

## Bilim Merkezlerinde Bilimin Doğası Öğretimi<sup>1</sup> Nature of Science Teaching at Science Centers

Bahadır HAN<sup>2</sup>, Kader BİLİCAN<sup>3</sup>

**Öz:** Bu çalışmanın amacı, bilim merkezlerindeki rehberlerin bilimin doğasına ilişkin görüşlerini ve bilim merkezlerindeki etkinliklerde bilimin doğası öğretiminin nasıl gerçekleştiğini tespit etmektir. Araştırma, Ankara’da bulunan bir bilim merkezindeki üç rehber ile birlikte gerçekleştirilmiştir. Rehberlerin bilimin doğasına yönelik görüşlerine ilişkin veri toplanması için açık uçlu sorulardan oluşan Bilimin Doğasına Yönelik Görüşler anketi ve birebir görüşme yolu kullanılmıştır. Bilim merkezlerinde bilimin doğası öğretimine ilişkin veri toplanması için ise rehberlerin ziyaretçilerle gerçekleştirdiği etkinlikler gözlenerek gözlem notları ve ses kayıtları alınmıştır. Veri analizi katılımcı rehberlerin bilimin doğasına ilişkin görüşlerinin yetersiz olduğunu, bilim merkezinde gerçekleştirilen etkinliklerde bilimin doğasının yeterince vurgulanmadığını ve rehberlerin etkinlikler esnasında bilimin doğasına ilişkin ziyaretçilerde kavram yanlışlığı oluşturabilecek ifadeler kullandığını göstermiştir. Sonuçlardan yola çıkılarak; bilim merkezlerinde çalışan rehberlerin bilimin doğasına yönelik hizmet içi eğitim aldığı takdirde bilimin doğası öğretiminin bu alanlarda etkin bir biçimde geliştirilebileceği ve toplumun bilimi doğru bir şekilde algılamasına bilim merkezlerinin katkıda bulunabileceği söylenebilir.

**Anahar sözcükler:** Bilimin doğası görüşleri, bilim merkezleri, okul dışı öğrenme ortamları.

**Abstract:** This research explored the science center staffs’ nature of science views and nature of science communication -if any- during science demonstrations and one to one interaction with visitors. The study was a case study of three science center staffs. Data were collected by means of open-ended questionnaire -views of nature of science questionnaire, follow-up interviews, observation notes and audio records of science center visits. Analysis of data revealed that the science center staffs mostly had inadequate views related to nature of science. Regarding their science communication with the science center visitors, it was found that they mostly conveyed science as body of facts with lack of scientists’ imagination. They also failed to address how scientific knowledge was

1 Bu çalışma birinci yazarın yüksek lisans tezinin bi bölümünü kapsamakta olup 11-14 Mayıs 2016 tarihinde Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi tarafından düzenlenen XV. Uluslararası Sınıf Öğretmenliği Eğitimi Sempozyumu’nda sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

2 Yüksek Lisans Öğrencisi, Kırıkkale Üniversitesi, e-posta: [bahadirhan93@gmail.com](mailto:bahadirhan93@gmail.com)

3 Yrd. Doç. Dr., Kırıkkale Üniversitesi, e-posta: [kader.bilican@gmail.com](mailto:kader.bilican@gmail.com)

developed. The research suggested that science centers could be a great venue for enhancing public understanding of science if science centers' staff was supported with professional developments regarding nature of science teaching.

**Keywords:** *Nature of science understanding, science centers, out of school learning settings.*

## 1. GİRİŞ

Bilimi doğru uygulamak, doğru anlamayı; doğru anlama ise doğru öğrenmeyi gerektirmektedir. Fen okuryazarlığı fen eğitimi alanında, fen kavramlarını doğru anlamayı, problemlerin çözümünde bilimsel becerileri doğru uygulamayı, bilim ve toplum ilişkisini doğru bir biçimde kavramayı ve bilime önem vermeyi kapsar (Bingle ve Gaskell, 1994; Hurd, 1997; Miller, 1983). Fen okuryazarlığı kavramı Türkiye’de eğitime 2005 yılında fen öğretiminin vizyonu olarak dahil olmuştur (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2005). Ve bu vizyon güncellenmiş olan programda da geçerliliğini korumuştur (MEB, 2013). Fen eğitiminde fen okuryazarlığına bu denli odaklanılması bilimin doğası görüşlerinin önemini de beraberinde gündeme getirmiştir.

Bilimin doğası; bilgiye ulaşmada bir yöntem olan bilim veya bilimsel bilgi ve gelişiminde var olan inançlar ve değerler olarak tanımlanmaktadır (Lederman, Abd-El-Khalick, Bell & Schwartz, 2002). McComas, Clough ve Almazroa (2002) tarafından ise bilim eğitiminin giriş aşaması olarak nitelendirilen bilimin doğası, bilimin ne olduğu, bilim insanların nasıl çalıştığı ve çalışmalara nasıl baktığı gibi konuları içeren geniş bir alandır. Lederman ve diğerleri (2002) bilimin doğası boyutlarını “bilimsel bilginin delile dayalı yapısı, bilimsel teori ve kanunlar, bilimde yaratıcılık ve hayal gücü, bilimsel bilginin çıkarımsal yapısı, bilimsel bilginin değişebilirliği, bilimin sosyo-kültürel yapısı ve bilimde öznellik” olarak incelemektedir (McComas et al., 2002).

Bilimin doğası bilgisi, fen bilimlerinin her biri için genel bir bakış açısına sahip olmayı ve fen bilimlerini doğru anlamayı sağlayan önemli bir unsurdur. Fen okuryazarlığına ulaşmada gerekli temel unsurlardan biri de bilimin doğası olarak kabul edilmektedir (Lederman, 1992). Nitekim uluslararası bir araştırma olan TIMMS-1999 fen alanı sonuçlarını inceleyen Bağcı-Kılıç (2003), bilimin doğasının fen alanındaki araştırmanın %8’lik kısmını oluşturduğunu ve bu sorularda puanları yüksek olan Singapur ve Güney Kore gibi ülkelerin fen alanındaki genel sıralamada da başarılı olduğunu belirtmiştir. Buradan bilimin doğasına ilişkin yeterli görüşlere sahip olmanın fen öğreniminde ne derece önemli olduğu anlaşılmaktadır.

Bilimin doğasına yönelik görüşlerin tespit edilmesi, alanda çalışan araştırmacılar için de bir problem durumu olmuştur. Öğretmenler ve öğrenciler ile gerçekleştirilen bu çalışmaların çoğunluğunda bilimin doğasına yönelik görüşlerde eksiklikler ya da yanlışlar ortaya çıkmıştır. Çelikdemir (2006) tarafından ilköğretim seviyesindeki öğrencilerin bilimin doğası görüşlerini tespit etmek üzere yapılan araştırmada öğrencilerin çoğunlukla teori ve kanunlarla ilgili eksik ya da yanlış görüşleri olduğu ortaya çıkmıştır. Türkiye’de ilköğretim düzeyindeki öğrencilerin bilimin doğası görüşlerinin incelendiği çalışmalarda

(Balkı, Çoban & Aktaş, 2003; Yenice & Saydam, 2010) öğrencilerin bilim ve bilimsel yöntem ile ilgili geleneksel-pozitivist görüşlere sahip olduğu tespit edilmiştir. Yine ortaöğretim düzeyindeki öğrencilerin bilimin doğası görüşleri üzerine yapılan bir çalışmada ise (Doğan-Bora, Arslan & Çakıroğlu, 2006) öğrencilerin bilim ve bilim insanlarının özellikleri konularında kavram yanlışları görülmüştür. Fen ve sınıf öğretmen adaylarının bilimin doğası görüşlerinin tespit edilmesi amacıyla yapılmış başka bir çalışmada (Arı, 2010) fen öğretmen adaylarının daha kabul edilebilir görüşleri bulunmakla birlikte öğretmen adaylarının genelinde bilimde öznellik, teori ve kanunlar, bilimsel yöntem gibi konularda pozitivist görüşlere sahip olduğu görülmüştür. Yapılan çalışmalar farklı kademelerde öğrenim gören öğrencilerin bilimin doğası ile ilgili yetersiz görüşlere sahip oldukları üzerine hemfikirdir (Akerson, Nargung-Johsi, Weiland, Pongsanon ve Avsar, 2013; Abd-El Khalick ve Lederman, 2000). Öğrencilerin bilimin doğası ile ilgili sahip oldukları yetersiz görüşler fen eğitimi alanında çalışan araştırmacıları bilimin doğası görüşlerinin geliştirilmesine yönelik çalışmalara yönlendirmiştir. Bilimin doğası görüşlerini geliştirmeye yönelik çalışmalarda, açık-yansıtıcı (explicit –reflective) bilimin doğası öğretimi başarılı kabul edilmiştir (Abd-El-Khalick ve Lederman, 2000, Cil ve Cepni, 2012; Ozgelen, Yılmaz-Tuzun ve Hanuscin,2012) . Açık yansıtıcı (explicit –reflective) bilimin doğası öğretimi, planlı ve bilişsel bir öğrenme sürecini kapsayan, bilimin doğasının öğretim ve etkinlikler sırasında açıkça vurgulandığı bir süreçtir (Abd-El-Khalick, 2002; Schwartz, Bell ve Lederman, 2004) . Açık yansıtıcı bilimin doğası öğretimi bağlamsal ve bağlamsal olmayan olmak üzere iki şekilde ele alınabilir. Bağlamsal olmayan açık-yansıtıcı bilimin doğası öğretimi, herhangi bir içeriğe bağlı kalmadan, herhangi bir fen kavramından bağımsız sadece bilimin doğası konusunu öğretmeyi amaçlayan yaklaşımdır (Clough, 2006; Lederman ve Abd-El-Khalick, 1998). Bağlamsal açık yansıtıcı bilimin doğası öğretimi ise, bilimin doğasını bir fen içeriğine bütünleştirerek açık yansıtıcı bir biçimde vurgulanması yaklaşımıdır (Bell, Mulvey, ve Maeng, 2012; Bell, Matkins ve Gansneder, 2011) .

