



MAKALE

<http://turchemsoc.dergipark.gov.tr/jotcsc>

Dolaylı Fen Öğretiminde Hizmet Öncesi Argümantasyon Eğitiminin Öğretmen Adaylarının Bilimin Doğasını Kavramalarına Etkisi

Candan CENGİZ¹ ve Filiz KABAPINAR*

Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi OFMA Eğitimi Bölümü Kimya Öğretmenliği ABD

Öz: Son yıllarda öğretim programlarının temel vurgu noktası bilim okuryazarı bireyler yetiştirmektir. Bilimin doğasını anlama ve alt boyutları hakkında yetersiz ve bazı yanlış görüşlere sahip olabilen öğretmen adaylarının anlayışlarının geliştirilmesi öne çıkmaktadır. Bilimin doğasının doğrudan, tarihsel, dolaylı, argümantasyon ve çoklu birleştirilmiş öğretimine yönelik birçok çalışma gerçekleştirilmiştir. Çeşitli öğretim felsefe ve yöntemlerinin bilimin doğası anlayışlarının gelişimine olan etkisi halen araştırılmaktadır. Bu çerçevede bu araştırmanın amacı, fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimin doğasına ilişkin kavrama düzeylerine dolaylı fen öğretiminde argümantasyon eğitiminin etkisini incelemektir. Çalışmada, araştırmacılar tarafından verilen hizmet öncesi argümantasyon eğitiminin sonuçları tartışılmıştır. Eylem araştırması olarak tasarlanan çalışmada, argümantasyon eğitiminin son sınıf fen bilgisi öğretmen adaylarının (n=16) bilimin doğasını kavramalarına etkisini belirlemek amacıyla açık uçlu sorulardan oluşan "Bilimin Doğasına Yönelik Görüşler Anketi-Form C (VNOS-C)" uygulanmış ve aday öğretmenlerle yüz yüze görüşmeler yapılmıştır. Çalışmadan elde edilen nitel veriler; naif, eklektik ve bilinçli-bilgili kategorilerine ayrılarak nitel-yorumlayıcı yaklaşım ve içerik analizi ile değerlendirilmiştir. Argümantasyon eğitiminin, öğretmen adaylarının bilimin doğası anlayışlarına olumlu yönde etki ettiği belirlenmiştir. Öte yandan, katılımcıların bilimsel teoriler-kanunlar, gözlem-çıkarma, deney-evrensel yöntem ilişkileri hakkındaki yanlış kavramalarını değiştirmenin zor olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Sözcükler: Argümantasyon; bilimin doğası; hizmet öncesi fen bilgisi öğretmen eğitimi.

Gönderme: 08 Mart 2017. **Kabul:** 10 Haziran 2017.

Atıf yapın: Cengiz, C., & Kabapınar, F. (2017). Dolaylı Fen Öğretiminde Hizmet Öncesi Argümantasyon Eğitiminin Öğretmen Adaylarının Bilimin Doğasını Kavramalarına Etkisi. Türkiye Kimya Derneği Dergisi, Kısım C: Kimya Eğitimi, 2(1), 19-62.

***Muhatap yazar.** *e-posta: filizk@marmara.edu.tr, Tel: 0216 3459090-296, Fax: 0216 3388060.

1 Çalışma, doktora tez çalışmasına dayandırılmış olup IV. Ulusal Kimya Eğitimi Kongresi'nde sunulmuştur.

Effect of Implicit Argumentation Education on PSTs' Understandings about NOS

Abstract: The aim of education programs in the recent years is to develop the understandings of prospective science teachers (PSTs) who may have some inadequate and naive views on comprehension and dimensions of nature of science (NOS). There have been a number of attempt to teach NOS as explicit and implicit. However, limited number of studies have been carried out in order to find out the effect of teaching based on implicit argumentation over PSTs' understanding of NOS. This research gap motivated the present study. Action research was benefitted in the research. VNOS-C consisting of open-ended questions was used as data collection tool. Additionally interviews were carried out with PSTs (n=16). Content analysis with qualitative and interpretive approach was carried out for the qualitative data. Findings of the study indicated that teaching via implicit argumentation has a positive effect on PSTs' understandings about NOS even though teaching the NOS elements was not the main purpose of the intervention.

Keywords: Argumentation; nature of science; pre-service science teacher education

Submitted: March 08, 2017. **Accepted:** June 10, 2017.

Cite this: Cengiz, C., & Kabapınar, F. (2017). Dolaylı Fen Öğretiminde Hizmet Öncesi Argümantasyon Eğitiminin Öğretmen Adaylarının Bilimin Doğasını Kavramalarına Etkisi. Journal of the Turkish Chemical Society, Section C: Chemical Education, 2(1), 19-62.

***Corresponding author.** E-mail: filizk@marmara.edu.tr, Tel: 0216 3459090-296, Fax: 0216 3388060.

GİRİŞ

Günümüzde, düşünmenin sosyal ve bilişsel doğası öne çıkarılıp davranışçı yaklaşım terk edilerek, bilgi birikimi ve aktarımı yerine bireylerin sahip oldukları ön bilgileri ile yeni bilgilerinin uyarlanarak yapılandırılmasının benimsendiği yapılandırmacı yaklaşıma geçilmiştir. Öğrenmenin dinamik yapısının önem kazandığı yapılandırmacı yaklaşıma uygun olarak yapılacak etkinliklerin başında, sosyal etkileşimi içeren grup çalışmaları ve argüman oluşturmaya yönelik tartışma etkinlikleri gelmektedir. Bu bağlamda eğitimciler, sosyo-bilimsel konuların sınıfta tartışılmasını önererek öğrencilerin bilimin uzantıları ve sosyal uygulamaları ile ilgili fikirleri analiz etmelerinin ve yapılandırmalarının, çatışmaların çözümünde bilimsel bilginin kullanımıyla bilginin değişime açık yapısını tanımlarının, fen-teknoloji-toplum arasındaki ilişkilerin bilimin doğası ışığında eleştirel olarak düşünülmesi ve tartışılmasının yararlı olacağını belirtmektedirler (Kuhn, 1993; Newton, Driver ve Osborne, 1999; Driver, Newton ve Osborne, 2000; Erduran, Ardaç ve Yakmacı-Güzel, 2006; Albe, 2008). Fen programlarında da yapılan bu tür felsefi değişiklik, bilime olan bakış açısını da etkilemiş ve geleneksel bilim anlayışının yerine günümüzde hâkim bilim anlayışının öğrencilere kazandırılması gerektiğini vurgulamıştır.

İlköğretim (ilk ve ortaokullar) Fen Bilimleri Dersi (3-8.sınıflar) Öğretim Programı'nın (MEB, 2013) temel yaklaşımında benimsenen strateji ve yöntemlerde; derslerin planlanması ve uygulanmasında öğrencinin aktif, öğretmenin ise rehber ve yönlendirici olacağı öğrenme ortamlarının (proje, argümantasyon, işbirliğine dayalı öğrenme vb.) temel alındığı, araştırma-sorgulama sürecinde sadece "keşfetme ve deney" olarak değil, "açıklama ve argüman" oluşturma süreci olarak da ele alındığı vurgulanmıştır. Ayrıca araştırma-sorgulamaya dayalı öğrenmenin; öğrencilerin çevrelerindeki herşeyi keşfetme isteği duydukları, etraflarındaki doğal ve fiziksel dünyayı sağlam gerekçelerle açıklamalarda bulunarak güçlü argümanlar kurdukları, fen bilimlerinden heyecan duyan ve değerini bilen bireyler olarak yetiştikleri, kısacası birer bilim insanı gibi yaparak-yaşayarak-düşünerek bilgiyi kendi zihinlerinde oluşturdukları öğrenci merkezli bir öğrenme yaklaşımı olduğu belirtilmiştir. Öğretmenlerin, öğrencilerinin fikirlerini rahatça ifade edebildikleri, düşüncelerini farklı gerekçelerle destekleyebildikleri ve arkadaşlarının iddialarını çürütmek amacıyla karşıt argümanlar geliştirebildikleri diyaloglar içerisinde yer almalarını sağladığı, karşıt argümanları içeren yazılı veya sözlü tartışmalarda öğretmenlerin, öğrencilerinin geçerli verilere dayalı oluşturdukları iddiaları haklı gerekçelerle sundukları tartışmalarda yönlendirici ve rehber rolü üstlendiği bildirilmiştir.

Tüm bireylerin fen okuryazarı olarak yetişmesini amaçlayan Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda (MEB, 2013) yer verilen bilimin toplumu ve teknolojiyi, toplum ve teknolojinin de bilimi nasıl etkilediğine ilişkin farkındalık geliştirmek; bilim insanlarının bilimsel bilgiyi nasıl oluşturduğunu, oluşturulan bu bilginin geçtiği süreçleri ve yeni araştırmalarda nasıl kullanıldığını anlamaya yardımcı olmak; bilimin, tüm kültürlerden bilim insanlarının ortak çabası sonucu üretildiğini anlamaya katkı sağlamak ve bilimsel çalışmaları takdir etme duygusunu

geliştirmek ve sosyo-bilimsel konuları kullanarak bilimsel düşünme alışkanlıklarını geliştirmek gibi temel amaçları gerçekleştirmek için öğretmen ve öğretmen adaylarının bilimin doğasına ilişkin görüşlerinin tespit edilmesi ve değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu bağlamda, bireylerin sahip olduğu naif bilim görüşlerini öğrenciliğin ilk yıllarında edindikleri (Lederman, 1992); öğretmenlerin bilime ve bilimin doğasına ilişkin yanlışlı görüşlerini sınıf içi uygulamalarında öğretimlerine yansıtarak öğrencilerinin bilimin doğası kavramlarını doğru şekilde yapılandırabilmelerine ve günümüzde hâkim bilim görüşü kazanabilmelerine yeterince rehberlik edemedikleri ve görüşlerini etkiledikleri görülmüştür (Abd-El-Khalick, Bell ve Lederman, 1998; Tsai, 2002; Akerson ve Hanuscin, 2007; Aslan ve Taşar, 2013). Ayrıca geleneksel bilim anlayışına sahip olan öğrenciler, öğretmen adayları ve öğretmenlerin geçmişten günümüze büyük çoğunluğunun bilimin doğası hakkında hala yetersiz bilgi düzeylerine ve kavram yanlışlarına sahip oldukları belirlenmiştir (Abd-El-Khalick ve Lederman, 2000; Doğan Bora, 2005; İrez, 2006; Köseoğlu, Tümay ve Budak, 2008; Abd-El-Khalick, 2013; Erdaş, Doğan ve İrez, 2016). Bunlar neticesinde, önceleri bilimin doğası öğretiminde etkinlikler yönünden yetersiz bulunan ilköğretim fen programlarının (Doğan Bora, 2005; İrez, 2008; Erdoğan ve Köseoğlu, 2012) son yıllardaki hedeflerinden biri; öğretmen, öğretmen adaylarının ve öğrencilerin fen eğitiminin önemli bileşenlerinden bilim ve bilimin doğası ile alt boyutlarına ilişkin anlayışlarının geliştirilmesi olmuştur.

Alan yazın incelendiğinde, bilimin doğasına ilişkin unsurları kazanmaları ve geliştirmeleri için öğretmen adaylarına yönelik uygulanan birçok öğretim faaliyetinde; dolaylı (örtük), doğrudan yansıtıcı/açık-düşündürücü ve tarihsel ile bunlardan hangisinin bilimin doğasının öğretilmesinde daha etkili olabileceği hakkında halen devam eden tartışmalar sonucu ortaya çıkan çoklu birleştirilmiş olmak üzere dört öğretim yaklaşımı kullanılmaktadır. Yapılan çalışmalar, her öğretim yaklaşımının bilimin doğasının farklı unsurlarını geliştirmeye olanak sağladığına (Lederman, 1992; Irwin, 2000; Lederman, Abd-El-Khalick, Bell ve Schwartz, 2002; Abd-El-Khalick ve Lederman, 2000; Khisfe ve Abd-El-Khalick, 2002; Akerson, Cullen ve Hanson, 2009; McDonald, 2010; Allchin, Andersen ve Nielsen, 2014) ve hiçbir öğretim yaklaşımının da tek başına bilimin doğasının tüm unsurlarını istendik düzeye ulaştırmada yeterli olmadığına işaret etmektedir (Liu ve Lederman, 2002; Çelik ve Bayrakçeken, 2006; Khishfe, 2008; McDonald, 2010; Deng, Chen, Tsai ve Chai, 2011). Bu sebeplerden dolayı bazı araştırmalar, bilimin doğası anlayışını geliştirmek için kullanılan öğretim yaklaşımlarının farklı etkili yönlerinin birlikte kullanılmasının gerektiğini vurgulamaktadır (Abd-El-Khalick ve Lederman, 2000; Schwartz, Lederman ve Crawford, 2004; Allchin, Andersen ve Nielsen, 2014). Her bir öğretim yaklaşımının etkililiğini ortaya koymak için araştırmaya, sorgulamaya ve probleme dayalı, işbirlikli, proje tabanlı ve argümantasyon gibi farklı yöntem ve teknikler de uygulanabilmektedir (Ayvacı ve Özbek, 2014).

