modeli bu çalışmanın araştırmacıları da dâhil olmak üzere birçok araştırmacı tarafından kullanılmaktadır. Schommer (1990) modelinde, epistemolojik inançların karmaşıklığının, bilgi ve bilmeye dair inancı doğrusal gelişim aşamaları şeklinde inşa edilen tek boyutlu bir yapıda kavramsallaştırmamıza engel olduğunu öne sürmektedir. Schommer'in (1990, 1994) epistemolojik inanç modelinde bireylerin bilgi ve bilme konusundaki inançlarını tanımlamak için beş ana boyut önerilmektedir: Bilgi basittir, bilgi kesindir, bilginin kaynağı her şeyi bilen otoritedir, öğrenme hemen gerçekleşir ve öğrenme yeteneği doğustandır. Bilgi basittir boyutu, bilginin karmaşıklığına ilişkin epistemolojik inançları yansıtır. Bu boyutta naif (az gelişmiş) inançlara sahip olan bireyler, bilginin basit olduğunu ve izole edilmiş gerçeklerden oluştuğunu iddia ederler. Bilgi kesindir boyutu, bireylerin bilginin değişebilirliği hakkındaki inançlarını belirtmek için kullanılır (yani, bilgi kesindir ya da bilgi değişebilir). Bilginin kaynağı her şeyi bilen otoritedir boyutu, bireylerin bilginin

kaynağına ilişkin inançlarını araştırmak için kullanılan epistemolojik inanç boyutudur (yani, bilgi otorite tarafından aktarılır ya da bilgi akıl yoluyla elde edilir). Öğrenme hemen gerçekleşir boyutu, öğrenmeye ve bunun nasıl gerçekleştiğine ilişkin epistemolojik inançlarla ilgilidir. Bu boyutta naif inançlara sahip bireyler, öğrenmenin hızlı bir süreç olduğuna ve bir şeyi çabucak öğrenmezseniz, ne kadar çaba sarf ederseniz edin öğrenemeyeceğinize inanırlar. Öğrenme yeteneği doğuştandır boyutu, bilginin kontrolü ve bilgi kazanımı ile ilgili epistemolojik inançlar olarak tanımlanabilir. Yani, bu epistemolojik inanç boyutu, bireylerin öğrenme yeteneğini geliştirme kapasitesi hakkındaki inançlarının derecelerini yansıtır (yani, öğrenme yeteneği doğuştan sabittir ya da öğrenme yeteneği yoğun çaba ile geliştirilebilir).

Bilimin Doğası

Bilimin doğası, bir yüzyıldan fazla süredir önemli bir hedef olarak desteklenmekte ve dünya çapında çeşitli fen eğitimi reform dokümanlarında kritik bir çıktı olarak desteklenmeye devam etmektedir (Lederman ve Lederman, 2014). Şüphesiz ki bilimin doğası fen eğitimi için önemlidir ancak Abd-El-Khalick ve Lederman'ın (2000) belirttiği gibi, bilim felsefecileri ve tarihçileri, fen eğitimcileri ve bilim insanları, halihazırda bilimin doğasının belirli bir tanımı konusunda hemfikir değillerdir. Öte yandan, üniversite öncesi öğrenciler için ulaşılabilen ve onların günlük yaşamlarıyla bağlantılı olan bilimin doğası ile ilgili uzlaşmış bir genellik düzeyi vardır (Abd-El-Khalick, Bell ve Lederman, 1998). Abd-El-Khalick ve diğerlerine (1998) göre, söz konusu genellik düzeyi kapsamındaki bilimsel girişimin özellikleri şunları içermektedir:

Bilimsel bilgi değişebilir; ampirik temellidir (doğal dünya gözlemlerine dayalı ve/veya bunlardan türetilmiştir); öznel (teoriye dayalıdır); kısmen çıkarım, hayal gücü ve yaratıcılığın ürünüdür (açıklamanın icadını içerir); ve sosyal ve kültürel olarak yerleşiktir (s. 418).

Ayrıca, diğer özellikler, gözlemler ve çıkarımlar arasındaki farkı ve teoriler ve kanunların rollerini ve aralarındaki bağlantıları içerir (Abd-El-Khalick ve diğerleri, 1998).

Fen eğitiminde bilimin doğasının önemine rağmen, çalışmalar tutarlı olarak öğrenciler, öğretmen adayları ve öğretmenlerin bilimin doğası ile ilgili yetersiz görüşlere sahip olduğunu göstermiştir (örn., Akerson, Morrison ve Roth McDuffie, 2006; Çetinkaya-Aydın ve Çakıroğlu, 2017; Dogan ve Abd-El-Khalick, 2008; Wahbeh ve Abd-El-Khalick, 2014). Daha spesifik olarak, 19 ilköğretim öğretmeni adayı ile çalışan Akerson ve diğerleri (2006), fen öğretim yöntemleri dersinde uygulanan doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretiminden önce birçok katılımcının yetersiz bilimin doğası görüşlerine sahip olduğunu ve öğretimin ardından görüşlerinin gelişmesine rağmen, beş ay sonra bazı katılımcıların görüşlerinin önceki görüşlerine döndüğünü belirlemiştir. Doğan ve Abd-El-Khalick (2008) tarafından yapılan çalışmada, çalışmaya katılan 10. sınıf öğrencileri ve onların fen öğretmenlerinin çoğunluğunun çalışmada incelenen bilimin doğası boyutlarının büyük çoğunluğu

hakkında yetersiz ve/veya kısmen bilgili görüşlere sahip oldukları bulunmuştur. Wahbeh ve Abd-El-Khalick (2014) araştırmalarında, bütünleşik bilimin doğası öğretimi uygulamasının katılımcı ortaokul ve lise fen öğretmenleri arasında bilgili seviyede bilimin doğası görüşleri geliştirmede ve uygulamadan beş ay sonra bu görüşleri korumada başarılı olmasına rağmen, katılımcıların büyük çoğunluğunun uygulamanın başında bilimin doğasının çoğu boyutu ile ilgili yetersiz seviyede görüşlere sahip olduğunu bulmuştur. Çetinkaya-Aydın ve Çakıroğlu (2017) tarafından yapılan araştırma, Bilimin Doğası ve Bilim Tarihi dersini aldıktan sonra katılımcı fen bilimleri öğretmen adaylarının çoğunun bilimin doğasının ampirik-temel, öznellik, geçicilik ve yaratıcılık boyutlarında yeterli ve bilgili seviyelerinde, teori ve kanun, gözlem ve çıkarım ve sosyal ve kültürel yapısı boyutlarında yetersiz seviyede görüşlere sahip olduklarını göstermiştir.

Kişisel Epistemolojik İnançlar ve Bilimin Doğası Görüşleri

Kişisel epistemolojik inançlar ve bilimin doğası hakkındaki görüşler ile ilgili yapılan araştırmalar, bu iki yapı arasındaki ilişkiye dair bir hipotez geliştirebilmek için bir temel sağlamaktadır. Epistemolojik inançların alana özgü olması ve alan genelliği hakkındaki tartışmalar bu araştırmaların ilgi alanlarından biri olarak kabul edilebilir. Burada sözü edilen alan terimi, genel bilim, psikoloji veya kimya gibi farklı bilim dallarını veya disiplinleri ifade eder (Hofer, 1997). Bazı araştırmacılar (örn., Schommer ve Walker, 1995) bireylerin farklı alanlarda benzer epistemolojik inançlara sahip olduğunu, yani epistemolojik inançların alan genelliğini savunurken, bazıları (örn., Buehl, Alexander ve Murphy, 2002; Stathopoulou ve Vosniadou, 2007) epistemolojik inançların alana özgü olduğunu öne sürmektedir. Epistemolojik inançların alana özgü olduğunu öne süren araştırmacılar, temel olarak, bireylerin belirli bilgi alanlarına ilişkin olarak çeşitli gelişmişlik düzeylerinde epistemolojik inançlara sahip olabileceğini belirtmektedir.

Epistemolojik inançların aynı anda hem alana yönelik hem de alana özgü olabileceğini ortaya koyan araştırmalar da bulunmaktadır (örn., Buehl ve Alexander, 2001; Kienhues, Bromme ve Stahl, 2008; Schommer-Aikins, 2002). Bu çalışma da bu yaklaşım ile paralel şekilde gerekçelendirilmiştir. Bu fikri detaylandırmak için Borgerding, Deniz ve Anderson'ın (2017) iddiasına başvurabiliriz. Borgerding ve diğerleri (2017), bireylerin genel bilginin doğası hakkında genel bir epistemik görüşe sahip olduklarını ve bu epistemik görüşlerin bilimsel bilginin doğasına ilişkin epistemolojik inançlarıyla ilgili olduğunu ileri sürmüştür. Ayrıca araştırmacılar, bireylerin genel bilginin doğasına ilişkin inançları ile alana özgü inançları arasındaki ilişkinin “dinamik olarak değerlendirilmesi” gerektiğini vurgulamıştır (s. 497). Yani, araştırmacılara göre, genel bilginin doğası hakkındaki gelişmiş inançlar, bireylerin bilim gibi belirli bir disiplin hakkındaki inançlarını geliştirme derecesini belirleyebileceğinden, bu iki yapı arasında karşılıklı bir ilişki olabilir. Araştırmacıların iddia ettiği gibi, belirli bir disiplin hakkında geliştirilen inançlar, genel bilginin doğası hakkındaki inançlarının gelişmişliğini de destekleyebilir. Borgerding ve ark. (2017) çalışmasına benzer şekilde, bu çalışmada, bireylerin bilimsel bilginin doğasına

ilişkin epistemolojik inançlarının (bilimin doğası görüşleri) genel bilginin doğası hakkındaki epistemik görüşleri (yani kişisel epistemolojik inançlar) ile ilişkili olduğunu savunuyoruz.

Yapılan araştırmalar bu iddiayı desteklemektedir. Örneğin, Akerson ve ark. (2006) çalışmasında, sınıf öğretmen adaylarının bir sömestr boyunca alınan bir dersten sonra bilimin doğası görüşlerinin kalıcılığı incelenmiştir. Araştırmacılar, sonuçları Perry'nin şeması aracılığıyla yorumlamışlardır ve daha gelişmiş epistemolojik inançlara sahip olan katılımcıların daha gelişmiş bilimin doğası görüşlerini korumaya meyilli olduklarını rapor etmişlerdir. Başka bir çalışmada, Akerson ve Buzzelli (2007), okul öncesi öğretmen adaylarının bilimin doğası görüşleri ile Perry'nin (1999) aşamaları (yani, dualizm, çoklu ve görelilik) arasındaki bağlantıları incelemiştir. Bulgular, her bir Perry aşamasındaki öğretmen adaylarının bilimin doğası ile ilgili bazı kavram yanılgılarına sahip olduklarını ortaya koymuştur. Bununla birlikte, epistemolojik inanç gelişmişliğinin daha düşük aşamalarında konumlanan öğretmen adayları (yani, dualizm), daha az gelişmiş bilimin doğası görüşleri ifade etmişlerdir. Daha detaylı anlatmak gerekirse, Perry'nin dualizm aşamasında konumlananlarla (yani tek bir doğrunun/gerçeğin varlığına inanan) karşılaştırıldığında, Perry'nin çoklu aşamasında konumlanan (yani belirsizliğin varlığına inanan ve kesin doğru veya yanlış yanıtları reddeden) öğretmen adayları bilimsel verilerin analizinde çeşitli yorumların olasılığı konusunda daha yüksek farkındalık sergilemişlerdir. Akerson, Buzzelli ve Donnelly'nin (2008) çalışmasında da okul öncesi öğretmen adaylarının bilimin doğası görüşleri ile Perry aşamaları arasında benzer bağlantılar bulunmuştur. Akerson ve meslektaşlarının aksine, Borgerding ve Deniz (2019), üniversitede öğrenim gören biyoloji bölümü öğrencilerinin Perry aşamaları ile ölçülen epistemolojik inançları ile ampirik bilimin doğası hakkındaki görüşleri arasında anlamlı bir ilişki bulamamışlardır.

Kişisel epistemolojik inançlara ilişkin çok boyutlu yaklaşımı benimseyen bazı araştırmacılar da (örn. Cho, Lankford ve Wescott, 2011; Deniz, 2011; Köseoğlu ve Köksal, 2015; Özgelen, 2012) epistemolojik inanç boyutları (örn. bilginin kesinliğine ilişkin inançlar) ve bilimin doğası görüşleri arasındaki ilişkiye dikkat çekmişlerdir. Örneğin, üniversite öğrencilerinin epistemolojik inançları ile bilimin doğası görüşleri arasındaki ilişkileri araştıran Cho ve ark. (2011), gelişmemiş epistemolojik inançların gelişmemiş bilimin doğası görüşleri ile ilişkili olduğunu bulmuştur. Örnek vermek gerekirse, çalışmada kullanılan tüm epistemolojik inanç boyutlarının (Bilgi basittir, bilgi kesindir, bilginin kaynağı her şeyi bilen otoritedir, öğrenme hemen gerçekleşir ve öğrenme yeteneği doğuştandır) bilimsel bilginin değişebilirliği boyutu ile negatif ilişkili olduğu bulunmuştur. Yani, daha az gelişmiş epistemolojik inançlara sahip üniversite öğrencileri, bilimsel bilginin değişime tabi olmadığına inanmaya daha yatkınlardır. Köseoğlu ve Köksal'ın (2015) çoklu lineer regresyon analizlerinin bulguları, bazı epistemolojik inanç boyutları ile bilimin doğası görüşleri arasında anlamlı ilişkiler ortaya çıkarmıştır. Örnek olarak, biyoloji öğretmen adaylarının zamanla öğrenme ve fırsat ve destekle öğrenme yeteneğinin geliştirilmesine yönelik epistemolojik inançlarının bilimin tanımı ve bilimde öznellik ile

ilgili bilimin doğası görüşlerini yordadığı bulunmuştur. Ayrıca, bilimin doğası eğitiminin öğrencilerin epistemolojik inançları üzerindeki olumlu etkisine ilişkin bulgular, bilimin doğası görüşleri ile kişisel epistemolojik inanç boyutları arasındaki ilişkiler için destekleyici kanıtlar sunmaktadır. Örneğin, Özgelen'in (2012), bir sömestr boyunca devam eden Fen Bilimlerinde Laboratuvar Uygulamaları dersi kapsamında yürüttüğü çalışmasında kullanılan sorgulamaya dayalı ve açık-yansıtıcı bilimin doğası öğretimi, fen bilimleri öğretmen adaylarının bilginin kesinliğine ve bilgi kaynağına ilişkin epistemolojik inançlarını geliştirmiştir. Öte yandan, bu çalışmadaki bilimin doğası öğretimi, fen bilimleri öğretmen adaylarının bilmenin gerekçesi (örneğin, "bilimde birinin doğru cevaba sahip olup olmadığını belirlemenin bir yolu yoktur.") ve gerçeğin ulaşılabilirliği (örneğin, "bilim adamları yeterince denerlerse, hemen hemen her şeye cevap bulabilirler.") hakkındaki epistemolojik inançlarının geliştirilmesine yardımcı olmamıştır.

Bu çalışmalarda ortaya koyulduğu gibi, epistemolojik inançların boyutları ile bilimin doğası boyutları arasındaki ilişkiler hakkında birbirinden farklı sonuçlar bulunmaktadır. Bu nedenle, bu ilişkileri ve olası nedenlerini netleştirmek için daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır. Bu doğrultuda Deniz'in (2011) araştırması epistemolojik inanç ile bilimin doğası literatürünü bir araya getirmeye çalışmaktadır. Deniz (2011) makalesinde, bilimin doğası boyutlarının ikisi ile epistemolojik inanç boyutları arasındaki kavramsal benzerliklerin altını çizmiştir. Bilimsel bilginin değişebilirliği boyutu bunlardan birisidir. Yani Deniz (2011), bilimsel bilginin değişebilir doğasına ilişkin bilgili görüşlerin epistemolojik inançların bilginin kesinliği boyutuyla ilişkili olabileceğini öne sürmüştür. Yani, genel olarak bilgi ve gerçekliğe dair belirsizliği kabul eden (yani, bilginin kesinliğine dair gelişmiş inanca sahip olan) bir bireyin, bilim ve bilimsel bilginin değişebilirliğini kabul etmesi daha olasıdır. Deniz (2011) tarafından epistemolojik inançlarla ortak bir paydaya sahip olduğu öne sürülen diğer bir bilimin doğası boyutu, bilimsel bilginin öznelliğidir. Deniz (2011), Hofer'in (1997) epistemolojik inançlar ölçeğinin gerçeğe ulaşılabilirlik boyutunda daha gelişmiş epistemolojik inançlara sahip olduğu tespit edilen bireylerin, bilimsel bilginin öznelliği boyutunda daha bilgili görüşler sergileyeceğini belirtmiştir. Hofer'in (1997) epistemolojik inançların gerçeğe ulaşılabilirlik boyutu, bilimde, özellikle alanında uzman bilim adamları tarafından mutlak doğrunun ulaşılabilirliğine dair algıyı ifade etmektedir (Hofer, 1997, 2000). Bu doğrultuda Deniz (2011), bu epistemolojik inanç boyutundaki gelişmiş inançların bilimin ve bilimsel bilginin öznelliği hakkında daha yüksek düzeyde farkındalığın önünü açacağını ileri sürmüştür. Daha spesifik ifade etmek gerekirse, bilimde mutlak gerçeğin mümkün olmadığının farkında olan bireylerin, bilimde öznelliğe yol açacak şekilde, teorik ve kişisel önyargıların farkında olmaları daha olasıdır.