Öğrencilerin bilimin doğası görüşlerini geliştirmeye yönelik gerçekleştirilen birçok çalışma bağlam dışı bilimin doğası etkinlikleri ile bu görüşleri geliştirmeyi hedeflemiştir (Cil & Cepni, 2012; Walls, 2012; Khishfe & Abd-El-Khalick, 2002). Fakat bağlam dışı bilimin doğası eğitimi uzun vadede birçok araştırmacı tarafından göreceli olarak daha başarısız bulunmuş ve bağlamsal açık yansıtıcı bilimin doğası öğretimi yaklaşımına yönelik çalışmaların artmasına sebep olmuştur (Buaraphan, 2011; Bell, Matkins, & Gansneder, 2011; Clough, 2006). Bilimin doğasının bağlamsal olarak açık yansıtıcı bir şekilde öğretilmesi, herhangi bir içerikle bilimin doğası konularının açık yansıtıcı bir biçimde ilişkilendirilerek öğretilmesi fikrine dayanır (Khishfe & Abd-El-Khalick, 2002; Abd-El-Khalick, 2001; Deniz, 2007; Bell, Mulvey & Maeng, 2012; Bell, Matkins & Gansneder, 2011). Bağlamsal açık yansıtıcı bilimin doğası öğretiminde okul kapsamında herhangi bir ders içeriği bilimin doğası açık yansıtıcı bir biçimde entegre edilecek şekilde düzenlenmiş ve katılımcıların hem bilimin doğası görüşlerini geliştirirken hem de ders içeriğini etkin bir biçimde öğrenmesi amaçlanmıştır (Rudge, Cassidy, Fulford & Howe, 2013; Clough, 2006). Örneğin;

Buaraphan (2011) öğretmenler ile gerçekleştirmiş olduğu bir çalışmada astronomi ve uzay konusu içine bilimin doğasını entegre etmiş ve içerik ile ilgili kavramları anlatırken aynı zamanda bilimin doğası ile ilgili kavramları da açık ve yansıtıcı bir biçimde öğretmiştir. Çalışma sonunda katılımcıların bilimin doğasına yönelik görüşlerinde özellikle bilim ve teknoloji arasındaki fark ve bilimde teorilerin rolü gibi konularda yeterli görüşler saptanmıştır.

Açık yansıtıcı biçimde bilimin doğası öğretiminin bağlam dışı etkinliklerden çok bağlamsal olarak gerçekleştirildiğinde daha başarılı olacağını destekleyen çalışmalar vardır. Fakat bu çalışmaların büyük çoğunluğu laboratuvar dersi, fen dersleri veya fen eğitiminde özel eğitim yöntemleri gibi formal eğitim ortamlarında gerçekleştirilmiştir (Deniz, 2007; Bell, Mulvey & Maeng, 2012; Bell, Matkins & Gansneder, 2011). Bilim merkezlerinin öğrencilerin fene karşı tutum fen kavramı geliştirme ve bilim anlayışlarını geliştirmeye büyük katkı sağlayacak potansiyele sahip olduğu yaadsınamaz bir gerçektir. (Affeldt vd., 2017; Faria vd., 2015). Bilimin doğası öğretiminin, okul içinde formal öğretim sırasında gerçekleştirilen etkinlikler ile öğretilebileceği gibi yaşam boyu öğrenmeye imkan veren non-formal,ve informal öğrenme ortamları gibi okul dışı öğrenme ortamlarında da nasıl yapılabileceği ve bu tür öğrenme ortamlarında bilimin doğası öğretiminin nasıl etkin bir biçimde gerçekleştirileceğine dair çalışmalara toplumsal düzeyde bilim okuryazarlığına katkıda bulunacaktır. Fakat bilimin doğasının okul dışı ortamlarda nasıl etkin bir biçimde yansıtılabileceğine dair yapılan çalışmalar sınırlıdır (Falk& & Dierking, 2000; Lederman & Holliday, 2017)

### **1.1. Okul Dışı Öğrenme Ortamları**

Okul dışı öğrenme, “bireylerin bir öğretmenin huzurunda resmi sınıfta olmadığı zamanı kapsayan faaliyetlerin toplamı olarak tanımlanabilir” (Gerber vd., 2001). Okul dışı öğrenme çok geniş bir biçimde ele alınabilir ve birçok öğrenme biçimini kapsamaktadır. Okul dışı öğrenme ortamları, bireye, öğrenme sürecinde birey öğreneceği bilgi ve becerileri kendisi seçmektedir. Bu yüzden okul dışı öğrenme ortamlarında bireyler, ortamlar tarafından benimsenen amaçlar doğrultusunda öğrenmelerini gerçekleştirebileceği gibi ortamdaki etkileşim ve deneyimlerden ötürü planlanmayan becerileri de kazanmaktadır (Hager, 2012). Ayrıca bu öğrenme ortamları bireye tamamen aktif olabildiği, kalıcı öğrenmeye olanak sağlayan ve öğrenmesini kendi ilgi ve motivasyon düzeyine göre belirleyebileceği bir platform sunar (Tatar & Bağrıyanık, 2012; Weinstein vd.,2014). Birey okul dışı öğrenme ortamlarında karşılaştığı kavramlar ile formal öğrenme ortamlarında edindiği kavramları, bağdaştırabilirse, yaşam boyu ve kalıcı öğrenmeyi sağlamış olur (Affeldt vd., 2017; Türkmen, 2015). Bireyin bilgiyi etkin bir biçimde yapılandırmasına yaadsınamaz katkısı olan okul dışı öğrenme ortamlarının bilime karşı da olumlu tutum geliştirmeye olan pozitif katkısı şaşırtıcı değildir (Armağan, 2015). Buna bağlı olarak öğretmenlerde okul dışı öğrenme ortamlarının yararlığına yönelik olumlu görüşler belirtmektedir (Ay, Anagün & Demir, 2015; Bozdoğan, 2008; Tatar & Bağrıyanık, 2012). Bu bağlamda, okul dışı öğrenme ortamlarında fen eğitimi, son yıllarda gittikçe popüler olmaktadır

(Galanis, Mayol, Alier & García-Peñalvo, 2016) . Okul dışı öğrenme ortamları, öğrencilerin bilimsel aktiviteler gerçekleştirerek deneyim edinmesi ve öğrencilerin bilime yönelik bilgi ve ilgilerinin artışı bakımından katkı sağlamaktadır (Bozdoğan, 2007, 2008; Sample vd., 2016). Bilim merkezleri son yıllarda önemli okul dışı öğrenme ortamlarından biri olarak öne çıkmıştır. Bilim merkezleri, özellikle, fen ile ilgili alanlarda akademik başarı ve olumlu tutum geliştirmeyi sağlayan okul dışı eğitim kurumları olarak öne çıkmıştır (Bozdoğan, 2008; Bozdoğan & Yalçın, 2009). Çünkü bilim merkezlerinde bulunan araç-gereçler, yapılan etkinlikler ve bilim merkezlerindeki içerik, toplumun bilim anlayışını geliştirmeyi amaçlayan bir eğitsel bir mekân sunmanın yanı sıra, bilimi eğlenceli, interaktif ve bireylerin hayatları ile ilgili hale getirmektedir. Bu bağlamda, bilim merkezlerinin hem eğitim sistemine destek verme hem de formal eğitim hayatını bitirmiş veya formal eğitime erişimi kısıtlı bireylere bilimi tanıtmaya gibi bir misyonu ortaya çıkmaktadır (Rodari, 2008). Bilim merkezlerinin, herkesçe bilinen bir konunun dahi gösteriler ve deneyler ile bilinmeyen bir yanını ortaya çıkarması ya da konuyu daha etkili bir biçimde gözler önüne sermesi bilim merkezlerini toplumun her kesiminden bireyler için daha çekici kılmaktadır (Falk & Storksdieck, 2005). Bu bağlamda yapılan çalışmalar kapsamında, Weinstein, Whitesell ve Schwartz (2014) , okul ve okul dışı öğrenme merkezleri arasındaki işbirliğinin sekizinci sınıf öğrencilerinin fen akademik başarısına etkisine bakmışlardır. Araştırmacılar, sekizinci sınıf öğrencilerinin akademik fen performansında, okul dışı öğrenme ortamlarının olumlu katkısını rapor etmiştir. Türkiye de yapılan benzer bir çalışmada ise Bozdoğan'ın (2007) bilim merkezlerine yapılan ziyaretlerin ortaokul öğrencilerinin fen bilimleri dersine yönelik tutum ve akademik başarı düzeylerine olan etkisini incelemiştir. Çalışma sonucu, bilim merkezlerinin öğrencilerin fen konularına karşı ilgi ve başarılarının artışında büyük ölçüde etkisi olduğunu göstermiştir.

