



## **Nature of Science in Teacher Education: A Holistic Approach**

**Ebru KAYA<sup>1</sup>, Sibel ERDURAN<sup>2</sup>, Selin AKGÜN<sup>3</sup>, Büşra AKSÖZ<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Bogazici University, Istanbul, TURKEY, ebru.kaya@boun.edu.tr

<sup>2</sup>University of Oxford, Oxford, UK; University of Limerick, Limerick, IRELAND,  
Sibel.Erduran@education.ox.ac.uk

<sup>3</sup>Bogazici University, Istanbul, TURKEY, selin.akgun@boun.edu.tr

<sup>4</sup>Bogazici University, Istanbul, TURKEY, busra.aksoz@boun.edu.tr

Received : 03.10.2017

Accepted : 06.11.2017

---

*Abstract* – “Nature of Science (NOS)” is one of the important research areas in science education. Erduran and Dagher (2014) reconceptualized Irzik and Nola (2014)’s “Family Resemblance Approach (FRA)” to explain NOS as an epistemic, cognitive and social aspects in a holistic way. Kaya and Erduran (2016a) developed the term RFN (Reconceptualized FRA to NOS) including some educational applications to integrate NOS in science education. This study is a part of a project including 14 weeks application on teaching NOS. The aim of this study is to determine the effect of the teacher education intervention based on RFN to the participants’ perceptions. 11 pre-service science and 4 pre-service chemistry teachers participated in the study. The “NOS Questionnaire” was developed in order to determine pre-service teachers’ pre and post perceptions of RFN categories. Interviews were also conducted before and after the intervention. The findings show that pre-service science teachers’ understanding of each RFN category changed and developed.

*Key words:* Nature of Science, Reconceptualized Family Resemblance Approach, Pre-service Teacher Education

### **Summary**

#### **Introduction**

Nature of Science (NOS) is one of the fundamental and debated issues in science education context. Researchers in science education have argued different perspectives while defining NOS by different approaches (e.g. Abd-El-Khalick, Bell, & Lederman, 1998; Allchin, 2013; Irzik & Nola, 2014; Matthews, 2012; McComas & Olson, 1998). For example, Erduran and Dagher (2014) reconceptualized Irzik and Nola’s (2014) depiction of “Family

Resemblance Approach'' (FRA) which focuses on the components of science in terms of epistemic, cognitive and social systems. Then, Kaya and Erduran (2016a) referred to Erduran and Dagher's work as the notion of "Reconceptualized FRA-to-NOS" (RFN) framework. RFN framework has an additional and extended focus on pedagogical, curricular and instructional insights by drawing on perspectives from science education research (Kaya & Erduran, 2016a). RFN covers the range of aspects of science including aims and values, methods, practices, knowledge as well as social-institutional aspects of science. Erduran and Dagher (2014) developed a holistic model called as "FRA Wheel". This wheel represents all cognitive, epistemic and social institutional aspects of science. Similarly, they also developed other models to explain five different categories of science such as scientific knowledge, aims and values, etc. These models have a potential to use as pedagogical tools in teaching and learning of NOS.

There has been rare research focusing on Erduran & Dagher's (2014) framework on NOS in science education. Some researchers applied scientific practices based on research in science teacher education program and elementary science level education. (Saribas & Ceyhan, 2015; Kaya, Saribas, & Erduran, 2015). Although there are some empirical studies within the usage of RFN in different contexts, there is still limited number of research on pre-service science teachers' holistic understanding of NOS within the focus of 5 different categories of science. Therefore, conducting this research to investigate pre-service science teachers' holistic understanding of NOS would contribute to teacher education research on NOS.

In this context, a teacher training intervention course called as "Nature of Science for Science Teachers" was designed to teach different categories of RFN to pre-service science teachers. In this course, it was aimed to teach RFN to pre-service science teachers and enhance them to develop some course materials for science lessons. In this manner, the purpose of this study is to develop pre-service science teachers' understanding of NOS through this course and determine the changes of pre-service science teachers' understanding of aims and values, scientific practices, scientific knowledge, methods and methodological rules, and social-institutional aspects of science.

## **Methodology**

The study was conducted with 15 pre-service teachers in a four-year science teacher education program in a public university in Turkey. They were senior year students in the program. During the intervention process, pre-service teachers were taught each category of

RFN and they developed some course materials. In order to determine the effect of this intervention, quantitative and qualitative research methods were used. A 5-point Likert type “Nature of Science Questionnaire” which includes 70 items with the reliability of alpha .791 was administered to the participants before and after the intervention. The items were reflected the 5 different categories of RFN. “*All scientific disciplines such as physics, biology and chemistry use the same scientific method.*”, “*Scientific knowledge does not change.*” and “*Scientists review and assess each other’s work.*” are some of the items of the questionnaire. The items of the questionnaire were developed by the researchers. Then, the items are analyzed by two experts and repetitive and unnecessary items were eliminated from the questionnaire for the issues of content validity. t-test analysis was conducted to investigate the change in pre-service teachers’ understanding of NOS after the intervention. The qualitative data were collected through individual pre and post interview sessions. The interview includes 18 questions referring different categories of science such as values and aims, methods, scientific practices, method and methodology, etc. The interview questions also include scientific and pedagogical aspects related to NOS. “*What comes your mind when I say aims and values of science? Could you give examples?*” and “*Do you think methods and methodological rules of science are taught in science lesson? If yes how? If no, how they can be taught?*” are some example questions of the interview. Qualitative approach was used to analyze the data. Each interview was transcribed and related codes and categories were identified.

## **Result**

The analysis of t-test shows that there is a significant difference for some categories of RFN. Also, the analysis of pre- and post- interview data indicated that the pre-service science teachers’ understanding of NOS have shifted after the teacher training intervention. In other words, the qualitative and quantitative analysis findings indicated that the teacher training intervention about NOS helped pre-service science teachers to provide a better and broader understanding of the different categories of science.

## **Conclusion**

Prior to the intervention, most of the pre-service science teachers had limited and naïve understanding of RFN. However, after the intervention, they started to consider the various aspects of the science as a holistic structure. The results are also in line with Erduran and Dagher’s (2014) expressions about the significance of providing teachers and learners opportunities to think about the different categories of science to gain a better understanding about the complexity of scientific work. Hence, it can be said that Erduran and Dagher’s

(2014) framework for teaching the concept of NOS can be a useful tool for developing effective science teacher education programs in future.

# Öğretmen Eğitiminde Bilimin Doğası: Bütünsel Bir Yaklaşım

**Ebru KAYA<sup>1</sup>, Sibel ERDURAN<sup>2</sup>, Selin AKGÜN<sup>3</sup>, Büşra AKSÖZ<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul, TÜRKİYE, ebru.kaya@boun.edu.tr

<sup>2</sup>Oxford Üniversitesi, Oxford, İNGİLTERE; Limerick Üniversitesi, Limerick, İRLANDA,  
Sibel.Erduran@education.ox.ac.uk

<sup>3</sup>Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul, TÜRKİYE, selin.akgun@boun.edu.tr

<sup>4</sup>Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul, TÜRKİYE, busra.aksoz@boun.edu.tr

Makale Gönderme Tarihi: 03.10.2017

Makale Kabul Tarihi: 06.11.2017

*Özet* – Fen eğitiminde “Bilimin Doğası” önemli araştırma alanlarından biridir. Erduran ve Dagher (2014) Irzik ve Nola’nın (2014) “Aile Benzerliği Yaklaşımı (ABY)”nı yeniden kavramsallaştırarak bilimin doğasını epistemik, bilişsel ve sosyal yönleriyle bütüncül bir şekilde açıklamışlardır. Kaya ve Erduran (2016a) ise, Erduran ve Dagher’in önerdiği yaklaşımı “Yeniden Kavramsallaştırılmış Aile Benzerliği Yaklaşımına Dayalı Bilimin Doğası” (Reconceptualized Family Resemblance Approach to Nature of Science - RFN) şeklinde adlandırmışlardır. Bilimin doğasının RFN çerçevesinde öğretimi ile ilgili 14 haftalık bir uygulama içeren bu çalışmanın amacı, öğretmen adaylarının bilimin amaç ve değerleri, bilimsel pratikler, yöntem ve yöntemsel kurallar, bilimsel bilgi ve bilimin sosyal-kurumsal yönlerine ilişkin algılarına olan etkisini belirlemektir. İstanbul’daki bir devlet üniversitesindeki okuyan 11 fen bilgisi ve 4 kimya öğretmen adayı ile çalışılmıştır. Çalışmada karma araştırma deseni kullanılmıştır. Katılımcıların bilimin doğasına ilişkin algılarını belirlemek amacıyla Bilimin Doğası Anketi uygulanmıştır. Uygulama öncesi ve sonrasında RFN kategorileriyle ilgili görüşmeler yapılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre öğretmen adaylarının bilimin doğası ile ilgili algılarında değişim ve gelişim olduğu belirlenmiştir.

*Anahtar kelimeler:* Bütünsel Bilim; Bilimin Doğası; Yeniden Kavramsallaştırılmış Aile Benzerliği Yaklaşımı; Öğretmen Eğitimi

## Giriş

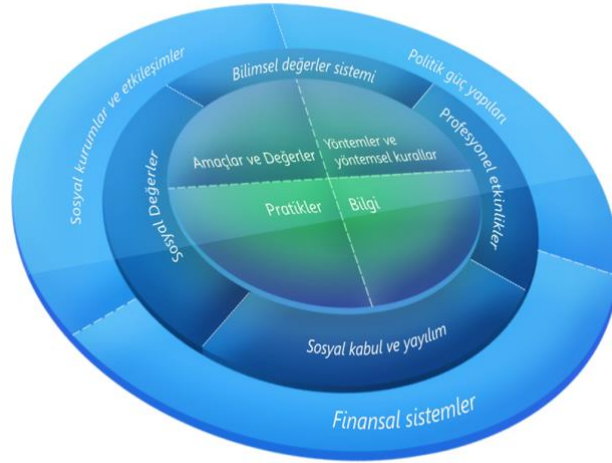
“Bilimin Doğası” fen eğitimi alanındaki önemli araştırma alanlarından biridir. Bilim felsefecileri ve fen eğitimi alanındaki araştırmacılar, bilimin doğasına dair pek çok çalışmayı alanyazına sunmuşlardır. Bu çalışmalar bilimin doğasını anlamayı amaçlayan ve fen öğretmen eğitimi ve öğretim programlarında bilimin doğasının uygulanmasına yönelik perspektifler sunan çalışmalardır (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000; Allchin, 2013; Erduran & Dagher, 2014). Bu anlamda Lederman ve Abd-El Khalick (2000)’in oluşturmuş olduğu “Ortak

Görüş”, Matthews (2012)’un sunmuş olduğu “Bilimin Özellikleri” çalışması ve Irzik ve Nola (2014)’nın bilimin epistemik, bilişsel ve sosyal yönlerini ele alan “Aile Benzerliği Yaklaşımı” bu çalışmalardan bazılarıdır. Bu çalışmalarda bilimin değişebilir yapısı, bilimin gözlem, çıkarım ve teorik yapıları oluşu, bilimsel bilginin sosyal ve kültürel ortamdaki varoluşu gibi kavramlara odaklanılmıştır.

Bu çalışmanın teorik altyapısını oluşturan yaklaşım ise Erduran ve Dagher (2014)’ın önerdiği “Yeniden Kavramsallaştırılmış Aile Benzerliği Yaklaşımı’na Dayalı Bilimin Doğası” (Reconceptualized Family Resemblance Approach to Nature of Science, RFN) dir. RFN bilimin doğasını bilişsel, epistemik ve sosyal-kurumsal yönlerden ele alan; bütüncül ve kapsayıcı bir yaklaşımdır. Erduran ve Dagher (2014) fen eğitiminde bilimin bilişsel, epistemik ve sosyal-kurumsal yönlerinin vurgulamasının; öğrencilerin, bilimsel çalışmaları, bilimsel bilginin gelişim sürecini, bilimdeki sosyal yapı ve ilişkilerin nasıl kurulduğunu ve tüm bunların bilimi nasıl geliştirdiğini kavramasında önemli rol oynadığını belirtmiştir. Bilimin farklı yönlerinin fen eğitiminde öğrencilere aktarılması konusunda yapılan çalışmalar da, bilimin doğasının bütünsel olarak öğretilmesinin önemini ortaya koymaktadır. Örneğin, sosyo-bilimsel konular (Zeidler, Sadler, Simmons & Howes, 2005), bilimsel bilginin öğretimi (Duschl & Erduran, 1996) ile fen eğitiminde bireylerin katılımı ve yurttaşlık oluşturma (Bencze, Sperling & Carter, 2012) yaklaşımları, bilimin farklı yönlerinin fen eğitimine entegre edilmesinin önemini yansıtan çalışmaların bazılarıdır. Görüldüğü üzere, bilimin bilişsel, epistemik ve sosyal-kurumsal yönleri, bilimi bütünüyle tanımlayabilmek ve öğrencilere öğretebilmek adına önemlidir.

#### *Yeniden Kavramsallaştırılmış Aile Benzerliği Yaklaşımı*

Erduran ve Dagher (2014), Irzik ve Nola (2014)’nın önerdiği Aile Benzerliği Yaklaşımı’ni yeniden tartışmış ve bu yaklaşıma finansal sistemler ve politik güç yapıları gibi farklı kategoriler ve pedagojik uygulama önerileri eklemiştir. Kaya ve Erduran (2016a) ise, Erduran ve Dagher’ın önerdiği yaklaşımı “Yeniden Kavramsallaştırılmış Aile Benzerliği Yaklaşımına Dayalı Bilimin Doğası” (Reconceptualized Family Resemblance Approach to Nature of Science - RFN) şeklinde adlandırmışlardır. RFN bilimin bilişsel, epistemik ve sosyal-kurumsal yönlerini bütünsel bir şekilde kapsayan 11 kategoriden oluşmaktadır.