Çalışmanın Amacı ve Araştırma Soruları

Çalışmanın temel amacı, fen bilimleri öğretmen adaylarının kişisel epistemolojik inançları ile bilimin doğası görüşleri arasındaki ilişkileri incelemektir. Spesifik olarak, bu çalışma, fen bilimleri

öğretmen adaylarının kişisel epistemolojik inançlarında bilimin doğası görüşlerinin düzeyleri için herhangi bir farklılık olup olmadığını araştırmaya odaklanmıştır. Deniz (2011) tarafından vurgulanan kavramsal benzerliklere dayanarak, bilimsel bilginin değişebilirliği ve öznelliği (mevcut çalışmada “gözlemlerin teoriye dayalı doğasına” karşılık gelmektedir), varsayımsal ilişkileri incelemek için seçilen bilimin doğasının iki boyutudur. Yani Deniz’in (2011) teorik olarak varsaydığı ilişkiler ampirik analizlere tabi tutulmuştur. Bu bağlamda, bu iki yapı (kişisel epistemolojik inançlar, bilimin doğası görüşleri) arasındaki ilişkileri inceleyen çalışmaların sayısının sınırlı olması ve mevcut çalışmaların karışık sonuçlar göstermesi nedeniyle bu çalışmanın bulgularının fen eğitimi literatüründe bir boşluğu doldurmaya katkıda bulunacağına inanılmaktadır.

Çalışmada özellikle aşağıdaki araştırma soruları ele alınmıştır: 1- Fen bilimleri öğretmen adaylarının kişisel epistemolojik inançları nelerdir?, 2- Fen bilimleri öğretmen adaylarının gözlemlerin teoriye dayalı doğası ve bilimsel bilginin değişebilirliğine ilişkin bilimin doğası görüşleri nelerdir?, 3- Gözlemlerin teoriye dayalı doğasına ilişkin farklı düzeylerde bilimin doğası görüşlerine sahip olan fen bilimleri öğretmen adayları arasında kişisel epistemolojik inançları bakımından herhangi bir farklılık var mıdır?, ve 4- Bilimsel bilginin değişebilirliğine ilişkin farklı düzeylerde bilimin doğası görüşlerine sahip olan fen bilimleri öğretmen adayları arasında kişisel epistemolojik inançları bakımından herhangi bir farklılık var mıdır?

Yöntem

Araştırmanın Deseni

Bu çalışmada araştırma deseni olarak tarama modeli kullanılmıştır. Tarama modelinin kullanıldığı çalışmalarda temel amaç, anketler veya görüşme formları aracılığı ile bir grup hakkında bilgi toplamak olarak belirtilmektedir (Fraenkel, Wallen ve Hyun, 2012). Fen bilimleri öğretmen adaylarının kişisel epistemolojik inançları ve bilimin doğası görüşleri ile ilgili veri toplamının amaçlandığı bu çalışmada, sırasıyla, Epistemik İnançlar Envanteri ve Bilim-Teknoloji-Toplum Üzerine Görüşler (Views on Science-Technology-Society; VOSTS) Anketi’nin değiştirilmiş iki maddesi kullanılmıştır.

Örneklem

Araştırmanın katılımcıları, Türkiye’nin üç farklı ilinde bulunan üç devlet üniversitesinde öğrenim görmekte olan birinci (N=27), ikinci (N=102), üçüncü (N=89) ve dördüncü (N=56) sınıf fen bilimleri öğretmen adaylarından oluşmaktadır (Üç öğretmen adayı sınıf seviyesini belirtmemiştir). Katılımcıların seçimi için uygun örnekleme yönteminden faydalanılmıştır. Türkiye’deki eğitim fakültelerinde genel olarak gözlemlendiği üzere (Assessment, Selection, and Placement Center, 2018), çalışmanın örnekleminin oluşturan kadın öğretmen adaylarının sayısı erkek öğretmen adaylarının

sayısından fazladır (Nkadın= 212, Nerkek= 64, Nbelirtilmemiş= 1). Katılımcıların yaş ortalaması 21.4 olarak hesaplanmıştır.

Veri Toplama Araçları

Epistemik inançlar envanteri: Fen bilimleri öğretmen adaylarının kişisel epistemolojik inançlarını ölçmek için Bendixen ve arkadaşlarının (1998) 32 maddelik Epistemik İnançlar Envanteri kullanılmıştır. Envanterde, Schommer'in (1990, 1994) Epistemolojik İnanç Modeli temel alınmıştır. Katılımcılardan verilen ifadeler katılma düzeylerini kesinlikle katılmıyorum (1) ile kesinlikle katılıyorum (5) arasında değişen 5'li Likert tipi bir ölçekte belirtmeleri istenir. Envanterdeki madde ifadeleri, ters maddeler hariç, naif epistemolojik inançları yansıtacak şekilde yazıldığından (örn., madde 29: "Hızlı çözümü olmayan bir problem üzerinde çalışmak zaman kaybıdır"), envanterden yüksek puanların alınması daha az gelişmiş epistemolojik inançların bir göstergesi olarak kabul edilir. Buna karşın, envanterde daha düşük puan alan katılımcıların daha gelişmiş epistemolojik inançlara sahip oldukları varsayılır.

Katılımcıların kişisel epistemolojik inançlarını ölçmek için Schommer'in (1990) Epistemolojik İnançlar Ölçeği yerine bu envanterin seçilmesinin nedeni, temel olarak, envanterdeki madde sayısı, faktör çözümlerindeki başarısı ve Schommer'in (1990, 1994) epistemolojik inanç modelinde önerilen beş boyutu çıkarabilme becerisine dayanmaktadır. Daha ayrıntılı olarak açıklamak gerekirse, bu envanter Schommer'in (1990) 63 maddeden oluşan Epistemolojik İnançlar Ölçeği'nden daha az sayıda maddeye sahiptir ve Schommer'in 12 madde alt kümesine kıyasla daha homojen bir faktör yapısı ortaya koymaktadır (Schraw, Bendixen ve Dunkle, 2002). Bu nedenle, Epistemik İnançlar Envanteri madde-faktör çatışması gibi sorunlarının ve açıklanamayan faktör yüklerinin üstesinden gelmiş görünmektedir; envanterin her bir maddesi genellikle açık bir şekilde beş epistemolojik inanç boyutundan birine yüklenmektedir (Schraw ve diğerleri, 2002). Ayrıca, envanter, epistemolojik inanç modelinin "her şeyi bilen otorite" boyutunu ortaya çıkarmada daha başarılı bulunmuştur.

Epistemik İnançlar Envanteri fen bilimleri öğretmen adaylarını epistemolojik inançlarına ilişkin veri toplamak amacıyla çalışmanın araştırmacıları tarafından daha önce Türkçe'ye çevrilmiştir (Öztürk, 2016; Tuncay-Yüksel, 2016; Tuncay-Yüksel, Yılmaz-Tuzun ve Zeidler, 2015). Envanterin kullanılmasıyla toplanan veriler (Envanterin Türkçe'ye uyarlanmış hali de dahil olmak üzere) farklı faktör yapılarını ortaya çıkardığından, araştırmacılar bu çalışmanın verilerini açımlayıcı faktör analizine (AFA) tabi tutmuştur. Çalışmada AFA yönetimi olarak Temel Bileşen Analizi, kullanılmıştır. Kaiser-Meyer-Okin (.73) ve Barlett'in (1954) Küresellik Testi ($p = .00$) değerleri, çalışma verilerinin faktör analize uygunluğunu doğrulamıştır. Catell'in (1966) scree testi (scree plot) ve Kaiser'in (1970, 1974) kriterinin incelenmesi sonucunda toplanan verilerin dört faktörlü bir yapıya sahip olduğu görülmüştür. Bu dört faktörlü yapı, bir veri setindeki faktörlerin/bileşenlerin sayısını belirlemede en doğru yaklaşım olarak kabul edilen (Hayton, Allen, ve Scarpello, 2004; Matsunaga, 2010; Pallant, 2007) Paralel Analiz (Paralel

Analiz için Monte Carlo Temel Bileşen Analizi) sonuçlarıyla daha da desteklenmiştir. Paralel Analizin sonuçları, aynı örneklem büyüklüğünde (32 değişken x 277 katılımcı) rastgele oluşturulmuş bir veri matrisi için özdeğerleri karşılık gelen kriter değerlerinden daha yüksek olan dört bileşenin varlığını ortaya çıkarmıştır.

AFA ile elde edilen dört faktörün açıkladığı toplam varyansın yüzdesi %33 olarak hesaplanmıştır. Çıkarılan faktörler arasındaki korelasyonlar oldukça düşük olduğundan (maks. = .18), verilerin faktör yapısını daha iyi yorumlamak için varimax döndürme kullanılmıştır. Tutulacak maddelerin kararlaştırılmasında Matsunaga'nın (2010) önerileri takip edilmiş ve bir faktörde açık faktör yükü olan ve kesme noktası .40 olan 20 madde veri setine dahil edilmiştir. Sonuçlar, Öztürk'ün (2016) çalışmasının ve Tuncay-Yüksel'in (2016) pilot çalışmasının bulgularına benzer şekilde, bilginin kesinliği ve öğrenme hızı ile ilgili epistemolojik inançları ölçen maddelerin tek bir faktöre yüklendiğini göstermiştir. Kalan maddeler Schommer'in (1990, 1994) "bilgi basittir", "öğrenme yeteneği doğuştandır" ve "bilginin kaynağı her şeyi bilen otoritedir" epistemolojik inanç boyutlarını yansıtan üç faktörde kümelenmiştir. Ortaya çıkan boyutların her birine karşılık gelen Cronbach alfa ve ortalama maddeler arası korelasyon değerleri Tablo 1'de verilmiştir.

Cronbach α değeri madde sayısına bağlı olduğundan, 10'dan az madde içeren ölçekler için hesaplanan Cronbach α değerleri oldukça düşük çıkmaktadır (Pallant, 2007). Bu durumlarda maddelerin ortalama maddeler arası korelasyon değerlerinin hesaplanması ve raporlanması önerilir. Bu çalışmada da elde edilen faktörler (alt ölçekler) 10'dan az maddeye sahiptir ve beklendiği gibi, Cronbach's α değerlerinin çoğu düşük çıkmıştır. Buna karşın, hesaplanan ortalama maddeler arası korelasyon değerlerinin tümü önerilen .2 ila .4 aralığında bulunmuştur (Clark ve Watson, 1995; Pallant, 2007). Madde ifadelerinin altında yatan anlamlar ile yükledikleri faktörler arasındaki kuramsal tutarlılık, aracın geçerliliği için kanıt sağlamıştır¹. Envanterin boyutlarını temsil eden faktörlerin açıklamaları ve elde edilen boyutlarının örnek maddeleri Tablo 1'de sunulmuştur. Bu çalışmada olduğu gibi, epistemolojik inançlara ilişkin Schommer'in öne sürdüğü beş farklı faktörün elde edilememesi ve epistemolojik inançlara ilişkin ölçümlerde Cronbach α değerlerinin .70 nin altında çıkması ilgili literatürde nadir rastlanan bir durum değildir (DeBacker, Crowson, Beesley, Thoma ve Hestevold, 2008). DeBacker ve diğerleri (2008), epistemik inançların ölçülmesinin zorlayıcı olduğunu söylemiş ve epistemik ölçümlerde boyutların belirlenmesinde sadece ampirik temellerin değil, aynı zamanda kuramsal temellerin de dikkate alınmasını tavsiye etmiştir. Bu görüş doğrultusunda, çalışmada epistemolojik inanç verilerinin faktör yapısı belirlenirken, faktör analizi sonuçları ile birlikte epistemolojik inanç literatürünün kuramsal temelleri de eleştirel bir şekilde incelenmiştir.

Tablo 1. *Epistemik İnançlar Envanteri'nin boyutları, boyutların tanımları ve örnek maddeler*

Boyutun Adı	Tanım	Örnek Maddeler
Bilgi kesindir ve öğrenme hemen gerçekleşir (Cronbach alfa = .66; ortalama maddeler arası korelasyon = .20; madde sayısı= 8)	Katılımcının bilginin kesin olduğuna ve öğrenmenin hızlı bir şekilde gerçekleştiğine inanma derecesi	Bir şeyi çabucak öğrenemiyorsanız, hiçbir zaman öğrenemezsiniz. Bugün için doğru olan yarın için de doğru olacaktır.
Bilgi basittir (Cronbach alfa = .51; ortalama maddeler arası korelasyon = .20; madde sayısı= 4)	Katılımcının bilginin basit olduğuna ve izole edilmiş gerçeklerden oluştuğuna inanma derecesi	Çok fazla kuram/teori işleri yalnızca karmaşık hale getirir.
Öğrenme yeteneği doğuştandır (Cronbach alpha = .47; ortalama maddeler arası korelasyon = .18; madde sayısı = 4)	Katılımcının öğrenme yeteneğinin doğuştan olduğuna ve geliştirilemeyeceğine inanma derecesi	Bazı insanlar ne kadar çok çalışırlarsa çalışsınlar asla zeki olamazlar.
Bilginin kaynağı her şeyi bilen otoritedir (Cronbach alfa = .51; ortalama maddeler arası korelasyon = .17; madde sayısı= 5)	Katılımcının bilginin otorite tarafından aktarıldığına inanma derecesi	İnsanlar her zaman yasalara uymalıdır.

Epistemik İnançlar Envanteri faktörlerinin birleşmesi ve Schommer'in (1990, 1994) Epistemolojik İnanç Modelinde öne sürülen beş epistemolojik inanç boyutundan daha az boyutun elde edilmesi Türkiye bağlamına özgü değildir. Örneğin, Nussbaum ve Bendixen'in (2003) çalışmasında, 238 Kafkas (%79), Asyalı (%6), İspanyol (%8) ve Afrikalı Amerikalı (%5) lisans öğrencisinden toplanan verilerde “her şeyi bilen otorite” ve “bilgi kesindir” boyutları birleştiği ve katılımcıların epistemolojik inançlarının dört faktör altında gruplaştığı görülmüştür. Benzer şekilde, Chan, Ho ve Ku'nun (2011) 138 Çinli lisans öğrencisinden topladığı veriler üzerinden yürüttükleri faktör analizi, üç faktörlü (bilgi kesindir, öğrenme yeteneği doğuştandır, bilgi basittir) bir yapıyla sonuçlanmıştır. Bu bulgular kültürel farklılıkların veya bireysel özelliklerin (yaş, cinsiyet vb.) kişisel epistemolojik inançlar üzerindeki etkisiyle açıklanabilir (Chan ve Elliot, 2004; Yılmaz-Tüzün ve Topçu, 2008). Bu bulguları kullanılan veri toplama aracının tercüme edilmiş versiyonunun kullanımı olmasına da bağlamak mümkündür. Şöyle ki, bir ölçeğin başka bir dile çevrilmesi katılımcıların ölçeğin maddelerini net olarak anlamakta güçlük çekmelerine ve hatta bazılarını yanlış anlamalarına neden olabilmektedir (Yılmaz-Tüzün ve Topçu, 2008). Bu durum ölçeğin orijinal versiyonu ile elde edilen faktör yapısından farklı faktör yapılarının ortaya çıkmasına neden olabilir.

Bilim-teknoloji-toplum üzerine görüşler (Views on science-technology-society; VOSTS) anketinin değiştirilmiş iki maddesi: Bu çalışmada, fen bilimleri öğretmen adaylarının epistemolojik inançları ile bilimin doğası görüşleri arasındaki ilişkilerin istatistiksel olarak araştırılması amaçlanmıştır. Önerilen ilişkileri analiz etmek için kullanılan çıkarımsal istatistik, nispeten büyük bir örneklem gerektirmektedir. Bundan dolayı, bu çalışmada görüşmelerin veya Bilimin Doğası Görüşleri (Views of

Nature of Science; VNOS) anketi (Lederman, Abd-El-Khalick, Bell ve Schwartz, 2002) gibi açık uçlu araçların kullanılması veri toplama ve analizi için gerekli kaynakların eksikliği nedeniyle mümkün olmamıştır.