Bilim merkezleri ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde yapılan çalışmaların genellikle bilim merkezi ziyaretçilerinin, ziyaret sonrası bilime karşı tutumları veya bu merkezlerde gerçekleşen kavramsal öğrenmeye odaklandığı görülmüştür ( Rennie, 2007; Sample McMeeking vd., 2016; ). Fakat, bilim merkezlerinin bilimsel sürecin yansıtıldığı ve bilimin bir insani çaba sonucu ortaya çıktığı vurgusunun yapıldığı ortamlar olarak tasarlandığında, bilimin doğası hakkındaki görüşleri geliştirmeye katkı yapacağı vurgulanmıştır (Falk ve Needham, 2011; Faria vd., 2015; Stocklmayer, Rennie, ve Gilbert,2010). Öğretmenin sahip olduğu bilimin doğası öğretimine yönelik pedagojik alan bilgisi, bilimin doğasına yönelik tutumu yanı sıra, zaman ve öğretim programı yoğunluğu gibi faktörler bilimin doğası öğretimini engelleyen diğer faktörler olarak öne sürülmüştür. (Schwartz ve Lederman, 2002). Okul dışı öğrenme ortamları ise özellikle zaman kısıtlaması, öğretim programı yükü gibi olumsuzlukları aşmak adına, bilimin doğasının uzun vadede etkin, eğlenceli, interaktif ve günlük hayatla ilişkilendirilmiş bir biçimde öğretimi için iyi bir platform olabilir (Stocklmayer, Rennie, ve Gilbert,2010 ). Bilim merkezlerinin bu potansiyeline karşın, bilim merkezlerinde çalışan, personelin sahip olması gereken bilgi ve yeterlilikler ile ilgili yapılan çalışmalar çok sınırlı düzeydedir (Holliday ve Lederman, 2017; Tran ve King, 2007). Örneğin, Lederman ve Holliday (2017) bilim merkezlerinde

çalışan çeşitli kademelerdeki personelin bilimin doğasına yönelik görüşlerini incelemiştir. Çalışmaya, rehber, program geliştiricisi ve yönetim gibi çeşitli birimlerden 20 kişi katılmıştır. Çalışma sonucunda, katılımcıların, bilimsel bilginin değişebilirliği, teori ve kanun arasındaki sözde hiyerarşik yapı ve modeller hakkında kavram yanlışlarına sahip olduğu ortaya çıkmıştır. Araştırmacılar, bilim merkezlerinde çalışan personelin, bilimin doğasına yönelik mesleki gelişim programlarına ihtiyacı olduğu önerisini sunmuştur.

Fen okuryazarlığına ulaşmada bilimin doğasının bir gereklilik olduğu ve okul dışı öğrenme ortamlarının fen eğitiminde sağladığı katkılar göz önünde bulundurulduğunda, bilim merkezleri bilimin doğası öğretimi konusunda önemli fırsatlar sunabilir. Toplumun bilimi doğru olarak algılamasına yönelik çabalar göz önüne alındığında, bilimin doğasının bilim merkezlerinde doğru olarak anlaşılan ve vurgulanan bir konu olması beklenmektedir. Fakat bilim merkezlerinin, bilimin doğasını öğretmek için nasıl etkin kullanılabileceğine dair yeterli çalışma mevcut değildir. Bilim merkezlerinde çalışan rehberlerin bilimin doğası görüşlerini belirlemek ve bilimi ziyaretçilere nasıl yansıttıklarını incelemek, toplumsal bazda bilim okuryazarlığı hedefine ulaşmak için bilim merkezlerinin daha etkin hale getirilmesine katkıda bulunacaktır. Bu nedenle bu çalışmayı yönlendiren araştırma soruları aşağıdaki gibidir:

1-Bilim merkezlerinde çalışan rehberlerin bilimin doğasına yönelik görüşleri nelerdir?

2- Bilim merkezlerinde çalışan rehberler, bilim merkezi ziyaretçilerine bilimin doğasına yönelik görüşlerini nasıl yansıtmaktadırlar?

## **2. YÖNTEM**

Bu çalışma, bir nitel araştırma olarak geliştirilmiştir. Çalışmada nitel araştırma desenlerinden biri olan çoklu durum çalışması benimsenmiştir. Durum çalışması; sınırlı bir sistemin derinlemesine incelenmesi ve betimlenmesidir (Merriam, 2009). Bu çalışmalar insanlar ya da durumlar hakkında önemli verilerin görülmesini ve düşüncelerin ya da kuramların, basitçe sunulmasına nazaran daha net anlaşılmasını sağlamaktadır (Cohen, Manion & Morrison, 2007). Bu çalışmada bilim merkezlerinde çalışan üç rehber durum çalışması olarak ele alınmış ve rehberlerin bilimin doğası ile ilgili görüşleri ve bilimin doğasına yönelik öğretimleri ayrıntılı olarak incelenmiştir.

### **2.1. Çalışma Grubu**

Çalışma, bir bilim merkezinde çalışan 3 rehber (2 kadın, 1 erkek) ile birlikte gerçekleştirilmiştir. Katılımcılar uygun örnekleme yoluyla ve gönüllülük esasına göre alınmıştır. Araştırmaya katılan rehberler Astronomi ve Uzay Bilimleri, Fen Bilimleri Öğretmenliği ve Biyoloji mezunu olmuşlardır. Katılımcıların bilim merkezindeki mesleki tecrübesi 6-11 yıl arasında değişiklik göstermektedir ve katılımcıların hepsi bir devlet üniversitesinin lisans programından mezundur ve hiçbir katılımcı yüksek lisans veya doktora eğitimi almamıştır. Katılımcılar daha

önce bilimin doğasına yönelik herhangi bir ders almamıştır ve bilimin doğasına yönelik görüşlerinin kişisel tecrübelerinden kaynaklı oluştuğu varsayılmıştır. Katılımcıların genel özellikleri aşağıdaki Tablo 1’de özetlenmiştir:

**Tablo 1.** Katılımcı rehberlerin özellikleri

Katılımcı	Yaş	Mezun Olduğu Lisans Bölümü	Mesleki Tecrübe
Katılımcı 1	31	Astronomi ve Uzay Bilimleri	6 yıl
Katılımcı 2	31	Fen Bilimleri Öğretmenliği	7 yıl
Katılımcı 3	34	Biyoloji	11 yıl

## 2.2. Veri Toplama Araçları

Bilimin Doğasına Yönelik Görüşler Anketi (VNOS-C): Bilim merkezlerinde görev yapmakta olan rehberlerin bilimin doğasına yönelik görüşlerinin tespit edilmesi amacıyla, Lederman vd. (2002) tarafından geliştirilen Bilimin Doğasına Yönelik Görüşler Anketi (VNOS-C) kullanılmıştır. Anketin geçerlik-güvenirlik çalışması kapsamında VNOS-C soru maddeleri ile rehberlere yarı yapılandırılmış görüşme yapılmıştır. Görüşme esnasında görüşme notları ve gönüllülük koşuluyla ses kayıtları alınmıştır. Katılımcıların bilimin doğasına yönelik görüşlerini belirlemek için öncelikle katılımcılara VNOS-C anketi uygulanmış ve takiben yarı yapılandırılmış mülakat yapılmıştır. Mülakat sırasında katılımcılardan VNOS-C anketine vermiş oldukları cevapları daha detaylı açıklamaları ve örneklendirmeleri istenmiştir.

Gözlem Notları ve Ses Kaydı: Bilim merkezlerinde gerçekleştirilen etkinliklerde bilimin doğası öğretiminin tespit edilmesi için ise gözlem tekniği kullanılmıştır. Gözlemlenen bilim merkezinde okul öncesi yaş grubundan üniversite yaş grubu öğrencilere kadar fen bilimleri ile ilgili bilgilerin aktarılması, bilime merak uyandırmayı sağlamak ve bilimin eğlenceli yanını da göstermek amacıyla 43 farklı gösteri ve etkinlik düzenlenmektedir. Bilim merkezinde gözlemlenen etkinlikleri, Van de Graff jeneratörü kullanılarak durgun elektriğin insanla ve cisimlerle etkileşiminin gösterildiği “Elektrik Gösterisi”, normal dağılım eğrisinin, toplar ve topların gittiği yollar vasıtasıyla görselleştirilmesiyle gerçekleştirilen bir etkinlik olan “Olasılık Oyunu”, dengede durmak için insan vücudunun esnekliğinin ve kasların çalışmasının uygulama ile gösterildiği “Denge Aleti”, kara delikler hakkında bilgilerin verilmesi ve kara deliklerin gezegenleri nasıl içine çektiğinin gösterildiği “Kara delik Modeli” ve ses dalgaları ve sesin yansıtılması konularında bilgi edinmek için gerçekleştirilen “Fısıltı Tabakları” etkinlikleri oluşturmaktadır. Bilim merkezinde her bir rehber ikişer kez gözlemlenmiştir. Gözlemlenen etkinliklere okul öncesi, ilkököl, ortaokul ve lise öğrencileri gibi çeşitli kademelerden öğrenciler katılmıştır. Gözlemler esnasında gönüllülük koşuluyla ses kayıtları ile gözlem notları alınmıştır.