Öğretmen ve öğrencilerin bilimin doğasını "bilim yaparak", bilim yapanlarla bir arada çalışarak ve sorgulayıcı-araştırma veya bilimsel (fen) süreç becerileri odaklı etkinliklere katılarak dolaylı,

direkt ve kendi kendilerine öğrenebileceklerini ileri süren dolaylı/örtük (implicit) öğretim yaklaşımı (McComas, 1993; Abd-El-Khalick ve Lederman, 2000); bilimin doğasının öğrenilebilmesinin bilişsel bir öğrenme ürünü olup etkin bir şekilde planlanması ve doğrudan öğretilmesi gerektiği üzerinde durmaktadır. Birçok fen eğitimcisi, dolaylı öğretim yaklaşımının programla ilişkilendirildiğinde, bilim hakkındaki temel fikirlerin örtük bir şekilde etkinliklerin deneyimlenmesi ile daha başarılı sonuçlar elde edileceğini ve bilime yönelik tutumların olumlu yönde etkilendiğini öne sürmektedir (Ryder, Leach ve Driver, 1999; Abd-El-Khalick ve Lederman, 2000; Brickhouse, Dagher, Letts ve Shipman, 2000; Khishfe ve Abd-El-Khalick, 2002; Clough, 2006; Bell, 2008; Millar, 2010). Eğitim hayatlarının bir döneminde bilimin doğası eğitimini alma fırsatı bulmuş, doğrudan yansıtıcı etkinlikler ve uygulamalarla belli bir düzeye ulaşmış öğretmen adaylarının, eğitim hayatlarının devamında ve meslekî hayatlarında bu anlayışlarını geliştirme ve kullanma bilincine de sahip olmaları gerekmektedir. Bu bağlamda, fen programlarının öğrenme ve öğretme süreçlerinde bilimin doğasının unsurlarını da dikkate alarak dolaylı yoldan sosyal öğrenme ortamlarında bilimsel düşünme alışkanlığı kazandıran, bilimsel dil kullanarak bilimsel bilgiye ulaşmayı sağlayan, bilimsel bilgiyi yapılandırmayı ve zihinsel faaliyetleri geliştiren argümantasyon gibi bilimsel etkinlikler ve uygulamalarla, öğretmen ve öğretmen adayları bilimin doğası anlayışlarını geliştirmeye devam edebileceklerdir.

Birçok çalışmada, argümantasyon ile fen öğretiminin önemine dikkat çekilmiştir (Driver, Newton ve Osborne, 2000; Jiménez-Aleixandre, Bugallo Rodríguez ve Duschl, 2000; Erduran, Simon ve Osborne, 2004). Fen bilimleri öğretmenlerinin ve öğretmen adaylarının geleneksel yöntemlere olan alışkanlıklarında değişiklik sağlamak amacıyla hizmet öncesi argümantasyon eğitiminin verilmesi ile istendik düzeyde fen öğretiminin uygulanabilmesi mümkündür. Fen eğitimindeki son yaklaşımlarda, fen öğrenme ve öğretiminde bilimsel bilgilerin öğrenilmesi amacıyla öğrencilerin birbirleriyle ve öğretmenleriyle karşılıklı tartışmaları için gerekli iletişim yapıları, şekilleri ve motivasyonu sağlayan grup çalışmaları açısından çerçeve içine alınmıştır. Buna göre, dünya hakkındaki bilgilerin üretilmesi için gerekli araçların oluşturulması ve kullanılmasını içeren fen öğretiminde argümantasyon, bilimsel bilgilerin oluşturulmasında önemli bir araç olarak görülebilir. Argümantasyon ile bilimin doğası arasında da güçlü bir ilişki vardır ve bilimsel argümantasyonu anlayan öğrenciler bilimin doğasını da anlayabileceklerdir (Sandoval ve Millwood, 2008; Simon, Richardson, Howell-Richardson, Christodoulou ve Osborne, 2009; akt: Yıldırım ve Nakiboğlu, 2013). Bilim felsefesindeki güncel bakış açılarına göre bilim, dünyanın nasıl olduğuna dair gerçeklerin bir bütünü değil, aksine dünyanın nasıl olabileceği ile ilgili açıklamalar getiren teorilerin yapılandırılmasını içerir (Erduran, Simon ve Osborne, 2004). Argümantasyon ise bilim insanlarının argümanlarını oluşturdukları gibi açıklamaların, modellerin ve teorilerin yapılandırılmasında da merkezi bir rol oynar. Bilimsel söylev ve tartışmayı anlama, destekleme ve ilerletme, söylev analizi, sınıflarda bilimin konuşulması, fen derslerinde anlamlandırma konularının bireylerin bilim okuryazarlığını etkileyen konular arasında olduğu da söylenebilir (Öztürk ve Kaptan, 2014). Ayrıca

argümantasyon, sınıf ortamında yarışan teoriler, kavram karikatürleri, yazma çerçeveleri, tahmin et-gözle-açıkla, kanıt kartları, bir argüman yapılandırma ve bir deney tasarlama gibi geliştirilen çeşitli argümantasyon stratejileri ile öğretim yaklaşımı olarak da kullanılabilir (Köseoğlu ve Tümay, 2015). Bu bağlamda, öğrenciliğin ilk yıllarında argümantasyon eğitimi alabilen öğretmen adayları, fen sınıflarında öğrendikleri bilim ile gerçek dünyadaki bilim arasında bir bağlantı kurabilecek ve bilimin dünyadaki gerçeklerin birikmesi ile gerçekleştiği; teorilerin henüz kanıtlanmamış; kanunların mutlak ve evrensel olduğu gibi bilimin doğasına ilişkin naif görüşlerini sınıf ortamında bilim insanları gibi tartışarak geliştirebileceklerdir. Sözel olarak verilerin muhakeme edildiği, yazılı olarak değerlendirildiği, çürütme ve desteklemeleri içeren argümanlarla gerçekleşen konuşmalar dizisi (Newton, Driver ve Osborne, 1999; Driver, Newton ve Osborne, 2000;) olarak tanımlanan argümantasyon, yanılığın görüşlerin zihne yerleşmesini engellemek için sosyal öğrenme açısından gerekli bir yoldur. Dolaylı fen öğretiminde hizmet öncesi argümantasyon eğitimi ile de öğretmen adaylarının belirlenen yanılığın görüşlerini sosyal etkileşim ortamında değiştirmelerine/geliştirmelerine olanak sağlamak, günümüzde hâkim bilim anlayışına uyumlu görüşlerini yansıtabilmeleri ve büyük oranda etki edebilecekleri geleceğin bilim okuryazar öğrencilerini yetiştirebilmeleri açısından son derece önemlidir. Bu noktaların ışığında, bu çalışmada daha önceden bilimin doğası eğitimi almış fen bilgisi öğretmen adaylarının, bilimin doğasının entegre edilmediği dolaylı fen öğretimine dayalı hizmet öncesi argümantasyon eğitimi ile mevcut olan bilimin doğasına ilişkin görüşlerinin değişimi/gelişimi incelenmiştir.

Araştırmanın Amacı

Bu çalışmada, dolaylı fen öğretimine dayalı hizmet öncesi argümantasyon eğitiminin, fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimin doğasına ilişkin kavramaları ve düzeyleri üzerine etkisini belirlemek amaçlanmıştır.

YÖNTEM

Araştırmanın Deseni

Bu çalışmaya yorumlamacı paradigma ve onun varsayımları yön vermiştir. Eylem araştırması olarak planlanan çalışmada çalışmanın katılımcıları tek grup olarak ele alınmıştır. Tasarlanan eğitimin etkililiğinin belirlenebilmesi için katılımcılardan eğitim öncesinde ve sonrasında veri toplanmıştır.

Çalışma Grubu

Çalışma, Sakarya'da bir devlet üniversitesinde Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı son sınıfta öğrenim gören ve 3. sınıfta "Bilimin Doğası ve Bilim Tarihi" dersi almış 11'i kadın (%68,75) ve 5'i erkek (%31,25) toplam 16 öğretmen adayı ile yapılmıştır. Öğretmen adayları, önceki öğrenim yaşantılarında fen öğretiminde argümantasyon konuları üzerine herhangi bir ders almamıştır. Ayrıca bu çalışma ayrıntılı ve derinlemesine bir

incelemeyi amaçladığı için katılımcı sayısının az olmasına önem verilmiş, çalışma grubunu oluşturacak bireylerin zengin veri sunabilecek kişiler olmasına dikkat edilmiş ve katılımcılar amaçlı örnekleme yöntemi ile seçilmiştir. Çalışma grubu oluşturulurken katılımcıların gönüllülükleri esas alınmıştır. Öğretmen adaylarının kimliklerinin gizli tutulması amacıyla isimleri yerine rastgele atanan harf ve numaralardan A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, Y8, Y9, Y10, Y11, Y12, Y13, S14, S15 ve S16 kodları kullanılmıştır.

Veri Toplama Aracı

Araştırmada nitel veri toplama teknikleri kullanılmıştır. Dolaylı fen öğretiminde hizmet öncesi argümantasyon eğitiminin öğretmen adaylarının bilimin doğasını kavramalarındaki etkisini belirlemek amacıyla 10 açık uçlu sorudan oluşan "Bilimin Doğasına Yönelik Görüşler Anketi-C Formu (Views of Nature of Science Questionnaire-Form C: VNOS-C)" eğitim öncesinde ve sonrasında uygulanmıştır. Anket sonuçlarının desteklenmesi ve bilimin doğası ile ilgili sahip oldukları anlamaları ayrıntılarıyla belirlemek amacıyla 5 açık uçlu sorudan oluşan yarı-yapılandırılmış yüz yüze görüşmeler yapılmıştır.

Bu çalışmanın amacı doğrultusunda öğretmen adaylarından bilimin doğasına ilişkin farklı kavramalara sahip katılımcıları ve sahip oldukları algıları açığa çıkarırken arka planda hangi kabuller ve gerekçelerle hareket ettiklerini belirlemek için açık uçlu sorulardan oluşan bir veri kaynağının kullanımı oldukça önemlidir. VNOS-C'nin 10 açık uçlu sorusu bilimsel bilginin ampirik, yaratıcı, teori yüklü doğası, bilimsel bilgi üzerine sosyal ve kültürel etkiler, bilimde çıkarım ve teorik kabuller, bilimsel teorilerin doğası, bilimsel teori ve kanunlar arasındaki ilişki ve farklar, bilimin sosyo-kültürel yapısı ve evrensel bir bilimsel yöntemin varlığı konusundaki kavramaları açığa çıkarmaya yöneliktir (Lederman, Abd-El-Khalick, Bell ve Schwartz, 2002). Anket, Turgut (2005) tarafından ters çeviri yöntemi kullanılarak dilimize uyarlanmıştır.

Veri Toplama Süreci

Araştırma verileri, Okul Deneyimi (Güz Dönemi-13 hafta) dersi kapsamında toplanmıştır. Çalışmada, etkinlikleri uygulama sürecinde başka bir uygulayıcı görev almamıştır. Anket, katılımcıların bilimin doğasına ilişkin anlayışlarını belirlemek amacıyla güz dönemi başında ve sonunda, yani argümantasyon eğitimi öncesi ve sonrasında iki kez yazılı olarak, sınırlandırma olmaksızın yaklaşık bir saatte uygulanmıştır. Uygulama sırasında araştırmacı, öğretmen adaylarının yanında bulunmuş ve uygulamaya başlamadan önce anketi tanıtarak soruları dikkatle okumalarını ve yazılı olarak cevaplamalarını istemiştir.

Çalışmaya katılan öğretmen adaylarına fen sınıflarında argümantasyonun nasıl gerçekleştirildiğini öğretmek ve uygulamalarla fen öğretiminde argümantasyonun işleyişini göstermek amacıyla araştırmacı tarafından yürütülen argümantasyon eğitimi sürecinde uygulanan argümantasyon etkinlikleri, öğretmen adaylarının bilimin doğasına ilişkin mevcut yanılgılarını gidermeye yönelik değil, sadece dolaylı fen öğretiminde argümantasyona odaklıdır.