Doğan ve Abd-El-Khalick (2008) çalışmalarında öğrencilerin ve fen bilimleri öğretmenlerinin bilimin doğası görüşleri hakkında veri toplamak için VOSTS anketinin (Aikenhead, Ryan ve Fleming, 1989) 14 maddesini değiştirmiş ve daha sonra kullanmışlardır. Orijinal VOSTS'un geliştirilmesi sırasında izlenen ampirik yaklaşımın "öğrencilerin VOSTS seçeneklerinden çıkardıkları anlamın, öğrencilerle görüşüldüğünde ifade edecekleri anlamla aynı olma eğiliminde" olduğu geçerli bir araçla sonuçlandığı ileri sürülmüştür (Ryan ve Aikenhead, 1992, s. 576). Ayrıca, Doğan ve Abd-El-Khalick (2008) pilot çalışma yoluyla aracın geçerliliğini geliştirmek için ek çaba göstermişlerdir. Geçerliliğine ek olarak, Türk öğrencilerin ve fen bilimleri öğretmenlerinin bilimin doğası görüşlerini değerlendirmedeki başarısı, 14 değiştirilmiş VOSTS maddelerini Türk fen bilimleri öğretmen adaylarının bilimin doğası görüşlerini incelemek için çekici bir araç haline getirmiştir. Bilimin doğası araştırmalarında uzman, iki dil bilen araştırmacıların görüşleri dikkate alınarak, madde ifadelerinin ve her bir madde ifadesini takip eden görüşlerin anlaşılabilirliğini artırmak için değiştirilmiş VOSTS maddelerinin (Doğan ve Abd-El-Khalick, 2008) tercümesinde bazı revizyonlar yapılmıştır.

VOSTS anketinin 14 maddelik versiyonunda, katılımcılara her biri bilimin doğasının belirli boyutlarına odaklanan madde ifadeleri sunulur. Madde ifadelerini daha sonra bir dizi görüş takip eder. Katılımcılardan kendi fikirlerine en yakın olan görüşü (her ifade için bir görüş) belirtmeleri istenir. Orijinal versiyonunda (Ryan ve Aikenhead, 1992), katılımcılara ayrıca üç ekstra seçenek sunulmaktadır (yani, "Anlamıyorum", "Bu konu hakkında bir seçim yapacak kadar bilgim yok", "Bu seçeneklerin hiçbiri benim temel görüşüme uymuyor"). Doğan ve Abd-El-Khalick (2008) bu üç seçeneği silmiş ve her maddenin sonuna fazladan bir yer eklemiştir. Bu şekilde, halihazırda listelenen görüşlerden hiçbiri katılımcının bilimin doğası görüşünü yansıtmıyorsa, katılımcıdan madde ifadeleri hakkında kendi görüşlerini açıklayabilmesi amaçlanmıştır. Madde ifadelerini izleyen her bir görüş, yansıttığı bilimin doğası görüşünün gelişmişlik düzeyine bağlı olarak Doğan ve Abd-El-Khalick (2008) tarafından "yetersiz", "kabul edilebilir" (kısmen bilgili veya kısmen yetersiz) veya "bilgili" olarak kategorize edilmiştir.

Deniz'in (2011) araştırması doğrultusunda, bu çalışmanın araştırmacıları, analizlerini epistemolojik inançların bilimin doğasının iki boyutu (gözlemlerin teoriye dayalı doğası, bilimsel bilginin değişebilirliği) hakkındaki görüşlerle olan ilişkilerine odaklamışlardır. Bu iki bilimin doğası boyutu, VOSTS anketinin 14 maddelik versiyonundan (Doğan ve Abd-El-Khalick, 2008) alınan iki madde (Madde 90111, Madde 90411) ile ölçülmüştür (bkz. Tablo 4).

Verilerin Toplanması ve Analizi

Çalışmanın verileri 2017-2018 eğitim öğretim yılının Bahar döneminde toplanmıştır. Katılımcılara çalışmaya katılımlarının gönüllülük esasına dayalı olduğu söylenmiş, cevaplarının anonim olacağı ve gizliliği konusunda bilgi verilmiş ve çalışmaya katılma veya katılmama durumlarının notları üzerine herhangi bir etkisinin olmayacağı hatırlatılmıştır. Toplanan verilerin analizlerinde Açıklayıcı Faktör Analizi (AFA), betimsel analizler (ortalama değer, standart sapma, frekans, yüzde) ve tek yönlü Çok Değişkenli Varyans Analizinden (MANOVA) faydalanılmıştır. AFA, çalışmaya katılan öğretmen adaylarının sahip oldukları kişisel epistemolojik inançlarının faktör yapısını ortaya koymak için; betimsel analizler, katılımcıların kişisel epistemolojik inançlarını ve bilimin doğasına ilişkin görüşlerini betimlemek için; Çok Değişkenli Varyans Analizleri, katılımcıların kişisel epistemolojik inançlarının bilimin doğası görüşlerinin farklı düzeylerinde ne ölçüde farklılık gösterdiğini belirlemek için kullanılmıştır. AFA sonucu elde edilen epistemolojik inançların dört boyutu (bilgi kesindir ve öğrenme hemen gerçekleşir, bilgi basittir, öğrenme yeteneği doğustandır, bilginin kaynağı her şeyi bilen otoritedir) ve katılımcıların Bilimin Doğasının iki boyutuna ilişkin görüşleri (gözlemlerin teoriye dayalı doğası ve bilimsel bilginin değişebilirliği) Çok Değişkenli Varyans Analizlerinin değişkenlerini oluşturmuştur.

Araştırmanın Etik İzinleri

Bu çalışmada, “Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi” başlıklı belgede belirtilen tüm kurallara uyulmuştur. Belgenin ikinci bölümünde belirtilen “Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı İşlemler” eylemlerin hiçbirisi gerçekleştirilmemiştir. Araştırmanın verileri 2017-2018 akademik yılının bahar döneminde toplanmıştır ve bu sebeple izne ihtiyaç duyulmamıştır.

Bulgular

Çok Değişkenli Varyans Analizi yapılmadan önce veriler, örneklem büyüklüğü, normallik, aykırı değerler, doğrusallık, çoklu doğrusallık ve teklik ve varyans-kovaryans matrislerinin homojenliği varsayımlarının ihlal edilmediğinden emin olmak için kontrol edilmiştir. Tek ihlal, Levene testinin anlamlı bir sonuç ortaya koyması nedeniyle, bağımlı değişkenlerden biri (Bilginin kaynağı her şeyi bilen otoritedir) için varyans eşitliği varsayımı olmuştur. Bu sebeple, Tabachnick ve Fidell'in (2007) önerdiği gibi, bu değişken için alfa seviyesi .05 yerine .01 olarak belirlenmiştir.

(AS1) Fen bilimleri öğretmen adaylarının kişisel epistemolojik inançları: Tablo 2'de görüldüğü gibi, en yüksek ortalama bilgi basittir boyutunda (Ort. = 3.16, SS = .73) elde edilmiştir ve bu, kişisel epistemolojik inanç boyutlarından katılımcıların en az gelişmiş inançlarının bilgi basittir boyutunda olduğunu göstermektedir. Katılımcılar, bilginin karmaşık olmaktan çok basit olduğuna inanma eğilimindedirler. Öte yandan, en düşük ortalama bilgi kesindir ve öğrenme hemen gerçekleşir boyutunda elde edilmiştir (Ort.=1.88, SS=.53). Bu bulgu, öğretmen adaylarının bilginin kesinliği ve

öğrenme hızı hakkında orta düzeyde gelişmiş inanca sahip olduklarını göstermiştir. Katılımcılar, bilginin kesin olmaktan ziyade değişebilir olduğuna ve öğrenmenin hızlı ve ani bir süreç olmadığına inanma eğilimindedirler. Öğrenme yeteneği doğuştandır (Ort. = 3.08, SD = .73) ve bilginin kaynağı her şeyi bilen otoritedir (Ort. = 3.01, SD = .65) boyutları için gerçekleştirilen betimsel istatistikler, bu çalışmanın katılımcılarının öğrenmenin doğuştan geldiğine ve bilginin akıl yoluyla elde edilerek değil, otorite tarafından sunulduğuna inanma eğiliminde olduğunu göstermektedir.

Tablo 2. *Kişisel epistemolojik inançlara dair betimsel istatistikler*

Boyutlar	Ort	SS	Min.	Maks.
Bilgi kesindir ve Öğrenme hemen gerçekleşir	1.88	.53	1.00	3.75
Bilgi basittir	3.16	.73	1.00	5.00
Öğrenme yeteneği doğuştandır	3.08	.73	1.00	5.00
Bilginin kaynağı herşeyi bilen otoritedir	3.01	.65	1.00	5.00

(AS2) Fen bilimleri öğretmen adaylarının bilimin doğası görüşleri: Tablo 3 de görüldüğü üzere, fen bilimleri öğretmen adaylarının gözlemlerin teoriye dayalı doğasına odaklanan VOSTS maddesine (Madde 90111) verdikleri yanıtların frekansı, fen bilimleri öğretmen adaylarının yarısından azının (%40.8) bu boyutta bilgili görüşlere sahip olduğunu ortaya koymuştur. Madde ifadesini takip eden beş görüşün üçü (görüş C, D ve E; bkz. Tablo 4) yetersiz olarak kategorize edilse de, katılımcılar en düşük oranla (%24.2) bu görüşleri seçmiştir. “Kabul edilebilir” olarak kategorize edilen görüşün yüzdesi ise %35'tir.

Bilimsel bilginin değişebilirliğine odaklanan VOSTS maddesi için (Madde 90411), katılımcıların %92,8'i bilgili görüş sergilemiştir. Yetersiz olarak kategorize edilen görüşleri (C ve D görüşleri) seçen katılımcıların yüzdesi %7.2'dir.

Tablo 3. *Fen bilimleri öğretmen adaylarının bilimin doğası görüşlerinin frekansları ve yüzdeleri*

VOSTS Maddesi		Yetersiz		Kabul edilebilir		Bilgili	
Madde	Odak	f	%	f	%	f	%
90111	Gözlemlerin teoriye dayalı doğası	67	24.2	97	35.0	113	40.8
90411	Bilimsel bilginin değişebilirliği	20	7.2	0 ^a	0 ^a	257	92.8

^a Madde 90411'deki seçeneklerden hiçbirisi “kabul edilebilir” kategorisini temsil etmiyor.

Öğretmen adaylarının iki VOSTS maddesinin her birine verdiği yanıtlarla ilgili ayrıntılı bilgi Tablo 4'te verilmiştir.

(AS3) Gözlemlerin teoriye dayalı doğasına dair bilimin doğası görüşlerinin farklı düzeyleri için kişisel epistemolojik inançlardaki farklılıklar: Üçüncü araştırma sorusuna yanıt bulmak amacıyla dört bağımlı değişken (epistemolojik inançların dört boyutu: bilgi kesindir ve öğrenme hemen gerçekleşir, bilgi basittir, öğrenme yeteneği doğuştandır, ve bilginin kaynağı her şeyi bilen otoritedir) ve bir bağımsız değişkene (gözlemlerin teoriye dayalı doğasına ilişkin bilimin doğası görüşleri: yetersiz, kabul edilebilir, bilgili) dair verilerle Çok Değişkenli Varyans Analizi analizi yapılmıştır. Bağımlı değişkenin boyutları için gözlemlerin teoriye dayalı doğasına ilişkin bilimin doğası görüşlerinin yetersiz, kabul edilebilir ve bilgili düzeyleri arasında anlamlı bir istatistiksel fark bulunmamıştır: $F(8, 542) = 1.31$, $p = .235$; Wilks' Lambda = .96; partial eta squared = .019.

(AS4) Bilimsel bilginin değişebilirliğine dair bilimin doğası görüşlerinin farklı düzeyleri için kişisel epistemolojik inançlardaki farklılıklar: Dördüncü araştırma sorusu için dört bağımlı değişken (epistemolojik inançların dört boyutu: bilgi kesindir ve öğrenme hemen gerçekleşir, bilgi basittir, öğrenme yeteneği doğuştandır, ve bilginin kaynağı her şeyi bilen otoritedir) ve bir bağımsız değişkene (bilimsel bilginin değişebilirliğine ilişkin bilimin doğası görüşleri: yetersiz, kabul edilebilir, bilgili) dair verilerle Çok Değişkenli Varyans Analizi analizi yapılmıştır. Gözlemlerin teoriye dayalı doğasına ilişkin bilimin doğası görüşlerine benzer şekilde, bağımlı değişkenin boyutları için bilimsel bilginin değişebilirliğine ilişkin bilimin doğası görüşlerinin yetersiz, kabul edilebilir ve bilgili düzeyleri arasında anlamlı bir istatistiksel fark bulunmamıştır: $F(4, 272) = 1.09$, $p = .357$; Wilks' Lambda = .98; partial eta squared = .016.

Tablo 4. Fen bilimleri öğretmen adaylarının VOSTS maddelerine verdikleri yanıtların frekansları ve yüzde oranları

Madde 90111: Eğer alanlarında uzman bilim insanları farklı teorilere inanıyorlarsa, bu bilim insanları tarafından yapılan bilimsel gözlemler genellikle birbirinden farklı olacaktır.		
Yanıt	Frekans	%
A. Evet, çünkü bilim insanları farklı yöntemler kullanarak deneyler yapacak ve deneylerinde farklı şeylere dikkat edeceklerdir. (kabul edilebilir)	97	35.0
B. Evet, çünkü bilim insanları birbirlerinden farklı düşüneceklerdir ve bu onların gözlemlerini farklılaştıracaktır. (bilgili)	110	39.7
C. Bilimsel gözlemler, bilim insanları farklı teorilere inansalar dahi, çok fazla değişmez. Bilim insanları gerçekten alanında uzman ise gözlemleri benzer olacaktır. (yetersiz)	63	22.7
D. Hayır, çünkü gözlemler mümkün olduğunca kesindir. Bilim, bu şekilde ilerleyebilmiştir. (yetersiz)	4	1.4
E. Hayır, gözlemler gördüklerimizden başka bir şey değildir ve gerçektir. (yetersiz)	0	0
Madde 90411: Bilimsel araştırmalar doğru olarak yapılsa bile, bilim insanlarının bu araştırmalar sonunda elde ettikleri bilgiler gelecekte değişebilir.		
Yanıt	Frekans	%
A. Bilimsel bilgi değişir; çünkü bilim insanları kendilerinden önceki bilim insanlarının teorilerini ya da buluşlarını çürütebilirler. Bunu, yeni teknikleri ve geliştirilmiş araçları kullanarak, önceden göz ardı edilmiş yeni faktörleri bularak veya önceki “doğru” araştırmadaki hataları tespit ederek yapabilirler. (bilgili)	203	73.3
B. Bilimsel bilgi değişir; çünkü eski bilgiler yeni buluşların ışığında yeniden yorumlanır. Bilimsel gerçekler değişebilir. (bilgili)	52	18.8
C. Bilimsel bilgi değişir gibi GÖRÜNÜR; çünkü eski gerçeklerin yorumlama veya uygulamaları değişebilir. Doğru şekilde yapılan deneyler değişmez gerçekler ortaya koyarlar. (yetersiz)	9	3.2
D. Bilimsel bilgi değişir gibi GÖRÜNÜR; çünkü eski bilgilere yeni bilgiler eklenir, eski bilgiler değişmez. (yetersiz)	11	4.0

Tartışma

Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Kişisel Epistemolojik İnançları

Fen bilimleri öğretmen adaylarının epistemolojik inançları ile ilgili bulgular şu ana kadar yapılan araştırmaları desteklemektedir. Öncelikle, Schommer (1990, 1994) ve diğer araştırmacılar (örn.,

Bendixen ve diğerleri., 1998) tarafından ortaya koyulduğu gibi, kişisel epistemoloji birden çok inancı içermektedir ve çok boyutludur. Bu çalışmada, faktör analizi Epistemik İnançlar Envanteri'nin dört boyutlu olduğunu ortaya çıkarmıştır ve bu epistemolojik inançların çok boyutlu olmasına bir kanıttır. İkincisi, araştırmalar göstermiştir ki epistemolojik inançlar takriben birbirinden bağımsızdır (Schommer, 1990, 1994). Yani, bireyler epistemolojik inançların bir boyutunda gelişmiş inançlara sahip iken diğer boyutlarda gelişmemiş inançlara sahip olabilirler. Bu çalışmanın sonuçlarına göre, fen bilimleri öğretmen adayları bilgi kesindir ve öğrenme hemen gerçekleşir boyutlarında kısmen gelişmiş inanca sahipken diğer Epistemik İnançlar Envanteri boyutlarında daha az gelişmiş inançlara sahiptir.