**Şekil 1** Aile Benzerliği Yaklaşımı Çarkı: Bilimin Bilişsel-Epistemik ve Sosyal-Kurumsal Kategorileri (Erduran ve Dagher, 2014, s. 28)

RFN kategorileri Erduran ve Dagher’ın (2014) oluşturduğu “Aile Benzerliği Yaklaşımı Çarkı” aracılığıyla Şekil 1’de belirtildiği gibi görselleştirilmiştir. Bilimin amaç ve değerleri, yöntem ve yöntemsel kurallar, bilimsel pratikler ve bilimsel bilgi kategorileri bilimin epistemik ve bilişsel yönlerini yansıtırken; bilimsel değerler sistemi, sosyal kabul ve yayılım, profesyonel etkinlikler, sosyal değerler, finansal sistemler, politik güç yapıları ve sosyal kurumlar ve etkileşimler bilimin sosyal-kurumsal yönleri olarak karşımıza çıkmaktadır (Erduran & Dagher, 2014). Bir sonraki bölümde bilimin bilişsel ve epistemik yönlerini oluşturan bilimin amaç ve değerleri, bilimsel pratikler, bilimsel bilgi ve yöntem ve yöntemsel kurallar kategorilerine değinilecek; sonrasında ise sosyal ve kurumsal sistemler kategorisi ayrıntılı bir biçimde açıklanacaktır.

### *Bilimin Amaç ve Değerleri*

Bilimin amaç ve değerleri bilimin epistemik, bilişsel ve sosyal amaç ve değerler sistemlerini içermektedir (Erduran & Dagher, 2014). Erduran ve Dagher (2014) bilimin epistemik, bilişsel ve sosyal amaç ve değerlerini Şekil 2’de belirtildiği gibi görselleştirmiştir.





**Şekil 2** Bilimin Amaç ve Değerleri (Erduran ve Dagher, 2014, s.49)

Bilimin epistemik, bilişsel ve sosyal amaç ve değerleri bilim insanlarının objektif çalışmalar ortaya koyarak önyargılarından arınması, özgün ve yenilikçi ürünler ortaya koyması, doğruluk esasını benimsemesi, çalışmalarda deneysel açıdan yeterli ve akla yatkın veriler kullanması ve eleştirel argümanlara açık olması gibi birtakım hedefleri kapsamaktadır (Allchin, 1999; Irzik & Nola, 2014). Bilimin sosyal amaç ve değerler sistemi ise insanlığın ihtiyaçlarının belirlenerek bu yönde ilerleme sağlamaya çalışılması, yapılan çalışmalarda dürüstlük ve doğruluk ilkesinin benimsenmesi ve her türlü düşünceye saygı duyulması gibi birtakım sosyal değerleri yansıtmaktadır. Bununla birlikte Erduran ve Dagher (2014) politik güç dengelerini, bilimsel süreçte kullanılan finansal kaynak dinamiklerini ve çeşitli kültürel değerlerin bilimsel süreçteki etkisini bilimi etkileyen değerler sisteminin parçaları olarak belirlemişlerdir.

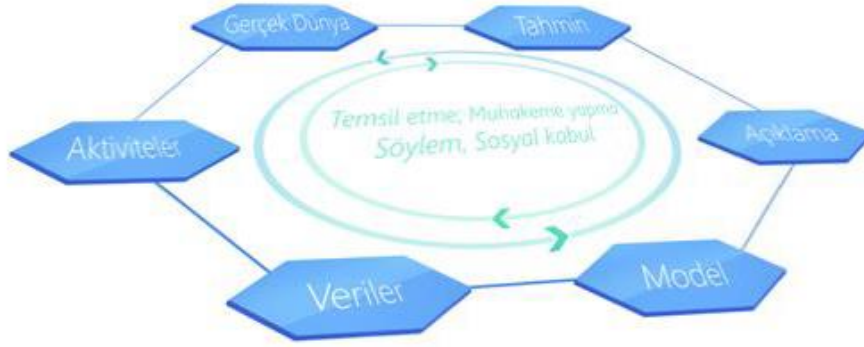
Bu anlamda, bilimin epistemik, bilişsel ve sosyal amaç ve değerlerinin fen eğitiminde öğretilmesi, öğrencilerin bilimsel bilginin elde edilmesi ve yayılması sürecinde benimsenmesi gereken değerlere saygı duymasını ve içselleştirmesini sağlayabilir (Allchin, 1999). Ayrıca, öğrencilerin bilişsel yetenek düzeylerinin ve sosyal farkındalıklarının artması açısından da fen öğretiminde bu noktalara değinmek önem arz etmektedir.

### *Bilimsel Pratikler*

Bilimsel pratikler bilimsel bilginin üretilebilmesi için kullanılan epistemik, bilişsel ve sosyal pratiklerdir. Bilim insanları tarafından üretilen soruların yanıtlanması sürecinde veri toplanması, verilerin organize edilmesi, sınıflandırılması ve bu verilerin analiz edilmesi bilimsel süreci yansıtan bilimsel pratiklerden bazılarıdır (Matthews, 1994). Bununla birlikte bilimsel süreçte kullanılan gözlem, deney yapma, modelleme yönteminden faydalanma,



tahminlerde bulunma, açıklama yapma ve tartışma gibi beceriler de bilimin epistemik, bilişsel ve sosyal-kurumsal özelliklerini yansıtan bilimsel pratikleri meydana getirmektedir (Erduran & Dagher, 2014). Tüm bu pratikler birbirine bağlı bir şekilde kullanılarak bilimsel bilginin üretilmesine katkı sağlamaktadır. Erduran ve Dagher bilimsel pratikleri bütünsel bir şekilde yansıtan bir benzetme (Şekil 3) önermişlerdir.



Şekil 3 Benzen Halkası Benzetmesi (Erduran ve Dagher, 2014a, s. 82)

Şekil 3'de görüldüğü gibi bilimsel pratiklerin her bir bileşeni ve aralarındaki bağlantı Benzen Halkası Benzetmesi (BHB) aracılığıyla görselleştirilmiştir. Benzen halkası altı karbon atomundan oluşan ve karbon atomları arasında ikili bağlar bulunduran organik bir bileşiktir (Kaya & Erduran, 2016b). Karbon atomlarına bağlı olan ve ikili bağları oluşturan elektronlar da halkanın iç kısmında yayılmıştır. Bu açıdan bilimin epistemik ve bilişsel yönleri benzen halkasını oluşturan altı adet karbon atomu olarak temsil edilmiştir. Benzen halkasının iç kısmında yer alan elektronlar ve yayılan bağlar ise bilimin tüm bu bileşenlerini şekillendiren sosyal ortamı (sosyal kabul ve söylem, temsil etme, muhakeme yapma) temsil etmektedir. Bu yönüyle BHB, bilimin epistemik, bilişsel ve sosyal bileşenlerinin bir arada çalıştığını gösteren bir görsel olarak karşımıza çıkmaktadır. BHB, bilimsel pratikleri bütünsel bir şekilde temsil etmekte olup bilimsel pratiklerin öğretilmesinde pedagojik bir araç olarak kullanılabilir potansiyeline sahiptir (Kaya & Erduran, 2016b).

### Bilimsel Bilgi

Bilimsel bilginin üretilmesi ve gelişmesi teoriler, yasalar ve modellerin bir bütün halinde birlikte çalışmasıyla gerçekleşmektedir (Erduran & Dagher, 2014). Teoriler, yasalar ve modeller (TYM) bilimsel bilginin üç farklı türünü temsil etmektedir. Bu bilimsel bilgi türleri birlikte uyumlu bir biçimde çalışarak bilimsel bilginin oluşmasına ve açıklanmasına

katkı sağlamaktadır (Kaya & Erduran, 2016b). Erduran ve Dagher (2014) teoriler, yasalar ve modellerin (TYM) birbiriyle ilişkili olarak belirli bir sistem içinde nasıl çalıştığını Şekil 4' te verilen görsel aracılığıyla sunmuşlardır.



**Şekil 4** Teoriler-Yasalar-Modeller, Bilimsel Bilginin ve Bilimsel Anlayışın Gelişmesi (Erduran ve Dagher, 2014a, s. 115)

Şekil 4'te görülen her bir dikdörtgen, teoriler, yasalar ve modellerin birbiriyle uyumlu bir şekilde ilişkili olduğunu göstermektedir (Kaya & Erduran, 2016b). Teori, model ve yasalar ilgili konuda elde edilen kanıtlar biriktikçe gelişmekte, ilerleme kaydetmekte ve bilimsel anlayışı oluşturmaktadır. Aynı zamanda, elde edilen kanıtların açıklanamadığı ve bilimsel sürecin tıkandığı bazı uç noktalarda yeni bir paradigmaya yol açan yeni bilgi türlerine ihtiyaç duyulabilmektedir. Bu süreç Thomas Kuhn (1970) tarafından “paradigma dönüşümü” olarak adlandırılmıştır. Bu anlamda farklı bilgi türleri (TYM) var olan ve yeniden oluşturulan tüm paradigmaların başlayıp devam ettiği düzlemi oluşturan bileşenlerdir. TYM'nin fen derslerinde yer alması öğrencilerin farklı bilimsel bilgi türlerini, bunları birbirleriyle uyumlu bir şekilde çalışmalarını anlayıp tartışabilmeleri adına önem teşkil etmektedir (Kaya & Erduran, 2016b).

#### *Yöntemler ve Yöntemsel Kurallar*

Erduran ve Dagher (2014) bilimsel bilginin gelişmesi sürecinde kullanılan farklı bilimsel yöntemlerin varlığına dikkat çekmişlerdir. Bu anlamda ampirik bulguların elde edilmesi ve kullanılması bilimsel süreci başlatan önemli bilimsel yöntemlerden biridir.

Ampirik bulguların kullanımı sayesinde üretilen kanıtlar belirli bir konu hakkında bilimsel bilginin üretilmesine ve açıklanmasına olanak sağlamaktadır. Bu nedenle, birtakım kanıtlar aracılığıyla elde edilen bilimsel bilginin açıklayıcı bir gücü olduğu belirtilmiştir. Bununla birlikte Erduran ve Dagher (2014) açıklayıcı niteliğe sahip ve kanıt niteliğindeki bu bilgilerin elde edilmesi sürecinde gözlemsel ve deneysel olarak farklı bilimsel yöntemlerin kullanılabilmesine dikkat çekmişlerdir (Duschl, 1994). Bu yöntemlerin manipülatif, manipülatif olmayan, hipotez testine dayanan ve hipotez testi içermeyen 4 farklı yöntemi kapsadığını belirtmişlerdir.

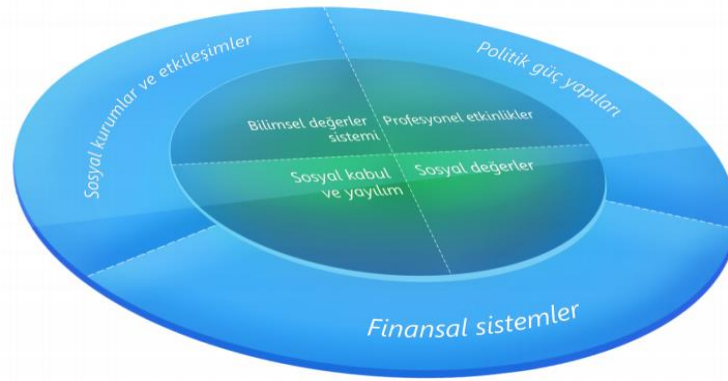


**Şekil 5** “Dişliler” Görseli: Farklı Bilimsel Yöntemlerin Ürünü Olan ve Bilimsel Bilgiyi Oluşturan Kanıtların Sinerjik ve Açıklayıcı Bir Biçimde Çalışması (Erduran ve Dagher, 2014a, s. 101)

Şekil 5’te verilen dişliler görseli bu dört farklı bilimsel yöntem türünün sinerjik bir biçimde birlikte çalıştığını ve bilimsel bilginin açıklanması sürecinde etkin bir rol oynadığını göstermektedir. Farklı bilimsel yöntemlerin varlığının fen derslerinde öğretilmesi, öğrencilerin bilimsel süreçte tek bir bilimsel yöntemin kullanılmadığını anlamasına yardımcı olacaktır. Ayrıca öğrenciler bu yolla farklı bilimsel yöntemlerin farklı bilimsel bilgi türlerini oluşturduğunu anlayacaklardır.

### *Sosyal ve Kurumsal Sistemler*

Bilimin sosyal ve kurumsal sistemleri, bilimsel sürecin arka planını oluşturan birtakım sosyal yapıları ve kurumsal ve ekonomik dengeleri içermektedir. Erduran ve Dagher (2014) Şekil 6’da belirtildiği gibi bilimde sosyal kabul ve dağılım, bilimsel değerler sistemi, sosyal değerler, profesyonel etkinlikler, sosyal kurumlar ve etkileşimler, finansal sistemler ve politik güç yapıları gibi kavramlara değinerek bilimin sosyal ve kurumsal yönlerine odaklanmışlardır (Irzik & Nola, 2014; Resnik, 2007).



**Şekil 6** Bilimin Sosyal ve Kurumsal Sistemleri (Erduran ve Dagher, 2014, s.143)

Bu kavramlar aracılığıyla bilim insanlarının bilimsel bilgiyi gözden geçirme ve değerlendirme süreçlerine, birtakım sosyal mekanizma ve normlara ve bilim insanlarının meslektaşları ile etkileşimlerine odaklanılmıştır. Ayrıca özgürlük, çevreye saygı, sosyal fayda gibi değerlere dikkat çekilmiştir. Bununla birlikte bilim insanlarının konferanslara katılması, yayın değerlendirme süreçleri, bilimin üniversiteler ve araştırma kurumları gibi kurumsal çevrelerde düzenlenmesi, bütçe mekanizmalarını içeren bilimin finansal boyutları ve bilimsel süreci belirli ölçüde şekillendiren politik güç dinamiklerine odaklanılarak bilimin kurumsal yapısına dikkat çekilmiştir. Fen eğitiminde bilimin sosyal ve kurumsal yönlerine odaklanmak bilimin sadece epistemik ve bilişsel bileşenlerden oluşmadığını; bilimsel sürecin arka planında birtakım sosyal ve etik değerler ile ekonomik ve politik güç dengelerinin olduğunu anlatabilmek adına oldukça önemlidir.