## 2.3. Verilerin Analizi

Çalışmada elde edilen veriler nitel veri analiz yöntemleri ile analiz edilmiştir. Nitel veriler analiz edilirken kullanılan genel yaklaşım benimsenmiştir;

yanıtların tekrar tekrar okunması, var olan desen ve kategoriler ile ilgili notlar alınması ve en sonunda kodlar oluşturması şeklinde veri analizi gerçekleştirilmiştir (Miles ve Huberman,1994).Veri analizinde geçerlilik ve güvenilirliği sağlamak adına oluşturulan kodlar bilimin doğası alanında çalışan başka bir araştırmacı tarafından da kontrol edilmiş ve kodlar üzerinde uzlaşma sağlanmıştır (Creswell, 2007; Lincon ve Gubba, 1985). Lederman, Abd-El-khalick, Bell ve Schwartz (2002) tarafından geliştirilen rubrik kullanılarak her bir katılımcı için bilimin doğası görüşleri incelenmiştir. Katılımcıların bilimin doğasına yönelik görüşleri *yeterli*, *yetersiz* ve *bilgili* olmak üzere üç kategori altında incelenmiştir (Akerson ve Abd-El-Khalick, 2009; Akerson, Cullen, ve Hanson, 2009). *Yetersiz* bilimin doğası kategorisi, bilimin doğası ile ilgili kavram yanlışlarını ifade etmektedir. Örneğin bilimin değişmez olarak tanımlayan katılımcı *yetersiz* görüş kategorisine alınmıştır. *Yeterli* bilimin doğası görüşü ise bilimin doğası ile ilgili kabul edilebilir görüşleri ifade etmekle beraber, görüşü destekleyen örnek detaylı açıklama gibi ifadelerin bulunmadığı cevaplardır. Bilimin doğası ile ilgili *bilgili* görüş kategorisi ise katılımcının bilimin doğası ile ilgili kabul edilebilir görüşlere sahip olduğunu ve bu görüşlerini detaylı açıklama veya örneklerle desteklediğini gösterir. Aşağıda belirtilen tablo 2. Bilimin doğası boyutları her bir kategori için açıklanmıştır:

**Tablo2.** Bilimin doğası boyutları kategorizasyonu

Bilimin doğası boyutu	Yetersiz	Yeterli	Bilgili
Bilimsel bilginin değişebilir yapısı	Bilimsel bilgilerin değişmediğini ya da teorilerin değişip kanunların değişmeyeceğini ifade eder. Kanunların daha kesin ve güvenilir bilimsel bilgi olduğunu ifade eder	Bilimsel bilginin (teori ve kanunlar) değişebileceğini ifade eder.	Bilimsel bilginin değişiminin teknoloji ve bilim insanının bakış açısına göre yeni verilerle değişebileceğini belirterek uygun örnekler verebilir.
Bilimsel bilginin delile dayalı yapısı	Bilimsel çalışmalarda delillerin rolü hakkında doğru bakış açısına sahip değildir. Delillerin bilimsel bilgileri kanıtladığını düşünür.	Bilimsel bilgilere ulaşmada deney ve gözlemlerin yapıldığını belirtir; ancak delillerin bilimsel bilgiyi desteklemede kullanıldığını belirtmez.	Bilimsel bilgilerin deney ve gözlemlerde elde edilen verilerin yorumlanmasıyla oluştuğunu savunur ve konuya ilişkin uygun örnekler verebilir.
Bilimsel bilginin çıkarımsal yapısı	Deney ve gözlemlerin bilimsel bilgilere doğrudan ulaşmada kullanıldığını savunur. Bilim insanlarının elde edilen verilerden yola	Bilim insanlarının çıkarımlar yaptığını dolaylı olarak belirtir, veri toplamak için yapılan çalışmalar ile çıkarımları	Bilim insanlarının bilimsel çalışmalarda gerçekliği tamamen göremediği ve görebildiklerinden yola çıkarak



	çıkarak yorumlar yaptığını göz ardı eder.	ayırt edici ifade kullanmaz.	çıkarımlarda bulduklarını belirterek konuya ilişkin uygun örnekler verebilir.
Bilimsel teori ve kanunlar	Teori ve kanunların birbirini takip eden bir hiyerarşik sırada olduğunu savunur.	Teorilerin ve kanunların birbirlerinden farklı bilimsel bilgiler olduğunu savunur.	Teorilerin ve kanunların farklı bilimsel bilgiler olduğunu; ancak iki bilgi türünün de güvenilirliğinin aynı düzeyde olduğunu ifade eder ve aralarındaki farkın nedenini detaylı bir biçimde açıklayabilir. Ayrıca konuya ilişkin uygun örnekler verebilir.
Bilimde yaratıcılık ve hayalgücü	Evrensel bir bilimsel yöntemin olduğunu ve tüm bilim insanlarının bu yöntemi uyguladığını düşünür. Bilim insanının yaratıcılık ve hayalgücünü bilimsel süreçte yok sayar.	Bilimsel sürecin bilim insanının hayalgücü ve yaratıcılığında etkilendiğini düşünür ancak bu etkilenmenin bilimsel sürecin bazı safhalarında gerçekleştiğini savunur.	Bilimsel sürecin her safhasında hayalgücü ve yaratıcılığın etkili olduğunu savunur ve konuya ilişkin uygun örnekler verebilir.
Bilimde öznellik	Bilim insanlarının nesnel olduğunu, inançları, değerleri ve önyargılarının bilimsel süreci etkilemediğini düşünür.	Bilim insanlarının inançları, değerleri, bakış açıları ve önyargılarının bilimsel süreci etkilediğini düşünür.	Bilimsel sürecin her aşamasında bilim insanının inanç, değer ve bakış açısının etkili olduğunu ifade ederek konuya ilişkin uygun örnekler verebilir.
Bilimin sosyokültürel yapısı	Bilimin ve bilimsel bilgilerin evrensel olduğunu, herkesin aynı şekilde kabul ettiğini savunur.	Bilimin sosyal ve kültürel değerlerden etkilendiğini düşünür.	Bilimin toplumu, toplumun da bilimi etkilediğini belirtir ve konuya ilişkin uygun örnekler verebilir.

### 3. BULGULAR

Buraya araştırma makaleleri için bulgular kısmı eklenmeli ve yukarıdaki önerilere dikkat edilmelidir.

Bu bölümde bilim merkezlerinde görev yapan katılımcı rehberlerin bilimin doğasına yönelik görüşlerinin ve bilim merkezlerinde bilimin doğası öğretim düzeyinin tasnifi tablolar, alıntılar ve yorumlarla birlikte gösterilmiştir.

Katılımcıların VNOS-C anketine vermiş oldukları cevaplar analiz edildiğinde, üç rehberin de çoğunlukla bilimin doğası ile ilgili yetersiz görüşlere sahip olduğu görülmektedir. Örneğin, katılımcıların hepsi bilimsel kanun ve teoriler ile ilgili yetersiz görüşlere sahiptir. Katılımcılar, teorileri henüz ispatlanmamış fakat kanunları ispatlanmış kesin bilgi olarak ifade etmişlerdir:

*Birinde deneysel ispat vardır, diğerinde yoktur. (K1)*

*Bilimsel teorilerin üzerinde çalışmalar devam etmekte ve değişebilmektedir. Bilimsel kanunlar ise doğruluğu ispatlanmış bilimsel bilgilerdir. (K2)*

*Teoriler kesin olarak ispatlanmamıştır kanunlar ise ispatlanmıştır. (K3)*

Bilimsel bilginin değişebilirliği boyutu ile ilgili olarak K2 adlı rehber, bilimsel bilginin değişebilirliğini ifade etmiş ve ifadesini Plüton gezeni örneği ile de desteklemiştir. Bu nedenle rehberin görüşü *bilgili* olarak sınıflandırılmıştır:

*Örneğin; Plüton gezegenlikten çıktı ve cüce gezegen oldu. Bunu yaparken de gezegen olma kriteri değiştirildi. Bunun gibi değişiklikler zamanla olabilir. Teoriler de değişebilir. (K2)*

Ancak aynı rehberin bir diğer soruda verdiği kanunların kesin değişmez oluşu fakat teorilerin henüz kanıtlanmamış üzerinde çalışılmaya devam eden bilimsel bilgi oluşu cevabı katılımcının bilimsel bilginin değişebilirliği boyutuna yönelik kavram yanlışlığına sahip olduğunu açığa çıkarmaktadır:

*Bilimsel teorilerin üzerinde çalışmalar devam etmekte ve değişebilmektedir. Bilimsel kanunlar ise doğruluğu ispatlanmış bilimsel bilgilerdir. (K2)*

Benzer şekilde K3 rehberi de teorilerin henüz ispatlanmamış olduğu için değişebileceğini ifade etmiş, fakat kanunların kesin bilgi olduğu imasında bulunmuştur:

*Adı üstünde teori kesin olarak ispatlanmamış gelişmeye açık. Kesin olarak ispatlanmış olan çalışmalar üzerinde çalışsaydık sadece bilimin ilerlemesi güç olabilir. (K3)*

Katılımcılardan K2 ve K3 adlı katılımcılar bilimsel teorilerin ispatlanmadığı için değişebileceği fakat kanunların kesin bilgi olduğu görüşlerinin ifade ettiklerinden dolayı bilimsel bilginin değişebilirliğine dair görüşleri *yetersiz* olarak kategorize edilmiştir.

K1 adlı rehber ise *Bilimin Doğası Görüşler* anketi cevaplarında, bilimsel bilginin değişebileceğini ifade etmiş bunun yanı sıra, teori ve kanun ile ilgili cevaplarında bu görüşü ile çelişen ifadelerde bulunmamıştır. Bu nedenle katılımcının görüşü *yeterli* olarak kategorize edilmiştir:

*Atom teorisi günümüze kadar birçok kez şekil değiştirmiştir. Halen de bu değişim devam edebilir. (K1)*

Katılımcıların bilimin delile dayalı olması ile ilgili görüşleri incelendiğinde, K2 ve K3 adlı katılımcılar deneylerin bilim insanların yaptıkları açıklamaları desteklemekten çok ispat yapmak için kullandıklarını ileri sürmüşlerdir. Aynı şekilde her iki katılımcıda bilimsel bilginin deneye dayalı yapısını bilimi diğer disiplinlerden ayıran bir unsur olarak ifade edememiştir. Bu nedenle, katılımcıların görüşleri *yetersiz* olarak kategorize edilmiştir:

*... Bilim olabilmesi için deneylerle ispatlanmalıdır. (K3)*

*Deney bilimsel teorilerin kanun haline gelebilmesi için yapılan uygulamalardır... (K2)*

Fakat K1 katılımcısı bilimin delile dayalı yapısını bilimi diğer disiplinlerden ayıran bir unsur olarak ifade etmiştir. Katılımcı bilimsel verilerin elde edilmesinde deneylerin ve gözlemlerin kullanıldığını belirttiği için görüşü *yeterli* olarak kategorize edilmiştir:

*Bilimi din ve felsefeden ayıran şey bence deney ve gözlem yoluyla bilgilerin elde edilmesidir. (K1)*

Her üç katılımcı da bilimsel bilginin gelişiminde bilim insanlarının hayal gücü ve yaratıcılığının rolünün farkında olup, *Bilimin Doğası Görüşler* anketi cevaplarında buna dile getirmişlerdir. Fakat katılımcıların cevapları detay, örnek vb. unsurlar açısından yetersizdir. Bu nedenle katılımcıların görüşleri *yeterli* olarak kategorize edilmiştir:

*Hayal gücü her konuda etkilidir. (K1)*

*Evet. Kullandıklarını düşünüyorum. Araştırmamın tasarım kısmında kullanabilirler. (K2)*

*Kullanırlar. Bütün aşamalarda faydası vardır kesinlikle. (K3)*

Bilimsel bilginin çıkarımsal yapısı üzerine verilmiş cevaplarda sadece bir rehber *yeterli* görüş ifade ederken, diğer iki rehberin verdiği cevaplar *yetersiz* olarak kategorize edilmiştir. *Yetersiz* görüşe sahip katılımcılarda K2 adlı katılımcı, deneyi doğruluğu ispatlamak için kullanılan bir araç olarak ifade edip deneylerde bilim insanlarının yaptığı yorum ve çıkarımı göz ardı etmiştir:

*Deney, bazı kanunların uygulanması ve ileri sürülen bazı fikirlerin doğruluk derecesinin tespiti için yapılan işlemdir. (K2)*

*Yeterli* görüş bildiren K3 adlı katılımcı ise, bilim insanlarının verilerinin sahip oldukları bilgi ve düşüncelerine dayalı olarak yorumlandığını ifade etmiştir:

*... Bilim insanları ulaştıkları verilere göre ve kendi fikir, düşünce ve bilgilerini katarak teoriler üretmektedir... (K3)*

Bilimde sosyo-kültürel yapıya ilişkin görüşlerden K1 adlı katılımcı bilimi sosyo-kültürel değerlerden bağımsız olarak ele aldığından cevabı *yetersiz* olarak kategorize edilmiştir:

*[Sosyo-Kültürel değerlerden...]Bağımsızdır. Çünkü dogmatik değildir. (K1)*

Diğer iki katılımcı ise bilimsel bilginin, insanların içinde buldukları toplumun sosyo- kültürel değerlerinden etkilendiği dile getirilmiş fakat ayrıntılı örnek veya açıklama sunamamışlardır. Bu nedenle görüşler *yeterli* kabul edilmiştir:

*Bence bilim bir bütündür ve sosyal, kültürel değerlere bağlıdır. (K2)*

*Etkilendiğini düşünüyorum çünkü bilim insanının ihtiyaçlarına göre de şekillenebilir. (K3)*

Diğer bilimin doğası boyutlarından farklı olarak, bilimsel bilginin subjektif yapısı ile ilgili üç rehber de *yeterli* görüşler dile getirmiştir. Katılımcıların, *Bilimin Doğası Görüşler* anketinde bulunan ve bilimde öznellik boyutu ile ilgili görüşleri belirlemeyi hedefleyen dinazorların yok oluşunu açıklayan iki teori olması hakkında ne düşündükleri sorusuna verdikleri cevaplarda, bilimsel bilginin

oluşturma sürecinin bilim insanının sahip olduğu düşüncelerinden, ön bilgilerinden, beklentilerinden ve almış oldukları eğitimden etkilendiğini ifade etmişlerdir. Verilen cevaplar, örnek veya detaylı açıklamalar ile desteklenmediği için katılımcıların görüşleri *yeterli* olarak kategorize edilmiştir:

... Bir şekilde farklı yorumlamışlar. Farklı uzmanlık alanları olan gruplar olabilirler. (K1)

Kavramları tanımlarken tamamen emin olamazlar. Çünkü o tanım da tamamen bilim insanlarının görüşleriyle oluşturulmuştur... (K2)

... Bilim insanları ulaştıkları verilere göre ve kendi fikir, düşünce ve bilgilerini katarak teoriler üretmektedir... (K3)

Aşağıda verilen Tablo 3, her bir katılımcının sahip olduğu bilimin doğası görüşlerini özetlemektedir:

Tablo 3. Katılımcıların bilimin doğasına ilişkin görüşleri

Bilimin Doğası Boyutu	Rehberlerin Görüşleri
Bilimsel bilginin değişebilir yapısı	2 yetersiz, 1 yeterli
Bilimsel bilginin delile dayalı yapısı	2 yetersiz, 1 yeterli
Bilimde yaratıcılık ve hayal gücü	3 yeterli
Bilimsel bilginin çıkarımsal yapısı	1 kategorize edilemedi, 1 yetersiz, 1 yeterli
Bilimin sosyo-kültürel yapısı	1 yetersiz, 2 yeterli
Teori ve kanunlar	3 yetersiz
Bilimde öznellik	1 yetersiz, 2 yeterli

Tablo 3 incelendiğinde bilimin doğasının bilimsel bilginin değişebilir yapısı, bilimsel bilginin delile dayalı yapısı, bilimsel bilginin çıkarımsal yapısı, bilimin sosyo-kültürel yapısı, teori ve kanunlar ve bilimde öznellik boyutlarında en az bir rehberin yetersiz olarak kategorize edilen görüşü bulunmaktadır. Bilimde yaratıcılık ve hayal gücü boyutunda rehberlerin tümünün görüşleri *yeterli* olarak kategorize edilmiştir. Teori ve kanunlar boyutunda ise rehberlerin tümünün görüşleri *yetersiz* olarak kategorize edilmiştir. Hiçbir katılımcı bilimin doğası ile ilgili *bilgili* görüş ifade edememiştir.

Bilim merkezlerinde bilimin doğasına yönelik rehberlerin görüşlerinin nasıl yansıttıklarına yönelik araştırma sorusunu cevaplandırmak için rehberlerle yapılan gözlem ve ses kayıtları incelenmiş ve rehberlerin etkinlikleri nasıl gerçekleştirdiğine dair bir tablo çizilmeye çalışılmıştır. Yapılan veri analizinde rehberlerin çoğunlukla kavramsal bilgiye ağırlık verdikleri ve bilimin tarihsel gelişim süreci, bilimsel bilginin özellikleri, bilim oluşturulurken bilim insanlarının

geçtiği süreçler vb. gibi unsurlara hiçbir biçimde değinilmediği görülmüştür. Aşağıdaki alıntı, rehberlerden birinin (K2), “Fısıltı Tabakları” etkinliği sırasında üniversite öğrencileri ile birlikte gerçekleştirdiği etkinlikten alınmıştır. Rehberin çoğunlukla ses ile ilgili kavramsal bilgilerden bahsettiği ve bilimin doğasına yönelik hiçbir vurgu yapmadığı görülmüştür:

*Rehber: Ses ağzımızdan çıktığında nasıl yayılır? Dalgalar halinde... Bu dalgaları neye benzetebiliriz? Mesela; durgun bir suya bir taşı bıraktığımızda yukarıdan suda oluşan dalgalara benzetebiliriz. Bazen biz uzaktaki birine seslenirken elimizi şu şekilde (iki elini ağzının kenarlarına getiriyor) kapatıp sesleniyoruz. Neden böyle yapıyoruz sizce?*

*Öğrenciler: Dağılmasın diye.*

*Rehber: Dağılmasın, direk gitsin diye...*

Yine bir diğer rehberin (K3) ilkokul öğrencileri ile birlikte gerçekleştirdiği “Elektrik Gösterisi” etkinliğinde elektrik ile kavramsal bilgilere değindiği, bilimin doğasına ilişkin mesajlar vermediği gözlenmiştir:

*... Aslında elektrik bir enerji çeşididir. İki çeşit elektrik vardır: Bunlardan bir tanesi hareketli elektrik, diğeri ise durgun elektrik... Hareketli elektrik bizim evimizde cihazlarımızı çalıştıran... çeşitli şekilde üreterek kullandığımız elektrik. Bir de durgun elektrik var... Biz kullanamıyoruz statik elektriği...*

Bunların dışında bir durum olarak ise rehberlerden birinin (K1) üniversite öğrencileri ile birlikte gerçekleştirdiği “Karadelik Modeli” etkinliği sırasında bilimin doğası ile ilgili sahip olduğu yetersiz görüşlerini öğrencilere iletmediği gözlemlenmiştir. Rehber büyük patlama teorisi ve kara delikler ile ilgili var olan bir modeli öğrencilere açıklarken teorilerin kanıtlanmamış bilgi olduğunu ve bu yüzden teori olarak kaldığını ve kesin olmadığını ifade etmiştir:

*... Mesela Big Bang, evrenin oluşumunu açıklayan bir teoridir. Evrenin oluşumunu doğrudan göremediğimiz için kanıtlanamamış ve tekrar bir Big Bang oluşturulup bir evren yaratılamayacağı için bir teori olarak kalmıştır...*

#### 4. TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu çalışma bilim merkezlerinde bilimin doğası öğretimini incelemek için gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla bilim merkezinde çalışmakta olan üç rehberin bilimin doğası görüşleri ve yaptıkları etkinlikler sırasında veya bilim merkezi ziyaretçilerini yönlendirirken bilimin doğası öğretimine yönelik çabaları araştırılmıştır. Bilimin doğasına yönelik görüşler anketi (VNOS-C), yarı yapılandırılmış mülakat ve gözlem notları veri toplama araçları olarak kullanılmıştır. Veri analizi her üç rehberin de bilimin doğası ile ilgili yetersiz görüşlere sahip olduğunu göstermiştir. Örneğin, bilim merkezinde görev yapan katılımcı rehberlerin, bilimin doğasının bilimsel bilginin değişebilir yapısı, bilimsel bilginin delile dayalı yapısı, bilimsel teoriler ve kanunlar, bilimin sosyo-kültürel yapısı, bilimsel bilginin çıkarımsal yapısı boyutlarında görüşlerinin kabul

edilebilir olmadığını göstermiştir. Buna ek olarak rehberlerin bilim merkezi ziyaretçilerini bilimin doğası konusunda yanlış yönlendirdikleri veya bilimsel bilgiyi kavramlar topluluğunda öteye geçmeden ziyaretçilere sundukları ortaya çıkmıştır.