Elde edilen her bir boyuta karşılık gelen ortalama değerler, fen bilimleri öğretmen adaylarının epistemolojik inanç boyutlarında yüksek düzeyde gelişmişlik göstermediğini ortaya koymuştur. Elde edilen dört faktör arasında, fen bilimleri öğretmen adaylarının, bilgi basittir, öğrenme yeteneği doğuştandır ve bilginin kaynağı her şeyi bilen otoritedir boyutlarına dair gelişmemiş epistemolojik inançlara sahip olduğu ve en gelişmemiş epistemolojik inancın bilginin kaynağı her şeyi bilen otoritedir boyutunda olduğu görülmüştür. Daha önce Türkiye bağlamında yapılmış çalışmalarda da benzer bulgular ortaya koyulmuştur (örn., Ozturk and Yilmaz-Tuzun, 2017; Tuncay-Yuksel et al., 2015; Yilmaz-Tuzun and Topcu, 2008). Bu çalışmalarda ortak bulgu, epistemolojik inanç boyutlarında gelişmişlik düzeylerinin düşük olmasıdır. Ayrıca Ozturk and Yilmaz-Tuzun (2017) ve Tuncay-Yuksel et al. (2015) araştırmalarında bulgumuza benzer şekilde bilginin kaynağı her şeyi bilen otoritedir en az gelişmiş inanç boyutu olmuştur. Yılmaz-Tüzün ve Topçu (2008), öğretmen adaylarının ilköğretim ve lise yıllarında maruz kaldıkları geleneksel öğretim yaklaşımlarının, bilginin akıl yoluyla değil, otorite tarafından aktarıldığına dair inançlarının kaynağı olabileceğini savunmuşlardır. Ayrıca, bu inançların üniversite yıllarında hala etkili olabileceği düşünülmektedir. Hem K-12 fen bilimleri müfredatı hem de fen bilgisi öğretmeni yetiştirme programlarındaki reform çabalarına rağmen (CoHE, 2007, 2018; Ministry of National Education [MoNE], 2013, 2018a, 2018b, 2018c, 2018d), öğrenci merkezli yaklaşımların Türkiye bağlamındaki sınıflarda tam anlamıyla uygulanabildiğini söylemek mümkün değildir. Öğretmenler hala bilgi aktarıcıları olarak kabul edilmektedir ve öğrencilere kendi bilgilerini yapılandırmaları için yeterli fırsatlar sunulmamaktadır (Aydın ve Çakıroğlu, 2010), bu da kişisel epistemolojik inançların gelişimini engelleyebilmektedir.

Bu noktada şunu belirtmekte fayda vardır ki, bu çalışmada, katılımcıların epistemolojik inançları modern Batı dünyasının bilimsel epistemoloji görüşlerine dayalı olarak yorumlanmıştır. Önceki araştırmalarda da ifade edildiği gibi, bireylerin epistemolojik yönelimleri bir durumdan diğerine değişebilir; bu nedenle bilgiye dair inançlar kültürden bağımsız veya değerlerden bağımsız olarak değerlendirilemez (Bang ve Medin, 2010; Chinn, Buckland ve Samarapungavan, 2011). Çalışmamızda “çok gelişmiş” veya “doğru” olarak değerlendirilen epistemolojik inançlar, büyük ölçüde Batı dünyasının değer sistemlerini ve yönelimlerini yansıtmaktadır.

Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Bilimin Doğası Görüşleri

Çalışmanın betimleyici analizleri, fen bilimleri öğretmen adaylarının gözlemlerin teoriye dayalı doğası ve bilimsel bilginin değişebilirliği hakkındaki görüşlerinin gelişmişlik düzeylerinde farklılıklar olduğunu ortaya koymuştur. Bilimsel bilginin değişebilirliği ile ilgili VOSTS maddesine fen bilimleri öğretmen adaylarının yanıtlarının frekans dağılımı, katılımcıların %92.8'inin bilimsel bilginin değişebilirliği konusunda bilgili görüşlere sahip olduğunu göstermiştir. Yani, katılımcıların çok büyük bir çoğunluğu, bilimsel bilginin değişmez değil, değişebilir olduğunu kabul etmiştir. Mevcut bulguya paralel bulgular ortaya koyan araştırmalar bulunmaktadır (örn., Doğan ve Abd-El-Khalick, 2008; Erdoğan, Çakıroğlu ve Tekkaya, 2006; Yalvaç, Tekkaya, Çakıroğlu ve Kahyaoğlu, 2007). Örneğin, Doğan ve Abd-El-Khalick (2008), çalışmalarına katılan 10. sınıf öğrencilerinin (%68.2) ve onların fen bilimleri öğretmenlerinin (%72.9) çoğunun bilimsel bilginin değişebilirliği ile ilgili bilgili görüşlere sahip olduğunu bulmuşlardır. Yalvaç ve diğerleri (2007), fen bilimleri öğretmen adaylarının çoğunluğunun (%76) bilimsel bilginin değişebilir olduğunu belirttiğini rapor etmişlerdir.

Öte yandan, bu çalışmanın gözlemlerin teoriye dayalı doğasına ilişkin bulguları, bilimsel bilginin değişebilirliğine ilişkin bulgular kadar umut verici değildir. Daha spesifik olarak, katılımcıların yarısından azı (%40.8) gözlemlerin teoriye dayalı doğası hakkında bilgili görüşlere sahipken, nispeten daha az (%35) katılımcının kısmen bilgili görüşlere veya kısmen yetersiz görüşlere ("kabul edilebilir" olarak belirtilmektedir; bkz. Tablo 3) sahip olduğu gözlenmiştir. Ayrıca, katılımcıların önemli bir yüzdesinin (%24,2) yetersiz görüşlere sahip olduğu ortaya çıkmıştır. Yani, katılımcıların sadece yarısından azının, bilim insanlarının inandıkları teorilerin onların gözlemlerini etkilediği bilgili görüşüne sahip olduğu gözlenmiştir. Bu bulgular, Türkiye bağlamında daha önce yapılmış bazı araştırmalarla uyumludur (örn., Çetinkaya-Aydın ve Çakıroğlu, 2017; Doğan ve Abd-El-Khalick, 2008; Erdoğan ve diğerleri, 2006). Daha spesifik olarak, Doğan ve Abd-El-Khalick (2008) çalışmalarında, 10. sınıf öğrencilerinin yarısından daha azının (%38.7) ve nispeten daha az fen bilimleri öğretmenlerinin (%27.7) gözlemlerin teoriye dayalı doğası hakkında bilgili görüşlere sahipken, öğretmenlerin yaklaşık yarısının (%46,5) ve nispeten daha az öğrencinin (%35,3) bu boyutta yetersiz görüşlere sahip olduğunu rapor etmişlerdir. Ayrıca, Erdoğan ve diğerleri (2006) tarafından yapılan çalışma, fen bilimleri öğretmen adaylarının yarısının bilimsel bilginin öznel doğası hakkında bilgili olduğunu ve bilim insanlarının kültürel geçmişinin ve inançlarının bilimsel araştırma üzerindeki etkisini kabul ettiğini ortaya koymuştur. Ayrıca, Çetinkaya-Aydın ve Çakıroğlu (2017) araştırmalarında Bilimin Doğası ve Bilim Tarihi dersinden sonra fen bilimleri öğretmen adaylarının üçte birinin ve yarısının bilimin doğasının öznellik boyutu hakkında sırasıyla bilgili ve yeterli görüşlere sahip olduğunu ortaya koymuştur.

Amerika Birleşik Devletleri ve Avrupa Birliği tarafından yayımlanan bazı reform dokümanlarına benzer şekilde (Commission of the European Communities, 2008, 2010; National Science Education Standards - NRC, 2012; Next Generation Science Standards - NGSS; NGSS Lead

States, 2013), Türkiye Cumhuriyeti Milli Eğitim Bakanlığı, öğrencilerin bilimsel bilginin elde edilme ve bilim insanlarının bilimsel araştırma yapma yöntemlerine ilişkin görüşlerinin geliştirilmesine yönelik hedefler belirlemiştir ve bu çabalar son yirmi yıldır yoğun bir şekilde devam etmektedir (MoNE, 2006; 2013; 2018a). Bu müfredat dokümanlarında, bilimsel okuryazarlığın önemli bir bileşeni olarak kabul edilen gelişmiş bilimin doğası anlayışı, Türk ortaokul ve lise fen bilimleri öğretim programlarının birkaç yıldır kapsayıcı bir hedefidir (MoNE, 2006; 2013; 2018a; 2018b; 2018c; 2018d). Benzer şekilde, fen bilgisi öğretmenliği programlarında bilimin doğası ile ilgili bir derse yer verilmiştir (CoHE, 2007; 2018).

Ancak, bu çalışmanın sonuçları dikkate alındığında, öğretim programlarında ve fen bilgisi öğretmenliği programında bilimin doğasına verilen önemin bireylerin görüşlerine yansımadağı söylenebilir. Spesifik olarak, bazı katılımcı fen bilimleri öğretmen adaylarının hala yetersiz görüşlere sahip olduğu bulunmuştur; katılımcıların büyük çoğunluğu bilimsel bilginin değişebilirliği konusunda bilgili görüşlere sahip olsa da, gözlemlerin teoriye dayalı doğası hakkında katılımcıların %35'i kısmen bilgili veya kısmen yetersiz görüşlere ve önemli bir yüzdesi (%24.2) yetersiz görüşlere sahip olduğu gözlenmiştir. Erdoğan ve diğerlerinin (2006) açıklamasına benzer şekilde, bu bulgu katılımcıların okullardaki fen derslerinde ve öğretmen yetiştirme programlarında fen ile ilgili derslerde bilimin doğası konusunda yetersiz deneyime sahip olmalarına bağlanabilir. Daha spesifik olarak, Erdoğan ve diğerlerine (2006) göre, fen bilimleri öğretmen adaylarının bilimin doğası ile ilgili sınırlı anlayışlarının bir nedeni, öğretmen adaylarının okullarda deneyimledikleri fen dersinin doğrudan bilimin doğası öğretimini içermemesidir. Yazarlar, Türk eğitim sisteminin sağlam alan bilgisi sağlamaya odaklandığına ve fen müfredatındaki içeriklerin öğretmenler tarafından sınırlı bir zamanda öğretilmesi gerektiği durumunun, bilimin doğası öğretim süresini etkilediğine dikkat çekmiştir. Erdoğan ve diğerleri (2006), fen bilimleri öğretmen adaylarının bilimin doğasına yönelik istenmeyen görüşlerinin en azından kısmen öğretmen yetiştirme programında fen bilimleri ile ilgili derslerde bilimin doğasına verilen önemin eksikliği ile açıklanabileceğini eklemiştir. Bu bulgulara göre, fen bilimleri öğretmen adaylarının bilimin doğası hakkında aynı anda farklı görüşlere sahip olabileceği çıkarımı yapılabilir. Bu bulgu, bireylerin kişisel epistemolojik inançları ile bilimsel epistemolojik inançlarının yapılarında bir şekilde benzer olduğu şeklinde de yorumlanabilir. Daha spesifik olarak, bireyler bilgi ve bilimin doğasına ilişkin inançları açısından farklı düzeylerde gelişmişliğe sahip olabileceği (Schommer, 1990) gibi, bilimsel bilginin doğasına ve bilimsel bilginin nasıl elde edildiğine ilişkin farklı düzeylerde gelişmişliğe (yani, yetersizden bilgiliye) sahip olabilirler.

Kişisel Epistemolojik İnançlar ve Bilimin Doğası Görüşleri

Bu çalışmada, fen bilimleri öğretmen adaylarının epistemolojik inançları ve bilimin doğasına yönelik görüşleri, epistemolojik inanç boyutlarının (bilgi kesindir ve öğrenme hemen gerçekleşir, bilgi basittir, öğrenme yeteneği doğuştandır, ve bilginin kaynağı her şeyi bilen otoritedir) bilimsel bilginin değişebilirliğine (yetersiz ve bilgili) ve gözlemlerin teoriye dayalı doğasına (yetersiz, kabul edilebilir,

bilgili) ilişkin görüş düzeyleri için farklılık gösterip göstermediği araştırılarak incelenmiştir. Beklenenin aksine, sonuçlar, fen bilimleri öğretmen adaylarının epistemolojik inançlarında her iki bilimin doğası boyutunun farklı düzeyleri için istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını ortaya koymuştur.

Bizim bulgularımızdan farklı olarak, önceki bazı araştırmalarda bilimin doğası görüşlerinin epistemolojik inançlarla ilişkili olduğu ortaya koyulmuştur (Akerson ve diğerleri., 2006; Akerson ve Buzzelli, 2007; Akerson ve diğerleri., 2008; Cho ve diğerleri., 2011; Köseoğlu ve Köksal, 2015; Özgelen, 2012). Bu çalışmanın sonuçlarında istatistiksel anlamlılığın olmaması, çalışma örnekleminin kısıtlı temsil gücünden kaynaklanıyor olabilir. Bu çalışmada veriler, Türkiye’de yer alan sadece 3 farklı üniversitedeki 277 fen bilimleri öğretmen adayından toplanmıştır. Bu durum, çalışmanın bir sınırlılığı olarak kabul edilebilir ve daha büyük ve daha çeşitli örneklemlemlerle analizlerin tekrarlanması kişisel epistemolojik inançlar ile bilimin doğası görüşleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişkileri ortaya koyabileceğini göstermektedir.

Çalışmamızda, bilimin doğası görüşlerinin farklı seviyeleri için fen bilimleri öğretmen adaylarının epistemolojik inançlarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmamasının altında yatan başka nedenler de olabilir. İlk olarak, Borgerding ve Deniz’in (2019) savına benzer şekilde, bilimin doğası görüşleri ve epistemolojik inançlar gerçekten ilişkisiz olabilir. Borgerding ve Deniz’in (2019) çalışmalarında yaptıkları ki-kare analizinin sonuçları üniversite öğrencilerinin epistemolojik inançlarının farklı Perry seviyeleri (dualist, çoklu, görelî, diyalektik) için ampirik bilimin doğası görüşlerinde bir fark olmadığını ortaya koymuştur. Sonuçlarımız, bireylerin epistemolojik inançlarının bilimin doğası görüşleriyle ilişkili olmayabileceği savıyla uyumlu görünmektedir (Borgerding ve Deniz, 2019). Bununla birlikte, çalışmamızda ve Borgerding ve Deniz’in (2019) çalışmasında odaklanılan bilimin doğası boyutları, kişisel epistemolojik inançlar ile bilimin doğası görüşleri arasında gözlenen istatistiksel olarak anlamlı olmayan ilişkilerin olası nedenleri arasında sayılabilir. Belki bizim çalışmamızda ve Borgerding ve Deniz’in (2019) çalışmasında incelenenler dışındaki bilimin doğası boyutları anlamlı ilişkiler ortaya koyabilir. Bu noktada epistemolojik inançların boyutları ile bilimin doğasının farklı boyutları arasındaki teorik ve kavramsal ortak noktaların incelenmesi de oldukça faydalı olacaktır.

İkincisi, bu çalışmada kullanılan ölçme araçları, fen bilimleri öğretmen adaylarının epistemolojik inançlarını ve bilimin doğası görüşlerini var olan herhangi bir farkı ortaya çıkarabilecek kadar keskin bir biçimde ölçmemiş olabilir. Sonuçlara göre, fen bilimleri öğretmen adayları, Epistemik İnançlar Envanteri’nin dört boyutundan üçünde gelişmiş inançlara sahip değillerdir. Bunun olası bir açıklaması epistemolojik inançların soyut doğası olabilir. Bu durumla ilgili muhtemel açıklamalardan birisi epistemolojik inançların soyut doğası olabilir. Bir başka deyişle, epistemolojik inançların soyut doğası ve eğistemolojik inançları ölçmek için kullanılan ölçme aracının orijinal değil çeviri olması katılımcıların maddelerin tam olarak neyi ifade ettiğini anlamada zorluk yaşamalarına sebep olmuş

olabilir (Yılmaz-Tuzun ve Topcu, 2008); buna bağlı olarak, ölçme aracı fen bilimleri öğretmen adaylarının epistemolojik inançlarının gerçek düzeyini ortaya koyamamış olabilir. Bunların yanı sıra, bu çalışmada, iki bilimin doğası boyutuna ilişkin ölçüm yapmak için VOSTS anketinden seçilen birer soru kullanılmıştır. Bilimin doğası boyutlarında ölçüm yaparken bir dizi soru yerine tek bir soru kullanmanın, fen bilimleri öğretmen adaylarının bilimsel bilginin değişkenliği ve gözlemlerin teoriye dayalı doğasına dair bilimin doğası görüşlerinde güçlü bir ölçüm yapılamamasına neden olmuş olabileceği düşünülmektedir.

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, temel olarak, kişisel epistemolojik inançlar ile bilimin doğası görüşleri arasındaki ilişkinin incelenmesi amaçlanmıştır. Araştırma örnekleminine ilişkin sınırlılıklar, bilimin doğası görüşlerinin iki soru ile ölçülmesi (her bir boyut için bir soru) ve epistemolojik inanç boyutları için hesaplanan Cronbach α değerlerinin istenilenden düşük olması gibi bir takım sınırlılıkları olsa da, çalışmanın bulgularının ilgili alanyazına katkıda bulunacağı düşünülmektedir. Çalışmanın bulguları Borgerding ve Deniz'in (2019) çalışmasının bulgularını desteklemiş ve, araştırılan örneklem için, kişisel epistemolojik inançların (bilgi kesindir ve öğrenme hemen gerçekleşir, bilgi basittir, öğrenme yeteneği doğuştandır, ve bilginin kaynağı her şeyi bilen otoritedir boyutları için) bilimin doğası boyutlarından olan gözlemlerin teoriye dayalı doğası ve bilimsel bilginin değişebilirliğine ilişkin görüşlerin farklı düzeylerine göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermediğini ortaya koymuştur. Alanyazında, yürütülen bütün çalışmalar araştırma kapsamındaki konuları anlamamıza bir bütün olarak ışık tuttuğundan, analizler sonucunda istatistiksel olarak anlamlı çıkan sonuçlar kadar istatistiksel olarak anlamlı çıkmayan sonuçlar da önemli kabul edilir. Bu bağlamda, bu çalışmanın epistemolojik inançlar ile bilimin doğası görüşleri arasındaki ilişkileri anlamaya yönelik yapılan eğitim araştırmaları ve uygulamaları açısından değerli olduğu düşünülmektedir. Bunun yanında, faydalanılacak olan farklı araştırma desenleri, daha geniş ve çeşitliliği daha fazla olan örneklem ve farklı veri toplama araçları ve yöntemleri ile yürütülecek olan çalışmalar araştırılan ilişkilere daha fazla ışık tutacaktır.