Özetle, Erduran ve Dagher (2014) bilimi sadece bilimsel bilgi ve farklı bilim dallarının getirdiği yöntemsel süreç olarak görmekten ziyade, bilimi bilişsel, epistemik ve sosyal-kurumsal yönleriyle bütüncül bir yaklaşım ile pedagojik açıdan da ele alarak bilimin doğasını anlayabilmek adına önemli bir yaklaşım oluşturmuşlardır. Bu yaklaşım dahilinde, öğretmen eğitiminde ve ortaokul düzeyi fen eğitiminde RFN kategorilerinin uygulamalarını kapsayan ampirik çalışmalar ortaya konulmuştur (Akgun, Kaya, Erduran & Aksoz, 2017; Aksoz, Kaya, Erduran, Akgun & Tas, 2016; Karabaş, 2017; Saribas & Ceyhan, 2015; Tas, Cetin, Kaya, Erduran, Akgun & Aksoz, 2016). Bununla birlikte, RFN yaklaşımı baz alınarak öğretim programı analiz çalışmaları da yapılmıştır (Kaya & Erduran, 2016a; Kaya & Erduran, 2016b). Bu anlamda, bu çalışma Erduran ve Dagher (2014)'ın teorik argümanının kapsamlı bir

ampirik araştırma ile öğretmen eğitiminde test edilmesi açısından önemlidir. Ayrıca öğretmen adayları için bilimi etkileyen ve geliştiren unsurların kavranması, bilimin bütüncül şekilde algılanmasındaki yetersizliğin ortaya konulması ve bu konuda etkili ve alternatif çözümler sunulması adına da bu çalışmanın alanyazına önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

### *Çalışmanın Amacı*

Bu çalışma, Yeniden Kavramsallaştırılmış Aile Benzerliği Yaklaşımına dayalı Bilimin Doğası (RFN) öğretimi ile ilgili olarak gerçekleştirilen Bütünsel Bilim isimli bir projenin parçasıdır. Projede kullanılan RFN, bilimin bilişsel, epistemik ve sosyal-kurumsal yönlerini kapsayan bütünsel bir yaklaşım olduğu için “Bütünsel Bilim” kavramı ile bu yeni yaklaşım kastedilmektedir. Çalışmanın amacı Bütünsel Bilim Projesi’nde öğretmen adaylarının, uygulama öncesinde ve sonrasında bilimin doğasına ilişkin algılarının neler olduğunu ve bu algıların nasıl değiştiğini belirlemektir.

### **Yöntem**

Bu çalışmada nitel ve nicel araştırma yöntemlerinin birlikte kullanıldığı karma araştırma deseni kullanılmıştır. Karma araştırma deseni, çeşitli araştırma yöntemlerinden faydalanarak kavramların ve yaklaşımların tamamlayıcı bir şekilde sunulmasına, analiz edilmesine ve bütüncül bir şekilde bir araya getirilmesine imkân sunmaktadır (Creswell, 2014). Araştırmada, 14 hafta süren bir uygulama ile öğretmen adaylarına bütünsel bilimi öğretmek amacıyla çeşitli etkinlikler gerçekleştirilmiştir. Uygulama süresince grup tartışmaları, poster ve grup sunumları, argümantasyon gibi farklı pedagojik yaklaşımlar kullanılmıştır. Öğretmen adayları ayrıca her bir RFN kategorisi için ders materyalleri geliştirmiştir.

### *Çalışma Grubu*

Örnekleme 2015-2016 eğitim öğretim yılında, İstanbul’daki bir devlet üniversitesinin eğitim fakültesinde öğrenim görmekte olan 11 fen bilgisi ve 4 kimya öğretmen adayından oluşmaktadır. Öğretmen adayları lisans öğrenimlerinin ilk üç senesinde ortak matematik, kimya ve fizik dersleri almışlardır. Ayrıca eğitim içerikli ve pedagojik yönden desteklenmiş dersler de görmüşlerdir. Bu anlamda öğretmen adaylarının lisans eğitimleri süresince aldıkları dersler, öğretmen adaylarının benzer eğitim geçmişlerine ve tecrübelerine sahip olduğunun bir göstergesidir. Katılımcılar ders öncesinde onam formu aracılığıyla bilgilendirilmiş ve çalışmaya gönüllü olarak katılmışlardır. Çalışma grubu uygun örnekleme yöntemi ile belirlenmiştir.

### *Veri Toplama Araçları*

Çalışmada öğretmen adaylarının bilimin doğasına yönelik algılarını belirlemek amacıyla iki farklı veri toplama kaynağı kullanılmıştır. Çalışmanın nicel veri kaynağını “Bilimin Doğası Anketi” oluştururken, nitel veri kaynağını bilimin doğasına dair sorular içeren yarı yapılandırılmış görüşmeler oluşturmaktadır.

#### *“Bilimin Doğası Anketi”*

Öğretmen adaylarının bilimin doğasına yönelik algıların belirlemek amacıyla uygulanan ders öncesinde ve sonrasında katılımcılara “Bilimin Doğası Anketi” (EK 1) uygulanmıştır. Araştırmacılar tarafından geliştirilen bu anket RFN’in 5 alt boyutunu yansıtan 70 maddeden oluşmaktadır. Anketin 9 maddesi “Bilimin Amaç ve Değerleri”, 15 maddesi “Bilimsel Pratikler”, 12 maddesi “Bilimsel Bilgi”, 12 maddesi “Bilimsel Yöntemler ve Yöntemsel Kurallar” ve 20 maddesi “Bilimin Sosyal ve Kurumsal Sistemleri” alt boyutuna karşılık gelmektedir. Katılımcıların anket maddelerini “Kesinlikle Katılmıyorum” (1), ‘Katılmıyorum’ (2), ‘Kararsızım’ (3), ‘Katılıyorum’ (4) ve ‘Kesinlikle Katılıyorum’ (5) olmak üzere 5’li Likert ölçeği aralığında değerlendirmeleri istenmiştir. Anketin güvenilirlik çalışması için anket İstanbul’daki bir devlet üniversitesinde öğrenim görmekte olan 68 ve Ankara’daki bir devlet üniversitesinde öğrenim görmekte olan 69 fizik, kimya ve fen bilgisi öğretmen adayına uygulanmıştır. Yapılan güvenilirlik analiziyle anketin Cronbach Alpha ( $\alpha$ ) katsayısı .77 olarak belirlenmiştir. Bunun yanı sıra, anketteki maddelerin uygunluğu ile ilgili olarak uzman görüşleri alınarak anketin kapsam geçerliği sağlanmıştır. Anketin uygulanması yaklaşık 20-25 dakika sürmüştür.

#### *“Görüşme Soruları”*

Çalışmada öğretmen adaylarının bilimin doğasına dair görüşlerini daha detaylı bir şekilde ortaya çıkarabilmek amacıyla uygulama öncesi ve sonrasında katılımcılarla görüşmeler yapılmıştır. Öğretmen adaylarının bilimin doğasına dair fikirlerini ve tecrübelerini daha betimleyici bir şekilde yansıtabilmesi için yarı yapılandırılmış görüşme soruları oluşturulmuştur. Görüşme, araştırmacılar tarafından hazırlanan 18 sorudan oluşmaktadır. Görüşme soruları RFN’nin (Erduran & Dagher, 2014) “Bilimin Amaç ve Değerleri”, “Bilimsel Pratikler”, “Bilimsel Bilgi”, “Yöntemler ve Yöntemsel Kurallar” ve “Bilimin Sosyal ve Kurumsal Sistemleri” alt boyutlarını yansıtacak şekilde hazırlanmıştır. Bilimsel ve pedagojik içerikte hazırlanan sorular aracılığıyla, katılımcıların bilimin doğasının bütününe ve



alt boyutlarına dair düşüncelerini ortaya çıkarmak amaçlanmıştır. Görüşme sorularının bazıları şu şekildedir; “Bilimsel bilgi dediğimde aklına ne geliyor?”, “Sence bilimin sosyal ve kurumsal yönleri fen derslerinde öğretiliyor mu?”, “Bilimsel pratikler fen derslerinde nasıl öğretilir? Derslere bu konuda neler dâhil edilebilir?”. Görüşmeler ortalama 25-30 dakika sürmüştür. Görüşmeler esnasında katılımcıların izni dâhilinde ses kayıt cihazı ile ses kaydı alınmıştır.

### *Uygulama Süreci*

Uygulama, haftada 3 saat olmak üzere toplam 14 hafta sürmüştür. Uygulama sürecinde RFN kategorileri ele alınmış ve oluşturulan öğretim modülleri aracılığıyla katılımcılara aktarılmıştır. Öğretim modülleri “Bilimin Doğasının Kısa Tarihi”, “Aile Benzerliği Yaklaşımı”, “Bilimin Amaç ve Değerleri”, “Bilimsel Pratikler”, “Yöntemler ve Yöntemsel Kurallar”, “Bilimsel Bilgi”, “Bilimin Sosyal ve Kurumsal Yönleri” ve “Bilimin Üretken Görselleri” başlıkları çerçevesinde oluşturulmuştur. Öğretim modülleri uygulanırken pedagojik yöntemlerden de faydalanılarak grup ve sınıf içi tartışma ortamları yaratılmış, her bir alt kategoriyi yansıtan poster çalışmaları ve grup sunumları yapılmıştır. Örneğin yöntemler ve yöntemsel kurallar kategorisi ile ilgili öğretim modülü bilimsel yöntemlerin çeşitliliği ve bu yöntemlerin bilimin farklı alanlarında nasıl kullanıldığı üzerinedir. Bilimsel bilgi kategorisi için ise öğretmen adaylarından bilimin farklı alanlarına ilişkin teori, yasa ve model örnekleri belirlemeleri istenmiş ve her grup diğer grupların örneklerini değerlendirmiştir. Sonrasında ise paradigma değişimi ile ilgili poster geliştirme etkinliği yapılmıştır. Katılımcılar dönem sonunda RFN'nin 5 kategorisini kapsayan bir grup projesi geliştirmişlerdir. Oluşturdukları proje kapsamında her alt boyutu yansıtan ders planları hazırlamışlardır.

### *Verilerin Analizi*

Bu çalışmada nicel ve nitel veri analizi yapılmıştır. “Bilimin Doğası Anketi” aracılığıyla elde edilen nicel verilerin analizleri için SPSS 22 istatistiksel paket programı kullanılmıştır. Öğretmen adaylarının uygulama öncesinde ve sonrasında bilimin doğasına dair görüşlerini karşılaştırmak için eşleştirilmiş iki grup arasındaki farklar t-testi kullanılmıştır. Bunun için öncelikle anket bütününde alınan puanlar hesaplanmıştır. Ek olarak RFN (Erduran & Dagher, 2014) doğrultusunda oluşturulan ve bilimin farklı yönlerini yansıtan 5 alt boyut için alınan puanlar hesaplanmıştır. Katılımcıların anket bütünündeki ve 5 alt boyut dâhilindeki puanları karşılaştırılarak bilimin doğasına dair görüşlerindeki değişimler



belirlenmiştir.

Görüşmeler sonucunda toplanan nitel verilerin analizi için öncelikle görüşmeler çözümlenmiş, çözümlenmelerde bilimin 5 farklı yönünü yansıtan temalar oluşturulmuştur. Daha sonra bu temalara ilişkin kodlar ve kategoriler belirlenmiştir. Böylece, öğretmen adaylarının uygulama öncesinde ve sonrasındaki görüşleri ve bu görüşlerindeki değişimler belirlenmiştir. Görüşme verileri iki araştırmacı tarafından kodlanarak kategorize edilmiş ve kodlama %90 oranında uyumluluk göstermiştir. Uyumlu olmayan kategoriler üzerinde tartışılarak ortak karar verilmiş ve kategorilerin son hali belirlenmiştir.

## Bulgular ve Yorumlar

### *Nitel Bulgular ve Yorumlar*

Yapılan analizler sonunda, öğretmen adaylarının uygulama öncesinde ve sonrasındaki bilimin doğası ile ilgili görüşlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olduğu bulunmuştur. Anketin bütünü ve her bir RFN kategorisi için elde edilen analiz sonuçları Tablo 1’de verilmiştir.