Katılımcıların bilimin doğasına yönelik görüşleri daha yakından incelendiğinde, rehberlerin sahip olduğu bilimin doğasına yönelik yetersiz görüşlerin çok da şaşırtıcı olmadığı kanısına varılmıştır. Literatürde fen alanlarından mezun olan bireylerin bilimin doğasına yönelik görüşlerinin incelendiği çalışmalarda da benzer sonuçlar görülmüştür. Nitekim bilim insanları ve ortaokul fen öğretmenlerinin bilimin doğası görüşlerinin incelendiği bir çalışmada (Ertaş-Atalay, 2013) bilim insanları ve öğretmenlerin bilimsel bilginin değişebilirliği, teori ve kanunlar, bilimin sosyo-kültürel yapısı boyutlarına ilişkin yetersiz görüşlere sahip olduğu vurgulanmıştır. Fen edebiyat fakültesi fizik, biyoloji ve kimya bölümünde doktora eğitimi almakta olan araştırma görevlilerinin bilimin doğasına yönelik görüşlerinin incelendiği bir başka çalışmada (Aydeniz ve Bilican, 2014) ise katılımcıların bilim insanının çalışma sürecine yönelik görüşlerinin yetersiz olduğu sonucuna ulaşılarak üniversitelerde bilimin doğası eğitimine dikkat edilmesi yönünde öneriler sunulmuştur. Bayır, Çakıcı ve Ertaş'ın (2014) doğa bilimleri ve sosyal bilimler alanında bulunan bilim insanlarının bilimin doğasına yönelik görüşlerini incelediği çalışmada iki alanda da bulunan bilim insanlarının görüşlerinin birbirinden anlamlı farklılık göstermediği ve görüşlerin orta düzeyde olduğu yönünde sonuçlar belirtilmiştir. Fen alanından mezun olan bilim insanlarının bilimin doğasına ilişkin görüşlerinin yetersiz olduğu göz önüne alındığında fen bilimleri alanlarından mezun olan bilim merkezindeki katılımcı rehberlerin bilimin doğasına yönelik görüşlerinin de yetersiz olması şaşırtıcı değildir. Her üç katılımcının da bilimin doğasına yönelik sahip olduğu yetersiz görüşler ilkokuldan üniversite eğitime kadar deneyimlemiş oldukları fen dersleri bu derslerin içeriği ve bu derslerde kullanılan eğitim materyalleri ile ilişkilendirilebilir. Yapılan çalışmalar, bilimin birçok eğitim kademesinde fen dersleri aracılığıyla kesin doğrulardan oluşan, deneylerin sadece doğrulama veya kanıtlama amaçlı yapıldığı bir bilgi bütünü olarak ortaya konulduğunu göstermiştir. Yapılan yanlış bilim eğitimi ve ders kitaplarındaki kesin doğrulardan oluşan, bilim insanlarının hayal gücü ve yaratıcılığına yer bırakmayan bilim mesajı üniversite seviyesinde dahi farklı disiplinlerde eğitim görmüş olan bireylerin bilimin doğasına yönelik kavram yanlışlarına neden olmaktadır (Bell, 2004; Clough, 2006; Irez, 2009; Abd-El-Khalick, Waters & Le, 2008; Niaz & Maza, 2011). Bunlara ek olarak, bilimin doğasına yönelik görüşlerin oluşturulmasında okul dışı öğrenme ortamlarının da önemli bir rolü olduğu vurgulanmıştır. Yapılan çalışmalar, bilimin doğasına yönelik görüşlerin oluşturulmasında, bilim merkezlerinde elde edilen tecrübelerin, bilimin doğasına yönelik görüşlere olumlu veya olumsuz katkıları olabileceğini göstermiştir. (Bell, 2004; Clough, 2006; Gustafson & Rowell, 1995; Rennie ve Williams, 2006). Bu nedenle, toplumun bilim anlayışını geliştirmesine katkı sağlanması beklenen okul dışı öğrenme ortamlarının bilimin doğası ile ilgili doğru mesajlar vermesi gerekir. Bu nedenle bilim merkezlerinde çalışan rehberlerin bu konu ile ilgili yeterli

görüşlere sahip olması, bilim merkezlerinin bilimin doğası görüşlerini olumlu yönde etkileyecek yerler haline getirilmesinde atılacak önemli adımlardan biridir.

Çalışmada elde edilen bir diğer sonuç ise bilim merkezinde çalışan katılımcı rehberlerin öğrencilerle gerçekleştirdikleri etkinliklerde bilimin doğası boyutları ile ilgili mesajlar vermemeleridir. Rehberlerden biri fen bilimleri öğretmenliği mezunu olduğu halde gözlemlenen etkinliklerde diğer rehberler gibi bilimin doğasına yönelik doğru mesajlar vermemiştir. Bilimin doğası ile ilgili yetersiz görüşlere sahip rehberlerin, bilimi bilim merkezi ziyaretçilerine doğru bir şekilde iletmeleri beklenemez. Bilimin doğası öğretimi veya bilim iletişimi ile ilgili yapılan çalışmalar çoğunlukla öğretmen veya öğretmen adayları ile yürütülmüş, bu çalışmalar da benzer sonuçlar vermiştir (Lederman, 1999; Abd-El-Khalick, & Lederman, 2000; Lederman, 2007). Bu çalışmalar sonucunda bilimin doğasının doğru ve etkin bir şekilde öğretilmesi için yeterli düzeyde bilimin doğası görüşlerine sahip olunmasının yanı sıra bilimin doğasının nasıl öğretileceği konusunda modellemelere ve örneklere ihtiyaç olduğu sonucuna varılmıştır (Akerson & Hanuscin, 2007; Abd-El-Khalick, 2005; Hanuscin & Lee, 2009; Akerson, Donley, Riggs, & Eastwood, 2012; Akerson, Cullen, & Hanson, 2010). Bu sonuçlar bilim merkezinde çalışan rehberlerin durumuna aktarılabilir. Rehberlerin doğru bir şekilde bilimin doğası ile ilgili mesajlar verebilmesi için bilimin doğasına yönelik görüşlerinin geliştirilmesinin yanı sıra etkinlikler sırasında bilimin doğasının nasıl vurgulanacağı konusunda modelleme ve örneklerin sunulduğu mesleki gelişim programlarına ihtiyaç vardır.

Sonuç olarak, bilim merkezlerinin okul dışında ve sonrasında bireylerin yaşam boyu fen eğitimi almalarına katkı sağlayabileceği de göz önünde bulundurulduğunda hem örgün eğitim kurumlarında hem de bilim merkezlerinde bilimin doğası ve öğretiminin göz ardı edilmesi, fen eğitiminin bir gerekliliğinin göz ardı edilmesi olarak görülebilir. Bu yüzden bilim merkezlerinde yer alan rehberlerin bilimin doğasına ilişkin eğitim almasının gerekli olduğu söylenebilir. Bunun yanı sıra rehberlerin bilim merkezinde gerçekleştirdikleri etkinliklerde bilimin doğası boyutlarına kavram yanılgısı oluşturmadan, doğrudan yansıtıcı yaklaşımla vurgu yapması, bilim merkezlerinin bilimin doğası öğretiminde katkı sağlayabilmesi için gereklidir. Bilim merkezlerinin, bilim ile ilgili olumlu tutum ve ilgi oluşturmalarının yanı sıra, bireylerin bilim ile ilgili algılarına da olumlu katkı sağlamak gibi bir amaçları olduğu göz önüne alınırsa (Stockklmayer vd., 2010), bilim merkezlerinde çalışan rehberlerin bilimin doğasına yönelik görüşleri ve bu görüşlerin gösterimler sırasında nasıl yansıtıldığı, toplumun bilim anlayışını etkileyen unsurlardan olacaktır.



## 5. KAYNAKLAR

- Abd-El-Khalick, F. (2001). Embedding nature of science instruction in preservice elementary science courses: Abandoning scientism, but... *Journal of Science Teacher Education*, 12(3), 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(1), 15-42.
- Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000). Improving science teachers' conceptions of nature of science: A critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 22(7), 665-701.
- Abd-El-Khalick, F., Waters, M., & Le, A. P. (2008). Representations of nature of science in high school chemistry textbooks over the past four decades. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(7), 835-855.
- Affeldt, F., Tolppanen, S., Aksela, M., & Eilks, I. (2017). The potential of the non-formal educational sector for supporting chemistry learning and sustainability education for all students—a joint perspective from two cases in Finland and Germany. *Chemistry Education Research and Practice*, 18(1), 13-25.
- Akerson, V. L., Cullen, T. A., & Hanson, D. L. (2010). Experienced teachers' strategies for assessing nature of science conceptions in the elementary classroom. *Journal of Science Teacher Education*, 21(6), 723-745.
- Akerson, V. L., Donnelly, L. A., Riggs, M. L., & Eastwood, J. L. (2012). Developing a community of practice to support preservice elementary teachers' nature of science instruction. *International Journal of Science Education*, 34(9), 1371-1392.
- Akerson, V. L., Hanson, D. L., & Cullen, T. A. (2007). The influence of guided inquiry and explicit instruction on K-6 teachers' views of nature of science. *Journal of Science Teacher Education*, 18, 751-772.
- Akerson, V. L., & Hanuscin, D. L. (2007). Teaching nature of science through inquiry: Results of a 3-year professional development program. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(5), 653-680.