Hizmet Öncesi Argümantasyon Eğitimi ve Uygulama Süreci

Öğretmen adaylarına Okul Deneyimi dersi süresinde, 2 hafta genel hatlarıyla argümantasyon ile ilgili teorik bilgiler ve argüman örnekleri ile Toulmin Argüman Modeli ve argümantasyon seviyeleri konularında görsel materyaller sunum olarak açıklanmıştır. Ayrıca ilk etkinlik yaptırılmadan önce araştırmacı tarafından hazırlanmış ve argümantasyonun ne olduğu ve nasıl yapılacağı ile ilgili yazılı bir kaynak teşkil etmesi açısından ilgili dokümanlar öğretmen adaylarına sunulmuş ve okumaları istenmiştir. Ardından araştırmacı tarafından argüman bileşenleri örnekler verilerek tekrar açıklanmıştır. Argümantasyon eğitimi verildikten sonra devam eden 7 hafta boyunca eğitime, öğretmen adaylarının argümantasyon seviyelerindeki değişimi izlemek, kendilerinin ve birbirlerinin seviye analizlerini değerlendirmek amacıyla argümantasyon ortamı yaratacak etkinliklerle devam edilmiştir. Toplam 9 hafta (18 saat) süren argümantasyon eğitimi süresince öğretmen adaylarının argümantasyon ile öğretim sürecine alışmaları amaçlanmıştır. Bu eğitimi pekiştirmek, grup çalışmasına alıştırmak ve Toulmin Argüman Modeli'ni ve iddia, veri, gerekçe, destekleme, çürütme, sınırlayıcı kavramlarını daha iyi anlamalarını/yapılandırmalarını/tanımlamalarını sağlamak ve argümantasyon için bir giriş alt yapısı oluşturmak amacıyla uygulamanın başında öğretmen adaylarına güncel konulardan olduğu düşünülen bebek bakıcılığı için işe alınacak farklı özellikleriyle ön plana çıkan dört kişiden daha önemli görülen özelliği taşıyan kişinin seçildiği "Bebek Bakıcısı" etkinliği (Kaya, 2005) verilmiştir. Öğretmen adaylarının argümantasyon ile ilgili var olan soruları cevaplandırılmış ve dokümanlar ile sunumdaki bilgilerden yararlanarak "Bebek Bakıcısı" etkinliğini yapmaları istenmiştir.

Hizmet öncesi argümantasyon eğitimi sırasında Osborne, Erduran ve Simon (2004) tarafından geliştirilen "Ideas, Evidence and Argument in Science (IDEAS Resource Pack)" isimli workshop kitinde yer alan 15 etkinlikten; elementler, karışımlar ve bileşik kavramlarının keşfedildiği ve aralarındaki farklılıklar ile benzerliklerin argüman tekniği ile değerlendirildiği "7. Etkinlik: Karışım, Elementler ve Bileşikler (Mixture, Elements and Compounds); bilimsel yazılı bir argüman oluşturmayı/yapılandırmayı, yarışan teoriler etrafında tartışmaya ve bilimsel kavramları anlamaya olanak sağlayan 11. Etkinlik: Kardan Adamlar (Snowmen) ve buz su buharına ısıtıldığında sıcaklık değişimini en iyi temsil eden grafiği, öğrencilerin delil kartları ile gerekçelendirdikleri argümanları ile savunmalarını sağlayan 13. Etkinlik: Buzun Su-Buharına Isınması (Heating Ice to Steam)" etkinlikleri araştırmacılar tarafından Türkçeye çevrilerek kullanılmıştır. Bunların dışında yine alan yazından örnek etkinliklerle (sesin katı-sıvı-gaz ortamında nasıl hareket ettiğini öğrencilerin argüman oluşturmalarına teşvik edildiği ses hareketi etkinliği) ve videolarla eğitime devam edilmiş ve yazılı dokümanların analizleri yapılmıştır. Argümantasyon stratejilerine örnek olması açısından, araştırmacının farklı tezler ve alan yazında yer alan çalışmalardan hazırlayıp öğretmen adaylarına uyguladığı örnek etkinlikler sonrasında da kendileriyle birlikte argümantasyon bileşenleri ve seviyelerini belirleyerek analiz yapmayı öğrenmeleri sağlanmıştır (Tablo 1).

Tablo 1. Uygulamada Yapılan Çalışmaların Haftalık Gösterimi.

Haftalar	Uygulamada Yapılan Çalışmalar
1.	Okul Deneyimi Dersi Bilgilendirme Toplantısı ve Staj Okulları Ziyaretleri
2.	Bilimin Doğasına Yönelik Görüşler Anketi-C Formu-Eğitim Öncesi ve İlk Görüşme
3.	Argümantasyon Eğitimi
4.	Argümantasyon Eğitimi
5.	Argümantasyon Eğitimi-Bebek Bakıcısı Etkinliği
6.	Argümantasyon Eğitimi-Örnek Analiz
7.	Argümantasyon Eğitimi-Örnek Analiz-Seviye Belirleme
8.	Argümantasyon Eğitimi-Ses Hareketi Etkinliği
9.	Argümantasyon Eğitimi-Karışım, Elementler ve Bileşikler Etkinliği
10.	Argümantasyon Eğitimi-Buzun Su Buharına Isınması Etkinliği
11.	Argümantasyon Eğitimi-Kardan Adamlar Etkinliği
12.	Okul Deneyimi Dersi Staj Dosyalarının Teslim Edilmesi ve Değerlendirilmesi
13.	Bilimin Doğasına Yönelik Görüşler Anketi-C Formu-Eğitim Sonrası ve Son Görüşme

Verilerin Analizi

Araştırmacının amacı elde edilen bulguları düzenleyip yorumlayarak okuyucuya iletmek olduğundan (Yıldırım ve Şimşek, 2013), bu araştırmada katılımcıların bilimin doğasına ilişkin görüşlerini derinlemesine belirlemek için uygulanan VNOS-C anketine verilen yanıtların önce betimsel sonra içerik analizleri yapılmıştır.

VNOS-C Anketinin Sonuçlarının Çözümlemesi

VNOS-C anketinin sonuçları, betimsel analiz yaklaşımı ile iki aşamada çözümlenmiştir:

1. Aşama: Betimsel Analiz İçin Bir Çerçeve Oluşturma

Betimsel analizin yapılabilmesi ve VNOS-C'deki açık uçlu sorulara verilen yanıtları analiz etmek, değerlendirmek ve yorumlamak için kullanılacak gerekli ölçütler bilimin doğasının bileşenlerini oluşturmaktadır. Bu bileşenleri belirlemek amacıyla alan yazında oldukça kabul gören ilgili çalışmalardan yararlanılmıştır. Matthews'in (2012) "**Lederman yedilisi**" olarak bahsettiği, Abd-El-Khalick, Bell ve Lederman (1998) ile Lederman, Abd-El-Khalick, Bell ve Schwartz'ın (2002) çalışmalarında bilimin doğası hakkındaki *consensus approach* olarak adlandırdıkları uzlaşılmış/ortak görüş niteliğindeki 7 bileşeni; McComas'ın (1998) bilimin doğasına ilişkin 15 miti ve McComas, Clough ve Almazroa'nın (1998) *uzlaşılmış/ortak görüşün* devamı niteliğinde belirttikleri bilimin doğasına yönelik ortak görüşler; Irzık ve Nola'nın (2011) çalışmalarında bilimin doğası hakkındaki *consensus approach* olarak adlandırdıkları uzlaşılmış/ortak görüş niteliğindeki 8 bileşeni ve son olarak NGSS'de (2013) ilkökul, ortaokul ve lise düzeylerine göre belirlenen 8 kategori ile benzer bazı çalışmalardan elde edilen tüm önermeler ile analiz sürecinde de elde edilen veriler araştırmacı tarafından yeniden düzenlenerek anketin açık uçlu

sorularının ve yarı-yapılandırılmış görüşme sorularının analizinde kullanılmak üzere aşağıdaki ölçütler elde edilmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. VNOS-C Analizinde Kullanılan Ölçütler.

Bilimin Doğası Temaları ve Unsurları
<p>Bilimin Tanımı ve İşlevi</p> <p><i>Bilme yolu olarak bilim doğa olaylarını açıklama girişimidir. Bilim ve teknoloji birbirlerini etkiler. Bilim tarihi bilimin hem evrimsel hem devrimsel özelliklerini ortaya çıkarmaktadır. Farklı kültürden bireyler ve tarihi çevreler bilime katkıda bulunur.</i></p>
<p>Bilimsel Bilginin Doğası</p> <p><i>Tüm bilimsel bilgiler değişebilir. Bilimsel bilgi yeni veriler/bulgular ile desteklenir/değişebilir. Bilimsel bilgi deneyseldir. Genel kabul edilerek geçerliliği sınanır. Test edilebilir. Deney ve gözlemlerden elde edilen, başkaları tarafından kontrol edilen ve değerlendirilen kanıtlara dayalıdır. Elde edilen bilimsel iddiayı destekleyici kanıtlara/bulgulara dayanarak bilimsel bir iddia ispatlanamaz. Doğrudan kanıtlar duyu organlarıyla direkt gözlem dışında, dolaylı gözlem ve deneyle çıkarıma da dayanır.</i></p>
<p>Bilimde Öznellik ve Nesnellik</p> <p><i>Bilimsel bilgi teori kökenlidir/yüklüdür. Bilim insanları verileri/bulguları (deneyim, kişisel tercihler, öz yargı, bakış açısı, inanç, eğitim, mantık, sosyo-kültürel etkenler, hayal gücü ve yaratıcılık gibi öznel değerlerden dolayı) farklı yorumlayabilirler. Gözlemler inanç ve değerlerden etkilenir. Bilim hem öznel hem de nesnelidir.</i></p>
<p>Bilimsel Yöntem</p> <p><i>Bilimsel yöntem tek ve evrensel değildir. Deney ve gözlem bilimsel bilgiye ulaşmanın tek yolu değildir. Bilimsel yöntem adım adım takip edilmez. Önceden belirlenmiş aşamalardan oluşmaz. Bilimsel yöntem bilim insanının bağlı olduğu paradigmaya, yaratıcılığına, konuya ve koşullara göre değişebilir.</i></p>
<p>Bilimsel Teori ve Kanunların Yapısı</p> <p><i>Bilimsel teoriler, kanunlar ve doğal olgular arasındaki ilişkilerin mekaniksel açıklamalarından iyi yapılandırılmış önermelerdir/sonuç çıkarımlarıdır. Bilimsel kanunlar doğadaki olguların algılanan ya da gözlenen olaylarla ilgili doğruyu açıklamaya çabalayan genellemeler veya tanımlamalardır. Teoriler ve kanunlar değişebilir. Bilimsel teori ve kanunlar birbirleriyle ilişkili fakat farklı türden bilimsel bilgilerdir. Bilimsel teori ve kanunlar arasında hiyerarşik bir ilişki ve önem farkı yoktur. Birbirlerine dönüşemezler.</i></p>
<p>Bilimde Tahmin ve Teorik Kabuller</p> <p><i>Bilim insanları çoğu zaman direkt olarak izlenemeyen olaylarla uğraştıklarında tahmin ve teorik kabullere başvururlar. Dolaylı yoldan elde ettikleri delillerle iddialarını destekleyebilirler. Bazı teoriler bilimsel tahminlerin eseridir. Teoriler keşifler sonucu değil, bilimsel tahminler, çıkarımlar ve kabuller sonucudur.</i></p>
<p>Bilimde Hayal Gücü ve Yaratıcılık</p> <p><i>Bilimsel çalışmalarda hayal gücü ve yaratıcılık kullanılır. Bilimsel çalışmaların her aşamasında kullanılır.</i></p>
<p>Bilim ve Toplum</p> <p><i>Bilim kültürün bir ürünüdür; kendi içinde bir kültürdür. Bilim evrensel olmayıp bütünüyle o kültürün sosyal ve kültürel değerlerini yansıtır. Bilim sosyo-kültürel değerlerden, toplumdaki etkilenir. Bu etkileşim çift yönlüdür.</i></p>

VNOS-C anketinin açık uçlu sorularına verilen yanıtları analiz etmek, değerlendirmek ve yorumlamak için alan yazında oldukça kabul gören farklı görüşlerdeki ilgili çalışmalardan yararlanılarak elde edilen bilimin doğasına ilişkin ölçütlerin belirlenmiş olması çalışmanın sonuçları açısından oldukça önemlidir.

2. Aşama: Tematik Çerçeveye Göre Verilerin İşlenmesi

Araştırmada, anketten elde edilen veriler önceki aşamada belirlenen ölçütlere göre betimsel analiz ve içerik analizi kullanılarak yorumlanmıştır. Anketin açık uçlu sorularına verilen

yanıtlarda ölçütlere yönelik anahtar kelimeler aranmış ve anlamlı bir şekilde birlikte değerlendirilerek katılımcıların görüşleri anlaşılmasına çalışılmıştır. Betimsel analizde veriler açık, net ve sistematik şekilde betimlenir, gerekirse doğrudan katılımcı yanıtlarından alıntılara da yer verilir. Veriler, çalışmanın amacına yönelik önceden ve analiz sürecinde belirlenmiş temalara göre düzenlenir ve yorumlanır. Temelde yapılan işlem; birbirine benzer verileri belirli kavramlar, ölçütler ve temalar çerçevesinde bir araya getirerek okuyucunun anlayabileceği şekilde düzenlemek ve yorumlamaktır (Yıldırım ve Şimşek, 2013). Ankette bilimin doğası bileşenlerine ilişkin açık uçlu soruların her biri belirli bir bileşeni ölçmeye yönelik olsa da, bir soruda hedeflenen bilimin doğasının özelliğine ilişkin bir görüş başka sorularda da ortaya konmuş olduğu gibi, genel olarak anket bazında mevcut her bir soruda farklı bileşenlere ait yanıtlar da yer alabilmektedir. Bu yüzden öğretmen adaylarının görüşleri bilimin doğası bileşenleri açısından incelenirken, belli soru ve ilgili bileşen açısından değerlendirmenin yanında diğer sorulardan elde edilen kodlar da dikkate alınmıştır. Bu sayede, öğretmen adaylarının ankete verdikleri yanıtlar irdelenerek daha ayrıntılı ve tutarlı analiz etmede araştırmacıya yardımcı olabilmektedir. Ayrıca anket, katılımcılara farklı içeriklere sahip farklı sorularda da anlayışlarına değinme fırsatı sunması ve sorularda katılımcılardan kendi düşüncelerini örneklerle açıklayarak desteklemelerini istemesi ile bilimin doğasına ilişkin anlayışlarını ortaya koyma açısından avantajlar sağlamaktadır (İrez, 2004).