**Tablo 1** Anket Bütünü ve Her Bir RFN Kategorisi için t-Test Analiz Sonuçları

RFN Kategorileri	<i>N</i>	<i>Mean</i>	<i>Ss</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
<i>Anketin Bütünü</i>	15	-15,067	11,907	-4,901	0,000
<i>Amaç ve Değerler</i>	15	-2,733	2,963	-3,572	0,003
<i>Bilimsel Pratikler</i>	15	-0,933	3,595	-1,006	0,332
<i>Yöntemler ve Yöntemsel Kurallar</i>	15	3,222	3,222	-6,411	0,000
<i>Bilimsel Bilgi</i>	15	-1,533	3,720	-1,596	0,133
<i>Sosyal-Kurumsal Sistemler</i>	15	-4,533	6,151	-2,854	0,013

Tablo 1’deki sonuçlara bakıldığında anketin tüm boyutları için istatistiksel olarak anlamlı bir farkın bulunduğu ( $t(13) = -4,901, p < .05$ ) görülmektedir. Bilimin doğasına yönelik RFN kategorilerinin her birine ayrı ayrı bakıldığında “Amaç ve Değerler” (AD), “Yöntemler ve Yöntemsel Kurallar” (Y) ile “Sosyal ve Kurumsal Sistemler” (SK) kategorilerine ait ön ve son test sonuçlarında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın bulunduğunu ( $t(13) = -3,572,$

$p < ,05$ ;  $t(13) = -6,411$ ,  $p < ,05$ ;  $t(13) = -2,854$ ,  $p < ,05$ ) ancak ‘‘Bilimsel Pratikler’’ (BP) ve ‘‘Bilimsel Bilgi’’ (BB) kategorilerinin de ise istatistiksel olarak anlamlı farkın bulunmadığı ( $t(13) = -1,006$ ,  $p > ,05$ ;  $t(13) = -1,596$ ,  $p > ,05$ ) görülmektedir. Uygulama sonunda öğretmen adaylarında bilimin amaç ve değerleri, bilimsel yöntem ve yöntemsel kurallar ile bilimin sosyal ve kurumsal yönlerine ilişkin RFN kategorilerindeki algılarında değişim ve anlamlı fark bulunmuştur. Bu anlamlı farkın bulunmasında öğretmen adaylarının fen eğitimi sırasında bilimin doğasına ilişkin bilimi bütüncül bir şekilde işleyen bir ders almış olmaları ve uygulama sürecinde her bir kategoriye ilişkin etkili ders anlatım yöntem ve stratejilerinin kullanılmış olması etkili olabilir. Uygulama sırasında öğretmen adaylarının bilimin tüm kategorileriyle ilgili kendi ders planlarını geliştirmeleri her bir kategoriyi içselleştirmelerini sağlamıştır. Diğer yandan, daha önceden aldıkları fen eğitiminde laboratuvar uygulamaları dersi kapsamında bilimsel pratikler konusunun işlenmesinin ve özel öğretim yöntemleri dersi kapsamında teori ve yasa kavramlarına değinilmiş olmasının bilimsel pratikler ve bilimsel bilgi kategorileri açısından öğretmen adaylarının algılarında anlamlı farkın bulunamamasında etkili olduğu söylenebilir. Ancak, nitel veri analiz sonuçları öğretmen adaylarının uygulama kapsamında her bir RFN kategorilerine ilişkin algılarında değişme ve gelişme olduğunu göstermiştir.

### ***Nitel Bulgular ve Yorumlar***

Nitel analiz sonucunda belirlenen temalardan bazılarının her bir RFN kategorisi için ortak olduğu bazılarının ise farklılaştığı görülmektedir. Aşağıda bilimin her bir RFN kategorisi için öğretmen adaylarının uygulama öncesinde ve sonrasında bilimin doğası ile ilgili görüşlerindeki değişimler belirlenmiştir.

#### ***Bilimin Amaç ve Değerleri***

RFN’in ‘‘*Bilimin Amaç ve Değerleri*’’ kategorisine ilişkin kodlar analiz edildiğinde ‘‘Bilimin Amaç ve Değerlerinin Tanımlanması’’ ve ‘‘Bilimin Amaç ve Değerlerinin Fen Eğitimde Uygulamaları’’ adlı 2 tema elde edilmiştir. Aşağıda her temaya ilişkin bulgular ilgili kodlar ve alıntılar çerçevesinde tartışılmıştır.

Bilimin doğasına yönelik ön ve son görüşmelerdeki ‘‘Bilimin amaç ve değerleri dediğimde aklına ne geliyor? Bilimin amaçları nelerdir? Bilimin değerleri nelerdir?’’ sorularından elde edilen bulguların kodlanmasıyla ‘‘**Bilimin Amaç ve Değerlerinin Tanımlanması**’’ adlı ilgili tema elde edilmiştir. Fen bilgisi öğretmen adaylarının uygulama öncesindeki görüşmelerinden bu temaya ilişkin ‘‘*insanlığa hizmet, evreni anlamak, etik*

*konular*” gibi kodlar çıkarılmıştır. Örneğin, öğretmen adaylarından ikisi ön görüşmelerde bilimin amaç ve değerlerini şu şekilde tanımlamaktadır:

*“Bence, bilimin amacı insanlığa hizmet etmek ya da katkıda bulunmak için faydalı şeyler yaratmak ya da geliştirmektir. Bilimin değerleri hakkında düşündüğümde, o da benzer olabilir. Teknolojik aletler geliştirmek, topluma hizmet etmek...”*

*“Etiğin bilimin değeri olduğunu düşünüyorum. Örneğin, eğer bilim insanları insanlarla deney yapacaklarsa, katılımcı olarak onların izinlerini almaları gerekir.”*

Ön görüşmelerden elde edilen kodlar, uygulama öncesinde fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimin amaç ve değerlerine ilişkin algılarında yetersizliklerin olduğunu göstermiştir. Ayrıca, bilimi bir sistem olarak düşündüğümüzde bilimsel bilginin üretiminden gelişimine, uygulanan yöntemlerinden yayılımına kadar bu sistem içinde bilimin amaç ve değerlerinin rolünü kavrayamadıkları sonucuna ulaşılmıştır.

Uygulama sonrasında yapılan görüşmelerde ise *“bilimsel bilginin doğruluğu, insanlığa hizmet, bilimsel okuryazarlık, bilimin epistemik, bilişsel ve sosyal yönleri, bilimde dürüstlük ve ön yargılardan uzak olmak”* gibi çeşitli bilimin amaç ve değerlerine yönelik bütünsel bakış açısının geliştiğini gösteren kodlara rastlanmıştır. Örneğin, iki öğretmen adayının uygulama sonrası bilimin amaç ve değerlerine yönelik tanımları şu şekildedir:

*“Bilim ön yargı içermemelidir. Amaç dürüst bir bilim yapmaktır. Bence bilimin amaç ve değerlerine yönelik en önemli şey dürüstlüktür. Ayrıca doğru bilgi ortaya konulması da çok önemlidir. Bunlar bilimi oluşturan en temel şeylerdir.”*

*“Bilimin sosyal yönü düşünüldüğünde daha çok topluma, insanlığa hizmet etmektir. Ayrıca, eğer bilimin amaç ve değerleri insanlar tarafından bilinirse, insanlar bilimsel okuryazar olurlar çünkü onlar ne öğrendiklerini bilirler.”*

Son görüşmeler analiz edildiğinde elde edilen kodlar, fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimi epistemik, bilişsel ve sosyal bir sistem olarak bütüncül bir şekilde gördüklerini ortaya koymuştur. Uygulama sonrasında öğretmen adayları, bilimin amaç ve değerlerini; bilimsel bilginin üretim sürecini, yöntemini ve yayılımını etkileyen temel bileşen olarak görmüşlerdir. Bilim insanlarının doğruluk esasını benimsemelerinin, objektif olmalarının önemli olduğunu aynı zamanda politik güç dengelerinin ve kültürel yapıların da bunda etkili olduğunu vurgulamışlardır.

Bilimin doğasına yönelik ön ve son görüşmelerde yöneltilen *“Sence bilimin amaç ve değerleri fen derslerinde öğretiliyor mu? Evet ise, ne gibi yönleri öğretiliyor, örnek verebilir misin? Hayır ise, bilimin amaç ve değerleri fen derslerinde nasıl öğretilir? Derslere bu*

konuda neler dâhil edilebilir?’ sorularından elde edilen bulguların kodlanmasıyla “**Bilimin Amaç ve Değerlerinin Fen Eğitimde Uygulamaları**” adlı ilgili tema elde edilmiştir. Fen bilgisi öğretmen adaylarının ön görüşmelerinden bu temaya ilişkin “*görsel araçlar, öğretmenin rolü, gerçek dünya örnekleri, argümantasyon, öğrenci merkezli eğitim*” gibi kodlar elde edilmiştir. Uygulama sonrasında ise ‘*bilimin epistemik, bilişsel ve sosyal yönlerinin modellerle anlatılması, analogilerin kullanılması, gerçek dünya örnekleri, etik kavramının derse entegre edilmesi*’ gibi bilimin amaç ve değerler bileşenini fen derslerine entegre eden kodlar elde edilmiştir. Uygulama sonrası öğretmen adaylarından birinin bilimin amaç ve değerlerine yönelik eğitim uygulamalarıyla ilgili düşünceleri şu şekildedir:

*“Derste ilk yaptığımız masa modeli vardı aslında bizim üç ayaklı bir masaydı. Çok fazla içeriğini anlatmıyordu ama birlikte bir bütün olduklarını gösteren bir modeldi. O şekilde tasarlamıştık masanın bir bacağının uzun ya da kısa olması ya da kırılması bütün sistemi çöktürüyordu. Yani bunların birbirine ihtiyacı olduğunu gösteren bir modeldi. Bunun gibi birbirleri arasındaki ilişkiyi göstermek açısından en basitinden kullanılabilir diye düşünüyorum.”*

Ön ve son görüşmelerin çözümlenmesinden elde edilen bulguların nicel analiz sonuçlarını destekler nitelikte olduğu görülmektedir. Uygulama sonrasında öğretmen adaylarının bilimin amaç ve değerler sistemini daha derinden değerlendirdikleri, bunları fen derslerine entegre edebilecekleri uygulamalara önem verdikleri görülmektedir. Aynı zamanda bilimin; epistemik, bilişsel ve sosyal amaç ve değerler sistemine yönelik daha sistematik bilgi edindikleri ve fen dersi uygulamalarına yönelik bütüncül bakış açısı geliştirdikleri saptanmıştır.

### *Bilimsel Pratikler*

“Bilimsel Pratiklerin Bütünsel Algılanması” ve “Bilimsel Pratiklerin Fen Derslerinde Uygulamaları” adlı temalar RFN’in “*Bilimsel Pratikler*” kategorisinden elde edilen 2 temadır. Her temaya ilişkin bulgular ilgili kodlar ve alıntılar çerçevesinde aşağıdaki gibi değerlendirilmiştir.

“**Bilimsel Pratiklerin Bütünsel Algılanması**” adlı temanın ön ve son görüşme kodlarına bakıldığında ön görüşmelerde karşımıza “*tahmin etme, gerçek dünya, modelleme, bilimsel araştırma*” gibi BHB’nin bazı bileşenleri ile öğretim yöntemlerinin ortaya çıktığı görülmektedir. Son görüşme kodlarında ise ‘*BHB, tahmin, çıkarım, açıklama, modelleme, data, sosyal kabul, muhakeme yapma*’ gibi Erduran ve Dagher (2014)’in geliştirmiş olduğu BHB’nin her bir bileşenini bütüncül bir şekilde ele alan kodlar elde edilmiştir. RFN’nin bu bileşeninde, ön ve son görüşmelerden elde edilen bulgularda bilimsel pratiklere yönelik

bütünsel algıda farkındalığın geliştiği görülsede ön ve son görüşme kodları karşılaştırıldığında bilimsel pratiklerin tanımlanmasına ilişkin belirgin bir farkın olmadığı görülmüştür. Elde edilen bulgular öğretmen adaylarının birçoğunun uygulama öncesinde bilimsel pratiklere yönelik kavramlara aşina olduğunu uygulama sonrasında ise bu pratiklerin birbirleriyle ilişkilerini daha sistematik şekilde açıkladıklarını ortaya koymuştur. Örneğin, öğretmen adaylarından bilimin bilimsel pratiklerle ilgili bileşenini ön görüşmelerinde şu şekilde tanımlamışlardır:

*“İmm, bilimsel pratikler... Günlük yaşamda yapılan basit deneyler olabilirler. Ben, sınıfta öğrencilerle yapılan aktiviteler olarak düşünüyorum. Kimyasal deneylerde bilimsel pratikler olabilir. Bunlar aynı zamanda öğrenmede olan uygulamalar da olabilir. Örneğin, öğrenciler geri dönüşüm konusunu öğreniyorlarsa, onlarda hangi çöp kutusuna hangi çöpiün atılmasını bilmesini bekleriz. Böylece, aktiviteler bu bilinci arttırmak için organize edilebilir. Bunlardan başka, kimya öğretmeni olduğum için, kimyayla ilgili şeyler bilimsel pratikler olabilir diye düşünüyorum.”*

*“Bilimsel pratikler... Kimya öğretmeniyim, bu nedenle direk deneyleri düşünüyorum. Deney yapmak, günlük yaşamdan örnekler vermek bilimsel pratikler olabilir. Örneğin, su ve tuzun ayrımını öğretmek için derse buharlaştırma yapabiliriz.”*

Yukarıdaki örneklerde görüldüğü gibi, ön görüşmelerde öğretmen adayları bilimsel pratiklere dair BHB'nin birkaç bileşeninden örnekler vermişlerdir ancak bunları bütünsel bir şekilde ifade edememişlerdir. Bu sonucun oluşmasında daha önceden almış oldukları bir derste bu konuya değinilmesinin etkisi olduğu düşünülmektedir. Yani sonuçlar nicel veri analiz sonuçlarıyla paraleldir; öğretmen adaylarında bilimsel pratiklerin öğrenilmesine yönelik anlamlı fark bulunmamıştır. Ancak, uygulama sonrasında öğretmen adaylarının bilimsel pratiklere yönelik bütünsel bakış açılarının geliştiği görülmektedir. Öğretmen adaylarının bütüncül bakış açılarının geliştiğini gösteren alıntılardan bazıları şu şekilde örneklenebilir:

*“Aklıma Benzen Halkası Benzetmesi geliyor. BHB'deki her bir bileşen birbirleri ile ilişkilidir. Örneğin, sen bir deney yapacaksan, modelden, çıkarımdan, açıklamadan, gerçek dünyadan ve datadan faydalanabilirsin. Elbette tüm bunlar sosyal söylem ve muhakeme etrafında olmalıdır.”*

*“Bilimsel pratikler BHB ile ilişkilidir. Bu model; gözlem, gerçek dünya, data, tahmin, açıklama ve modelleme olmak üzere 6 pratikten oluşur. Temsil etme, muhakeme yapma, sosyal kabul ise bunların en önemlileridir çünkü son 3 bileşen bu pratiklerin birbirleri ile bağlantılarını kurar.”*

Uygulama sonrası öğretmen adayları bilimsel pratikleri; epistemik, bilişsel ve sosyal olarak kategorize etmiş ve her bir bileşenin birbiri ile ilişkisini BHB modeli kullanarak

açıklamışlardır. Son görüşmelerde bilimsel pratiklerin sosyal yönlerinin ön görüşmelerden farklı olarak özellikle vurgulandığı görülmüştür.