- Akerson, V., Nargund-Joshi, V., Weiland, I., Pongsanon, K., Avsar, B. (2013). What third-grade students of differing ability levels learn about nature of science after a year of instruction. *International Journal of Science Education, (ahead-of-print)*, 1-33.
- Arı, Ü. (2010). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının ve sınıf öğretmen adaylarının bilimin doğası hakkındaki görüşlerinin incelenmesi*. Yüksek lisans tezi. Elazığ: Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Armağan, B. (2015). *İlkokul dördüncü sınıf fen öğretiminde okul dışı öğrenme ortamları: Bir eylem araştırması*. Yüksek lisans tezi. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Aslan, O. (2009). *Fen ve teknoloji öğretmenlerinin bilimin doğası hakkındaki görüşleri ve bu görüşlerin sınıf uygulamalarına yansımaları*. Yayımlanmamış doktora tezi. Ankara: Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Aslan, O., & Taşar, M. F. (2013). Fen öğretmenlerinin bilimin doğası görüşleri ve öğretimleri nasıldır? Bir sınıf içi araştırması. *Eğitim ve Bilim, 38*(167), 65-80.
- Aslan, O., Yalçın, N., & Taşar, M. F. (2009). Fen ve teknoloji öğretmenlerinin bilimin doğası hakkındaki görüşleri. *Ahi Evran Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 10*(3), 1-8.
- Ay, Y., Anagün, Ş. S., & Demir, Z. M. (2015). Sınıf öğretmeni adaylarının fen öğretiminde okul dışı öğrenme hakkındaki görüşleri. *Turkish Studies, 10*(15), 103-118. doi: 10.7827/TurkishStudies.8702
- Aydeniz, M., & Bilican, K. (2014). What do scientists know about the nature of science? A case study of novice scientists' views of NOS. *International Journal of Science and Mathematics Education, 12*(5), 1083-1115.
- Ayvacı, H. Ş., & Er-Nas, S. (2010). Fen ve teknoloji öğretmenlerinin bilimsel bilginin epistemolojik yapısı hakkındaki temel bilgilerini belirlemeye yönelik bir çalışma. *Kastamonu Eğitim Dergisi, 18*(3), 691-704.
- Bağcı-Kılıç, G. (2003). Üçüncü ulusal matematik ve fen araştırması (TIMMS): Fen öğretimi, bilimsel araştırma ve bilimin doğası. *İlköğretim Online, 2*(1), 42-51.

- Balkı, N., Çoban, A. K., & Aktaş, M. (2003). İlköğretim öğrencilerinin bilim ve bilim insanına yönelik düşünceleri. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17(1), 11-17.
- Bayır, E., Çakıcı, Y., & Ertaş, Ö. (2014). Exploring natural and social scientists' views of nature of science. *International Journal of Science Education*, 36(8), 1286-1312. doi: 10.1080/09500693.2013.860496
- Bell, R. L. (2004). Perusing pandora's box: Exploring the what, when, and how of nature of science instruction. In Flick, L., & Lederman, N. (Eds.), *Scientific inquiry and nature of science* (pp. 427-446). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Bell, R. L., Matkins, J. J., & Gansneder, B. M. (2011). Impacts of contextual and explicit instruction on preservice elementary teachers' understandings of the nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(4), 414-436.
- Bell, R. L., Mulvey, B. K., & Maeng, J. L. (2012). Beyond understanding: Process skills as a context for nature of science instruction. In M. S. Khine (Ed.), *Advances in nature of science research: Concepts and methodologies* (pp. 225-245). New York: Springer.
- Bingle, W. H., & Gaskell, P. J. (1994). Scientific literacy for decisionmaking and the social construction of scientific knowledge. *Science Education*, 78(2), 185-201.
- Bozdoğan, A. E. (2007). *Bilim ve teknoloji müzelerinin fen öğretimindeki yeri ve önemi*. Yayımlanmamış doktora tezi. Ankara: Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Bozdoğan, A. E. (2008). Fen bilgisi öğretmen adaylarının bilim merkezlerini fen öğretimi açısından değerlendirmesi: Feza Gürsey Bilim Merkezi örneği. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11(1), 19-41.
- Bozdoğan, A. E., & Yalçın, N. (2009). Ankara'daki bilim ve teknoloji müzelerinin eğitim amaçlı kullanıma düzeyleri. *Milli Eğitim*, 182, 232-248.
- Buaraphan, K. (2011). Pre-service physics teachers' conceptions of nature of science. *US-China Education Review*, 8(2), 137-148.

- Bybee, R., McCrae, B., & Laurie, R. (2009). PISA 2006: An assessment of scientific literacy. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(8), 865-883.
- Chaiyabang, M. K., & Thathong, K. (2014). Enhancing Thai teachers' understanding and instruction of the nature of science. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 116, 563-569.
- Cil, E., & Cepni, S. (2012). The effectiveness of the conceptual change approach, explicit reflective approach, and course book by the ministry of education on the views of the nature of science and conceptual change in light unit. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 12(2), 1107-1113.
- Clough, M. P. (2006). Learners' responses to the demands of conceptual change: Considerations for effective nature of science instruction. *Science & Education*, 15(5), 463-494.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2007). *Research methods in education*. London: Routledge Taylor & Francis Group.
- Çelikdemir, M. (2006). *İlköğretim öğrencilerinin bilimin doğasını anlama düzeylerinin araştırılması*. Yüksek lisans tezi. Ankara: Orta Doğu Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Çetinkaya, G. (2012). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimin doğası anlayışları ve kişisel özellikleri arasındaki ilişkinin incelenmesi*. Yüksek lisans tezi. Ankara: Orta Doğu Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Deniz, H. (2007). *Exploring the components of conceptual ecology mediating the development of nature of science views*. Unpublished doctoral dissertation. Indiana University, Bloomington.
- Doğan-Bora, N. (2005). *Türkiye genelinde ortaöğretim fen branşı öğretmen ve öğrencilerinin bilimin doğası üzerine görüşlerinin araştırılması*. Yayımlanmamış doktora tezi. Ankara: Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Doğan-Bora, N., Arslan, O., & Çakıroğlu, J. (2006). Lise öğrencilerinin bilim ve bilim insanı hakkındaki görüşleri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 31, 32-44.

- Ertay-Atalay, Ö. (2013). *Bilim insanlarının ve ilköğretim 2. kademe fen ve teknoloji öğretmenlerinin bilimin doğasına ilişkin görüşlerinin incelenmesi*. Yüksek lisans tezi. Edirne: Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Fenichel, M., & Schweingruber, H. (2010). *Informal Environments for learning science. Surrounded by science-learning science in informal environments*. Washington, D.C: National Academic Press.
- Falk, J. H., & Dierking, L. D. (2000). *Learning from museums: Visitor experiences and the making of meaning*. Walnut Creek, CA: AltaMira Press.
- Falk, J. H., & Storksdieck, M. (2005). Learning science from museums. *História, Ciências, Saúde-Manguinhos*, 12, 117-143.
- Falk, J. H., & Needham, M. D. (2011). Measuring the impact of a science center on its community. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(1), 1-12.
- Galanis, N., Mayol, E., Alier, M., García-Peñalvo, F. J. (2016). Supporting, evaluating and validating informal learning. A social approach. *Computers in Human Behavior*, 55, 596-603.
- Gerber, B. L., Cavallo, A. M., & Marek, E. A. (2001). Relationships among informal learning environments, teaching procedures and scientific reasoning ability. *International Journal of Science Education*, 23(5), 535-549.
- Gustafson, B. J., & Rowell, P. M. (1995). Elementary preservice teachers: Constructing conceptions about learning science, teaching science and the nature of science. *International Journal of Science Education*, 17(5), 589-605.
- Hager, P. J. (2012). Informal learning. In N. M. Seel (Ed.), *Encyclopedia of the sciences of learning* (pp. 1557-1559). Springer Science+Business Media. doi: 10.1007/978-1-4419-1428-6
- Hanuscin, D. L., & Lee, E. J. (2009). Perspectives: Helping students understand the nature of science. *Science and Children*, 46(7), 64-65.

- Hurd, P. D. (1997). Scientific literacy: New minds for a changing world. *Science Education*, 82, 407-416.
- Irez, S. (2009). Nature of science as depicted in Turkish biology textbooks. *Science Education*, 93(3), 422-447.
- Khisfe, R., & Abd-El-Khalick, F. (2002). Influence of explicit and reflective versus implicit inquiry-oriented instruction on sixth graders' views on nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(7), 551-578.
- Lederman, N. G. (1992). Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research. *Journal of research in science teaching*, 29(4), 331-359.
- Lederman, N. G. (1999). Teachers' understanding of the nature of science and classroom practice: Factors that facilitate or impede the relationship. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(8), 916-929.
- Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Schwartz, R. S. (2002). Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 497-521.
- Lederman, N. G. (2007). Nature of science: Past, present, and future. In Abell, S. K., & Lederman, N. G. (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 831-879). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Lederman, J. S., & Holliday, G. M. (2017). Addressing Nature of Scientific Knowledge in the Preparation of Informal Educators. In *Preparing Informal Science Educators* (pp. 509-525). Springer International Publishing.
- Lincon, Y. S., & Guba, E. G., (1985). *Naturalistic inquiry*. Beverly Hills, CA: Sage.
- McComas, W. F., Clough, M. P., & Almazroa, H. (2002). The role and character of the nature of science. In W. F. McComas (Ed.), *The Nature of Science in Science Education: Rationales And Strategies* (pp. 3-39). Netherlands: Kluwer Academic.