Çalışmada, öğretmen adaylarının bilimin doğasına ilişkin görüşlerinin değişimini belirlemek için ifadeleri her bir bilimin doğası bileşeni açısından kodlanmıştır. Bu aşamada, öğretmen adaylarının cevaplarından çıkan anlamlara ve kavramlara göre bir kodlama yapılmıştır. Kodların frekansları belirlenerek eğitim öncesi ve sonrası kodlamalar karşılaştırılmıştır. Kodların arasındaki benzerlik, farklılık ve birbiriyle ilişkileri göz önüne alınarak kodlanan veriler kategorik olarak düzenlenmiş, yüzde (%) ve frekans değerleri hesaplanmıştır. Ayrıca öğretmen adaylarının sözlü ve yazılı açık uçlu yanıtlarından elde edilen veriler, önce araştırmacı daha sonra da algı, kavrama ve yorum becerisinden kaynaklanabilecek yanılgıları kısmen azaltabilmek için ikinci bir araştırmacı tarafından incelenip kodlanmıştır. Kodlamalar arasındaki tutarlılık araştırma analizlerinin iç güvenilirliğini sağlamıştır. Bu sebeple, öğretmen adayları arasında ve zamanlar arası karşılaştırma yapılabilmesine olanak tanınması açısından nitel veriler belli kategoriler ve temalara ayrılarak incelenmiştir. Açık uçlu yanıtların kategorilenmesi sırasında ideografik (ideographic) analiz (Driver ve Erickson, 1983) ile açık uçlu sorulardan elde edilen veriler, analiz öncesi belirlenmiş bir kategorileme sistemi kullanılarak analiz edilmemekte, aksine analizde kullanılacak olan kategoriler analiz süresince oluşturulmaktadır. Analizin son aşamasında; Lederman, Abd-El-Khalick, Bell ve Schwartz'ın (2002) çalışmasına benzer şekilde, taşıdıkları anlam açısından değerlendirilen görüşler tematik hale getirilip her bileşen açısından naif, eklektik ve bilinçli-bilgili görüş olarak ayrılmıştır (Tablo 3).

Tablo 3. Gruplamada Kullanılan Bilinçli-Bilgili, Eklektik, Naif Tanımlamaları.

Grup	Tanımı
Bilinçli-Bilgili (Informed)	Bilimsel bilginin ilgili teması ve alt boyutu/boyutları açısından bütünüyle günümüzde hâkim bilim anlayışıyla uyumlu görüşlere sahip
Eklektik (Eclectic)	Bilimsel bilginin ilgili teması ve alt boyutu/boyutları açısından günümüzde hâkim bilim anlayışı ve geleneksel bilim anlayışıyla ilgili önermeleri birleştirerek oluşturduğu parçalı ya da tutarsız öğretiyi benimseyen
Naif (Naive)	Bilimsel bilginin ilgili teması ve alt boyutu/boyutları açısından günümüzde hâkim bilim anlayışına uygun olmayan kavramalara yani tamamen geleneksel anlayışa sahip ya da alan yazınla uyumlu açık ve net görüş gösteremeyen

BULGULAR

Bu bölümde, öğretmen adaylarına uygulanan VNOS-C anketinin açık uçlu 10 sorusu ile 5 yarı-yapılandırılmış görüşme sorusuna yönelik yapılan, nitel olarak çözümlenmiş, içerik analizlerinden elde edilen bulgulara sırasıyla yer verilmiştir. Tablolarda öğretmen adaylarının (Ö. A.) yanıt verme sıklıkları gözetilerek bilinçli-bilgili düzeyden eklektik ve naif düzeye doğru sıralanan eğitim öncesi (E. Ö.) ve eğitim sonrası (E. S.) her bir soruya ilişkin temalar ve alt boyutları bulguları oluşturmuştur. Ana temayı oluşturan her bir alt boyuta verilen yanıtların bütününe göre her ana tema değerlendirilmiştir. Örneğin, ana tema beş alt boyut içeriyorsa ve öğrenciler üç alt boyutta da günümüzde hâkim bilim anlayışına uyumlu yanıtlar veriyorlarsa eklektik olarak üç alt boyuttan az uyumlu yanıtlar için naif, üç alt boyuttan fazla uyumlu yanıtlar için bilinçli-bilgili kategoride değerlendirme yapılmıştır. Ancak bazı alt boyutların ana tema içerisindeki ağırlığı daha fazla kabul edilmiştir; örneğin, "Teori ve kanun arasında hiyerarşik bir sıra vardır." yanıtını verenler diğer alt boyutlarda olumlu yanıt vermiş olsalar da araştırmacılar tarafından naif kategoride değerlendirilmişlerdir. Bu bulgulardan hemen sonra her bir bilimin doğası boyutu/bileşeni/teması ve düzeylerinin anlaşılmasına yardımcı olmak üzere öğretmen adaylarından eğitim öncesi ve sonrası yanıtlarına ait günümüzde hâkim bilim anlayışına uyumlu olan ve olmayan/çelişen örnek yazılı yanıtlardan kısa kesitler/alıntılar ile araştırmacı tarafından yapılan yorumlamalara yer verilmiştir. Son olarak, verilen yanıtları irdelemek ve yorum kazandırmak amacıyla öğretmen adayları (n=16) ile gerçekleştirilen argümantasyon eğitimi öncesi ve sonrası yarı yapılandırılmış görüşmelerden, sonucu incelenen bulgular da verilmiştir.

Bilimin Tanımı ve İşlevi

Öğretmen adaylarının bilime dair yaptıkları tanımlar ve bilimi diğer disiplinlerden ayıran farklarına ilişkin yanıtlardan elde edilen tema "Bilimin Tanımı ve İşlevi" olarak adlandırılmıştır. Çeşitli disiplinlerin katkısıyla doğal dünyadaki olayları anlamlandırabilmek, irdeleyebilmek ve kontrol edebilmek için yapılan bilime ait bu tema, günümüzde hâkim bilim anlayışına bağlı olarak 3 alt boyutta incelenmiştir:

Bilme Yolu Olarak Bilim:

Bilimin temel amaçları; bilim ile bilim olmayanı ayırt etmek, doğal olayları anlamak ve sorunlara çözüm üretmektir. Ahlâki, estetik ve metafizik gibi doğaüstü açıklamalara yanıt veremese de bazı aydınlatmalar yapabilir. Bilmenin bir yolu olarak bilimin odağının fiziksel ve sosyal olaylar olduğunun ifade edilmesi önemlidir. Bu bağlamda, öğretmen adaylarının büyük çoğunluğu eğitim öncesinde (14/16; %87,5) ve sonrasında (15/16; %93,75) bu alt boyut hakkında günümüzde hâkim bilim anlayışına uygun görüşler bildirmiştir. Konuya ilişkin öğretmen adaylarının cevaplarından bazıları aşağıda verilmiştir:

"Bilim, insanın doğayla, çevresiyle, kendisiyle olan ilişkilerini inceleyen bir disiplindir. Merak ve hâkim olma, keşfetme isteğiyle ortaya çıkmıştır." (A3ö)

"Bilim; doğayı anlamlandırma ve onunla daha uyumlu bir biçimde yaşamak için gerekli bilgilerin elde edilmesi ve günlük hayatın daha kolay hale gelmesi için çalışılan alandır." (Y9ö)

"Bilim insanoğlunun doğayı ve evreni anlama çabası kapsamında gerçekleştirdiği faaliyetlerdir." (A6s)

"Dünyayı araştırma ve anlamaya çalışan disiplinler topluluğudur. İçinde birçok disiplini barındırır ve dünyayı anlamak için disiplinlerden yararlanır." (Y9s)

"Bilim, doğayı anlama ve açıklama çabalarının bütünüdür." (S14s)

Bilim ve Teknoloji İlişkisi:

Bilim olmadan önce de var olan teknolojinin insan hayatını kolaylaştıran alet, yöntem ve teknikler olarak bilim ile aynı olduğunun düşünülmesi sıklıkla rastlanılan bir yanılgıdır. Bilim ve teknoloji birbirini yakından etkiler, ancak bilim bilme ve merak isteği ile doğal dünyayı anlamlandırma çabası iken teknoloji bilimsel bilgilerin ticari amaçla kullanılması olsa da, bilimin bir uygulaması değildir. Bu bağlamda, öğretmen adaylarının eğitim öncesinde yarısı (8/16; %50) ve eğitim sonrasında ise 10'u (10/16; %62,5) bu alt boyut hakkında günümüzde hâkim bilim anlayışına uygun görüşler bildirmiştir. Konu ile ilgili öğretmen adaylarının cevaplarından bazı örnek alıntılar aşağıda verilmiştir:

"... gelişen teknoloji ve değişen şartlar nedeniyle önceleri doğru olduğu bilinen bir şeyin aslında öyle olmadığı ortaya çıkabilir" (A1ö)

"... günün şart ve teknolojinin ilerlemesiyle geçmişte deneme ya da yapıma şansı olmayan şeyler yapılabilir hale gelmiştir..." (A7ö)

"Teknolojinin ve imkânların gelişmesi sonucunda yeni bilgiler elde edilmektedir. Bu durum atom teorilerinde de geçerlidir. Zamanla farklı parçacıklar keşfedilmiştir. Belki de henüz keşfedilmeyen başka parçacıklar da olabilir. Bu nedenle kesin bir şekilde emin olmak mümkün değildir. Atomlar, günümüz şartlarında gözlenememektedir. Ancak ileride teknolojinin daha da gelişmesi sonucu belki gözlemlenebilir." (A1s)

"Bilim gelişen teknoloji, yapılan çalışmalarla sürekli değişim gösterir." (A7s)

Bilim Tarihi:

Bilimsel bilginin geçmişten bugüne hangi aşamalardan geçtiğini belirlemek bilimsel kuramların doğuşunu ve gelişimini verilere dayanarak betimlemek ve toplumun bilime nasıl katkı yapabildiğini somut örneklerle ortaya koymak amacıyla bilimsel bilginin gelişim sürecini inceleyen bir araştırma etkinliği olarak bilim tarihini öğrenmek ve bilimin tanımında bilim tarihinin gerekliliğine de yer verilmesinin önemli olduğunu düşünen katılımcılar; eğitim öncesinde A2, A3 ve A7 kodlu öğretmen adayları (3/16; %18,75) ve eğitim sonrasında yine A2, A3 ve A7 kodlu öğretmen adaylarının da içinde olduğu 7 (7/16; %43,75) öğretmen

adayıdır. Bu alt boyuta ilişkin öğretmen adaylarının eğitim öncesi ve sonrası cevaplarından birkaçı örnek olarak aşağıda sunulmuştur:

"Fen derslerinde bunları göstermemizin, derslerde bunları anlatmamızın sebebi bir anlamda da bireylerin bilim tarihlerini bilmelerini, geçmişte nasıl çalışmaların yapıldığını, bilim insanlarının nasıl düşündüklerini bireylere aktarmak için, bilim insanlarını tanımalarını sağlamak için öğretilmektedir. Bilim tarihini bilen birey daha geniş çerçeveden bilime bakabilir. Bakış açısında gelişmeler meydana gelir." (A2ö)

"Örneğin atomun süreç içerisinde farklı anlatılması değişkenliği gösteriyor." (Y8s)
 "Öğrencilere bilginin gelişimini vermek önemlidir. Doğru bilginin öğrenilmesinde bilgilerin hangi süreçlerden geçtiğini öğrenciye vermek onların bilgiyi daha iyi anlamalarına sebep olacaktır." (S16s)

Argümantasyon eğitiminin "Bilimin Tanımı ve İşlevi" temasına ilişkin öğretmen adaylarının görüşleri üzerine etkisi Tablo 4'te özetlenmiştir.