Bilimsel pratiklerin fen derslerine nasıl entegre edileceği bilimin doğasına yönelik gerçekleştirilen uygulamada öğretmen adaylarında geliştirilmesi hedeflen bir diğer unsurdur. Bu nedenle “**Bilimsel Pratiklerin Fen Derslerinde Uygulamaları**” bu RFN kategorisi için oluşturulan bir diğer temadır. Ön görüşme sürecinde elde edilen kodlara bakıldığında “*öğretmenin öğretim tarzı, öğrenci merkezli eğitim, deney yapmak*” gibi öğretim yöntemlerinin ağırlıkta olduğu görülmektedir. Örneğin, bir öğretmen adayı ön görüşmesinde bilimsel pratiklerin fen derslerinde uygulanmasına yönelik bakış açısını şu şekilde ifade etmiştir:

*“Bence, bu öğretmenin öğretim stiline göre değişir. Bazı öğretmenler tahta da ders anlatmayı tercih ederken bazıları küçük aktiviteler ile uygulama yapmayı tercih ederler. Bu nedenle bu aslında öğrenme ve öğretme metoduna bağlıdır. Örneğin, dersler küçük aktiviteler, grup çalışmaları ya da deneyler ile organize edilebilir. Bu şekilde, öğrenciler bilimi pratik ederek deneyimlemiş olurlar.”*

Ön görüşme bulgularına bakıldığında öğretmen adaylarının ders içi uygulamalarında bilimsel pratiklere yönelik önerilerinin daha çok öğretim yöntemi yaklaşımlarını içerdiğini ve spesifik olarak öğrencilere bütünsel bir şekilde bilimsel pratiklerin öğretiminde vurgulanmadığı görülmektedir. Son görüşme bulgularında ise, öğretmen adaylarının bilimsel pratiklerin fen derslerinde uygulanmasına yönelik bütünsel bakış açılarını geliştirdikleri ve bilinçli bir şekilde uygulamaya yönelik tavsiyelerde buldukları görülmektedir. Bazı öğretmen adaylarının yapmış olduğu son görüşmede bilimsel pratiklerin fen derslerinde uygulanmasına yönelik yorumları şu şekildedir:

*“Bence bilimsel pratikler, öğrencilerin en kolay öğrenebileceği RFN kategorilerinden biridir. Elbette, bilimsel pratiklerin bütün bileşenleri bir deney ya da aktivite yaparken kullanılmayabilir. Evet, bazen deney, gözlem ve sınıflandırma yapılabilir fakat bunu yapıyorken, biz bilim insanlarının bilim yaparken ki uygulamış oldukları prosedürlerden bahsedebiliriz. Bu şekilde, öğrencinin bilime karşı ilgisini artırırız ve bu şekilde bilimsel pratikler büyük ihtimale onlar için daha anlamlı olur. Öğrencilere bilimsel pratiklerden bahsedebiliriz ve onlarla kullanabilecekleri bilimsel pratikler hakkında tartışabiliriz.”*

*“Bence öncelikle öğrencilere bilim insanı gibi davranılmalıdır. Biz onlara kendilerini keşfedebilecekleri bilimsel bir konu sağlayabiliriz. bu şekilde, bilimsel pratikleri de derse entegre etmiş oluruz. Öğrencilerden gözlem yapmaları, gerçek dünyadan veri toplamaları, tahminlerde bulunmaları ve çıkarımlar yapmaları beklenebilir. Ardından onlara tartışma ortamı sağlanabilir. Öğrenciler, grup ya da sınıf tartışmalarıyla hipotezlerinin doğruluğunu revize edebilirler.”*



Bilimsel pratiklerin uygulanmasına yönelik kodlar incelendiğinde öğretmen adaylarının bilimsel pratiklere yönelik önerilerinde; BHB'nin fen derslerinde bir öğretim aracı olarak kullanılmasına önem verdiklerini, bilimsel pratiklerin fen derslerinde uygulanmasına yönelik alternatif öneriler geliştirdiklerini, bilimsel pratiklerin anlaşılması için görsel öğrenme ve öğretme araçları geliştirdiklerini, bilim insanlarının kullandıkları bilimsel pratiklerden fen derslerinde bahsetmeleri gerektiğini ve sınıfta tartışma ortamı yaratmaya önem verdiklerini göstermiştir. Ancak, bilimsel pratiklerin tanımlanmasına yönelik elde edilen kodlar nicel veri analizlerini destekler niteliktedir. Bu duruma öğretmen adaylarının daha önce aldıkları ve bilimsel pratiklere değinilen fen eğitiminde laboratuvar uygulamaları dersinin neden olduğu söylenebilir.

### *Bilimsel Bilgi*

RFN'in "*Bilimsel Bilgi*" kategorisine ilişkin bulgular analiz edildiğinde "Bilimsel Bilginin Tanımlanması", "Bilimsel Bilgi Türlerinin Birbiriyle İlişkisi", "Bilimsel Bilginin Alan-Spesifik Oluşu" ve "Fen Eğitiminde Bilimsel Bilginin Uygulanması" adlı 4 tema elde edilmiştir. Her temaya ilişkin bulgular ilgili kodlar ve alıntılar çerçevesinde tartışılmıştır.

Bilimsel bilginin tanımına yönelik sorulan ön görüşme sorularından elde edilen kodlar "**Bilimsel Bilginin Tanımlanması**" adlı tema etrafında değerlendirilmiş ve bu kodlar "*test edilebilen bilgi, doğru bilgi, geçerli bilgi, ispatlanmış bilgi, farklı bilgi alanları, geçici olabilen bilgi*" olarak belirlenmiştir. Örneğin, bilimsel bilginin tanımına yönelik yöneltilen ön görüşme sorularından elde edilen yanıtlardan bazıları aşağıdaki gibidir:

*"Bilimsel bilgilerin doğruluğu hakkında bütün bilimsel bilgiler doğrudur ya da yanlıştır ile ilgili her zaman argümanlar vardır. Ben kesin bir cevap veremeyeceğim fakat ben bilimsel bilgiyi toplum ve bilim insanları tarafından kabul edilen deneyler yoluyla ispatlanmış bilgi olarak görüyorum. Bildiğim kadarıyla bilimsel bilginin deneylerle ya da gözlemlerle kanıtlanıp kanıtlanılamayacağına yönelik de birçok klişe var."*

*"Herkes tarafından kabul edilen, yani araştırılıp üzerine çok düşünülmüş ve çoğu bilim insanları tarafından da kabul edilen şeyler olarak düşünüyorum..."*

Yukarıdaki alıntılardan da görüldüğü üzere uygulama öncesinde bazı öğretmen adayları bilimsel bilgiyi; bilimsel pratik süreçlerinden elde edilen bilgi olarak görürken birçoğu bilimsel bilgiyi ve türlerini ispatlanmış ve doğruluğu kesin olan bilgi türü olarak görmüşlerdir. Ancak, uygulama sonrası yapılan görüşmelerden elde edilen kodlar bilimsel bilginin öğretmen adayları tarafından "*teori, yasa, model, TYM, bilimsel bilginin büyümesi*" gibi Erduran ve Dagher (2014)'ın bilimsel bilgiyi tanımlarken kullandıkları çerçeveden



faydalanarak tanımlandığını göstermiştir. Örneğin, bir öğretmen adayının son görüşmesinde bilimsel bilgiye ilişkin tanımı şu şekildedir:

*“Daha önce bilimsel bilgi hakkında ne söylediğimi hatırlamıyorum ancak şu anda kolayca şunu söyleyebilirim ki bilimsel bilgi dediğimde direk olarak akluma teori, yasa ve model geliyor. Daha önce hiç bir zaman üçünü bir arada bilimsel bilgiyi oluşturduğunu düşünmemiştim fakat şuanda bu dersle artık kafamda her şey daha net.”*

Uygulama sonrasında yapılan görüşmeler analiz edildiğinde; öğretmen adaylarının bilimsel bilgiye yönelik terminolojilerini geliştirdikleri, bilimsel bilgiyi TYM çerçevesinde açıklarken bilimsel bilginin büyüüp gelişerek bilimsel anlayışı nasıl sağladığını vurguladıkları görülmüştür. Dolayısıyla, öğretmen adaylarının ön görüşmelerin aksine bilimsel bilginin üretim sürecine yönelik daha bütünsel bir bakış açısı kazandıkları gözlemlenmiştir.

**“Bilimsel Bilgi Türlerinin Birbiriyle İlişkisi”** ne yönelik temanın belirlendiği kodlar öğretmen adaylarına sorulan “Bilimsel bilgi türleri nelerdir?” sorusu çerçevesinde şekillenmiştir. *“Fenin farklı branşları, bilginin zorluk derecesi, nitel ve nicel bilgi türleri, yasa, kesin ve kesin olmayan bilgi”* ön görüşmelerden elde edilen bazı kodlardır. Örneğin, bir öğretmen adayı ön görüşmesinde bilimsel bilgi türlerini aşağıdaki gibi açıklamıştır:

*“Aslında ben bilimsel bilgiyi fenin farklı branşları olarak ayırabilirim. Örnek vermek gerekirse bilimsel bilgi fizikte, kimyada, biyolojide, astronomide ya da genetikte kullanılan bilgilerdir. Yani, bilimsel bilgi türlerini branşlar olarak söyleyebilirim.”*

Ön görüşmelerde bazı öğretmen adaylarının bilimsel bilgiyi; fizik, kimya, biyoloji gibi fen branşları olarak düşündükleri görülmüştür. Son görüşmelerde ise *“bilimsel bilginin gelişimi ve değişebilirliği, yasaların değişebilirliği, teori-yasa-model arasındaki ilişki”* gibi bilimsel bilgi türlerinin birbiriyle ilişkisini açıklayan kodlar elde edilmiştir. Örneğin bir katılımcı bilimsel bilgideki genişlemeyi vermiş olduğu analogiyle şu şekilde açıklamıştır:

*“TYM çerçevesi bana bir öğrencinin karlı bir günde dağda kar topu yapması hikayesini hatırlattıyor. Burada kartopu bilimsel bilgiyi simgeliyor. Ardından öğrenci kartopunu aşağıya yokuştan aşağıya yuvarlıyor ve böylece kartopunun her bir yuvarlanışında nasıl büyüdüğünü görüyor. Bence bilimsel bilgi buna benziyor. Teori, yasa ve model bir araya geldiğinde ve beraber çalıştığında onlar bütüncül bir yapı oluşturuyorlar. Böylece, bu büyüyor, genişliyor ve bütüncül bilimsel bilgi oluşuyor. Asıl nokta, teori, yasa ve modelin birbirini destekleyen terimler olması ve bu süreci desteklemeleridir.”*

Son görüşme sürecinde ise öğretmen adaylarının birçoğu bilimsel bilgiyi; teori-yasa-model (TYM) çerçevesinde açıklamışlardır. Ayrıca, teori, yasa ve modellerin birbirleriyle uyumlu ve ilişkili çalışmaları sonucunda bilimsel bilginin üretilmesi ve bilimsel anlayışın

gelişmesi gibi bilimsel bilgi üretim ve gelişim süreçlerine vurgu yapmışlardır.

Ön ve son görüşmelerden elde edilen veriler değerlendirildiğinde **“Bilimsel Bilginin Alan-Spesifik Oluşu”** adlı tema altında da öğretmen adaylarının algılarında uygulama sonrasında değişimler olduğu görülmüştür. Yapılan ön görüşmelerde bu temaya ilişkin ‘*farklı bilimsel yöntemler, gözlem, deney, data toplama, bilimin farklı branşları*’ gibi kodlar elde edilmiştir. Örneğin, bir öğretmen adayı ön görüşme sırasında bilimsel bilginin alan spesifikliği oluşuna dair görüşlerini şu şekilde ifade etmiştir:

*“Şu bilinen bir gerçek ki bilimin birçok branşı vardır. Sadece bilimsel branşlar değil aynı zamanda tarih, coğrafya gibi branşlarda bu şekilde düşünülebilir. Örneğin, coğrafyada biz deney yapıp bir şeyleri ispat edemeyiz fakat gözlem yaparak biz bilimsel bilgiye ulaşabiliriz. Bu nedenle bilimsel bilgi belirli branşlarda kullanılan yöntemlere göre özelleşir.”*

Yukarıdaki alıntıda görüldüğü gibi bazı öğretmen adayları uygulama öncesi görüşmelerde bilimsel bilginin genel ve alana özgü oluşunu, bilimsel bilgi süresince kullanılan farklı bilimsel yöntemlerin; gözlem ya da deney becerilerinin farklılaşmasından kaynaklandığını düşünmüşlerdir. Uygulama sonrasındaki görüşmelerden ise *“TYM’nin farklı yapıları, iç içe geçmiş bilimin farklı branşları, TYM’nin farklı branşlardaki dönüşümü”* kodları elde edilmiştir. Örneğin, bir öğretmen adayı alan spesifikliğini şu şekilde açıklamıştır:

*“Şöyle ki, bir teori sadece bir alana hizmet etmez. Örneğin, kimyadaki ısı ve sıcaklık teorilerini düşünelim. Benzer şekilde, fizikte bu konu ve teoriler termodinamik teorileri olarak dönüşmüştür. Böylece şunu anlıyorum ki, sadece kimya teorileri tek başına kullanışlı olmazlar. Aksine bu konuyu öğrenirken fizikteki teorilere de değinirsek bu konunun öğrenilmesine ve öğretilmesine yardımcı olmuş oluruz. Böylece, branşların birbirlerinden ayrı olmadıklarını aksine iç içe geçmiş olduklarını görüyoruz.”*

Öğretmen adaylarıyla yapılan uygulama sonrası görüşmelerde ön görüşmelerde yer alan bilimsel yöntem temelli görüşlerin aksine cevaplar temelde teorilerin, yasaların ve modellerin biyoloji ve kimya gibi farklı bilim kollarındaki yapılarının farklılıklarına odaklanmıştır. Öğretmen adaylarının çoğu bilimin alan spesifikliğini farklı branşlardaki benzer konularda teori, yasa ve model örnekleriyle açıklayarak ortaya koymuşlardır.