Araştırmanın bulgularına dayanarak fen bilimleri (öğretmenliği) eğitimi açısından bir takım çıkarımlarda bulunmak mümkün görünmektedir. Uzun süredir bilindiği üzere, öğretmenlerin kişisel ve bilimsel epistemolojik inançları, öğrenmeye ve öğretmeye olan yaklaşımlarını ve öğretim süreçlerinde yaptıkları seçimleri etkilemektedir (Kazempour ve Sadler, 2015; Olafson ve Schraw, 2006). Bununla ilişkili olarak, öğretmenlerin sınıflarında etkili bir öğretim gerçekleştirebilmeleri için bilginin nasıl üretildiği, bilginin kaynakları, bilimsel yöntem ve ilkeler vb. konularda gelişmiş epistemolojik innaçlara sahip olmaları gerektiği söylenebilir. Bu çalışmanın bulguları çalışmaya katılan öğretmen adaylarının epistemolojik inançlarının gelişmişlik düzeyinin istenilen seviyede olmadığını göstermiştir. Dolayısıyla, çalışmanın evrenini oluşturan fen bilimleri öğretmen adaylarının epistemolojik

inançlarının geliştirilmesinin öğretmen eğitimcilerinin öncelikli hedefleri arasında yer alması gerektiği savunulabilir.

Alanyazında epistemolojinin bilimin doğasına yönelik algılar ve ortaya konulan öğrenme stratejileri üzerinde etkili olduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur (Hammer ve Elby, 2002). Örneğin, Hammer ve Elby (2002), bireylerin küçük yaşlardan itibaren sahip oldukları epistemolojik kaynakları (bilginin doğasını ve bilgi kaynaklarını anlamak için faydalanılan kaynaklar, epistemolojik faaliyetler, epistemolojik duruşlar) öğrenme faaliyetlerinin yapı taşları olarak tanımlamıştır. Bu açıdan bakıldığında, öğretmen eğitimi programlarında ve hatta daha önceki sınıflarda sunulan derslerin bireylerin farklı epistemolojik kaynaklara başvurabileceği çeşitli pedagojik yaklaşımları ve öğretim stratejilerini içeren bağlamlar sağlamaları gerektiği aşikardır. Öğretmen yetiştirme programlarında yer alan bilim tarihi ve felsefesi, eğitim felsefesi, bilimin doğası gibi derslerin ve fen öğretimi yöntemleri gibi pedagoji derslerinin bu açıdan birincil öneme sahip olduğu düşünülmektedir.

Kişisel epistemolojik inançlarda olduğu gibi, öğretmenlerin bilimin doğasına ilişkin görüşlerinin gelişmiş olması öğrencilerinin bilimin doğasına ilişkin görüşlerinin gelişimi için çok önemlidir (Akerson vd., 2006; Herman, Clough ve Olson, 2013). Dolayısıyla, alan derslerinde (fizik, kimya, biyoloji), bilim tarihi ve felsefesi gibi derslerde ve öğretim yöntemleri derslerinde öğretmen adaylarının bilimin doğasına yönelik görüşlerinin geliştirilmesi öğretmen eğitimi programlarının hedefleri arasında yer almalıdır. Bunun için öğretmen yetiştirme programlarında yeterli sayıda bilimin doğası ile ilişkili dersler sunulmalıdır. Bunun yanında, öğretmen adaylarına sunulan bu derslerin tasarımlarının bilimin doğasını açık bir şekilde yansıtabilmesi ve öğretmen adaylarına bilimin doğası öğrenimine ve öğretimine yönelik görüş ve tecrübelerini paylaşabilecekleri fırsatlar sunması oldukça önemlidir (bkz., Bilican, Cakiroglu, ve Oztekin, 2015).

Yazar Beyanı

Yazarlar tarafından herhangi bir çıkar çatışması rapor edilmemiştir.

Bu makalenin önceki bir versiyonu Uluslararası Avrasya Eğitim Araştırmaları Kongresi (EJER) 2019'da sunulmuştur.

Notlar

¹ Epistemik İnançlar Envanterindeki maddelerin çoğu, beklenen faktörlerine yüklenmiştir. Bununla birlikte, 22. maddenin ("Birçok gerçeği içerdiği için bilimi anlamak kolaydır.") Bilgi Basittir epistemolojik inanç boyutuna yüklenmesi beklenmiş olsa da, bu madde bilginin kaynağına yönelik epistemolojik inançları ölçen maddelerle aynı faktöre (Bilginin kaynağı her şeyi bilen otoritedir) yüklenmiştir. Bu madde en yüksek faktör yüküne sahip olan ve başka bir faktöre yüklenmeyen bir maddedir. Katılımcıların cümlelerinin ilk kısmına ("Birçok gerçeği içerdiği için...") odaklanmış oldukları

ve buna uygun olarak, maddenin katılımcıların bilimi ne ölçüde “birçok gerçeği içeren bir bilgi kaynağı, bir otorite” olarak algıladıklarına ilişkin epistemolojik inançlarını ortaya koyduğu düşünülmektedir.



<http://kefad.ahievran.edu.tr>

Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi

ISSN: 2147 - 1037

ENGLISH VERSION

Introduction

Personal Epistemological Beliefs

Epistemology is a branch of philosophy dealing with “the origin, nature, limits, methods, and justification of human knowledge” (Hofer, 2002, p. 4). This branch of philosophy mainly deals with the questions of what knowledge is, how it is acquired, what people know, and how we know what we know (Hofer, 2002). Personal epistemology, as a more specific term, addresses individuals’ thinking and beliefs about knowledge and knowing and involves the elements of “beliefs about the definition of knowledge, how knowledge is constructed, how knowledge is evaluated, where knowledge resides, and how knowing occurs” (Hofer, 2001, p. 355).

There exist two main conceptualizations of personal epistemological beliefs in the literature: unidimensional approach and multidimensional approach. Perry’s (1999) scheme is the mostly referenced model by colleagues who advocate unidimensional epistemological belief conceptualization. In this conceptualization, epistemological beliefs are proposed to be developmental in nature. That is, individuals are believed to go through a fixed progression to develop their epistemological beliefs (Baxter Magolda, 1992; Belenky, Clinchy, Goldberg, and Tarule, 1986; King and Kitchener, 1994; Kuhn, 1991). There are three main stages in Perry’s scheme that are utilized to define individuals’ epistemological beliefs. These stages (from the most naïve to the most sophisticated developmental level) are: dualism (belief in absolute truth and a definite right or wrong and good and bad dichotomy), multiplicity (recognition of the complexity and abstractness of knowledge and truth), and relativism (acknowledgement of the contextual and relativistic nature of knowledge and truth) (Akerson and Buzzelli, 2007).

In the multidimensional conceptualization, personal epistemological beliefs are proposed to consist of more or less independent dimensions. An individual may exhibit varying levels of sophistication regarding their beliefs about different aspects of nature of knowledge and knowing (Schommer, 1990, 1993; Schommer-Aikins, 2002). Schommer (1990) is accepted as the pioneer of the multidimensional epistemological beliefs model and her model is utilized by many researchers,

including researchers of the present study. In her model, Schommer (1990) proposes that the complexity of epistemological beliefs does not enable us to conceptualize beliefs about knowledge and knowing in a unidimensional fashion organized in linearly developmental stages. Five main dimensions are proposed to define individuals' beliefs about knowledge and knowing in Schommer's (1990, 1994) epistemological beliefs model: simple knowledge, certain knowledge, omniscient authority, quick learning, and innate ability. The simple knowledge dimension reflects epistemological beliefs about the complexity of knowledge. Individuals who have naïve beliefs in this dimension argue that knowledge is simple and consists of isolated bits of facts. Certain knowledge dimension is used to indicate individuals' beliefs about the tentativeness of knowledge (i.e., knowledge is certain vs. knowledge is subject to change). Omniscient authority dimension is the epistemological belief dimension used to investigate individuals' beliefs regarding the source of knowledge (i.e., knowledge is handed down by authority vs. knowledge is generated from reason). Quick learning dimension is related to epistemological beliefs about learning and how it occurs. Naïve believers of this dimension believe that learning is a quick process, and if you do not learn something swiftly, you will not learn it anyway, no matter how much effort you put into it. The innate ability dimension can be described as epistemological beliefs about controlling knowledge and knowledge gaining. That is, this epistemological belief dimension reflects the degrees of individuals' beliefs about the capacity of enhancing learning ability (i.e., learning ability is fixed at birth vs. learning ability can be enhanced by concentrated effort).

Nature of Science

Nature of science (NOS) has been supported as a significant aim for more than a century and keeps on to be supported as a crucial outcome in varied reform documents in science education across the globe (Lederman and Lederman, 2014). It is surely beyond doubt that NOS is significant to science education. However, as specified by Abd-El-Khalick and Lederman (2000), philosophers and historians of science, science educators, and scientists currently are not in agreement regarding a definite description of NOS. On the other hand, there exists an agreed level of generality about NOS, which is reachable for pre-college students and linked to their everyday lives (Abd-El-Khalick, Bell, and Lederman, 1998). According to Abd-El-Khalick et al. (1998), the features of scientific attempt in the scope of the mentioned level of generality comprise that:

Scientific knowledge is tentative (subject to change); empirically based (based on and/or derived from observations of the natural world); subjective (theory-laden); partly the product of human inference, imagination, and creativity (involves the invention of explanation); and socially and culturally embedded (p. 418).

Further features include the difference between observations and inferences and the roles of and connections between theories and laws (Abd-El-Khalick et al., 1998).

Despite the importance of NOS in science education, research studies have consistently reported that naïve conceptions related to NOS were held by students, preservice teachers and inservice teachers (e.g., Akerson, Morrison, and Roth McDuffie, 2006; Çetinkaya-Aydın and Çakıroğlu, 2017; Dogan and Abd-El-Khalick, 2008; Wahbeh and Abd-El-Khalick, 2014). More specifically, working with 19 preservice elementary teachers, Akerson et al. (2006) identified that many participants had inadequate NOS views before explicit reflective NOS instruction in a science methods course. Although their views were enhanced following the instruction, some participants' views returned to their previous views five months later. In the study conducted by Dogan and Abd-El-Khalick (2008), the findings showed that the majority of participating grade 10 students and their science teachers had naïve and/or partially informed conceptions on the vast majority of NOS aspects examined in the study. In their research, Wahbeh and Abd-El-Khalick (2014) found that although an integrated NOS instructional intervention was successful in developing informed NOS conceptions among participating inservice secondary science teachers and keeping those conceptions five months after the intervention, a large majority of the participants held naïve conceptions about many of the target aspects of NOS at the beginning of the intervention. The research conducted by Çetinkaya-Aydın and Çakıroğlu (2017) showed that after taking the Nature of Science and History of Science course, most of the participating preservice science teachers (PSTs) had adequate and informed views on empirical-basis, subjectivity, tentativeness, and creativity aspects of NOS, whereas inadequate views on theory and law, observation and inference, and social and cultural embeddedness aspects.

Personal Epistemological Beliefs and Nature of Science Views

Previous research on personal epistemological beliefs and views on NOS provides a basis for hypothesizing relationships between these two constructs. Discussions about domain specificity and domain generality of epistemological beliefs can be accepted as one of the lines of these studies. The term domain discussed in this line of research refers to different branches of science or disciplines, such as general science, psychology or chemistry (Hofer, 1997). While some researchers (e.g., Schommer and Walker, 1995) argue that individuals hold similar epistemological beliefs across different domains, that is, advocate domain generality of epistemological beliefs, some others (e.g., Buehl, Alexander, and Murphy, 2002; Stathopoulou and Vosniadou, 2007) propose that epistemological beliefs are domain-specific. Researchers who propose domain-specificity of epistemological beliefs mainly state that individuals may hold different epistemological beliefs with a variety of sophistication about certain domains of knowledge.

There are research studies which revealed that epistemological beliefs could be both domain-general and domain-specific concurrently (e.g., Buehl and Alexander, 2001; Kienhues, Bromme, and Stahl, 2008; Schommer-Aikins, 2002). The rationale of the present study is based on this line of research. To elaborate on this idea, we can refer to Borgerding, Deniz, and Anderson's (2017) assertion.

Borgerding et al. (2017) asserted that individuals possess an overall epistemic view about the nature of general knowledge and these epistemic views relate to their epistemological beliefs on the nature of scientific knowledge. Moreover, the researchers highlighted that the relationship between individuals' beliefs about the nature of general knowledge and their domain-specific beliefs "should be considered as dynamic" (p. 497). That is, according to the researchers, there might be a reciprocal relationship between these two constructs as sophisticated beliefs about the nature of general knowledge may determine the extent to which individuals develop their beliefs about a certain discipline, such as science. The developed beliefs about a certain discipline, as the researchers contended, may promote the sophistication of their beliefs about the nature of general knowledge as well. Similar to Borgerding et al. (2017), in the present study, we argue that individuals' epistemological beliefs on the nature of scientific knowledge (i.e., NOS views) relate to their overall epistemic views about the nature of general knowledge (i.e., personal epistemological beliefs).

Findings of some previous research support this contention. For instance, in Akerson et al. (2006), retention of preservice elementary teachers' improved NOS views after a one-semester long course was examined. The researchers interpreted the results through Perry's scheme and reported that the participants who had more sophisticated epistemological beliefs were inclined to retain more developed NOS views. In another study, Akerson and Buzzelli (2007) examined connections between preservice early childhood teachers' NOS views and Perry (1999) positions (i.e., dualism, multiplicity, and relativism). Findings revealed that preservice teachers at each Perry position possessed some misconceptions regarding NOS. However, preservice teachers who were positioned at lower stages of epistemological beliefs sophistication (i.e., dualism) expressed less developed NOS views. More specifically, when compared to their counterparts who were positioned at Perry's dualism stage (i.e., who believed in the existence of only one correct/truth), teacher candidates who were positioned at Perry's multiplicity stage (i.e., who believed in the existence of uncertainty and denied definite correct or incorrect responses) exhibited higher awareness with regard to the possibility of various interpretations in the analyses of scientific data. Similar connections between preservice early childhood teachers' NOS views and Perry positions were also found in Akerson, Buzzelli and Donnelly's study (2008). In contrary to Akerson and her colleagues, Borgerding and Deniz (2019) did not find significant relationships between college biology students' epistemological beliefs as measured by their Perry positions and views about empirical NOS.

Some researchers (e.g., Cho, Lankford, and Wescott, 2011; Deniz, 2011; Johnson and Willoughby, 2018; Kızıkan and Bektaş, 2021; Kim and Hamdan-Alghamdi, 2021; Koseoglu and Koksall, 2015; Ozgelen, 2012) who adopted a multidimensional approach regarding personal epistemological beliefs also highlighted relationships between epistemological belief dimensions (e.g., epistemological beliefs about the certainty of knowledge) and NOS views. For instance, Pearson r correlations calculated

by Cho et al. (2011) suggested that immature epistemological beliefs of college students were associated with their immature NOS views. To exemplify, all dimensions of epistemological beliefs used in the study (i.e., simple knowledge, certain knowledge, fixed ability, omniscient authority and quick learning) were negatively correlated with the tentative NOS aspect. That is, college students with less sophisticated epistemological beliefs were more inclined to believe that scientific knowledge is not subject to change. Findings of Koseoglu and Koksall's (2015) multiple linear regression analyses resulted in some significant relationships between some epistemological belief dimensions and NOS views. For example, prospective biology teachers' epistemological beliefs in learning with time and development of learning ability with opportunity and support predicted their NOS views regarding the definition of science and subjectivity in science. Findings of qualitative data collected by Kızıkan and Bektaş (2021) also revealed some implications about the relationships between personal epistemological beliefs and NOS views. In their study, Kızıkan and Bektaş (2021) found that Epistemologically Enriched Toulmin Argumentation Model (EETAM) positively influenced 7th grade students' views about some aspects of NOS. More specifically, the students' statements in the semi-structured interviews indicated that explicit discussions on epistemological belief dimensions of Schommer's (1990) epistemological model were influential on their views on nature of science (e.g., tentative NOS). Another research conducted by Lim and Hamdan-Alghamdi (2021) investigated Saudi Arabian secondary school students' views of NOS and epistemological beliefs. Although their study focused more on the gendered differences, one of the research questions sought to investigate whether the participants' views of NOS predicted their epistemological beliefs. Results of stepwise multiple regression analysis revealed that the subscales of the views of NOS, "the invented and creative nature of science" and "the cultural impacts" were significant predictors of epistemological beliefs for male participants. Moreover, for female participants, the subscales of the views of NOS "the invented and creative nature of science," "the cultural impacts," and "the theory-laden exploration" were the significant predictors of epistemological beliefs.