Tablo 4. Öğretmen Adaylarının "Bilimin Tanımı ve İşlevi" Boyutuna İlişkin Görüşleri

Düzyey	Ö. A. Anlayışı	Ö. A.	E. Ö. %	Ö. A.	E. S. %
Bilinçli-Bilgili	Bilmenin bir yolu olarak bilimin odağının fiziksel ve sosyal olaylar olduğunu <u>yeterli</u> ifade edebilme; bilimin temel amacının bilim ile bilim olmayanı ayırt etme, doğal olayları anlama ve sorunlara çözüm üretme olduğunu açıklama; bilim-teknoloji ilişkisine ve bilim tarihinin önemine değinme	A3, A7	12,5	A3, A7, Y8, Y12	25
Eklektik	Bilmenin bir yolu olarak bilimin odağının fiziksel ve sosyal olaylar olduğunu <u>yeterli/yetersiz</u> ifade edebilme; bilimin temel amacının bilim ile bilim olmayanı ayırt etme ve doğal olayları anlama ve sorunlara çözüm üretme olduğunu <u>yetersiz</u> açıklama; bilim-teknoloji ilişkisine <u>ve/veya</u> bilim tarihinin önemine değinmeme	A1, A2, A4, A5, A6, Y8, Y9, Y10, Y12, S14, S15, S16	75	A1, A2, A4, A5, A6, Y9, Y10, Y13, S14, S15, S16	68,75
Naif	Sadece bilmenin bir yolu olarak bilimin odağının fiziksel ve sosyal olaylar olduğunu <u>ifade etmeme</u> ; bilimin temel amacının bilim ile bilim olmayanı ayırt etme ve doğal olayları anlama ve sorunlara çözüm üretme olduğunu <u>açıklamama</u> ; bilim-teknoloji ilişkisine <u>ve</u> bilim tarihinin önemine değinmeme	Y11, Y13	12,5	Y11	6,25

Tablo 4'te görüldüğü gibi bilimin doğasının bilimin tanımı ve işlevi temasına ilişkin öğretmen adaylarından eğitim öncesinde sadece A3 ve A7 kodlu katılımcılar (2/16; %12,5) ve eğitim sonrasında yine A3 ve A7 kodlu katılımcıların da içinde bulunduğu 4 katılımcı (4/16; %25) bilinçli-bilgili düzey olarak bilimi yeterli anlamda açıklayabilmişlerdir. Diğer bir deyişle, verilen argümantasyon eğitimi sadece 2 öğretmen adayının görüşünü değiştirebilmiştir. Katılımcıların çoğu eğitim sonrasında (11/16; %68,75) bilimi eksik ve yetersiz tanımlamalarla ve bazı kavram yanlışlarıyla açıklamışlardır. Kısacası öğretmen adaylarının bu boyutta eklektik düzeyde kalmış oldukları görülmektedir.

Bilimsel Bilginin Doğası

Bilimsel bilgiler, fen bilimlerinin içerdiği geçerliğini koruyan ve dayanıklı bilgiler olup olgusal önermeleri, genellemeleri, hipotezleri, teorileri ve kanunları içerir. Bilimsel bilgi bilimin doğası içinde var olan bir kavramdır. Bilimsel bilginin nasıl üretildiği ve hangi şartlarda geçerli olduğunu bilimin doğası açıklar. Bu bağlamda, bilimin doğası ve bilimsel bilginin doğası iç içe kavramlardır. Bilime ait bu tema, günümüzde hâkim bilim anlayışına bağlı olarak 5 alt boyutta incelenmiştir:

Tüm bilimsel bilgiler değişebilir:

Olguları, kuramları ve kanunları içeren bilimsel bilgi ve iddialar; toplumsal, teknolojik, kuramsal gelişmeler ile elde edilen yeni kanıtlarla eski kanıtların tekrar yorumlanması, değişmesi veya kuram ve kanunları etkilemesi sonucu değişebilir. Bilimsel bilgilerin çıkarımsal, yaratıcı, öznel doğası ve kültürel özellikler barındırması sebebiyle hiçbir zaman gerçeği tam olarak açıklayamayacağını, mantıksal olarak ispatlanamayacağı için geçerliğinin sonsuza kadar süremeyeceğini, dolayısıyla bilimsel bilginin kesin ve mutlak olmadığını ve günümüzde hâkim bilim anlayışına göre kanunlar dâhil bütün bilimsel bilgilerin değişebileceğini ve değişime açık olduğunu düşünen katılımcıların sayısı eğitim öncesinde 7 (7/16; %43,75) iken eğitim sonrasında 15 (15/16; %93,75) öğretmen adayı olmuştur. Öğretmen adaylarının ilgili yanıtlarından bazı örnekler aşağıda sunulmuştur:

"Kitaplarda atomla ilgili verilen bilgiler bilim adamlarının en son ulaşabildikleri bilgiler doğrultusundadır. Bilimsel bilgi kesin olmadığı için ulaşabildikleri kadarıyla emindir. Bu bilgiler değişebilir." (A4ö)

"Bilimsel bilgiler kesin değildir ve elde edilen yeni bulgulara göre değişebilirler." (S14ö)

"... Çünkü bilimsel bilgi zamanla değişebilir, farklılaşabilir... Toplumun bakış açısı değiştikçe, teknoloji geliştikçe, yeni bilgiler ortaya çıktıkça ve bilimsel bilgi de bir bilgi olduğu için bilimsel bilgiler de gelişebilir..." (A4s)

"Değişebilecek teorileri fen dersinde öğretmek bilimsel bilginin nasıl geliştiğini ve değiştiğini öğrencilere gösterme imkânımız olur." (S14s)

Yeni veriler/bulgular ile desteklenir/değişebilir:

Savunulan bilimsel bir iddianın sonsuz sayıda kanıtı olamayacağı için hiçbir bilimsel bilginin kanıtlanamayacağı/ispatlanamayacağı, sadece yeni verilerle/bulgularla bilimsel bilginin destekleneceği/değişebileceği günümüzde hâkim bilim anlayışıyla bu alt boyut için uyumlu görüşleri, katılımcılardan eğitim öncesinde 9'u (9/16; %56,25) eğitim sonrasında ise tamamı (16/16; %100) göstermiştir. Yanıtlardan bazıları aşağıda bulunmaktadır:

"Bilimi diğerlerinden ayıran en büyük özelliği eldeki verilere dayanarak sonuçlar çıkarılmasıdır..." (Y8ö)

"Atomlar gözlenemezler. Bilim insanları atomun yapısını eldeki bulgulardan yola çıkarak tarif ederler. Bilim insanları yaptıkları bu tariflerden yüksek düzeyde emindir ama bilimsel bilgiler eldeki bulgulara göre değişebildiği için kesinlik yoktur." (S14ö)

"Atomlar gözlenemez. Bilim insanları kendinden önceki ortaya atılan teorilerden yola çıkarak yeni gelişmeler ışığında atom teorisinde bulunan eksikleri tamamlayan açıklamalarda bulunmuşlardır." (A7s)

"Teorileri destekleyen bulgular çoksa teori o ölçüde güçlüdür... Teoriler değişebilir. Yeni elde edilen bulgular teorilerin geçerliğini ortadan kaldırabilir." (S14s)

Deneyeldir, geçerliği sınırlı/test edilebilir:

Bilimsel bilginin doğal dünyayla ilgili ortaya çıkan gözlemlere dayalı olduğu ve bu gözlemlerin de bilimsel bilgiyi oluşturabilmesi için geçerliliğinin deneysel olarak sınırlanmasına/test edilmesine ihtiyaç duyulduğu, elde edilen kanıtlar ve sonuçlar arasındaki tutarlılığın son derece önemli olduğu, felsefe ve matematikten ayıran en önemli özelliğın doğa bilimlerinin bir bilme yolu olarak deneyselliği olduğu gibi günümüzde hâkim bilim anlayışıyla uyumlu görüşler gösteren katılımcıların sayısının eğitim öncesinde 13 olduğu (13/16; %81,25), eğitim sonrasında tümünün (16/16; %100) uyumlu görüşe geçiş yaptığı belirlenmiştir. Örnek alıntılar aşağıda sunulmuştur:

"... Bir iddia atıyorsak bunun sebebini de belirtmemiz gerekiyor. Araştırma sürecinde onu doğrulayan veriler elde etmek için uygun ortamlarda onu denemeliyiz." (Y13ö)

"Deneylerle değişkenlerin doğru olup olmadığı test edilebilir." (A3s)

"Konu ile ilgili hazırlayacağı hipotezleri hayal gücünü geliştirerek birçok yöntemle sınavabilir, doğruluğunu test edebilir." (S15s)

Bilimsel bilginin doğası temasının bu alt boyutuna yönelik öğretmen adayları ile yapılan yarı-yapılandırılmış görüşme kayıtlarına ait bulgular Tablo 5'te verilmektedir.

Tablo 5. Bilimsel Bilginin Doğası Temasına Yönelik Öğretmen Adaylarının 1.Yarı-Yapılandırılmış Görüşme Bulguları

Öğretmen Adayı Yanıtları	Ö. A.	E. Ö. %	Ö. A.	E. S. %
Kurulan hipotezlerin/bilimsel bilginin doğruluğunu kanıtlamak/test etmek için yapılan yöntem	A1, A2, A3, A4, Y13, S15, S16	43,75	A1, A4, A5, A7, Y10, Y11, Y13, S15, S16	56,25
Deneyi değişkenlerin kontrolü olarak değerlendiriyorum.	A1, A2, A3, A4, A5, A7, Y8, Y9, Y10, Y12, Y13, S14, S15, S16	87,5	A1, A2, A3, A4, A6, A7, Y8, Y9, Y10, Y11, Y12, Y13, S14, S15	87,5
Belli değişkenlerin sabit tutulup diğer değişkenlerin sonuç ya da birbirlerinin üzerindeki etkisinin görülmesini sağlayan çalışmalar bütünüdür.	A2, Y9, Y12, S16	25	A2, A3, A7, Y8, Y9, S15	37,5
Değişkenlerin kontrolünün de olduğu genel/evrensel prosedürlerdir.	A6	6,25	A5, A6	12,5
Bazen doğal şartlarda gerçekleşemeyecek durumlar ve yorum yapabilmek için de deneyler yapılabilir.	Y11	6,25		

Bu alt boyuta ilişkin görüşme kayıtlarından örnekler aşağıda verilmektedir:

Görüşmeci: Deney nedir? Deneyi değişkenlerin kontrolü olarak mı yoksa genel prosedürler olarak mı değerlendiriyorsunuz?

A2: Deneyi değişkenlerin kontrolü olarak değerlendiriyorum. İncelediğim ya da üzerinde uğraştığım maddelere etki edebilecek bir değişkenin etkisini görebilmek için, bazı değişkenleri sabit tutup, kontrollü deneylerle değişkenlerin etkisinin ne olduğunu görmeye çalışıyoruz. (ön görüşme)

A7: Deneyi değişkenlerin kontrolü olarak değerlendiriyorum. Örneğin; tohumun çimlenmesini etkileyen faktörleri deney yoluyla belirlemeye çalıştığımızda ısı, su, oksijen ya da aklımıza gelecek diğer değişkenlerle bir araya getirip ona göre yorumlayıp etkileyen faktörler belirlenebilmektedir. (ön görüşme)

A2: Deneyi, değişkenler kontrolü olarak değerlendiriyorum. Deney sırasında kontrollü değişkenler kullanılarak, deneyimizin sonucuna etkileyen değişkenlerin ne tür değişkene sebep olduğu anlaşılabilir. (son görüşme)

A7: Deney, verilerin test edilmesinde kullanılan yöntemdir. Deneyi değişkenlerinin kontrolü olarak değerlendiriyorum. Verilerin doğru ya da yanlış olduğunu sınanan denencelerdir. Bağımlı ve bağımsız değişkenlerin birbirleriyle ilişkisi sınanır. (son görüşme)

Deney ve gözlemler sonucu oluşan kanıtlara dayalıdır:

Günümüzde hâkim bilim anlayışına göre bir bilme yolu olan bilimi; felsefe, din gibi diğer bilme yollarından ayıran özelliklerden biri de bilimsel problemler için üretilecek çözümlerin, açıklamaların bilimsel bir dayanağını oluşturmak ve kanıt elde etmektir. İlgili fenomenin ardında veya altında yatan sebepleri bulmak için deney ve gözlemler yapılır. Katılımcıların yarısı eğitim öncesinde (8/16; %50) ve neredeyse tamamı eğitim sonrasında (15/16; %93,75) günümüzde hâkim bilim anlayışına uyumlu görüş sergilemişlerdir. İlgili öğretmen adaylarının yanıtlarından bazı örnekler aşağıda sunulmuştur:

"Bilimi diğerlerinden ayıran en büyük özelliği eldeki verilere dayanarak sonuçlar çıkarılmasıdır... Dış görünüşlerinin birbirlerine benzemesi, yaşayabildikleri ortamlar, DNA yapılarındaki benzerlikler delil olarak kullanılabilir." (Y8ö)

"Bilimi diğerlerinden ayıran özellikler bilimsel veriler elde etme çabası, diğerleri gibi bir düşünce üzerinden yola çıkarak değil, bir bilimsel olayı kendi değerlerinin etkisi ve bilimsel süreç prosedürleriyle olaylara bakar." (A5s)

"Din ve felsefe daha çok düşünceler üzerine yapılandırılırken bilim daha çok kanıt ve elde edilen verilerle hareket eder." (A7s)

Bilimsel bilginin doğası temasının bu alt boyutuna yönelik öğretmen adayları ile yapılan yarı-yapılandırılmış görüşme kayıtlarına ait bulgular Tablo 6'da verilmektedir.

Tablo 6. Bilimsel Bilginin Doğası Temasına Yönelik Öğretmen Adaylarının 2.Yarı-Yapılandırılmış Görüşme Bulguları.