**“Fen Eğitiminde Bilimsel Bilginin Uygulanması”**, bilimsel bilgi kategorisi için son tema olarak belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının bilimsel bilginin sınıf içi uygulamalarına yönelik algılarına karar vermek için *“Bilimsel bilgi türlerinin fen derslerinde öğretildiğini düşünüyor musun? Fen derslerinde bilimsel bilgi nasıl öğretiliyor?”* şeklinde sorular yöneltilmiştir. İlk soru için ön ve son görüşmelerden elde edilen veriler, öğretmen adaylarının bilimin farklı türlerinin açık ve bütüncül bir şekilde öğretilmediğini düşündüklerini ortaya

koymuştur. İkinci soruya ilişkin ön ve son görüşmelerde gözlem, deney ve açıklama becerilerinin, informal öğrenme fırsatları sunularak öğretmenin kolaylaştırıcı bir rol üstlenmesiyle gerçekleşeceğine dair önerilerde bulunulmuştur. Örneğin, öğretmen adaylarından biri, ön görüşmelerde bu görüşlerini şu şekilde ifade etmiştir:

*“Örneğin, biz Güneş sistemi ve yıldızları kolayca teknoloji uygulamaları kullanarak öğretebiliriz. Yıldız kümelerini, gezegenleri ve bu gezegenler arasındaki mesafeyi gösteren uygulamalar var. Ayrıca, planetaryum ve botanik bahçeleri gibi öğrencilerin evren ve doğa hakkında mantıklı çıkarımlarda bulunabileceği gayri resmi geziler de yararlıdır. Bu nedenle, öğrenciler ders dışı etkinlikler yoluyla aktif bir öğrenci olduklarında, belirli bilimsel bilgilerin öğrenilmesi daha etkili olabilir.”*

Yukarıdaki alıntıda görüldüğü üzere, öğretmen adaylarının çoğu ön görüşmelerinde bilimsel bilginin fen derslerinde öğretilmesinde temel nokta olarak öğrencilere biyoloji, fizik ve kimya gibi branşlara ait alan bilgisini vermek olarak değerlendirmişlerdir. Uygulama sonrası yapılan görüşmelerde ise öğretmen adaylarının daha sofistike ve bilinçli öneriler sundukları saptanmıştır. Örneğin bir öğretmen adayının son görüşmede bilimsel bilginin fen derslerine entegre edilmesine yönelik görüşleri şu şekildedir:

*“Öğrencilere belirli bilimsel bilgileri öğretmek için bilimsel bilginin büyüyen sürecine odaklanılmasını gerektiğini düşünüyorum. Örneğin, hücre teorisi ve hücre modeli birlikte çalışır ve hücre bölünme mekanizmasının anlaşılmasında birbirini destekler. Yani, bilimsel bilginin büyüyen sürecinden bahsederek, öğrencilerin konuyu daha iyi içselleştirebilir.”*

Uygulama sonrası birçok öğretmen adayı son görüşmelerinde bilimsel bilgi türlerini, alanın spesifikliği ve TYM'nin tutarlı yapısının fen derslerine entegre edilmesi gerektiğini vurgulamıştır. Gerçek yaşam örneklerinin verilmesi, bilimsel bilginin tarihsel gelişiminden bahsedilmesi, modellerin kullanılması, grup çalışmalarının yapılması, tartışma ortamlarının oluşturulması gibi bilimsel bilginin fen derslerine entegre edilmesini hedefleyen öneriler öğretmen adayları tarafından verilen diğer önerilerdir. Bilimsel bilgi kategorisi için nicel analiz sonuçlarında anlamlı farkın bulunmamasına karşın, ön ve son görüşmeler analiz edildiğinde öğretmen adaylarının uygulama sonucunda bilimsel bilginin tanımına, birbirleriyle ilişkisine, bilimsel bilginin alan spesifik oluşuna ve sınıf içi uygulamalarına yönelik algılarında önemli derecede değişim ve gelişim olduğu belirlenmiştir.

#### *Yöntemler ve Yöntemsel Kurallar*

“Bilimsel Yöntemler ve Yöntemsel Kuralların Tanımı” ve “Bilimsel Yöntemler ve Yöntemsel Kuralların Fen Eğitiminde Uygulanması”, RFN'nin “Yöntemler ve Yöntemsel Kurallar” kategorisine ilişkin kategoriden elde edilen temalardır. İlgili kodlar ve alıntılar her

bir tema için tartışılmıştır.

RFN'nin bu kategorisine yönelik olarak görüşme sorularından elde edilen yanıtlar analiz edildiğinde oluşturulan kodları kapsayan ilk tema **“Bilimsel Yöntemler ve Yöntemsel Kuralların Tanımı”** olarak belirlenmiştir. Öğretmen adaylarıyla yapılan ön görüşmelerden *“deney, branşlardaki farklı yöntemler, bilimsel aktiviteler, araştırma süreci ve araştırma adımları”* şeklinde kodlar elde edilmiştir. Bir öğretmen adayı ön görüşmelerde bilimsel yöntemler ve yöntemsel kuralların tanımına ilişkin görüşünü şu şekilde ifade etmiştir:

*“Bilimsel yöntem olarak gözlem yaparız ve merak ettiğimiz konular hakkında sorular sorup hipotezler oluştururuz. Ardından, hipotezimi deneylerle test ederiz ve deneme yanılma süreci sonunda hipotezimizin doğru ya da yanlış olduğuna karar veririz. Eğer bizim hipotezimiz doğru değilse bunun nedenlerini anlamalıyız ve araştırma sorumuza geri dönmeliyiz.”*

Ön görüşme verileri analiz edildiğinde öğretmen adaylarının uygulama öncesi bilimsel yöntemler hakkında sınırlı görüşe sahip oldukları; özellikle problem belirleme, hipotez kurma gibi araştırma yöntemleriyle bilimsel yöntemleri karıştırdıkları görülmektedir.

Uygulama sonrası bilimsel yöntemlerin tanımına ilişkin kodlar analiz edildiğinde öğretmen adaylarının Erduran ve Dagher'ın (2014) bilimsel bilginin gelişme sürecinde kullanılan bilimsel yöntemlerden bahsettikleri görülmektedir. Uygulama sonrası elde edilen kodların *“manipülatif, manipülatif olmayan, hipotez testine dayanan, hipotez testi içermeyen, branşa göre değişen bilimsel yöntemler”* şeklinde olduğu görülmektedir. Bir öğretmen adayının uygulama sonrası bilimsel yöntem ve yöntemsel kuralların tanımına ilişkin görüşü aşağıdaki gibidir:

*“Biz lisede bilimsel yöntemleri probleme karar vermek, hipotez oluşturmak, data toplamak, hipotezi test etmek ve sonunda sonuca ulaşmak şeklinde öğrenmiştik. bu dersi aldıktan sonra, bilimsel yöntemin bu şekilde olmadığını ve birçok bilimsel yöntemin olabileceğini öğrendim. Örneğin, her disiplin bir şeyleri ispatlamak için deney kullanmayabilir. Bunun tam tersi de yapılabilir. Yani farklı yöntemler aynı ya da farklı konular için kullanılabilir. Örneğin bizim final projemiz Yıldızlar hakkındaydı ve biz manipülatif yöntemler kullanamazdık. Sadece gözlem ve tarihsel kanıtları kullandık.”*

Her bir RFN kategorisi için sınıf içi uygulamalar, görüşme sorularının pedagojik yönünü oluşturmaktadır. **“Bilimsel Yöntemler ve Yöntemsel Kuralların Fen Eğitiminde Uygulanması”** teması da bu RFN kategorisi için belirlenen bir diğer alt temadır. Uygulama öncesi ve sonrası öğretmen adaylarının bilimsel yöntemlerin fen derslerinde uygulanmasına yönelik algılarında gelişme olduğu belirlenmiştir. Uygulama öncesinde öğretmen adayları öğrenci merkezli eğitimin benimsenmesi, fen derslerinde deneylerin yapılması, pratikle

öğrenme, teknolojinin fen derslerinde entegrasyonu, fen derslerinde gerçek dünya örneklerinin kullanılması gibi önerilerde bulunurken, uygulama sonrasında bu önerilerini bilimsel yöntemlerin bütüncül bir şekilde öğretilmesini ele alacak şekilde geliştirdikleri görülmektedir. Örneğin, uygulama sonrasında yapılan görüşmelerde iki fen bilgisi öğretmen adayının sınıf içi uygulamalarına yönelik önerileri aşağıdaki gibidir:

*“Konuların bunu öğretmek için çok uygun olduğunu düşünüyorum. Dediğim gibi Güneş sistemiyle öğretilbilir ya da normal deney yaptığımız kimya konuları da olabilir. Hani bunları öğretirken, ‘Evet çocuklar! Biz şimdi Güneş sisteminde deney yapamıyoruz o yüzden gözlem yapmamız gerekiyor ama bu demek değildir ki biz bilimsel bilgiye ulaşamayacağız. Hâlbuki bununla da ulaşabiliyoruz. Bilim öyle bir şeydir ki tek bir yolu yoktur, bir sürü yolu vardır’ diye somut bir şekilde onların anlayabileceği düzeyde olabilir.”*

*“Daha çok tartışma ortamı içerisinde öğretebilirim. Çocuğu çok fazla bir bilgi deryasının içine sokmadan grup aktiviteleriyle bunu yapabilirim. Dolayısıyla eğer sosyal bir konu varsa mesela yine grup aktiviteleri yapabilirim. Farklı konular veririm, farklı problemler veririm ve o problemlere uygun bir şey dizayn organize etmesini, bir çözüm oluşturmasını isterim. Ondan sonra bu süreç içerisindeki basamakları kıyaslayabilirim. Derim ki ‘İşte siz soru sormamışsınız bile, hipotez kurmamışsınız bile! Bazı basamakları atlamışsınız. Bazılarınız şöyle bir şeye başvurmuşsunuz ama sonuç olarak her biriniz bir çeşit mantıkla çözüme ulaşmışsınız. İşte belli bir kriter ya da ölçüğe göre. Dolayısıyla farklı metotlarla birbirine yine bütüncül manada birbirini tamamlayan sonuçlara ulaşabiliyorsunuz’ gibi gösterirdim bunu muhtemelen.”*

Yukarıdaki alıntılarda görüldüğü gibi uygulama sonrası öğretmen adaylarının bilimsel yöntemlerin öğretilmesine yönelik görsellerin kullanılması, sınıfta bilimsel yöntemlere ilişkin tartışmaların yapılması, öğrencilerin kendi araştırma yöntemlerini kendilerinin belirlemesi gibi fen öğrenirken bilimsel yöntemleri de uygulamayı hedefleyen önerilerde bulunduğu görülmüştür. RFN’in Yöntemler ve Yöntemsel Kurallar kategorisine ilişkin elde edilen nitel analiz sonuçlarının nicel analiz sonuçlarıyla paralellik gösterdiği görülmektedir. Yani öğretmen adaylarının uygulama sonunda bu kategoriye ilişkin algılarında anlamlı fark oluşturacak değişiklik ve gelişme görülmüştür.

### *Sosyal ve Kurumsal Sistemler*

RFN’nin “*Sosyal ve Kurumsal Sistemler*” kategorisine ilişkin bulgular analiz edildiğinde “*Bilimin Sosyal Yönlerinin Tanımlanması*”, “*Bilimin Kurumsal Yönlerinin Tanımlanması*” ve “*Bilimin Sosyal ve Kurumsal Yönlerinin Fen Eğitimde Uygulamaları*” adlı 3 tema elde edilmiştir. Her temaya ilişkin bulgular ilgili kodlar ve alıntılar çerçevesinde tartışılmıştır.

Bilimin sosyal ve kurumsal yönlerine ilişkin öğretmen adaylarına yöneltilen görüşme



sorularından elde edilen kodlar **“Bilimin Sosyal Yönlerinin Tanımlanması”** adlı tema için değerlendirilip bu kodlar ön görüşme analizlerinde *“sosyal bilimler, sosyal aktiviteler, sosyobilimsel konular, konferans ve seminerler”* olarak belirlenmiştir. Öğretmen adaylarından iki tanesinin ön görüşmelerde bilimin sosyal yönlerine ilişkin görüşleri şu şekildedir:

*“Bilimin sosyal yönleri dediğimde aklıma daha çok bilginin paylaşılması konferanslar, toplantılar aracılığıyla paylaşılması geliyor.”*

*“Bilimin sosyal yönleri, bir icat ortaya çıkararak mesela insanlığa katkılarda bulunmak olabilir. İnsanlık için yararlı şeyler üretmek diye düşünüyorum.”*

Uygulama öncesinde öğretmen adaylarının, bilimin sosyal yönlerini daha çok sosyal aktiviteler ve bilimin sosyal amaçları olarak değerlendirdikleri görülmüştür. Uygulama sonrasında ise öğretmen adaylarının bilimin sosyal yönlerine ilişkin algılarının geliştiği gözlemlenmiştir. *“Ekonomik yönler, profesyonel etkinlikler, sosyal kabullenme, araştırmaların paylaşımı, bilimsel değerler sistemi”*, bilimin sosyal yönlerine ilişkin uygulama sonrası ortaya çıkan bazı kodlardır. Örneğin, uygulama sonrası öğretmen adaylarından birisi bilimin sosyal ve kurumsal yönlerini aşağıdaki gibi açıklamıştır.

*“Bilim adamları birçok konferanslara katılıyorlar, yaptıklarını paylaşıyorlar, dergilerde yayınlıyorlar, kritik ediliyorlar başka bilim adamları tarafından. Bilimsel bilginin oluşması için bir maddi destek lazım ve devletin bilim adamlarını desteklemesi lazım.”*

Öğretmen adayları uygulama sonrasında bilimin sosyal yönlerini daha iyi kavramışlar, bilimin sosyal yönlerini, bilimin epistemik ve bilişsel yönleriyle beraber bir sistem olarak düşünmüşlerdir. Öğretmen adaylarının; sosyal değerler, finansal sistemler, politik güç yapıları, sosyal organizasyonlar gibi bilimin sosyal yönlerine ilişkin farkındalıkları artmıştır.