Findings regarding the positive effect of NOS instruction on students' epistemological beliefs also provide supporting evidence for the relationships between NOS views and personal epistemological belief dimensions. It can also be inferred from these studies that it may be more difficult for some of the epistemological belief dimensions to be changed by NOS instruction. For instance, Özgelen (2012) tested the effects of one semester inquiry-based and explicit-reflective NOS instruction in a Laboratory Application in Science course on PSTs' epistemological beliefs. Paired samples t-test results suggested the positive effects of the course on his participants' epistemological beliefs on the certainty of knowledge and source of knowledge. On the other hand, NOS instruction provided during the course did not seem to help PSTs develop their epistemological beliefs about the justification for knowing (e.g., "there is really no way to determine whether someone has the right answer in science") and attainability of truth (e.g., "if scientists try hard enough, they can find the answers to almost

anything"). Johnson and Willoughby's (2018) longitudinal (five years) study showed that explicit use of NOS material had a generally positive effect on undergraduate students' epistemological beliefs and this positive effect did not deteriorate after a semester of NOS instruction. On the other hand, participants' epistemological beliefs about the innate ability to learn were more resistant to be affected by the NOS instruction suggesting rigidity of this epistemological belief dimension.

As revealed in these studies, there are mixed results about the relationships between dimensions of epistemological beliefs and NOS aspects. Therefore, more research is needed to clarify the relationships between epistemological beliefs and views on NOS and investigating these relationships within a sound conceptual background would be a reasonable approach. Different from the above-cited research, which relied on findings of their empirical data and conclusions drawn from their analyses, Deniz (2011) provided a theoretical paper about the parallelism between epistemological beliefs and NOS. The present study was based on the arguments proposed in Deniz's (2011) paper because the author comprehensively analyzed and synthesized educational psychology and science education literature to explain and exemplify the common ground between these two areas of literature (i.e., epistemological beliefs, NOS). In his theoretical paper, Deniz (2011) explained conceptual similarities between two aspects of NOS (i.e., tentative NOS, subjective NOS) and epistemological beliefs. More specifically, Deniz (2011) proposed that informed views on the tentative NOS aspect were likely to be related to the certain knowledge dimension of epistemological beliefs. Namely, an individual who acknowledges the uncertainty in knowledge and truth in general (i.e., who has sophisticated beliefs in certain knowledge) would also be more likely to acknowledge the tentativeness in science and scientific knowledge. Another NOS aspect that was proposed by Deniz (2011) to have a common ground with epistemological beliefs was the subjective NOS aspect (corresponds to "theory-driven nature of observations" in the present study). Deniz (2011) stated that individuals who are found to have more sophisticated epistemological beliefs in the attainability of truth dimension of Hofer's (1997) epistemological beliefs scale would exhibit more informed views on the subjective NOS aspect. Hofer's (1997) attainability of truth dimension of epistemological beliefs refers to perceptions about the attainability of absolute truth in science, especially by scientists who are experts in their fields (Hofer, 1997, 2000). In this vein, Deniz (2011) proposed that sophisticated beliefs in this epistemological belief dimension would lead to higher levels of awareness about the subjective nature of science. That is individuals who are aware that absolute truth is not possible in science would be more likely to be aware of the theoretical and personal biases in science, which lead to subjectivity in science.

Purpose of the Study and Research Questions

The main purpose of the study was to examine relationships between personal epistemological beliefs and NOS views of PSTs. Specifically, this study focused on exploring whether there were any differences in PSTs' personal epistemological beliefs for the levels of their NOS views. Based on

conceptual similarities underlined by Deniz (2011), tentative NOS and subjective NOS (corresponds to “theory-driven nature of observations” in the current study) were the two NOS aspects chosen for examining the hypothesized relationships. That is, relationships theoretically hypothesized by Deniz (2011) were subjected to empirical analyses. In this respect, findings of the present study can contribute to filling a gap in science education literature since the number of studies that have examined the relationships between these two constructs (i.e., personal epistemological beliefs, NOS views) are limited and the existing studies indicated mixed results in the literature.

Specifically, the following research questions were addressed in the present study: 1- What are PSTs’ personal epistemological beliefs? 2- What are PSTs’ NOS views about theory-driven nature of observations and tentativeness of scientific knowledge? 3- Is there any difference among PSTs holding different levels of NOS views about theory-driven nature of observations in terms of their personal epistemological beliefs? and 4- Is there any difference among PSTs holding different levels of NOS views concerning tentativeness of scientific knowledge in terms of their personal epistemological beliefs?

Method

Research Design

In this study, the researchers used survey research design. The main purpose of survey research is to collect information from a group of people using questionnaires or interview schedules (Fraenkel, Wallen, and Hyun, 2012). In the present study, the Epistemic Beliefs Inventory and two modified items of the Views on Science-Technology-Society items were utilized to collect data about participants’ personal epistemological beliefs and NOS views, respectively.

Sample

Participants in this study were 277 PSTs who were freshman (N=27), sophomore (N=102), junior (N=89), and senior (N=56) students at three public universities located in three different cities of Turkey (three PSTs did not specify his/her grade level). The selection of the participants was based on their convenience to the researchers. As typically observed in the education faculties of the country (Assessment, Selection, and Placement Center, 2018), the number of females was higher than the number of males in the study sample ($N_{\text{female}} = 212$, $N_{\text{male}} = 64$, $N_{\text{not identified}} = 1$). The mean age of the participants was calculated as 21.4.

Instruments

Epistemic beliefs inventory (EBI): Bendixen et al.’s (1998) 32-item Epistemic Beliefs Inventory (EBI) was used to measure PSTs’ personal epistemological beliefs. The inventory takes Schommer’s (1990, 1994) Epistemological Beliefs Model as a base and asks respondents to indicate their levels of agreement with the given statements on a 5-point Likert-type scale ranging from strongly disagree (1) to strongly

agree (5). Because item statements of EBI, except reverse items, are written in a way that they reflect naïve epistemological beliefs (e.g., item 29: “Working on a problem with no quick solution is a waste of time”), getting higher scores on the inventory is accepted as an indication of naïve epistemological beliefs. Conversely, respondents who get lower scores on the inventory are inferred to have more sophisticated epistemological beliefs.

The rationale of choosing EBI instead of Schommer’s (1990) Epistemological Beliefs Questionnaire for measuring personal epistemological beliefs was mainly based on the number of items, success in factor solutions, and ability to extract the five dimensions proposed in Schommer’s (1990, 1994) epistemological beliefs model. More specifically, EBI has fewer number of items (Epistemological Beliefs Questionnaire has 63 items) and reveals more homogenous factors than Schommer’s 12 subsets of items, which parcel the items prior to factor analysis (Schraw, Bendixen, and Dunkle, 2002). Therefore, EBI seems to have overcome item-to-factor overlap problems and unexplainable factor loadings; each item of EBI generally loads unambiguously into one of the five epistemological belief dimensions (Schraw et al., 2002). Moreover, EBI is found to be more successful in extracting the omniscient authority dimension of the epistemological beliefs model.

EBI has been previously translated into Turkish by the researchers of the present study to collect data on PSTs’ epistemological beliefs (Öztürk, 2016; Tuncay-Yüksel, 2016; Tuncay-Yuksel, Yilmaz-Tuzun, and Zeidler, 2015). Since data collected using EBI (including the Turkish version of EBI) revealed different factor structures, the researchers subjected data of the present study to exploratory factor analysis (EFA). Principal Component Analysis was the method selected for utilizing EFA. Kaiser-Meyer-Olkin (.73) and Bartlett’s (1954) Test of Sphericity ($p = .00$) values confirmed the factorability of the study data. Examination of Catell’s (1966) scree test (scree plot) and Kaiser’s (1970, 1974) criterion suggested four factors. This four-factor structure was further supported by the results of Parallel Analysis (Monte Carlo Principal Component Analysis for Parallel Analysis), which is shown to be the most accurate approach for identifying the number of factors/components in a data set (Hayton, Allen, and Scarpello, 2004; Matsunaga, 2010; Pallant, 2007). Results of Parallel Analysis revealed four components with eigenvalues higher than the corresponding criterion values for a randomly generated data matrix of the same sample size (32 variables x 277 respondents).

The percentage of the total variance explained by the four factors extracted by the EFA was calculated as 33%. Since correlations among the extracted factors were quite low ($r_{max} = .18$), varimax rotation was used to better interpret the factor structure of the data. Matsunaga’s (2010) suggestions were followed for deciding on the items to be retained and 20 items that had a clear factor loading on one factor with a cutoff point of .40 were included in the data set. Results showed that similar to the findings of Öztürk’s (2016) study and the pilot study of Tuncay-Yüksel (2016), which were conducted in the Turkish context, items measuring epistemological beliefs about the certainty of knowledge and

speed of learning loaded on a single factor. Remaining items are clustered into three factors reflecting Schommer's (1990, 1994) simple knowledge, innate ability, and omniscient authority epistemological belief dimensions. Cronbach's alpha and mean inter-item correlation values corresponding to each of the emerged dimensions are given in Table 1.

For scales with fewer than 10 items, it is common to find quite small Cronbach's α values because Cronbach's α values depend on the number of items in a scale (Pallant, 2007). In these cases, it is suggested to calculate and report mean inter-item correlation values of the items. Factors (subscales) of EBI obtained in this study had fewer than 10 items. As expected, most of Cronbach's α values were lower than desired. Thus, in addition to Cronbach's α , mean inter-item correlation values were calculated and reported. All of the mean inter-item correlation values were in the suggested range of .2 to .4 (Clark and Watson, 1995; Pallant, 2007), allowing the researchers to disregard relatively low values of Cronbach's α . Theoretical consistency between underlying meanings of the item statements and the factors they loaded onto provided evidence for the validity of the instrument¹. Description of the factors representing dimensions of EBI and sample items of the obtained EBI dimensions are presented in Table 1. The failure to obtain five distinct factors and Cronbach's α reliabilities lower than .70 for epistemic belief measures are not rare in the literature (DeBacker, Crowson, Beesley, Thoma, and Hestevold, 2008). According to DeBacker et al. (2008), measuring epistemic beliefs is a challenging issue and in determining the dimensions in epistemic measures, not only empirical grounds but also theoretical foundations should be considered. In accordance with this view, we critically examined theoretical foundations of epistemological beliefs literature along with the factor analysis results while determining the factor structure of our epistemological beliefs data.

Table 1. *Descriptions, sample items, and reliability coefficients corresponding to EBI dimensions*

Dimension Name	Description	Sample Items
ertain knowledge and Quick learning (Cronbach's alpha = .66; Mean inter-item cor. = .20; # of items = 8)	The degree to which research participant believes knowledge is certain and learning is a quick process	If you don't learn something quickly, you won't ever learn it What is true today will be true tomorrow
Simple Knowledge (Cronbach's alpha = .51; Mean inter-item cor. = .20; # of items = 4)	The degree to which research participant believes knowledge is simple and consists of isolated bits of facts	Too many theories just complicate things
Innate Ability (Cronbach's alpha = .47; Mean inter-item cor. = .18; # of items = 4)	The degree to which research participant believes learning ability is fixed at birth; cannot be developed by hard work	Some people will never be smart no matter how hard they work
Omniscient Authority (Cronbach's alpha = .51; Mean inter-item cor. = .17; # of items = 5)	The degree to which research participant believes knowledge is handed down by authority	People should always obey the law

Merging EBI factors and obtaining less than five epistemological belief dimensions is not specific to the Turkish context. For instance, in Nussbaum and Bendixen's (2003) study, data collected using EBI with 238 undergraduate Caucasian (79%), Asian (6%), Hispanic (8%), and African American (5%) students were factorized into four factors in which epistemological belief dimensions of omniscient authority and certain knowledge were merged. Chan, Ho, and Ku's (2011) factor analysis on data collected from 138 Chinese undergraduates resulted in a three-factor structure (factors extracted: certain knowledge, innate ability, and simple knowledge). These findings may be explained by the influence of cultural differences or individual characteristics (e.g., age, gender, etc.) on personal epistemological beliefs (Chan and Elliot, 2004; Yilmaz-Tuzun and Topcu, 2008). It is also possible to attribute these findings to the use of the translated version of EBI. That is, translation of an instrument might cause participants to have difficulties understanding the items clearly and even misunderstand some of them (Yilmaz-Tuzun and Topcu, 2008) and, as in our study, may result in factor structures different than the ones obtained using its original version.

Two modified items of the Views on Science-Technology-Society (VOSTS): The present study aimed to investigate relationships between PSTs' epistemological beliefs and NOS views statistically. Inferential statistics utilized to analyze the hypothesized relationships required relatively large sample size. Therefore, the use of interviews or open-ended instruments, such as the Views of Nature of Science

(VNOS) questionnaire (Lederman, Abd-El-Khalick, Bell, and Schwartz, 2002), was not feasible due to the lack of resources required for data collection and data analysis.

In their study, Dogan and Abd-El-Khalick (2008) modified and then utilized 14 items of the VOSTS questionnaire (Aikenhead, Ryan, and Fleming, 1989) for collecting data on students and science teachers' NOS views. The empirical approach followed during the development of the original VOSTS was proposed to result in a valid instrument in which "the meaning that students read into the VOSTS choices tends to be the same meaning that students would express if they were interviewed" (Ryan & Aikenhead, 1992, p. 576). Moreover, Dogan and Abd-El-Khalick (2008) made additional efforts to improve the instrument's validity through pilot testing. In addition to its validity, its success in assessing Turkish students and science teachers' NOS views made the 14 modified VOSTS items an appealing instrument for examining NOS views of Turkish PSTs. Considering the views of two bilingual researchers who are experts in NOS research, some revisions were made on the translation of the items in the modified VOSTS items (Dogan and Abd-El-Khalick, 2008) to increase the understandability of the item statements and viewpoints following each item statement.

In the 14-item version of the VOSTS questionnaire, respondents are presented with item statements, each of that focuses on certain aspects of NOS. The item statements are then followed by many viewpoints. Respondents are asked to indicate the viewpoint (one viewpoint for each statement) which is the closest to their own positions. In its original version (Ryan and Aikenhead, 1992), respondents are also provided with three extra choices (i.e., "I don't understand," "I don't know enough about this subject to make a choice," "None of these choices fits my basic viewpoint"). Dogan and Abd-El-Khalick (2008) deleted these three choices and added an extra place at the end of each item. In this way, it was aimed to allow respondents to express their own viewpoints about the item statements if none of the already listed viewpoints were reflective of their NOS views. Each viewpoint, which follows the item statements, was categorized as "naïve", "has merit" (i.e., partially informed or partially naive) or "informed" by Dogan and Abd-El-Khalick (2008), depending on the sophistication of the NOS position it represented.

In accordance with Deniz (2011), the researchers of the present study focused their analyses on the relationships of epistemological beliefs to views on the two NOS aspects (i.e., theory-driven nature of observations, the tentativeness of scientific knowledge). These two NOS aspects were measured by two items (Item 90111, Item 90411), which were taken from the 14-item version of the VOSTS questionnaire (Dogan and Abd-El-Khalick, 2008) (see Table 4 for the items used in this study).

Data Collection and Data Analysis

Data were collected in the 2018 spring semester and participation in the present study was voluntary. Participants were informed about the anonymity and confidentiality of their answers and

also, they were reminded that participation in the present study would not influence their grading in any way when any of the authors has a dual role of researcher and instructor. Analysis of the collected data included EFA, descriptive analysis, and two one-way MANOVA analyses. Four dimensions of epistemological beliefs obtained from EFA (i.e., certain knowledge and quick learning, simple knowledge, innate ability, omniscient authority) and the two NOS aspects (i.e., theory-driven nature of observations and tentativeness of scientific knowledge) were the variables in MANOVA analyses.

Ethical Permissions

This study followed all the rules indicated in the document entitled “Higher Education Institutions Scientific Research and Publication Ethics Directive”. None of the actions indicated in the second part of the document “Actions against Scientific Research and Publication Ethics” was in the present study. Data collection was carried out in 2017-2018 academic year spring semester; therefore, no permission was needed in the present study.

Results

Before conducting each MANOVA, data were checked to ensure that the assumptions of sample size, normality, outliers, linearity, multicollinearity and singularity, and homogeneity of variance-covariance matrices were not violated. The only violation was for the assumption of the equality of variance for one dependent variable (Omniscient Authority) as Levene’s test revealed a significant result. As suggested by Tabachnick and Fidell (2007), to overcome this, an alpha level of .01 instead of .05 was set for that variable.

(RQ1) PSTs’ personal epistemological beliefs: As shown in Table 2, the highest mean score was obtained for the dimension of simple knowledge ($M = 3.16$, $SD = .73$), indicating that in this study, among the dimensions of personal epistemological beliefs, PSTs’ simple knowledge beliefs were the least sophisticated. The participating PSTs tended to believe that knowledge is simple rather than complex. On the other hand, the lowest mean score was obtained for the dimension of certain knowledge and quick learning ($M = 1.88$, $SD = .53$). This finding showed that PSTs had moderately sophisticated beliefs about the certainty of knowledge and the speed of learning. They tended to believe that knowledge is tentative rather than certain and that learning is not a quick and sudden process. Descriptive statistics for innate ability ($M = 3.08$, $SD = .73$) and omniscient authority ($M = 3.01$, $SD = .65$) revealed that the participants of this study still tended to believe that learning is innate and fixed at birth and handed down by authority rather than derived from reason.