Öğretmen Adayı Yanıtları	Ö. A.	E. Ö. %	Ö. A.	E. S. %
Deneyssel çalışmalarla aynı sonucu bulana kadar doğruluğunu test ederek ispatlamaya çalışırım.	A1, A2, A3, A4, A5, A6, Y8, Y9, Y10, Y12, Y13	68,75	A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, Y8, Y9, Y10, Y12, S14, S15, S16	87,5
Gözlem yoluyla ispatlarım.	A2, A3	12,5	A3, A4, A6, A7, Y9, Y10, Y12	43,75
Kanıtın/deneyin sayısı önemli değildir.	A1, A2, A3, A4, A6, A7, Y8, Y9, Y10, Y11, Y12, Y13, S15, S16	87,5	A2, A3, A5, Y8, Y9, Y11, Y13, S14, S15, S16	62,5
Teoriler ispatlanamaz.	Y10, S14, S16	18,75	S14, S15, S16	18,75
Hipotezler geçici çözüm yollarıdır. Güçlü tahminlerdir.	Y10, S14, S16	18,75	Y12	6,25
Veri/kanıt toplamak gerekir. Kanıtların destekleyebilme gücü önemlidir.	A5, Y9, Y11, S16	25	A1, A2, A5, A7, Y9, Y10, Y11, Y12	50
İddiayla ilgili olan çalışmaları/geçerli bilgileri incelemek gerekir.	A5, Y11	12,5	A6	6,25
Hipotezler kanunlara dönüşürse belli şartlar altında ispatlanabilir.	S14	6,25		

Bu alt boyuta ilişkin görüşme kayıtlarından bazı alıntılar aşağıda verilmektedir:

Görüşmeci: Bir teoriyi ya da hipotezi nasıl ispatlarsınız? Size göre bilimsel bir iddiayı ispatlamak için ne kadar kanıt ya da deney gereklidir?

Y9: Bir hipotez deneyler aracılığıyla ispatlayabiliriz. Yapmış olduğumuz deneyler sonuç olarak kurmuş olduğumuz hipotezimizi destekliyorsa hipotezimizin doğruluğunu ispatlamış oluruz.

Deney yapamıyorsak kanıtlar aracılığı ile açıklarız. Bir bilimsel iddiayı ispatlamak için 100 tane deney gereklidir demek bence yanlıştır. Çünkü 100 deney boyunca aynı sonucu veren deneyler 101. deney de farklılık gösterebilir. Yani ne zaman farklı bir sonuç çıkacağı kestirilemez. Aslında bizim ispat dediğimiz bence kabullenmedir. Çünkü ispat edilen şey kesin ve değiştirilemez iken bilimsel bilgi kesin değil ve değişkendir. (ön görüşme)

S14: Teoriler açıklamalardır ve ispatlanamazlar. Hipotezler ise probleme üretilen geçici çözüm yollarıdır. Hipotezler kanunlara dönüşürlerse belli şartlar altında ispatlanabilirler. (ön görüşme)

Y9: Bir teori ya da hipotezi ispatlamak için deneyler ya da gözlemler yapmak lâzım. Deneylerin ve gözlemlerin sonucunda elde etmiş olduğumuz veriler sayesinde ispatlanır. Bilimsel bir bilgiyi ispatlamak için şu kadar deney ya da gözlem yapılmalıdır diye bir kriterimiz yoktur. Yapılabildiği kadar deney yapılmalıdır. Yapılan deneyler sonucunda kesin doğrudur denilemez ancak doğruluğu kabul edilir. (son görüşme)

S14: Teoriler ispatlanmazlar. Eğer teoriyi destekleyen bulgularımız çoksa teorimiz güçlüdür. Teorimizi destekleyen bulgularımız az ise teorimiz zayıftır. Hipotezler bir sorunun sonucuna yönelik ileri sürülen geçici çözüm yoludur. Yapılan deneylerle hipotezlerin doğruluğu ispatlanabilir. Bilimsel bir iddiayı destekleyen kanıt ya da deney ne kadar çoksa o kadar iyi olur. (son görüşme)

Doğrudan gözlem dışında, dolaylı gözlem ile çıkarıma da dayanır:

Doğal dünyadaki olgulara yönelik olayların duyu organlarıyla doğrudan gözlemlenebilme şansının olmadığı durumlarda, bilimsel bilginin sadece direkt gözlemlere ve çıkarımlarına dayanamayacağını, bunun dışında dolaylı gözlemler ile çıkarımların da olabileceğini ve bu sayede gelecekteki değişikliklere yönelik çıkarımlar yaparak bilimsel bilginin tamamlanacağını düşünen katılımcı sayısı eğitim öncesinde 4 (4/16; %25) iken, eğitim sonrasında iki katına çıkmıştır (8/16; %50). Öğretmen adaylarının eğitim öncesi ve sonrası yanıtlarından bazı alıntılar aşağıda verilmiştir:

"Sonuç elde etme aşamasında ise bazen bir rüyayla (benzen halkası-kuyruğunu ısırın yılan), bazen de bir deneyimle (kafaya düşen elma-yer çekimi) hayal gücünü kullanarak çıkarım yapmaktadır." (A6ö)

"Atomlar direkt gözlenemez, ama örneğin alfa, beta ışınları deneyinde atomların varlığını dolaylı olarak gözlemleyebiliriz." (S16ö)

"Bilim insanları atoma ışınlar yollamış ve bu ışınların geliş açalarına göre atomun yapısıyla ilgili yorumlar yapmıştır. Daha sonraları gelişen teknolojiyle yapılan yorumlar değişmiştir." (Y10s)

"... Ayrıca bilimsel bilgiler öndeyiseldir yani bugünkü verilerle geleceği yordayabilir." (S14s)

Argümantasyon eğitiminin "Bilimsel Bilginin Doğası" temasına ilişkin öğretmen adaylarının görüşleri üzerine etkisi Tablo 7'de özetlenmiştir.

Tablo 7. Öğretmen Adaylarının "Bilimsel Bilginin Doğası" Boyutuna İlişkin Görüşleri

Düzyey	Ö. A. Anlayışı	Ö. A.	E. Ö. %	Ö. A.	E. S. %
Bilinçli-Bilgili	Tüm bilimsel bilgiler değişime açıktır; ispatlanamaz/kanıtlanamaz; veriler/bulgular ile desteklenir/değişebilir; deneyseldir; genel kabul edilerek geçerliliği sınanır/test edilebilir; olgusaldır; deney ve gözlemlerden elde edilen, başkaları tarafından kontrol edilen ve değerlendirilen kanıtlara dayalıdır; sadece doğrudan kanıtlara ve direkt gözleme dayanmaz. Çıkarımlara da dayanır.			A4, A6, Y9, Y10, S14, S15, S16	43,75
Eklektik	Tüm bilimsel bilgiler değişime açıktır; <u>ispatlanabilir/kanıtlanabilir</u> ; veriler/bulgular ile desteklenir/değişebilir; deneyseldir; genel kabul edilerek geçerliliği sınanır/test edilebilir; olgusaldır; doğrudan kanıtlara ve direkt gözleme dayanır/dayanmaz.	A1, A2, A4, A6, Y8, Y9, Y10, Y11, Y12, Y13, S14, S15, S16	81,25	A1, A2, A3, A5, A7, Y8, Y11, Y12, Y13	56,25
Naif	Tüm bilimsel bilgiler <u>değişmez</u> ; <u>ispatlanabilir/kanıtlanabilir</u> .	A3, A5, A7	18,75		

Tablo 7'den de görüldüğü üzere, argümantasyon eğitimi öncesinde öğretmen adaylarının 13'ü (13/16; %81,25) bilimsel bilginin doğası temasına ilişkin eklektik görüşe sahipken 3'ü (3/16; %18,75) naif görüş sergilemiştir. Diğer bir deyişle, bilimsel bilginin doğasına ilişkin bilinçli-bilgili görüşe sahip öğretmen adayı bulunmamaktadır. Öte yandan naif görüş sergileyen bir grup aday öğretmen eğitim sonrasında eklektik görüşe geçiş yapmıştır. Nitekim eğitim sonrasında 7 öğretmen adayı da (7/16; %43,75) bilinçli-bilgili düzey olarak bilimsel bilginin doğasının özelliklerini yeterli anlamda açıklayabilmiştir.

Bilimde Öznellik ve Nesnellik

Bilimi, bilim insanlarından ayrı düşünmek mümkün değildir. Bilimsel bilgi; bilim insanının ön yargılarından, geçmiş deneyimlerinden, bilgi birikiminden, yaşadığı toplumun değerlerinden etkilenerek elde edilir. Ayrıca bütün algılar bazı varsayım ve kavramlar çerçevesinde oluşur ve bilimde de çevremizdekilerin ancak bazıları algılanır/gözlemlenir. Bu bağlamda, bilimdeki nesnelliği mutlak değil, sınırlı ve özel anlamda yorumlamak gerekir. Bu tema günümüzde hâkim bilim anlayışı içerisinde 3 alt boyutta incelenmiştir:

Bilimsel Bilgi Özneldir (Teori Kökenlidir/Yüklüdür):

Bilim insanlarının bilimsel araştırmalar ve gözlemlerle sürekli çözüm arayışı halinde buldukları bir takım soru(n)lar, belli kuramsal çerçeveden fark edildiği ve türetildiği için çalışmalarının her aşamasına yön verir. Bilimsel araştırma sürecindeki pek çok adım öznelğin olumsuz sonuçlarını sınırlamak ve bilimsel çalışmaların güvenilirliğini arttırmak için tasarlanmıştır. Katılımcılardan 11 öğretmen adayı eğitim öncesinde (11/16; %68,75) ve 13 öğretmen adayı eğitim sonrasında (13/16; %81,25) bu alt boyut hakkında günümüzde hâkim bilim anlayışı ile uyumlu görüşler sunmuşlardır. Konuya ilişkin öğretmen adaylarının eğitim öncesi ve sonrası yanıtlarından bazıları aşağıda verilmiştir:

"Farklı bakış açılarına bağlıyorum. Aynı verileri elde edip, deneyimleri, bilgileri ve gördükleri doğrultusunda farklı şekillerde yorumlamış olabilirler. Bilimin öznel olduğunun, kişinin yaşantılarından, deneyimlerinden etkilendiğini ve o yönde yorumladığını görüyoruz." (A2ö)

"Bilim insanları çalışmalarını yürütürken kendi fikirlerinden, yaşantılarından, inançlarından vb. etkenlerden yararlanırlar. Bu nedenle ortaya farklı teoriler çıkmaktadır." (A1s)

Veriler/Bulgular (İnanç, Deneyim vb. Dolayı) Farklı Yorumlanabilir:

Bilim insanlarının kuramsal sorumluluklar, paradigmalar, inanışlar, önceki bilgiler, almış oldukları eğitimin niteliği, deneyimler ve beklentiler gibi bağlı oldukları bilinç yapılarının ve anlayışlarının alt yapı faktörleri; araştıracakları problemleri, araştırmalarını nasıl yürüteceklerini, neyi gözlemleyip neyi gözlemlemeyeceklerini ve gözlemlerini nasıl yorumlayacaklarını etkiler. Bu bağlamda, katılımcılardan 9'u eğitim öncesinde (9/16; %56,25) ve neredeyse tamamı eğitim sonrasında (15/16; %93,75) bu alt boyut hakkında günümüzde hâkim bilim anlayışı ile uyumlu görüşler bildirmişlerdir. Konu ile ilgili öğretmen adaylarının eğitim öncesi ve sonrası yanıtlarından bazı örnekler aşağıda verilmiştir:

"Her ne kadar veriler aynı olsa bile sonuçta bu görüşleri ortaya atanlar birer insan. Her insanın bakış açısı farklı olduğundan olaylar karşısında elde edilen sonuçlar da farklı olabilir." (A1ö)

"Bütün bilim insanları aynı şekilde düşünse ve her şeyi kabul etselerdi, gelişme olmaz, yeni hipotezler ortaya atılmaz, merak duyguları körelirdi. İnsanlar geçirdikleri yaşantı sonucu olaylara farklı yorumlar getirebilirler." (A3ö)

"Aynı verilere rağmen farklı sonuçlar ve yorumlar elde edilmesinin sebebi olarak kişilerin hayal güçleri ve yaratıcılıkları da öne sürülebilir." (A2s)

"Bilim insanlarının bakış açıları, hayal güçleri, deneyimleri, ön yargıları gibi nedenlerden dolayı farklı sonuçlara ulaşabilirler." (S14s)

Bilim Hem Özneldir Hem De Nesneldir:

Nesnellik; bilgiyle inanç kavramını, bilimle metafiziği ayırmaya ve bilimin konu alanını nesnel dünyasıyla sınırlamaya yöneliktir. Bunun yanında bilim insanı, bilimsel çalışma yaparken doğruyu anlama çabası içinde kişisel eğilim, istek, inanç, duygu, değer ve ön yargılar etkisinde kalmadan olguları olduğu gibi saptamaya çalışsa da yine insan faktörünün önemli olduğu sanat, felsefe ve edebiyatta olduğu gibi ister istemez değer yargılarına, hatta bir ölçüde kişisel duygu ve beğenilerine yer vermekten kaçınmaz. Bu bağlamda, eğitim öncesinde katılımcılardan A5, A7 ile Y11 kodlu öğretmen adayları (3/16; %18,75) ve eğitim sonrasında A3 ile yine A5, A7, Y11 kodlu öğretmen adayları (4/16; %25) bu alt boyut hakkında günümüzde hâkim bilim anlayışı ile uyumlu görüşler bildirmişlerdir. İlgili öğretmen adaylarının yanıtlarından birkaç alıntı aşağıda sunulmuştur:

"Bilimsel süreçte bilim insanının bir makine gibi çalıştığı ve kişisel bir özellikten etkilenmeyerek yaptığı bir sonuç evrenseldir. Ancak o bilginin yorumlanması, anlamlandırılması sırasında bireyin sosyal ve kültürel değerlerinden etkilenir." (A5ö)

"Bilim hem evrenseldir hem de sosyal ve kültürel değerlerden etkilenebilirler. Kesin bir şey söylenemez bence. Ama doğru olan bilimin evrensel olmasıdır. Zaten deneysel aşamada evrensel yöntemler vardır. Yorum kısmında bilim insanları sosyal ve kültürel değerlerden etkilenebilir." (A3s)

Argümantasyon eğitiminin "Bilimde Öznellik ve Nesnellik" temasına ilişkin öğretmen adaylarının görüşleri üzerine etkisi Tablo 8'de özetlenmiştir.