**“Bilimin Kurumsal Yönlerinin Tanımlanması”**, RFN'nin bu kategorisi için diğer bir tema olup, bu temaya ilişkin ön görüşmelerden elde edilen kodlar *“eğitim kurumları, bilimsel kurumlar, bilimin prosedür yönleri, hükümetlerin bilim üzerindeki etkisi, araştırma merkezleri”* olarak belirlenmiştir. Örneğin, iki öğretmen adayının bilimin kurumsal yönlerine yönelik tanımları şu şekildedir:

*“Bilimin kurumsal yönleri dediğimde insanların araştırma yaptıkları yerler aklıma geliyor. Örneğin NASA. Bilim insanlarının birlikte çalıştığı alanlar gibi düşünebiliriz.”*

*“Biraz devletle bağlantılı yerler geliyor aklıma. Örneğin değişen dünya düzeni, herkesin bilimde öne çıkmaya çalışması, yapılan ekonomik katkılar gibi... Mesela silah teknolojileri gibi... Devlet istediği yönde kanalize etmeye çalışabilir bilimi.”*

Öğretmen adaylarıyla yapılan ön görüşmeler sonucunda elde edilen veriler

değerlendirildiğinde, öğretmen adaylarının bilimin kurumsal yönlerine ilişkin algılarının daha çok bilim yapılan kurumlar çerçevesinde şekillendiği görülmektedir. Son görüşmelerde ise bu temaya ilişkin olarak “*bilimsel kurumlar, eğitim kurumları, politik güç yapıları, yasaların etkisi, finansal destek*” gibi kodlar elde edilmiştir. Uygulama sonrası öğretmen adaylarından ikisi bilimin kurumsal yönlerini şu şekilde tanımlamaktadır:

*“Bilimin kurumsal yönleri dediğimde hani bilimin yapıldığı kurum ve kuruluşlar, üniversiteler, bunlarla ilgili araştırma merkezleri ve bu doğrultuda çalışan birçok kuruluş olarak düşünüyorum.”*

*“Aklıma okullar geliyor, sonuçta bilim öğreniyoruz. Bilimsel bilgi öğretiliyor okulda aynı zamanda öğrencilerin birbirleriyle etkileşimleri birbirlerine faydaları var, yararlanıyorlar.”*

Öğretmen adaylarının birçoğunun uygulama sonundaki görüşmelerde bilimsel sürecin arka planını oluşturan birtakım sosyal yapıları, kurumsal ve ekonomik dengeleri bütünsel bir çerçevede değerlendirebildikleri sonucuna ulaşılmıştır.

Her bir RFN kategorisi için sınıf içi fen eğitimi uygulamalarının gelişimine yönelik yöneltilen sorulardan yola çıkarak elde edilen kodlar bu kategori için son olarak “**Bilimin Sosyal ve Kurumsal Yönlerinin Fen Eğitiminde Uygulamaları**” adlı tema altında birleşmiştir. İlgili kodlar uygulama öncesinde “*gerçek dünyadan örnekler kullanma, görsel öğrenme araçları kullanma, sorgulama yöntemi kullanma, sınıf içi bilimsel aktivitelerin uygulanması, argümantasyon, informal eğitimden faydalanma*” olarak belirlenmiştir. Öğretmen adaylarıyla yapılan ön görüşmeler analiz edildiğinde sınıf içi uygulamalara yönelik genel olarak bilimin sosyal ve kurumsal yönleri düşünülerek farklılaştırılmış öğretim yönteminden bahsedilmediği görülmektedir. Örneğin, öğretmen adaylarından biriyle yapılan ön görüşmede bilimin sosyal ve kurumsal yönlerinin fen eğitiminde uygulamalarına yönelik yorumu şu şekildedir:

*“Bence sınıf içinde küçük tartışmalar ya da müzazaralar yapılarak, yine öğrencilere poster hazırlatarak bunları arkadaşlarına sunmasını isteyebiliriz. Ya da kurumlara bazı kurumlara mesela Planetaryum gibi geziler düzenleyebiliriz.”*

Uygulama sonrası bilimin sosyal ve kurumsal yönlerinin fen eğitiminde uygulanmasına yönelik görüşmelerden elde edilen kodlar ise “*konferanslar, aktif öğrenme, bütüncül yaklaşımla öğretmek, teknolojinin kullanımı, aktivitelerin yapılması, sosyal ve kurumsal yönlerin ders planlarına entegre edilmesi, bilimsel yayınların kullanılması, işbirlikçi öğrenme, görsel araçların kullanımı*” olarak belirlenmiştir. Örneğin, son görüşmelerde bir fen bilgisi öğretmen adayı fen eğitiminde bilimin sosyal ve kurumsal yönlerinin uygulanmasına yönelik şunları ifade etmiştir:



*“Grup aktiviteleri ya da bireysel aktiviteler olabilir. Bunların mesela işte her grubun birbirini değerlendirmesi sağlanırsa bilimin profesyonel aktiviteler yönü öğrencilere verilebilir. Sosyal değerler açısından da günümüzde var olan problemin sosyal ve etik yönüyle alakalı tartışma yapılabilir.”*

RFN’in bu kategorisine ilişkin tüm temalar analiz edildiğinde uygulama sonrasında öğretmen adaylarının bilimin sosyal ve kurumsal yönlerine ilişkin algılarının değiştiği ve geliştiği görülmektedir. Ayrıca, elde edilen kodlar öğretmen adaylarında uygulama sonucunda bilimin sosyal ve kurumsal yönlerinin etkili bir şekilde fen derslerine entegre edilmesini hedefleyen, bilimi bir bütün olarak gören anlayışın da geliştiğini göstermektedir. Sonuç olarak, nitel analiz sonuçlarının nicel analiz sonuçlarını desteklediği, yani öğretmen adaylarının bu kategoriye ilişkin algılarında anlamlı farkın olduğu görülmüştür.

### **Tartışma ve Öneriler**

Yapılan nicel analizler sonunda, öğretmen adaylarının bilimin doğası ile ilgili görüşlerinde, uygulama öncesi ve sonrasında anlamlı bir fark olduğu belirlenmiştir. RFN kategorilerinin her birine ayrı ayrı bakıldığında ise “Amaç ve Değerler” (AD), “Yöntemler ve Yöntemsel Kurallar” (Y) ve “Sosyal ve Kurumsal Sistemler” (SK) kategorilerinde katılımcıların anlayışlarında anlamlı bir farklılık olduğu saptanmıştır. Ancak, “Bilimsel Pratikler” (BP) ve “Bilimsel Bilgi” (BB) kategorilerinde katılımcıların anlayışlarında anlamlı bir farkın bulunmadığı görülmektedir. Bunun nedeninin öğretmen adaylarının daha önceki dönemlerde almış oldukları ve bilimsel pratikler ve bilimsel bilgi konularına değinilen fen eğitiminde laboratuvar uygulamaları ve özel öğretim yöntemleri derslerinin olabileceği söylenebilir. Bununla birlikte, uygulama sürecinde bilimin farklı kategorilerinin öğretim modülleri aracılığıyla öğrencilere aktarılması, nicel veri sonuçlarında gözlenen olumlu yöndeki değişime neden olmuş olabilir. Öğretim modülleri uygulanırken kullanılan grup ve sınıf içi tartışma ortamları, poster çalışmaları, sunumlar ve argümantasyon gibi çeşitli pedagojik yöntemlerin, katılımcıların konuya dair algılarını ve düşüncelerini ifade edebilme becerilerini arttırdığı gözlenmiştir. Buna göre, proje kapsamında gerçekleştirilen uygulamanın öğretmen adaylarının bilimin doğasına yönelik anlayışlarında ve bazı RFN kategorilerine ilişkin algılarında değişime neden olduğu söylenebilir.

Elde edilen nitel bulgular ışığında, uygulama sonrasında öğretmen adaylarının bilimin amaç ve değerler sistemini daha derinlemesine anladıklarını; bilimin epistemik, bilişsel ve sosyal amaç ve değerlerin sistemine yönelik daha ayrıntılı bilgiler edindiklerini sonucuna

ulaşılabilir. Ayrıca uygulama kapsamında bilimin bilişsel, epistemik ve sosyal-kurumsal yönlerinin birbiri ile bağlantısı vurgulanarak öğretmen adaylarının bilimin doğası ile ilgili bütüncül bir bakış açısı geliştirmeleri hedeflenmiştir. Aynı şekilde, öğretmen adaylarının birçoğu için uygulama öncesinde bilimsel pratiklere yönelik parça parça bir anlayışın var olduğu görülmüştür. Ancak, uygulamanın etkisi ile öğretmen adaylarının BHB'nin fen derslerinde bir öğretim aracı olarak nasıl kullanılabilceğine ve alternatif öneriler ile ders planlarının nasıl hazırlanabileceğine yönelik bir anlayış geliştirdikleri gözlenmiştir. Uygulama boyunca kullanılan görsel öğrenme ve öğretme araçları ile sınıf içi tartışma ortamının aktif bir şekilde oluşturulması bu farklılığı yaratan pedagojik etkenlerden biri olmuştur. Uygulama öncesinde, bazı öğretmen adaylarının bilimsel bilgiyi bilimsel pratik süreçlerinden elde edilen bilgi olarak gördüğü saptanmıştır. Ancak uygulama sonrasında öğretmen adaylarının bilimsel bilginin farklı türlerine, alan spesifik yapısına ve gelişim sürecine odaklandıkları gözlenmiştir. Bu büyük değişimin sebebi uygulama kapsamında katılımcılara tanıtılmış olan Erduran ve Dagher'ın (2014) TYM perspektifi, bilimsel bilginin gelişim sürecinin ayrıntılandırılması ve bilimsel bilginin fizik, kimya, biyoloji gibi farklı alanlarda farklılaşıp spesifikleştiği bilgisinin katılımcılara verilmesi olmuştur. Yöntem ve yöntemsel kurallar kategorisi için elde edilen bulgular dâhilinde ise öğretmen adaylarının uygulama öncesinde bilimsel yöntemler hakkında sınırlı görüşe sahip oldukları ve geleneksel bilimsel yöntem modelini benimsedikleri gözlenmiştir. Uygulama sırasında öğretmen adaylarına verilen farklı bilimsel yöntemlerin varlığı ve bu yöntemlerin türleri ile bilimsel bilginin gelişimi sürecinde bilimsel yöntemlerin etkisi bilgisi, öğretmen adaylarının anlayışlarının olumlu yönde değişmesinde büyük rol oynamıştır. Son olarak, uygulama öncesinde öğretmen adaylarının bilimin sosyal ve kurumsal yönlerine dair yüzeysel bir anlayışlarının olduğu gözlenmiştir. Uygulama sırasında odaklanılan bilimin ekonomik yönleri, politik güçlerin bilim üzerindeki etkisi, profesyonel etkinlikler, sosyal kabullenme, araştırmaların paylaşımı ve bilimsel değerler sistemi gibi kavramlar öğretmen adaylarının anlayışlarında belirgin bir fark yaratmıştır. Günlük hayattan verilen örnekler, kullanılan bilimsel haberler ve sınıf içi tartışma ve fikir alışverişinde bulunma ortamının oluşturulması da bu değişim sürecinde etkili olmuştur.

Özetle, çalışma sonunda elde edilen nicel ve nitel bulgular dâhilinde, öğretmen adaylarının bütünsel bilim projesi kapsamında bilimin doğası ve kategorileri ile ilgili algılarının gözlenmiştir. Uygulama süresince öğrencilere sunulan öğretim modülleri, RFN ile ilgili yapılan okumalar, sınıf içi tartışma ortamları ve aktiviteler, poster çalışmaları ve geliştirilen ders materyalleri bu değişimde büyük rol oynamaktadır. Benzer şekilde Köseoğlu, Tümay ve Üstün (2010) geliştirdikleri bilimin doğası öğretimi mesleki gelişim paketi

(MGP)'nin katılımcıların bilimin doğası hakkındaki görüşlerinin olumlu yönde değişimine yol açtığını göstermiştir. Bu anlamda bilimin yeniden kavramsallaştırılmış doğasının derinlemesine anlaşılması ve öğretmen adaylarına öğretilmesi bilimin doğasına dair bütüncül bir anlayışın oluşturulması adına son derece önemlidir. Bilimin doğasına yönelik bu yeni yaklaşım, öğretmen adaylarına bilimi anlamak adına gerçekçi görüşler kazandırmıştır.

Yapılan uygulama sonucunda öğretmen adaylarının bilimin doğasına ilişkin algılarındaki değişim, bütünsel açıdan bilimin doğasının fen derslerinde öğretilmesinin nedeni önemli olduğunu ortaya koymuştur. Öğretmenler, bilimin doğasının bütünsel bir şekilde keşfedilmesinde ve öğretilmesinde en önemli faktörlerden biridir. Bu nedenle, öğretmen adaylarının bilimin doğasına dair anlayışlarını geliştirebilmek için üniversite düzeyinde verilen derslerde RFN kategorilerine değinilmesi gerekmektedir. Bu sayede, öğretmen adaylarının bilimin doğasını bütünsel bir şekilde içselleştirip fen öğretiminde kullanılacak etkinlikler geliştirmeleri sağlanmış olacaktır. Benzer şekilde, uygulamaya dayalı hizmet içi eğitimler sayesinde alanda tecrübeli öğretmenlerin de konuya dair farkındalıkları artırılmalıdır. Verilen hizmet içi eğitimlerin uygulamaya dayalı olması, öğretmenlerin pratik anlamda beceri kazanmalarını sağlayacaktır.