Table 2. *Descriptive statistics for personal epistemological beliefs*

Dimensions	M	SD	Min.	Max.
Certain knowledge and Quick learning	1.88	.53	1.00	3.75
Simple knowledge	3.16	.73	1.00	5.00
Innate ability	3.08	.73	1.00	5.00
Omniscient authority	3.01	.65	1.00	5.00

(RQ2) PSTs' Nature of Science Views: Frequencies of the PSTs' responses to the VOSTS item, which focused on the theory-driven nature of observations (Item 90111), revealed that less than half (40.8%) of the PSTs held informed views on this NOS aspect. Although three of the five viewpoints that followed the item statement (viewpoints C, D, **and** E; see Table 4) correspond to naive positions, participants selected these viewpoints with the lowest frequency (24.2%). The percentage of the viewpoints categorized as "has merit" was 35%.

For the VOSTS item that focuses on the tentativeness of scientific knowledge (Item 90411), 92.8% of the participants had informed views. The total percentage of participants who selected the viewpoints corresponding to naive views (viewpoints C and D) was 7.2% (see Table 3).

Table 3. *Frequencies and percentages of PSTs' NOS views*

VOSTS Item		Naïve		Has merit		Informed	
No	Focus	f	%	f	%	f	%
90111	Theory-driven nature of observations	67	24.2	97	35.0	113	40.8
90411	Tentativeness of scientific knowledge	20	7.2	0 ^a	0 ^a	257	92.8

^aNone of the response options in Item 90411 represents "has merit" position.

Detailed information regarding PSTs' responses to each of the two VOSTS items is tabulated in Table 4.

Table 4. Frequency and percentages of PSTs' responses to the VOSTS items

Item 90111: Scientific observations made by competent scientists will usually be different if the scientists believe different theories.			
Response		f	%
A.	Yes, because scientists will experiment in different ways and will notice different things. (has merit)	97	35.0
B.	Yes, because scientists will think differently and this will alter their observations. (informed)	110	39.7
C.	Scientific observations will not differ very much even though scientists believe different theories. If the scientists are indeed competent their observations will be similar. (naive)	63	22.7
D.	No, because observations are as exact as possible. This is how science has been able to advance. (naive)	4	1.4
E.	No, observations are exactly what we see and nothing more; they are the facts. (naive)	0	0
Item 90411: Even when scientific investigations are done correctly, the knowledge that scientists discover from those investigations may change in the future.			
Response		f	%
A.	Because new scientists disprove the theories or discoveries of old scientists. Scientists do this by using new techniques or improved instruments, by finding new factors overlooked before, or by detecting errors in the original “correct” investigation. (informed)	203	73.3
B.	Because the old knowledge is reinterpreted in light of new discoveries. Scientific facts can change. (informed)	52	18.8
C.	Scientific knowledge APPEARS to change because the interpretation or the application of the old facts can change. Correctly done experiments yield unchangeable facts. (naive)	9	3.2
D.	Scientific knowledge APPEARS to change because new knowledge is added on to old knowledge; the old knowledge doesn’t change. (naive)	11	4.0

Discussion

PSTs' Personal Epistemological Beliefs

Findings regarding PSTs' epistemological beliefs supported what existing research has revealed so far. First, as asserted by Schommer (1990, 1994) and some other colleagues (e.g., Bendixen et al., 1998), personal epistemology is composed of more than one belief, that is, epistemological beliefs are

multidimensional. In this study, factor analysis of EBI revealed four factors, which provided evidence for the multidimensionality of epistemological beliefs. Second, research revealed that epistemological beliefs are more or less independent (Schommer, 1990, 1994). Namely, individuals may hold sophisticated epistemological beliefs on some of the EBI dimensions while at the same time holding naïve beliefs on another. Our findings showed that PSTs had moderately sophisticated beliefs on certain knowledge and quick learning dimension but less sophisticated beliefs on the other extracted factors of EBI.

The mean values corresponding to each extracted dimension revealed that PSTs failed to demonstrate higher levels of sophistication on EBI dimensions. Among the four extracted factors, PSTs demonstrated naïve epistemological beliefs on simple knowledge, innate ability, and omniscient authority dimensions and they had the least sophisticated beliefs on the omniscient authority dimension. Similar findings have been reported in studies conducted in the Turkish context (e.g., Ozturk and Yilmaz-Tuzun, 2017; Tuncay-Yuksel et al., 2015; Yilmaz-Tuzun and Topcu, 2008). The common finding in these studies was the lower levels of sophistication in epistemological belief dimensions. Moreover, consistent with our finding, in Ozturk and Yilmaz-Tuzun (2017) and Tuncay-Yuksel et al. (2015), omniscient authority was the least developed belief dimension. Yilmaz-Tuzun and Topcu (2008) argued that the traditional teaching approaches PSTs were exposed to in their elementary and high school years might be the source of their belief that knowledge was handed down by authority rather than derived from reason. Besides, these beliefs could still be influential in their undergraduate years. Despite the reform efforts in both K-12 science curriculum and science teacher education programs (CoHE, 2007, 2018; Ministry of National Education [MoNE], 2013, 2018a, 2018b, 2018c, 2018d), it is still not possible to say that every teacher is able to implement student-centered teaching practices successfully. Teachers are still considered to be knowledge transmitters and students are not provided enough opportunities to construct their own knowledge (Aydın and Çakıroğlu, 2010), which may hinder the development of personal epistemological beliefs.

It is important here to note that, in this study, we interpreted participants' epistemological beliefs based on modern Western views of scientific epistemology. As acknowledged by previous research, individuals' epistemological orientations may change from one situation to another; therefore, their beliefs on knowledge cannot be regarded as culture-independent or value-free (Bang and Medin, 2010; Chinn, Buckland, and Samarapungavan, 2011). What is considered "highly sophisticated" or "correct" views of epistemological beliefs in our study reflect Western value systems and orientations.

PSTs' Nature of Science Views

Descriptive analyses of this study revealed differences in the sophistication of the PSTs' views on the theory-driven nature of observations and tentativeness of scientific knowledge. The frequency

distribution of the PSTs' responses to the VOSTS item related to tentativeness of scientific knowledge showed that 92.8% of PSTs had informed views on the tentativeness of scientific knowledge. That is, the overwhelming majority of the participants recognized that scientific knowledge is subject to change rather than unchanging. There are research studies consistent with the finding obtained in the present study (e.g., Dogan and Abd-El-Khalick, 2008; Erdogan, Cakiroglu, and Tekkaya, 2006; Yalvac, Tekkaya, Cakiroglu, and Kahyaoglu, 2007). For example, Dogan and Abd-El-Khalick (2008) found that most of the participating grade 10 students (68.2%) and their science teachers (72.9%) had informed conceptions on the tentative NOS. Yalvac et al. (2007) reported that the majority of PSTs (76%) appreciated that scientific knowledge is tentative.

On the other hand, the present study's findings on the theory-driven nature of observations are not as promising as the findings on the tentativeness of scientific knowledge. More specifically, while less than half (40.8%) of the participants had informed views about the theory-driven nature of observations, relatively fewer (35%) participants held partially informed views or partially naïve views (indicated as "has merit"; see Table 3). Besides, a considerable percentage (24.2%) of the participants held naïve views. Namely, only less than half of the participants had the informed view that theories held by scientists affect their observations. These findings are in line with some previous research conducted in Turkish contexts (e.g., Çetinkaya-Aydın and Çakiroğlu, 2017; Dogan and Abd-El-Khalick, 2008; Erdogan et al., 2006). More specially, in their study, Dogan and Abd-El-Khalick (2008) reported that fewer than half of grade 10 students (38.7%) and relatively fewer science teachers (27.7%) had informed views about the theory-driven nature of observations, whereas about half of the teachers (46.5%) and comparatively fewer students (35.3%) held naïve conceptions on this aspect. In addition, a study with PSTs conducted by Erdogan et al. (2006) revealed that half of the PSTs were knowledgeable about the subjective nature of scientific knowledge and recognized the effects of scientists' cultural background and beliefs on scientific research. Moreover, in their research, Çetinkaya-Aydın and Çakiroğlu (2017) revealed that after the Nature of Science and History of Science course, one-third and half of the PSTs had informed and adequate views respectively on the subjectivity aspect of NOS.

Like several reform documents in the US and by the European Union (Commission of the European Communities, 2008, 2010; National Science Education Standards - NRC, 2012; Next Generation Science Standards - NGSS; NGSS Lead States, 2013), Turkish Ministry of National Education set goals regarding the development of students' views on the ways scientific knowledge is obtained and scientists conduct scientific research, and these efforts have been going on for the past two decades in an intense way (MoNE, 2006; 2013; 2018a). In those curriculum documents, developed NOS understanding is also accepted as a crucial component of scientific literacy, which has been the overarching goal of the Turkish middle school and high school science curriculum for several years

(MoNE, 2006; 2013; 2018a; 2018b; 2018c; 2018d). Similarly, a course related to NOS was included in science teacher education programs (CoHE, 2007; 2018).

However, given the findings obtained in the present study, it can be inferred that the significance given to NOS in Turkish curriculum documents and science teacher education program was not reflected in individuals' views. Specifically, some participating PSTs were still found to possess naïve conceptions; although a great majority of the participants held informed views on tentativeness of scientific knowledge, 35% of the participants held partially informed views or partially naïve views and a considerable percentage (24.2%) of them held naïve views on the theory-driven nature of observations. Similar to Erdogan et al.'s (2006) explanation, this finding may be attributed to participants' inadequate experience on NOS during science courses in schools and science-related courses in teacher education programs. More specifically, according to Erdogan et al. (2006), one reason for PSTs' limited conceptions of NOS was that science courses that PSTs experienced in schools did not include explicit NOS instruction. The authors pointed out that the Turkish education system concentrates on supplying robust content knowledge and the condition that contents in science curriculum need to be taught by teachers in a limited time affects the time for NOS instruction. Erdogan et al. (2006) also added that PSTs' undesired views of NOS could be explained at least partially with the deficiency of importance given to NOS in science-related courses in the teacher education program. According to those findings, it can be inferred that PSTs may hold concurrently different views about NOS. That finding may also indicate that individuals' personal epistemological beliefs and scientific epistemological beliefs are somehow similar in their structure. More specifically, as individuals may possess different levels of sophistication regarding their beliefs about the nature of knowledge and knowing (Schommer, 1990), they may also have varying levels of sophistication (i.e., naïve to informed) on the nature of scientific knowledge and how scientific knowledge is obtained.

Personal Epistemological Beliefs and Nature of Science Views

This study examined PSTs' epistemological beliefs and NOS views by specifically seeking out whether the dimensions of epistemological beliefs (i.e., certain knowledge and quick learning, simple knowledge, innate ability, and omniscient authority) differed for the levels of views in relation to tentativeness of scientific knowledge (naïve and informed) and theory-driven nature of observations (naïve, has merit, informed). In contrary to what was expected, the results revealed no statistically significant difference in PSTs' epistemological beliefs for the levels of views about the two NOS aspects.

Inconsistent with our findings, NOS views have been reported to be related to epistemological beliefs in findings of some previous research (Akerson et al., 2006; Akerson and Buzzelli, 2007; Akerson et al., 2008; Cho et al., 2011; Kim and Hamdan-Alghamdi, 2021; Koseoglu and Koksall, 2015; Ozgelen, 2012). Lack of statistical significance in the results of the present study's analyses may be attributed to

the limited representativeness of the study sample. In the present study, data were collected from 277 PSTs in only three different universities in Turkey. Collecting data from PSTs in three universities may be considered a limitation of this study and implies that repeating analyses with larger and more diverse samples may result in statistically significant relationships between personal epistemological beliefs and NOS views.

There may also be other reasons underlying the lack of statistically significant difference in PSTs' epistemological beliefs for different levels of NOS views in our study. First, similar to Borgerding and Deniz's (2019) argument, NOS views and epistemological beliefs may be unrelated indeed. Results of chi-square analysis in Borgerding and Deniz's (2019) study revealed no difference in college students' empirical NOS views for different Perry levels (dualist, multiplist, relativist, dialectical) of epistemological beliefs. Our results seem to be in line with their argument that individuals' epistemological beliefs might not be related to NOS views (Borgerding and Deniz, 2019). However, the NOS aspects focused in our study and the study of Borgerding and Deniz (2019) may be regarded among the possible reasons of the statistically non-significant relationships observed among personal epistemological beliefs and NOS views. Maybe, NOS aspects other than those examined in our study and in the study of Borgerding and Deniz (2019) may reveal significant relationships. At this point, it would also be very beneficial to examine theoretical and conceptual common grounds between dimensions of epistemological beliefs and different aspects of NOS.

Second, the instruments used in the present study may not be able to measure PSTs' epistemological beliefs and NOS views precisely enough to reveal any differences. That is, despite the advantages of the EBI when compared to other quantitative data collection tools used for measuring personal epistemological beliefs (see Method section for a detailed discussion of the proposed advantages of the EBI), it is still possible that the instrument was not able to reveal PSTs' actual level of epistemological beliefs because epistemological beliefs is an abstract construct by its nature and it might have been hard for the respondents to grab actual meanings of the epistemological belief items in a translated version of the instrument (Yilmaz-Tuzun and Topcu, 2008). Regarding the views on NOS, we used one question selected from the VOSTS questionnaire to measure each of the two NOS aspects. Using a particular NOS aspect with one question instead of a set of questions might not strongly measure PSTs' views on the NOS aspects of the tentativeness of scientific knowledge and the theory-driven nature of observations. In addition to these, quantitative data tool used in the study may not have fully grasped epistemological beliefs which are deeply rooted and difficult to access by close-ended instruments but requires the use of qualitative tools, such as semi-structured interview protocols (e.g., Luft and Roehrig's (2007) Teacher Beliefs Interview protocol). Similarly, using interviews and open-ended instruments, such as the Views of Nature of Science (VNOS) questionnaire (Lederman et

al., 2002), would yield more detailed data on the PSTs' NOS views. However, we should note that using these kinds of open-ended instruments was not feasible with large samples.

Conclusions and Implications

As elucidated above, there are some limitations of this study, such as lack of diversity in the study sample, measuring NOS views with two questions (one question per one NOS aspect), and lower than desired Cronbach's α values calculated for epistemological belief dimensions. However, the present research attempted to contribute to our understanding of the relationships between epistemological beliefs and NOS views. Consistent with the findings obtained in Borgerding and Deniz's (2019) research, this study revealed that PSTs' epistemological beliefs in simple knowledge, innate ability, omniscient authority, and certain knowledge and quick learning do not differ for the levels of views concerning tentativeness of scientific knowledge and theory-driven nature of observations. In the literature, non-significant findings are regarded as important as significant ones since all research, as a whole, contribute to our understanding of the study constructs under research. We believe that efforts to understand the relationships between epistemological beliefs and NOS views are valuable for educational research and practice. Moreover, further studies with different research designs, sample characteristics, and data collection tools may shed more light on the relations between personal epistemological beliefs and NOS views.

The findings obtained in this study have some implications for science teacher education. Teachers' personal and scientific epistemological beliefs may affect how they approach teaching and learning, such as making instructional choices (Kazempour and Sadler, 2015; Olafson and Schraw, 2006). However, the PSTs in this study were found to have less sophisticated epistemological beliefs. It would be unrealistic to expect effective teaching practices in classrooms if teachers lack developed beliefs on how knowledge is generated, the sources of knowledge, scientific methods and principles. Therefore, developing teachers' epistemological beliefs should be one of our primary aims as teacher educators.

Given the epistemological beliefs, Hammer and Elby (2002) emphasized the importance of epistemological resources (i.e., resources for understanding the nature and source of knowledge, epistemological activities, epistemological forms, and epistemological stances) individuals already possess. According to Hammer and Elby (2002), these resources can be considered the building blocks to be strengthened, should be activated and engaged within certain contexts. More specifically, these resources, which are available from early ages, are invoked by individuals in different contexts to make sense of the nature of knowledge or strategies for learning (Hammer and Elby, 2002). Taken from this perspective, the courses offered in teacher education programs and even in the earlier grades should provide contexts involving varied pedagogical approaches and instructional strategies in which individuals may invoke different epistemological resources. Among the courses offered in teacher

education programs, courses, such as history and philosophy of science, philosophy of education, nature of science, and pedagogy courses, such as methods of teaching science are of primary importance where productive resources are to be invoked by the learners.

As for personal epistemological beliefs, teachers' holding informed NOS views have crucial importance for students to develop sound conceptions of NOS (Akerson et al., 2006; Herman, Clough, and Olson, 2013). Therefore, it is inevitable that NOS understanding is aimed to be supported during teacher education programs, such as science courses and other courses like history and philosophy of science and methods of science teaching (Abd-El-Khalick, 2001, 2005). Along with offering sufficient number of NOS-related courses, design of these courses should be well-structured, specifically, in a way to teach NOS explicitly and create opportunities for reflecting on NOS learning (see Bilican, Cakiroglu, and Oztekin, 2015).