Tablo 8. Öğretmen Adaylarının "Bilimde Öznellik ve Nesnellik" Boyutuna İlişkin Görüşleri

Düzyey	Ö. A. Anlayışı	Ö. A.	E. Ö. %	Ö. A.	E. S. %
Bilinçli-Bilgili	Bilimsel bilgi öznel dir (Teori kökenlidir/yüklüdür.). Bilim insanı verileri/bulguları farklı yorumlayabilir. Bilim hem öznel hem de nesnel dir.	A5, Y11	12,5	A3, A5, Y11	18,75
Eklektik	Bilim insanı verileri/bulguları farklı yorumlayabilir. Bilim sadece öznel dir (Teori kökenlidir/yüklüdür).	A1, A2, A3, A4, A6, A7, Y8, Y9, Y10, Y13, S14, S15, S16	62,5	A1, A2, A4, A6, A7, Y8, Y9, Y10, Y13, S16, S14, S15	75
Naif	Bilim insanı verileri/bulguları farklı yorumlayamaz. Bilim sadece nesnel dir.	Y9, Y10, Y12, Y13	25	Y12	6,25

Tablo 8'de görüldüğü gibi bilimin doğasının bilimde öznellik ve nesnellik temasına ilişkin 16 katılımcıdan eğitim öncesinde sadece A5 ve Y11 kodlu öğretmen adayları (2/16; %12,5) ve eğitim sonrasında A3 ile yine A5 ve Y11 kodlu öğretmen adayları (3/16; %18,75) bilinçli-bilgili düzey olarak bilimin öznellik ve nesnellik özelliklerini yeterli anlamda açıklayabilmişlerdir. Diğer bir deyişle yapılan argümantasyon eğitiminin öğretmen adaylarının bilimde öznellik ve nesnellik temasına ilişkin görüşlerini geliştirmekte yetersiz kaldığı söylenebilir. Öte yandan, eğitim öncesinde bilimsel bilginin nesnel olduğunu düşünen aday öğretmenlerin yüzdesi 25'ten 6,25'e düşmüştür. Bu çerçeveden bakıldığında eğitimin kısmen de olsa aday öğretmenleri naif düşünce sistematiğinden eklektik ya da bilinçli-bilgili görüşe geçirebildiği söylenebilir.

Bilimsel Yöntem

Bu tema, günümüzde hâkim bilim anlayışına bağlı olarak 3 alt boyutta incelenmiştir:

Tek ve evrensel değildir:

Günümüzde hâkim bilim anlayışına göre fiziksel dünya hakkında bilgi edinme yolunun bilim insanının bağlı olduğu paradigmaya, kendisinin yaratıcılığına, konuya ve koşullara göre farklılaşabileceği öngörülür. Kavramsal yanılgılarını ve bilim anlayışı görüşlerindeki çelişkilerini ortaya çıkarmak amaçlı, öğretmen adaylarına yöneltilen yarı yapılandırılmış görüşme sorusuna yanıtlarının çoğu ön (9/16, %56,25) ve son görüşmede (12/16, %75) günümüzde hâkim bilim anlayışına uyumlu olarak belirli tek ve evrensel bir yöntemin olmadığı yönündedir. Görüşme kayıtlarından bazı alıntılar aşağıda verilmiştir:

Görüşmeci: Bilim insanların kullandığı evrensel bir yöntem var mıdır? Açıklayabilir misin?

A4: Yoktur. Çünkü her bilim insanının kendine özgü değer yargıları, inanışları, çalışma şekilleri farklı olduğu için evrensel bir bilimsel yöntem yoktur. (ön görüşme)

A5: Bilim insanların kullandığı evrensel bir yöntem yoktur. Çünkü her bilimin verisi, yöntemleri, bulguları farklıdır. (ön görüşme)

Y11: Her bilim insanının kullandığı evrensel bir yöntem yoktur. Hatta bu yöntemler; ırk, millet ve kültürlere göre değişiklik gösterebilmektedir. (ön görüşme)

A4: Bilim insanların kullandığı evrensel bir bilimsel yöntem yoktur. Her bilim adamının yaşamış olduğu deneyimleri, ön yargıları, bilgi birikimi, bakış açısı farklı olduğu için kullandıkları bilimsel yöntemleri de farklı olabilir. (son görüşme)

A5: Evrensel bir bilimsel yöntem yoktur. Çünkü her bilim alanının uğraşı, bilgi elde edişi, veri toplama şekli farklıdır. Her bilim alanı için aynı yöntem kullanılmaz. Bir fen bilimleri için

deney vazgeçilmez bir yöntemken, sosyal bilimler için deney olmazsa olmaz değildir. (son görüşme)

Y11: Evrensel bir bilimsel yöntem yoktur. Çünkü konulara göre kullanılan yöntemde de değişiklik olur. Hiçbir yöntem, bütün bilimlere uygulanabilme özelliğine sahip değildir. (son görüşme)

Görüşmelerin devamında yanıtlarını örneklendirmeleri istendiğinde verdikleri yanıtlardan bazıları aşağıdadır:

Görüşmeci: Nedenini örnek vererek daha ayrıntılı açıklayabilir misin?

A5: Örneğin, fizik alanında bir bilgiyi denemek için çeşitli kontrollü deneyler yapılabilir, tekrar tekrar geçerliliği, güvenilirliği test edilebilir. Ancak bir tarihi konuyu ele aldığımızda bunu tekrar etme ya da deneysel olarak test etme şansımız yoktur. Bu yüzden evrensel bilimsel yöntem şudur demek doğru değildir. (ön görüşme)

Y8: Yoktur. Çünkü herkes verilerin elde edilmiş sistemini kültürü, ahlakı, düşünce yapısı gibi durumlar doğrudan etkiliyor. (ön görüşme)

A5: Bir fen bilimleri için deney vazgeçilmez bir yöntemken, sosyal bilimler için deney olmazsa olmaz değildir. (son görüşme)

Y8: Çünkü psikoloji gibi, tarih gibi deney yapma imkânı olmayan bilim dalları vardır. (son görüşme)

Deney ve gözlem bilimsel bilgiye ulaşmanın tek yolu değildir:

Bilimsel bilginin gelişiminde ağırlıklı olarak gözlem ve çıkarıma dayanan tanımlayıcı yöntemler ile değişkenlerin kontrol edilerek hipotezlerin test edilmesine dayanan deneysel yöntemler olmak üzere iki yaklaşım düşünülebilir. Bu bağlamda, katılımcılardan A5, Y8, Y11 ve Y12 kodlu öğretmen adayları eğitim öncesinde (4/16; %25) ve sonrasında Y13 ile yine A5, Y8, Y11 ve Y12 kodlu öğretmen adayları (5/16; %31,25) bu alt boyut hakkında günümüzde hâkim bilim anlayışı ile uyumlu görüşler bildirmişlerdir. Öğretmen adaylarının eğitim öncesi ve sonrası yanıtlarından bazı örnekler aşağıda sunulmuştur:

"Hayır, çünkü her bilimsel bilgi sadece deneylerle açıklanmaz. Örneğin, Tarihi biz bilim olarak kabul ediyoruz. Fakat tarihte yaşanmış olayları tekrarlayamayız. Bir savaş ortamı kurmak istesek bile o zamanki şartları sağlayamayız." (Y12ö)

"Bilimsel bilginin gelişmesi için deney gerçekleştirilebilir, ama her zaman zorunlu değildir. Örneğin sistematik sınıflandırma yapılırken deneye gerek yoktur." (Y11s)

Öğretmen adaylarından geriye kalan çoğunluk eğitim öncesinde (12/16; %75) ve sonrasında (11/16; %68,75) bu alt boyuta ilişkin günümüzde hâkim bilim anlayışına uyumlu olmayan çelişkili ve yanılılı görüşler bildirmiştir. Öğretmen adaylarının yanıtlarından bazı örnek alıntılar aşağıda sergilenmiştir:

"Bilimsel bilginin gelişmesi için deney gereklidir. Çünkü bilimsel bilgiler kesin şeyler değildir. Toplum değerlerine, teknolojiye vb. gibi durumlara göre değişim gösterdiği için gelişmesi için de deneyler gereklidir. Ayrıca bilimsel bilginin insanlar tarafından kabul görmesi için de deneylerle de desteklenmelidir." (A4ö)

"Evet, gereklidir, çünkü deneyler bilimsel bilginin doğrulanabilir ya da yanlışlanabilirliğini ortaya koymaktadır." (A7ö)

"Bilimsel bilginin gelişmesi için deneyler gereklidir. Deneylerle ispatlanıp, açıklanıp geliştirilebilir ve herkes tarafından kabul görürler." (A2s)

"Bilim deney ve gözleme dayanır. Felsefe ve din gibi kavramlar inançtan kaynaklanır.

Bilimsel bilginin gelişmesi için deneyler gereklidir. Çünkü bulunan her bilgi bir diğerinin habercisidir. Deneyler yapılarak bilimsel bilgi türetilir." (Y10s)

Önceden belirlenmiş aşamalardan oluşmaz:

Sırası değişiklik gösterse de problemi belirleme, veri toplama, hipotez kurma, gözlemler yapma, hipotezi sınıma, sonuçlar çıkarma ve raporlaştırma süreçlerini içeren ve bilim insanlarının adım adım takip ettiği bir bilimsel yöntemin olduğu fikri yaygın bir yanılgıdır. Bu bağlamda, katılımcılardan sadece A2 ve Y11 kodlu öğretmen adayları eğitim öncesinde (2/16; %12,5) ve yine aynı öğretmen adayları eğitim sonrasında (2/16; %12,5) bu alt boyut hakkında günümüzde hâkim bilim anlayışı ile uyumlu görüşler bildirmişlerdir. Öğretmen adaylarının örnek yanıtlarından bazıları aşağıda sunulmuştur:

"Bilim insanları, genel olarak problemi tanımak, veriler toplamak, hipotez kurmak, değişkenleri belirlemek, kontrol etmek, teori kurmak ve kanuna kadar giden bazı aşamaları kullanıyorlar. Ama bu aşamaların kesin sırası falan yok. Herkes farklı şekillerde kullanmış." (A2ö)

"Bilim insanları çalışmalarını sırasında kullanacakları aşamaları/yöntemleri çalışmalarının amacına, ön yargılarına, değerlerine, bakış açlarına göre belirlerler." (S14s)

Öğretmen adaylarından geriye kalan aynı büyük çoğunluk eğitim öncesinde (14/16; %87,5) ve sonrasında (14/16; %87,5) bu alt boyuta ilişkin günümüzde hâkim bilim anlayışına uyumlu olmayan çelişkili ve yanılgılı görüşler bildirmiştir. Konuya ilişkin katılımcıların cevaplarından bazıları aşağıda verilmiştir:

"Öncelikle problem cümlesi belirlenir. Probleme ilgili nitel ve nicel gözlemler yaparak veri toplanır. Hipotez kurulur. Hipoteze bağlı kontrollü deneyler yapılır. Bu kontrollü deneyler sonucu hipotez doğrulanırsa teori aşamasına geçilir eğer doğrulanmazsa hipotez yeniden kurulur. Teorilerden sonra kanuna dönüşür." (A7ö)

"Bilimsel bir araştırmanın yapılabilmesi için ilk adım olarak hipotez kurarız. Daha sonra kurmuş olduğumuz bu hipotezler doğrultusunda deneyler ve gözlemler yaparız. Yapmış olduğumuz bu deneylerin ve gözlemlerin sonucunda elde ettiğimiz veriler ışığında hipotezimizin doğru olduğunu kabul ederiz ve artık hipotezimiz teori halini alır." (Y9s)
"Bilimsel yöntem olarak; önce problem belirlenir, veri toplanır, hipotez kurulur, hipotezin gerçekliği deneysel olarak belirlenir, problem çözümlenir." (Y13s)

Argümantasyon eğitiminin "Bilimsel Yöntem" temasına ilişkin öğretmen adaylarının görüşleri üzerine etkisi Tablo 9'da özetlenmiştir.