Bu anlamda ilköğretim ve ortaöğretim düzeylerindeki fen öğretim programlarında ve ders kitaplarında bilimin epistemik, bilişsel ve sosyal yönlerinin bütüncül bir şekilde sunulması faydalı olacaktır. Aynı zamanda bilimin doğasına ilişkin aktivitelerin geliştirilip fen derslerine entegre edilmesi, ilköğretim ve ortaöğretim düzeyindeki öğrencilerin bilimin doğasını bütüncül bir şekilde anlayabilmesi için yararlı olacaktır. Bilimin doğasının her bir boyutuna odaklanılarak etkin şekilde öğretilmesi için sınıf içi tartışma ortamları, aktiviteler, grup çalışmaları, poster çalışmaları ve sunumları gibi farklı öğretim yöntemlerinin kullanılmasının gerekli olduğu düşünülmektedir.

İleride bu alanda yapılabilecek alternatif ampirik çalışmalarla RFN yaklaşımının uygulanabilirliği desteklenebilir. Aynı zamanda, bu çalışmalarda alternatif sınıf içi ve hizmet içi eğitim aktiviteleri geliştirilerek bilimin doğasının bütün yönlerini ele alan farklı çalışmalar sunulabilir.

**Teşekkür:** Bu makale Boğaziçi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (Proje No: 10621) tarafından desteklenmekte olan “*Nature of Science in Science Teacher Education: A Comparative Research and Development Project*” başlıklı proje kapsamında hazırlanmıştır.

**Kaynakça**

- 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 nature of science: A critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 22 (7), 665-701.
- Aksoz, B., Kaya, E., Erduran, S., Akgun, S., & Tas, T. (2016, June). *Pre-service science teachers' perceptions of the nature of science: An investigation based on the Family Resemblance Approach*. Paper presented at III. International Eurasian Educational Research Congress, Mugla, Turkey.
- Akgun, S., Kaya, E., Erduran, S., & Aksoz, B. (2017, April). *Pre-service science teachers' perceptions of scientific knowledge*. Paper presented at NARST Annual Conference, San Antonio, TX.
- Allchin, D. (1999). Values in science. *Science & Education*, 8, 1-12.
- Allchin, D. (2013). *Teaching the nature of science: Perspectives and resources*. St. Paul, MN:SHiPs.
- Bencze, L., Sperling, E., & Carter, L. (2012). Students' research-informed socio-scientific activism: Re/Visions for a sustainable future. *Research in Science Education*, 42(1), 129-148.
- Creswell, J. W. (2014). *Research design qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4th ed.). ThousandOaks, CA: SAGE Publications.
- Duschl, R. A. (1994). Research on the history and philosophy of science. In D. L. Gabel (Ed.), *Handbook of research on science teaching and learning* (pp. 443-465). New York: Macmillan.
- Duschl, R., & Erduran, S. (1996). Modeling the growth of scientific knowledge. In G. Welford, J. Osborne, & P. Scott (Eds.), *Research in science education in Europe: Current issues and Themes* (pp. 153-165). London: Falmer Press.
- Erduran, S., & Dagher, Z. (2014). *Reconceptualizing the nature of science for science education: Scientific knowledge, practices and other family categories*. Dordrecht: Springer.

- Irzık, G. & Nola, R. (2014). New directions for nature of science research. In Michael R. Matthews (Ed.), *International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching* (pp 999-1021). Dordrecht, The Netherlands: Springer.
- Karabaş, N. (2017). *The effect of scientific practice-based instruction on seventh graders' perceptions of scientific practices* (Unpublished Master thesis). Bogazici University, Istanbul, Turkey.
- Kaya, E. & Erduran, S. (2016a). From FRA to RFN, or how the Family Resemblance Approach can be transformed for science curriculum analysis on nature of science. *Science & Education*, 25(9), 1115-1133.
- Kaya, E. & Erduran, S. (2016b). Yeniden Kavramsallaştırılmış “Aile benzerliği yaklaşımı”: Fen eğitiminde bilimin doğasına bütünsel bir bakış açısı. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 13(2), 77-90.
- Kaya, E., Saribas, D., & Erduran, S. (2015, April). *Pre-service science teachers' perceptions of scientific practices*. Paper presented at International Organization for Science and Technology Education (IOSTE) Symposium, Istanbul, Turkey.
- Köseoğlu, F., Tümay, H., Üstün, U. (2010). Bilimin doğası öğretimi mesleki gelişim paketinin geliştirilmesi ve öğretmen adaylarına uygulanması ile ilgili tartışmalar. *Ahi Evran Üniv. Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 4, 129-162.
- Kuhn, T. (1970). *The structure of scientific revolutions* (2nd ed). Chicago: University of Chicago Press.
- Matthews, M. (1994). *Science teaching: The role of history and philosophy of science*. New York: Routledge.
- Matthews, M. (2012). Changing the focus: from nature of science (NOS) to features of science (FOS). In M.S. Khine (Ed.), *Advances in Nature of Science Research* (pp. 3-26). Dordrecht, The Netherlands: Springer.
- McComas, W. F., & Olson, J. K. (1998). The nature of science in international science education standards documents. In W. F. McComas (Ed.), *The nature of science in science education: Rationales and strategies* (pp. 41–52). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic.
- Resnik, D. (2007). *The price of truth*. New York: Oxford University Press.

Saribas, D., & Ceyhan, G. D. (2015). Learning to teach scientific practices: Pedagogical decisions and reflections during a course for pre-service science teachers. *International Journal of STEM Education*, 2(1), 1.

Tas, T.,Cetin, P. S., Kaya, E., Erduran, S., Akgun, S., & Aksoz, B. (2016, September).

*Öğretmen adaylarının bilimin doğasına ilişkin görüşleri: Aile benzerliği yaklaşımına dayalı bir çalışma.* XII. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Trabzon.

Zeidler, D., Sadler, T., Simmons, M., & Howes, E. V. (2005). Beyond STS: A research-based framework on socioscientific issues education. *Science Education*, 89, 357-377.

### EK.1

### BİLİMİN DOĞASI ANKETİ

**Yönerge:** Bu ankette bilimin doğası hakkında 70 madde bulunmaktadır. Lütfen bu maddeleri dikkatlice okuyun ve maddelere ilişkin fikrinizi en iyi tanımlayan seçeneği seçin. Anketteki seçenekler “Kesinlikle Katılmıyorum”, “Katılmıyorum”, “Kararsızım”, “Katılıyorum” ve “Kesinlikle Katılıyorum” şeklindedir.

	Kesinlikle Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
1. Fen dersleri bilimin finansal (ekonomik) yönünü içermelidir.					
2. Bilimin epistemik (bilgisel), bilişsel ve sosyal yönleri birbirinden çok belirgin bir şekilde ayrılamaz.					
3. Bilimsel bilgi değişmez.					
4. Bilim insanları birbirlerinin çalışmalarını inceler ve değerlendirir.					
5. Deneyin güçlü olmasının sebebi bir bilimsel hipotezin bilim insanları tarafından birçok defa test edilmesidir					
6. Kavram haritaları, bilimsel pratiklerden sınıflandırmanın öğretilmesi için etkili bir yöntem olabilir.					
7. Bilim, üniversiteler ve araştırma merkezleri gibi kurumlarda gerçekleşir					
8. Fizik, kimya ve biyoloji gibi bütün bilimsel disiplinler aynı bilimsel yöntemi kullanır.					
9. Bilim sosyal bir sistemdir.					
10. Bilimsel ilerleme fikirlerin değerlendirilmesi ve gözden geçirilmesiyle gerçekleşir.					
11. Bilimin her branşı farklı bir doğaya sahiptir.					

12. Öğrenciler deney yaparken kullanacakları yöntemleri kendileri belirlemelidir.					
13. Politika bilimi etkilemez.					
14. Bilim insanları çevreye saygı göstermelidir.					
15. Verilerin analizi ve yorumlanması, bilimsel pratiklerin bileşenlerindedir.					
16. Teoriler ve yasalar bilimsel bilgi türleridir; ancak modeller bilimsel bilgi türü değildir.					
17. Fen derslerinde bilimin amaç ve değerlerini öğretmek, öğrencilerin bilişsel beceri seviyesini artırır.					
18. Bilim insanları araştırmalarını toplumla paylaşmak zorunda değillerdir.					
19. Bilim insanları kompleks bilimsel fikirleri anlayabilmek için modeller oluşturup kullanırlar.					
20. Bir problemin farklı bilim insanları tarafından çözülmesi, sonuçların daha az önyargılı olduğu anlamına gelir.					
21. Öğrenciler teorilerin, modellerin birleştirilmiş hali olduğunu anlamalıdır.					
22. Bilim yaparken adım adım takip edilecek bir sıralama yoktur.					
23. Gözlem tüm bilim dallarında kullanılır.					
24. Yöntemlerin çeşitliliği bilimsel anlayışı artırır.					
25. Bütün hipotez testleri manipülatiftir.					
26. Bilimin bazı dallarında simgeler (örneğin şekil, sembol ya da resim) kullanılmaz.					
27. Öğrencileri bilimin amaç ve değerleri hakkında eğitmek bilimsel okuryazarlığı geliştirir.					
28. Bilim insanları, problemleri çözebilecek yeterli kanıt üretebilmek için farklı yöntemler kullanmak zorundadırlar.					
29. Bilim insanları araştırma yaparken diğer bilim insanlarıyla işbirliği yaptıkları için öğrenciler de fen derslerinde akranlarıyla işbirliği yapmaları için teşvik edilmelidir.					
30. Bilimsel bilgi birbiriyle uyumlu olan fikirler dizisinden oluşur.					
31. Müfredat, kimya ve fizikteki teorilerin aynı olduğunu vurgulamalıdır.					
32. Bilim insanları araştırma yapmak için paraya ihtiyaç duyarlar.					
33. Sınıflandırma bilim insanlarının olayları açıklamasına ve tahmin etmesine yardımcı olur.					
34. Fizik, biyoloji ve kimya gibi tüm bilimsel disiplinler topluma katkıda bulunabilecek değerler üretir.					
35. Öğrencilerin deneysel verilerle ilgili tartışmalara katılmaları onların bilimi öğrenmelerini etkilemez.					



36. Bilim insanlarının cinsiyetleri onların bilimi nasıl yaptıklarını etkiler.					
37. Bilim insanlarının dünyanın her yerinde kullandığı evrensel bir bilimsel yöntem vardır.					
38. Bilimsel deneyler yapılırken belli başlı prosedürler takip edilir.					
39. Bilimdeki entelektüel dürüstlük kavramının derslerde öğrencilere öğretilmesi zorunlu değildir.					
40. Bilim insanları düşüncelerinin kanıtlarla desteklenmediğini fark ettiklerinde fikirlerini değiştirmelidir.					
41. Hükümetlerin politikaları bilimsel bilginin gelişimini etkiler.					
42. Öğrenciler bazen araştırmalarında kullanacakları yöntemleri belirleme hakkına sahip olmalıdır.					
43. Yasalar doğrulanmış teorilerdir.					
44. Bilimsel modeller, gerçek dünyayı temsil eden araçlardır.					
45. Bazı bilim insanlarının diğerlerinden daha fazla para kazanması bilim insanları arasında gerginliğe yol açar.					
46. Bilimsel gerçekler, bilim insanlarının önyargılarından ve öznel düşüncelerinden etkilenmez.					
47. Bilim öğretiminde yasaların kesin ve değişmez olduğu belirtilmelidir.					
48. Bilim insanlarının ırklarının ve etnik kökenlerinin, bilimle hiçbir ilgisi yoktur.					
49. Değişkenleri değiştirmek bilimsel bir çalışma için temel koşuldur.					
50. Teoriler, yasalar ve modeller birlikte çalışarak bilimsel bilgi üretir					
51. Epistemik, bilişsel, sosyal ve kültürel değerleri öğretmek fen müfredatının temel bileşenleri olmalıdır.					
52. Fizik, biyoloji ve kimya gibi farklı bilim dalları aynı pratiklere sahiptirler.					
53. Bilim insanları akademik dergilerde makaleler yazarlar.					
54. Farklı türde teoriler vardır. Bazı teoriler kabul edilmiştir, bazıları ise hala tartışılmaktadır.					
55. Fen müfredatı sadece bilimsel bilgiyi değil, bilimin sosyal, kültürel ve epistemik yönlerini de kapsamalıdır.					
56. Bilimsel gerçekler ve değerler arasında hiçbir ilişki yoktur.					
57. Tüm bilim dallarında, bilim insanları birbirlerinin fikirlerini değerlendirerek bilimsel bilgiyi doğrularlar.					
58. Bilim insanları, araştırmalarını diğer bilim insanlarıyla paylaşmak için konferanslara katılırlar.					
59. Bilimsel yöntemleri anlamak öğrencilerin bilim ile bilim dışı arasındaki ayrımı yapmasına yardımcı olabilir.					
60. Fizik, biyoloji ve kimya gibi tüm bilim dallarında hipotez oluşturulması gerekir.					

61. Bilimsel çalışmanın kalitesini değerlendirmek için oluşturulmuş standartlar vardır.					
62. Bilimsel amaç ve değerlerin içselleştirilmesi öğrencilerin bilimsel bilgi ve konuları anlamalarına yardımcı olur.					
63. Modeller bilim insanlarının olayları açıklamalarına ve tahmin etmelerine yardımcı olur.					
64. Bilimsel pratikler bilginin üretilmesini sağlar ve kültürel faktörlerden etkilenmezler.					
65. Öğrenciler bilim insanlarının dürüstlük gibi sosyal değerlere sahip olmaları gerektiğini anlamalıdır.					
66. Yasalar teorilere göre daha doğrulanabilir bilimsel bilgilerdir.					
67. Bilim ekipleri arasında birtakım hiyerarşiler vardır ve bu hiyerarşiler değişebilir.					
68. Öğrencilerin bilimsel bilginin nasıl geliştiğini anlamaları gerekli değildir.					
69. Bilimsel amaç ve değerler, bilim insanlarının yöntem seçimini etkiler.					
70. Bilim insanları araştırma yaparken diğer bilim insanlarıyla sosyal olarak etkileşimde bulunurlar.					