- MEB (2005). İlköğretim Fen Ve Teknoloji Dersi (4. ve 5. Sınıflar) Öğretim Programı. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- MEB (2013). İlköğretim Kurumları (İlkokullar ve Ortaokullar) Fen Bilimleri Dersi (3, 4, 5, 6, 7, ve 8. Sınıflar) Öğretim Programı. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook* (2nd Ed.). Thousand Oaks: Sage Publications
- Miller, J. D. (1983). Scientific literacy: A conceptual and empirical review. *Daedalus*, 112(2), 29-48. <http://www.jstor.org/stable/20024852> (07.10.2015).
- Niaz, M., & Maza, A. (2011). Nature of science in general chemistry textbooks. In *Nature of science in general chemistry textbooks* (pp. 1-37). Netherlands: Springer.
- Ozgelen, S., Yilmaz-Tuzun, O., & Hanuscin, D. L. (2012). Exploring the development of preservice science teachers' views on the nature of science in inquiry-based laboratory instruction. *Research in Science Education*, 1-20.
- Önen-Öztürk, F. (2015). Bilimin doğası öğretimi fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel araştırmanın doğasına ilişkin görüşlerini nasıl etkiler? *International Journal of Social Science*, 31, 287-309.
- Rennie, L. J. (2007). Learning science outside of school. *Handbook of research on science education*, 1.
- Rodari, P. (2008). Education and science museums: Reflections in Italy and on Italy. *Journal of Science Communication*, 7(3), 1-5.
- Rudge, D. W., Cassidy, D. P., Fulford, J. M., & Howe, E. M. (2013). Changes observed in views of nature of science during a historically based unit. *Science & Education*, 1-31.
- Sample McMeeking, L. B., Weinberg, A. E., Boyd, K. J., & Balgopal, M. M. (2016). Student perceptions of interest, learning, and engagement from an

- informal traveling science museum. *School Science and Mathematics*, 116(5), 253-264.
- Schwartz, R. S., & Lederman, N. G. (2002). "It's the nature of the beast": The influence of knowledge and intentions on learning and teaching nature of science. *Journal of Research in science teaching*, 39(3), 205-236.
- Stockmayer, S. M., Rennie, L. J., & Gilbert, J. K. (2010). The roles of the formal and informal sectors in the provision of effective science education. *Studies in Science Education*, 46(1), 1-44.
- Tatar, N., & Bağıryanık, K. E. (2012). Fen ve teknoloji dersi öğretmenlerinin okul dışı eğitime yönelik görüşleri. *İlköğretim Online*, 11(4), 883-896.
- Türkmen, H. (2015). Yetişkinlerin informal öğrenme ortamlarına ziyaret gündemleri: Sasalı Doğal Yaşam Parkı örneği. *Journal of European Education*, 5(1), 15-23.
- Uyen Tran, L., & King, H. (2007). The professionalization of museum educators: The case in science museums. *Museum Management and Curatorship*, 22(2), 131-149.
- Walls, L. (2012). Third grade African American students' views of the nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(1), 1-37.
- Weinstein, M., Whitesell, E. R., & Schwartz, A. E. (2014). Museums, zoos, and gardens: How formal-informal partnerships can impact urban students' performance in science. *Evaluation review*, 38(6), 514-545.
- Yenice, N., & Saydam, G. (2010). The views of the 8th grade students about nature of scientific knowledge. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 5012-5017.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2013). *Sosyal bilimlerde nitel veri analizi* (9. Baskı). Ankara: Seçkin.



## **EXTENDED ABSTRACT / UZUN ÖZ NATURE of SCIENCE TEACHING at SCIENCE CENTERS**

### **Introduction**

Scientific literacy has been a perennial goal for many developed and developing countries. Scientifically literate citizens could be able to make informed decisions, appreciate science and translate this appreciation into daily life. Moreover, they have general knowledge of key scientific concepts and they are able to think in a scientific way (Driver, Leach, Millar, & Scott, 1996, p.12). Nature of science (NOS) was claimed to be an indispensable part of scientific literacy (Lederman, 1992). Therefore several attempts have been taken by researchers to provide learners with adequate understanding of NOS (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000; Abd-el-Khalick, 2001). Although extensive research has been taken to improve NOS views, the outcomes have been reported to be limited. It was concluded that different venues that provided for different context for NOS discussion would better serve for the learners to refine and revise their NOS ideas (Rudge, Cassidy, Fulford & Howe, 2013; Clough, 2006). NOS studies through different context were mostly undertaken within formal learning settings. However, science centers among the informal learning centers could serve as a great venue for learners to refine and revise their NOS ideas while they were facing fun part of science. Despite of the science centers' potential to provide a venue for NOS in different informal learning context, very few studies have been conducted so far (Falk & Dierking, 2000; Lederman & Holliday, 2017). Therefore current study aimed to investigate, the nature of science views of science center staffs; and how these science center staff communicated NOS to the visitors during science demonstrations and one to one interaction with visitors.

### **Method**

The current research adopted case study approach among the qualitative research techniques. The case study was defined by Merriam (2009) "an in-depth description analysis of a bounded system". The current study was described as case of three science center staffs. There has been two main focuses of the study. First one was the meanings that science center staffs ascribed to the emphasized NOS aspects. The second focus of the study was how the science center staffs' NOS understanding revealed during their communication of science with visitors. Participants of the study was three science center staff (2F, 1M) working in a science center. Their working experience of the staffs was ranged between 6-11 years. Two of the participants had a bachelor degree from Biology and Astronomy programs and one of them had a bachelor degree from Elementary Science Teacher Education Program. All of the participants took extensive amount of science courses such as biology, physics and chemistry. None of the participants had a Masters or PhD degree. Either of them received explicit reflective NOS instruction or course related to NOS before. It was assumed that they built their NOS views based on their personal experience. The following table summarized general features of each participant:

**Table1.** Features of participants

<b>Participant</b>	<b>Age</b>	<b>Bachelor Degree</b>	<b>Work Experience</b>
1	31	Astronomy Elementary science teacher education	6 years 7 years
2	31	program	
3	34	Biology	11 years

To examine the research questions qualitative research data collection tools were used. Data were collected by means of open ended questionnaire -views of nature of science questionnaire- VNOS form C (Lederman, Abd-El-Khalick, Bell, & Schwartz, 2002), follow-up interviews, observation notes and audio records of science center visits. The Views of Nature of Science Questionnaire–Form C contains 10 open ended questions addressing each particular NOS aspect. Through the current research, participants’ views about (a) empirical nature of science (b) subjective nature of science, (c) tentative nature of science (d) role of creativity and imagination in development of scientific knowledge, (e) inferential nature of science, (f) socio cultural embeddness of scientific knowledge and (g) the function and definition of theories and laws were considered. The interviews related to VNOS-C responses were used to validate participants’ responses to open ended questionnaire (VNOS-C) as suggested by the developers of the questionnaire (Lederman et al., 2002; Abd-El-Khalick, 1998).

While open ended questionnaire, and follow up interviews were used to provide evidence to document science center staff’ understanding of NOS, audio records of science center visits and observation notes were used to project science center staffs’ communication of NOS with science center visitors.

The data were collected based on qualitative research methodologies. Thus, the general approach for all qualitative research data was taken. The data were analyzed by using Miles and Huberman (1994) systematic approach. This approach includes writing reflective notes in passages, drafting a summary sheet, writing codes, creating patterns and themes, counting for frequency of codes, relating categories and making contrast and comparisons (Miles & Huberman, 1994).

The VNOS-C responses were analyzed to generate/profiles of participants’ NOS views. The protocol outline proposed by Lederman et al. (2002) was followed for interpretation and analysis of the VNOS-C data. Analyses of VNOS-C questionnaire results were entailed transcription and coding of the interview responses. Interview transcripts were separately analyzed and compared for the purpose of establishing validity. Three types of categorization were used as “informed” (I) “adequate” (A) and “inadequate” (IA). The views were categorized as either “informed” (indicating a fully developed understanding of the NOS aspect including extended examples and deeper explanations), “adequate” (indicating a developing/acceptable view but with lack of deep explanations or examples), or “inadequate” (indicating a misconception was held by the student).

## **Result and Discussion**

Results of the current research revealed that the science center staffs mostly had inadequate views related to nature of science. Some of them held adequate views related to some NOS aspects but none of them showed informed views of NOS. Following table summarized science center staffs' NOS views:

**Table 2.** Science center staffs' nature of science views

<b>NOS Tenets</b>	<b>NOS Views</b>
Tentative NOS	2 IA, 1 A
Empirical NOS	2 IA, 1 A
Creative NOS	3 A
Inferential NOS	1 NC, 1 IA, 1 A
Socio-cultural NOS	1 IA, 2 A
Theories and laws	3 IA
Subjective NOS	1 IA, 2 A

NC: non-categorized; A: Adequate; IA: Inadequate; I: Informed

Regarding their science communication with the science center visitors at science center, it was found that they mostly conveyed science as body of facts with lack of scientists' imagination and lacking of addressing how scientific knowledge was developed. Even, one of the science center staff translated his misunderstanding related to theory and law during the science demonstration on black holes to the visitors. He conveyed that black hole theory was claimed to be just a theory because it was not proven.

Considering the fact that, science centers were among the non-formal learning settings that might had a huge potential for individuals to build their NOS understanding, science centers needed to convey better messages of science regarding to the development of scientific knowledge (Gustafson & Rowell, 1995; Bell, 2004; Clough, 2006).

The research suggested science centers could be a great venue for students and teacher to revise and refine their ideas related to NOS. To be able to use this opportunity, science centers needed to provide more insightful experiences with visitors regarding to the development of scientific knowledge and the values inherited to the development of it. To be able to do that, first science center staff needed to portray better understanding of NOS, then could be able to communicate NOS in a better way. Therefore, professional development programs targeting science center staffs should be held addressing NOS and how to convey NOS during the science demonstrations and communications with visitors.