Disclosure Statement

No potential conflict of interest was reported by the authors.

An earlier version of this paper was presented at the International Eurasian Educational Research Congress (EJER) 2019.

Notes

¹Most of the items in EBI loaded onto their expected factors. However, although item 22 (i.e., "Science is easy to understand because it contains so many facts") was expected to load onto simple knowledge dimension, it loaded onto the factor which included items measuring omniscient authority. This item was the item that had the highest factor loading and did not load onto any other factor. It was likely that respondents focused on the last part of the sentence (i.e., "...it [science] contains so many facts"). Correspondingly, this item might reveal their belief that science is the source of the knowledge.

References

- Abd-El-Khalick, F. (2001). Embedding nature of science instruction in preservice elementary science courses: Abandoning scientism, but. *Journal of Science Teacher Education*, 12, 215–233.
- Abd-El-Khalick, F. (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, 15–42.
- Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L. & Lederman, N. G. (1998). The nature of science and instructional practice: Making the unnatural natural. *Science Education*, 82(4), 417–436.
- Abd-El-Khalick, F. & Lederman, N. G. (2000). Improving science teachers' conceptions of the nature of science: a critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 22(7), 665–701.
- Aikenhead, G., Ryan, A. & Fleming, R. (1989). *Views on science–technology–society* (from CDN.mc.5). Saskatoon, Canada: Department of Curriculum Studies, University of Saskatchewan.
- Akerson, V. L. & Buzzelli, C. A. (2007). Relationships of preservice early childhood teachers' cultural values, ethical and cognitive developmental levels, and views of nature of science. *Journal of Elementary Science Education*, 19(1), 15–24.
- Akerson, V. L., Buzzelli, C. A. & Donnelly, L. A. (2008). Early childhood teachers' views of nature of science: The influence of intellectual levels, cultural values, and explicit reflective teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(6), 748–770. <https://doi.org/10.1002/tea.20236>
- Akerson, V. L., Morrison, J. A. & Roth McDuffie, A. (2006). One course is not enough: Preservice elementary teachers' retention of improved views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(2), 194–213. <https://doi.org/10.1002/tea.20099>
- Assessment, Selection and Placement Center. (2018). *Number of students and teaching staff according to educational institutions for the 2017–2018 academic year*. Ankara: OSYM. Retrieved from <https://istatistik.yok.gov.tr/>
- Aydın, S. & Çakıroğlu, J. (2010). Teachers' views related to the new science and technology curriculum: Ankara case. *Elementary Education Online*, 9(1), 301–315.
- Bang, M. & Medin, D. (2010). Cultural processes in science education: Supporting the navigation of multiple epistemologies. *Science Education*, 94(6), 1008–1026. <https://doi.org/10.1002/sce.20392>
- Bartlett, M. S. (1954). A note on the multiplying factors for various chi square approximations. *Journal of the Royal Statistical Society*, 16 (Series B), 296–298.
- Baxter Magolda, M. B. (1992). *Knowing and reasoning in college: Gender-related patterns in students' intellectual development*. Jossey Bass.

- Belenky, M. F., and Clinchy, B. M., Goldberg, N. R. & Tarule, J. M. (1986). *Women's ways of Knowing: The development of self, voice and mind*. Basic Books.
- Bendixen, L. D., Schraw, G. & Dunkle, M. E. (1998). Epistemic beliefs and moral reasoning. *The Journal of Psychology*, 132(2), 187–200.
- Bilican, K., Cakiroglu, J., & Oztekin, C. (2015). How contextualized learning settings enhance meaningful nature of science understanding. *Science Education International*, 27(4), 463–487.
- Borgerding, L. & Deniz, H. (2019). Nature of science views and epistemological views of college biology students. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 19(3), 290–303. <https://doi.org/10.1007/s42330-019-00049-7>
- Borgerding, L. A., Deniz, H. & Anderson, E. S. (2017). Evolution acceptance and epistemological beliefs of college biology students. *Journal of Research in Science Teaching*, 54(4), 493–519. <https://doi.org/10.1002/tea.21374>
- Buehl, M. M. & Alexander, P. A. (2001). Beliefs about academic knowledge. *Educational Psychology Review*, 13(4), 385–418.
- Buehl, M. M., Alexander, P. A. & Murphy, P. K. (2002). Beliefs about schooled knowledge: Domain specific or domain general? *Contemporary Educational Psychology*, 27(3), 415–449.
- Catell, R. B. (1966). The scree test for number of factors. *Multivariate Behavioral Research*, 1, 245–276.
- Çetinkaya-Aydın, G. & Çakiroğlu, J. (2017). Learner characteristics and understanding nature of science. *Science and Education*, 26(7–9), 919–951. <https://doi.org/10.1007/s11191-017-9939-6>
- Chan, K. W. & Elliott, R. G. (2004). Relational analysis of personal epistemology and conceptions about teaching and learning. *Teaching and Teacher Education*, 20, 817–831.
- Chan, N. M., Ho, I. T. & Ku, K. Y. L. (2011). Epistemic beliefs and critical thinking of Chinese students. *Learning and Individual Differences*, 21, 67–77. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2010.11.001>
- Chinn, C. A., Buckland, L. A. & Samarapungavan, A. (2011). Expanding the dimensions of epistemic cognition: Arguments from philosophy and psychology. *Educational Psychologist*, 46(3), 141–167. <https://doi.org/10.1080/00461520.2011.587722>
- Cho, M., Lankford, D. M. & Wescott, D. J. (2011). Exploring the relationships among epistemological beliefs, nature of science, and conceptual change in the learning of evolutionary theory. *Evolution: Education and Outreach*, 4(2), 313–322.
- Clark, L. A. & Watson, D. (1995). Constructing validity: Basic issues in objective scale development. *Psychological Assessment*, 7(3), 309–319.

- Commission of the European Communities. (2008). *Report of the commission of the European communities on progress towards the Lisbon objectives in education and training*. Retrieved from http://ec.europa.eu/education/lifelong-learning-policy/doc/report08/report_en.pdf
- Commission of the European Communities. (2010). *Report of the commission of the European communities on Lisbon strategy evaluation*. Retrieved from http://ec.europa.eu/archives/growthandjobs_2009/pdf/lisbon_strategy_evaluation_en.pdf
- DeBacker, T. K., Crowson, H. M., Beesley, A. D., Thoma, S. J. & Hestevold, N. L. (2008). The challenge of measuring epistemic beliefs: An analysis of three self-report instruments. *The Journal of Experimental Education*, 76(3), 281–312. <https://doi.org/10.3200/JEXE.76.3.281-314>
- Deniz, H. (2011). Searching for components of conceptual ecology that mediate development of epistemological beliefs in science. *Journal of Science Education and Technology*, 20(6), 743–749. <https://doi.org/10.1007/s10956-010-9267-y>
- 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. <https://doi.org/10.1002/tea.20243>
- Erdogan, R., Cakiroglu, J., & Tekkaya, C. (2006). Investigating Turkish pre-service science teachers' views of the nature of science. In K. Mutua & C. S. Sunal (Ed.). *Crosscurrents and crosscutting themes* (pp. 273–285). Information Age Publishing.
- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E. & Hyun, H. H. (2012). *How to design and evaluate research in education* (8th ed.). McGraw-Hill.
- Hammer, D. & Elby, A. (2002). On the form of a personal epistemology. In B. K. Hofer & P. R. Pintrich (Ed.). *Personal epistemology: The psychology of beliefs about knowledge and knowing* (pp. 169–190). Lawrence Erlbaum.
- Hayton, J. C., Allen, D. G., & Scarpello, V. (2004). Factor retention decisions in exploratory factor analysis: A tutorial on parallel analysis. *Organizational Research Methods*, 7, 191–205.
- Herman, B. C., Clough, M. P., & Olson, J. K. (2013). Teachers' nature of science implementation practices 2–5 years after having completed an intensive science education program. *Science Education*, 97(2), 271–309.
- Hofer, B. K. (1997). *The development of personal epistemology: Dimensions, disciplinary differences, and instructional practices* Unpublished Doctoral dissertation, University of Michigan.
- Hofer, B. K. (2001). Personal epistemology research: Implications for learning and teaching, *Journal of Educational Psychology Review*, 13(4), 353–383.

- Hofer, B. K. (2002). Personal epistemology as a psychological and educational construct: An introduction. In B. K. Hofer, & P. R. Pintrich (Ed.), *Personal epistemology: The psychology of beliefs about knowledge and knowing* (pp. 3–14). Lawrence Erlbaum Associates.
- Johnson, K., & Willoughby, S. (2018). Changing epistemological beliefs with nature of science implementations. *Physical Review Physics Education Research*, 14(1), 010110-1-010110-14. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.14.010110>
- Kaiser, H. (1970). A second generation Little Jiffy. *Psychometrika*, 35, 401–415.
- Kaiser, H. (1974). An index of factorial simplicity. *Psychometrika*, 39, 31–36.
- Kazempour, M., & Sadler, T. D. (2015). Pre-service teachers' science beliefs, attitudes, and self-efficacy: A multi-case study. *Teaching Education*, 26(3), 247-271. <https://doi.org/10.1080/10476210.2014.996743>
- Kızıkan, O., & Bektaş, O. (2021). Improving 7th Grade Students' Epistemological Beliefs by Epistemologically Enriched Argumentation Model. *Pedagogical Research*, 6(3), em0095-1-em0095-14. <https://doi.org/10.29333/pr/10949>
- Kim, S. Y., & Hamdan-Alghamdi, A. K. (2021). Saudi Arabian secondary school students' views of the nature of science and epistemological beliefs: gendered differences. *Research in Science & Technological Education*, 1–23. <https://doi.org/10.1080/02635143.2021.1961721>
- Kienhues, D., Bromme, R. & Stahl, E. (2008). Changing epistemological beliefs: The unexpected impact of a short-term intervention. *British Journal of Educational Psychology Society*, 78, 545–565.
- King, P. M. & Kitchener, K. S. (1994). *Developing reflective judgement: Understanding and promoting intellectual growth and critical thinking in adolescents and adults*. Jossey-Bass.
- Koseoglu, P. & Koksall, M. S. (2015). Epistemological predictors of prospective biology teachers' nature of science understandings. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 11(4), 751–763. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2015.1383a>
- Kuhn, D. (1991). *The skills of argument*. Cambridge University Press.
- Lederman, N. G. & Lederman, J. S. (2014). Research on teaching and learning of nature of science. In N. G. Lederman and S. K. Abell (Ed.), *Handbook of Research on Science Education*, Volume II (pp. 600–620). Routledge.
- 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.
- Luft, J. A., & Roehrig, G. H. (2007). Capturing science teachers' epistemological beliefs: The development of the teacher beliefs interview. *The Electronic Journal for Research in Science & Mathematics Education*, 11(2), 38-63.

- Matsunaga, M. (2010). How to factor-analyze your data right: Do's, don'ts, and how-to's. *International Journal of Psychological Research*, 3(1), 97–110.
- Ministry of National Education (MoNE) (2006). *İlköğretim fen ve teknoloji dersi (6, 7 ve 8. sınıflar) öğretim programı*. Ankara-Turkey.
- Ministry of National Education (MoNE). (2013). *İlköğretim kurumları (ilkokullar ve ortaokullar) fen bilimleri dersi (3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar) öğretim programı*. Ankara-Turkey.
- Ministry of National Education (MoNE). (2018a). *Fen bilimleri dersi öğretim programı (İlkokul ve Ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar)*. Ankara-Turkey.
- Ministry of National Education (MoNE). (2018b). *Ortaöğretim fizik dersi (9, 10, 11 ve 12. Sınıflar) öğretim programı*. Ankara-Turkey.
- Ministry of National Education (MoNE). (2018c). *Ortaöğretim biyoloji dersi (9, 10, 11 ve 12. Sınıflar) öğretim programı*. Ankara-Turkey.
- Ministry of National Education (MoNE). (2018d). *Ortaöğretim kimya dersi (9, 10, 11 ve 12. Sınıflar) öğretim programı*. Ankara-Turkey.
- National Research Council (NRC). (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. National Academies Press.
- NGSS Lead States. (2013). *Next generation science standards*. National Academies Press
- Nussbaum, E. M. & Bendixen, L. D. (2003). Approaching and avoiding arguments: The role of epistemological beliefs, need for cognition, and extraverted personality traits. *Contemporary Educational Psychology*, 28, 573–595. [https://doi.org/10.1016/S0361-476X\(02\)00062-0](https://doi.org/10.1016/S0361-476X(02)00062-0)
- Olafson, L., & Schraw, G. (2006). Teachers' beliefs and practices within and across domains. *International journal of educational research*, 45(1-2), 71-84. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2006.08.005>
- Ozgelen, S. (2012). Exploring the relationships among epistemological beliefs, metacognitive awareness and nature of science. *International Journal of Environmental and Science Education*, 7, 409–431.
- Ozturk, N., & Yilmaz-Tuzun, O. (2017). Preservice science teachers' epistemological beliefs and informal reasoning regarding socioscientific issues. *Research in Science Education*, 47(6), 1275–1304.
- Öztürk, N. (2016). *Preservice science teachers' SSI teaching self-efficacy beliefs and their relations to knowledge, risk and benefit perceptions, and personal epistemological beliefs*. Unpublished doctoral dissertation, Middle East Technical University, Ankara.
- Pallant, J. (2007). *SPSS survival manual: A step by step guide to data analysis using SPSS*. Open University Press.
- Perry, W. G. (1999). *Forms of ethical and intellectual development in the college years: A scheme*. Jossey-Bass.

- Ryan, A. G. & Aikenhead, G. S. (1992). Students' preconceptions about the epistemology of science. *Science Education*, 76, 559–580.
- Schommer, M. (1990). Effects of beliefs about the nature of knowledge on comprehension, *Journal of Educational Psychology*, 82(3), 498–504.
- Schommer, M. (1993). Epistemological development and academic performance among secondary schools. *Journal of Educational Psychology*, 85(3), 406–411.
- Schommer, M. (1994). Synthesizing epistemological belief research: Tentative understandings and provocative confusions. *Educational Psychology Review*, 6(4), 293–319.
- Schommer-Aikins, M. (2002). An evolving theoretical framework for an epistemological belief system. In Hofer, B. K. & Pintrich, P. R. (Ed.). *Personal epistemology: The psychology of beliefs about knowledge and knowing* (pp. 103–118). Erlbaum.
- Schommer, M. & Walker, K. (1995). Are epistemological beliefs similar across domains?. *Journal of Educational Psychology*, 87(3), 424–432. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.87.3.424>
- Schraw, G., Bendixen, L. D. & Dunkle, M. E. (2002). Development and validation of the epistemic beliefs inventory (EBI). In B.K. Hofer & P.R. Pintrich (Ed.), *Personal epistemology: The psychology of beliefs about knowledge and knowing* (pp. 261–275). Lawrence Erlbaum Associates.
- Stathopoulou, C. & Vosniadou, S. (2007). Exploring the relationship between physics-related epistemological beliefs and physics understanding. *Contemporary Educational Psychology*, 32(3), 255–281.
- Tabachnick, B. G. & Fidell, L. S. (2007). *Using multivariate statistics* (5th ed.). Allyn and Bacon.
- The Council of Higher Education [CoHE] (2007). *Eğitim fakültesi öğretmen yetiştirme lisans programları*. Ankara-Turkey. Retrieved from <https://www.yok.gov.tr/Documents/Yayinlar/Yayinlarimiz/egitim-fakultesi-ogretmen-yetistirme-lisans-programlari.pdf>
- The Council of Higher Education [CoHE] (2018). *Fen bilgisi öğretmenliği lisans programı*. Ankara-Turkey. Retrieved from https://www.yok.gov.tr/Documents/Kurumsal/egitim_ogretim_dairesi/Yeni-Ogretmen-Yetistirme-Lisans-Programlari/Fen_Bilgisi_Ogretmenligi_Lisans_Programi.pdf
- Tuncay-Yüksel, B. (2016). *Environmental moral reasoning patterns of pre-service science teachers and their relationships to epistemological beliefs and values*. Unpublished doctoral dissertation, Middle East Technical University, Ankara.
- Tuncay-Yüksel, B., Yilmaz-Tuzun, O., & Zeidler, D. L. (2015, April 11–14). *An adaptation study of the epistemic beliefs inventory with turkish pre-service science teachers*. Paper presented at the Annual Meeting of The National Association for Research in Science Teaching (NARST), Chicago, IL, USA.

- Wahbeh, N. & Abd-El-Khalick, F. (2014). Revisiting the translation of nature of science understandings into instructional practice: Teachers' nature of science pedagogical content knowledge. *International Journal of Science Education*, 36(3), 425–466.
- Yalvac, B., Tekkaya, C., Cakiroglu, J. & Kahyaoglu, E. (2007). Turkish pre-service science teachers' views on science–technology–society issues. *International Journal of Science Education*, 29(3), 331–348. <https://doi.org/10.1080/09500690600708667>
- Yilmaz-Tuzun, O. & Topcu, M. S. (2008). Relationships among pre-service science teachers' epistemological beliefs, epistemological world views, and self efficacy beliefs. *International Journal of Science Education*, 30(1), 65–85.