Tablo 9. Öğretmen Adaylarının "Bilimsel Yöntem" Boyutuna İlişkin Görüşleri.

Düzyey	Ö. A. Anlayışı	Ö. A.	E. Ö. %	Ö. A.	E. S. %
Bilinçli-Bilgili	Bilimsel yöntem tek ve evrensel değildir. Önceden belirlenmiş aşamalardan oluşmaz. Deney ve gözlem bilimsel bilgiye ulaşmanın tek yolu değildir.	Y11	6,25	Y11	6,25
Eklektik	Bilimsel yöntem tek ve evrensel değildir. Önceden belirlenmiş aşamalardan oluşur. Deney ve/veya gözlem bilimsel bilgiye ulaşmanın tek yolu değildir.	A1, A2, A4, A5, Y8, Y12, Y13, S14, S15	56,25	A1, A2, A4, A5, Y8, Y9, Y10, Y12, Y13, S14, S15, S16	75
Naif	Bilimsel yöntem tek ve evrenseldir. Önceden belirlenmiş aşamalardan oluşur.	A3, A6, A7, Y9, Y10, S16	37,5	A3, A6, A7	18,75

Tablo 9'da görüldüğü gibi bilimin doğasının bilimsel yöntem temasına ilişkin 16 öğretmen adayından sadece Y11 kodlu katılımcı eğitim öncesinde (1/16; %6,25) ve sonrasında (1/16; %6,25) bilinçli-bilgili düzeyde yanıtlar vermiştir. Ayrıca eğitim öncesinde eklektik görüşe sahip katılımcıların yüzdesi 56,25'ten, eğitim sonrası 75'e artmıştır. Bununla birlikte günümüzde hâkim bilim anlayışına uymayan çelişki ve yanılığın içeren naif düzeyde görüş bildiren katılımcılar eğitim öncesinde 6 (6/16; %37,5) iken eğitim sonrasında 3 öğretmen adayına düşmüştür (3/16; %18,75). Argümantasyon eğitiminin öğretmen adaylarının bilimsel yöntem boyutuna ilişkin görüşlerine etkisinin olmadığı, ancak eklektik düşünce sistematikliğinde kaldıkları söylenebilir.

Bilimsel Teori ve Kanunların Yapısı

Bu tema, günümüzde hâkim bilim anlayışına bağlı olarak 6 boyutta incelenmiştir:

Teori İyi Yapılandırılmış Açıklamadır:

Katılımcıların çoğu eğitim öncesinde (12/16; %75) ve tamamı eğitim sonrasında (16/16; %100) günümüzde hâkim bilim anlayışına göre bilimsel teorilerin, gözlenebilir olaylar hakkında yapılan çıkarımsal açıklamalar olduğu; kanunlar ve doğal olgular arasındaki ilişkilerin mekaniksel açıklamalarından iyi yapılandırılmış, deney ve gözlemlerle elde edilen verilerle/bulgularla desteklenen, doğal olayların nedenlerini, nasıllarını açıklayan bilimsel önermeler/sonuç çıkarımları olduğu görüşünü belirtmişlerdir. Katılımcılardan sadece 4 öğretmen adayı eğitim öncesinde (4/16; %25) bu alt boyuta ilişkin günümüzde hâkim bilim anlayışına uyumlu olmayan bilimsel teorilerin ispatlanmış olduğu ile ilgili yanılığın içeren görüş bildirmiştir. Buna ilişkin örnek yanıtlardan alıntılar aşağıdaki gibidir:

"Bilimsel teori, doğruluğu bazı bilimsel çalışmalar sonucu kanıtlanmış teoridir." (A1ö)

"Bilimsel yöntemlerle kabul edilmiş, kanıtlanmış doğrulardır. Örneğin, atom teorisi" (A4ö)

Kanun Doğal Olaylarla İlgili Tanımlamadır:

Eğitim öncesinde 8 öğretmen adayı (8/16; %50) kanunların, gözlenebilir olaylar arasındaki ilişkileri tanımlayan ifadeler olduğu görüşünü ifade etmiştir. Bu sayı eğitim sonrasında 11'e çıkmıştır (11/16; %68,75). Konu ile ilgili öğretmen adaylarının yanıtlarından bazı örnekler aşağıda sunulmuştur:

"Kanunlar ise genelde formülize edilirler. Açıklama yapılmaz. Örneğin, yerçekimi kanunu, çeşitli formüllerle gösterilir." (Y12ö)

"Fakat kanunlar belli şartlar altında ispatlanırlar. Örneğin ideal gaz kanunu; $P.V=n.R.T$ ideal şartlar altında doğruluğu ispatlanır... Kanunlar betimleyicidir." (S14ö)

"Bilimsel kanun doğruluğu kesinleşmiş bilgilerdir... Kanun daha kesin, formüllerle gösterilip desteklenen bilgilerdir. Meselâ kütlenin korunumu kanunu gibi." (A3s)

"... Kanunlar betimleyici bilimsel bilgilerdir... Kanunlar ise doğadaki olayların belli koşullar altında nasıl gerçekleştiğini betimler. Örneğin... enerjinin korunumu yasası $E=mc^2$ ise ortam şartlarına bağlı olarak meydana gelen değişimleri inceler." (S14s)

Katılımcılardan geriye kalan yarısı eğitim öncesinde (8/16; %50) ve 5 öğretmen adayı da eğitim sonrasında (5/16; %31,25) bu alt boyuta ilişkin günümüzde hâkim bilim anlayışına uyumlu olmayan çelişkili görüş bildirmiştir. Katılımcıların cevaplarından bazıları aşağıdadır:

"Teori ve kanun farklı kavramlardır. Teorinin ispatlanması mümkün değildir fakat kanun ispatlanabilir. Teori güçlenir veya zayıflar fakat ispatlanamaz. Örneğin, Evrim teorisi, ispatlanmamıştır, fakat güçlü bir teoridir. Kanun olarak, "Kütlenin korunumu kanunu"nu düşünelim. Yapılan deneylerle kanıtlanmıştır ve kanun haline gelmiştir." (S15ö)

"Bilimsel teori açıklama, bilimsel kanun betimlemedir. Bilimsel teoriler ispatlanamaz, teorinin güçlüğü ya da zayıflığı söz konusudur. Ama bilimsel kanunlar ispatlanabilir. Örneğin bir evrim teorisi ispatlanamaz, ama kütle korunumu kanunu ise deney yapılarak ispatlanabilir. Kanunları açıklarken teorilerden yararlanırız." (S16ö)

"Bilimsel kanun ise değişemez, ispatlanmış ve herkes tarafından kabul görmüştür. Örneğin Ohm Kanunu ($V=IR$) örneğini verebiliriz." (A2s)

"Bilimsel kanun ise kanıtlanabilir. Deneylerle doğruluğu gösterilebilir. Örneğin; kütlenin korunumu kanunu. Bu kanun kesin olarak ispatlanabilir." (S15s)

Birbiriyle İlişkili Farklı Türden Bilimsel Bilgilerdir:

Günümüzde hâkim bilim anlayışıyla uyumlu olarak bilimsel teori ve kanunların farklı bilimsel bilgi türleri olması nedeni ile belli bir hiyerarşiye göre kanunlar teorilerden daha yüksek statüye ve öneme sahip değildir. Aksine ikisi de eşit derecede bilimseldir. Bu bağlamda, eğitim öncesinde ve sonrasında katılımcıların tamamı (16/16; %100) bu alt boyut hakkında günümüzde hâkim bilim anlayışı ile uyumlu görüşler bildirmiştir.

Bilimsel teori ve kanunların yapısı temasının bu alt boyutuna yönelik öğretmen adayları ile yapılan yarı-yapılandırılmış görüşme kayıtlarına ait bulgular Tablo 10'da verilmektedir.

Tablo 10. Bilimsel Teori ve Kanunların Yapısı Temasına Yönelik Öğretmen Adaylarının 3.Yarı-Yapılandırılmış Görüşme Bulguları.

Öğretmen Adayı Yanıtları	Ö. A.	E. Ö. %	Ö. A.	E. S. %
Kanunlar daha önemlidir/üstündür. Bilimsel yöntemin son aşamasıdır. Teorilerin gelişmesiyle oluşurlar.	A2, A4	12,5	A1, A2, A3, Y8, Y9, Y10, Y11, S15, S16	56,25
Teorilerin statüsü daha önemlidir.	Y11	6,25		
Teorilerin güçlülüğü/zayıflığı bahsedilir.	S16	6,25	S16	6,25
Teori ve kanun arasında bilimsel olarak önem farkı yoktur.	A5, A6, A7, Y8, Y9, Y12, Y13	43,75	A3, A4, A5, A6, A7, Y12, S14, S15	50
Teoriler ispatlanamaz.	A1, A3, A4, Y10, Y11, S14, S15, S16	50	A1, Y10, S14, S15, S16	31,25
Kanunlar kabul görmüş, doğruluğu kesin, tamamen ispatlanmıştır.	A1, A2, A3, A4, A6, A7, Y10, Y11, S14, S15, S16	68,75	A1, A2, A3, A7, Y10, Y11, Y12, Y13, S15, S16	62,5

Bu alt boyuta yönelik yapılan görüşme kayıtlarından bazı alıntılar aşağıda verilmektedir:

Görüşmeci: Teori ve Kanunun statülerini ve bilimsel olarak önemlerini düşünürseniz bunları nasıl sıraladınız?

A6: Teori ve kanun arasında hiyerarşik bir düzen yoktur. (ön görüşme)

A7: Teori ve kanun birbirine dönüşmezler. Yani teori ne kadar doğrulanırsa doğrulansın kanun olmaz. O yüzden önem olarak kanun teoriden daha üstün statüdedir diyemeyiz. (ön görüşme)

A6: Statü olarak bu ikisi arasında hiyerarşik bir sıra bulunmamaktadır. (son görüşme)
A7: Teori ve kanunun statü ve bilimsel olarak önemleri arasında sıralama yapip biri birinin üzerinde diye kıyaslamak doğru olmaz. (son görüşme)

Hiyerarşik İlişki Yoktur, Birbirine Dönüşemezler:

Gözlemlerin hipotezlere, hipotezlerin teorilere ve teorilerin de kanunlara dönüştüğü ve bu kavramlar arasında güvenilirliği gözlemden kanuna doğru artan hiyerarşik bir sıralama düşüncesi yaygın bir yanılgıdır. Bu hiyerarşinin aksine, yıllar içinde destekleyici kanıtların sayısının artmasıyla hipotezler kanun ya da teorilere önderlik edebilir. Fakat, kanunların teorilerden daha yüksek statüye sahip olduğu ve günümüzde hâkim bilim anlayışıyla çelişen yaygın görüşün aksine teoriler kanunlara dönüşemez. Katılımcılardan 4'ü eğitim öncesinde (4/16; %25) bu boyuta ilişkin günümüzde hâkim bilim anlayışına uygun görüşler bildirmişken, eğitim sonrasında sayıları 12'ye yükselmiştir (12/16; %75). İlgili bazı öğretmen adaylarının yanıtlarından alıntılar aşağıda verilmiştir:

"Teori kanuna dönüşmez. Teori açıklayıcı iken kanun betimleyicidir. Örneğin; Kütle Korunumu Kanunu bir olayı betimlerken, teori ise nasıl, neden vb. gibi sorulara cevap bulur." (Y9ö)

"Bilimsel teori; bilimsel bir gerçeği açıklamak için oluşturulmuş bilgiler bütünüdür. Bilimsel kanun; bilimsel kavramlar arası ilişkilerin nasıl olduğunu gösterir. Teoriler yeterince desteklenince kanuna dönüşür ifadesi yanlıştır. Çünkü teori, birçok kanundaki bilgiden yararlanıp konuyla ilgili bilgiler verir ve açıklamalarda bulunur. Kanun ise kavramların ilişkilerini belirler. Bu yüzden ikisi arasında bir önem sırası yapmak doğru olmaz." (A5s)

"Statü olarak bu ikisi arasında hiyerarşik bir sıra bulunmamaktadır. Bir hipotez doğruluğu defalarca kanıtlayıp evrensel bir gerçeklik olarak kabul edilirse teori olması gerekmeden kanun haline gelebilir. Örneğin; Kepler kanunları, teori haline gelmeden direkt evrensel bir gerçeklik olarak kanun haline gelmiştir. Teori ise bir hipotezin açıklanma yollarından biridir, bir sorunun mantıklı fakat eksik olan birden fazla açıklaması olabilir." (A6s)

Öğretmen adaylarından çoğu eğitim öncesinde (12/16; %75) ve 4 katılımcı da eğitim sonrasında (4/16; %25) bu boyuta ilişkin günümüzde hâkim bilim anlayışına uyumlu olmayan çelişkili görüş bildirmiştir. Öğretmen adaylarının cevaplarından bazıları aşağıda verilmiştir:

"Kanunlar bence bilimsel yöntemin son aşamasıdır. Teoriler ve onların gelişmesiyle kanunlar oluşmaktadır. Hipotezler, sonra teoriler, en sonda kanunlar oluşmaktadır." (A2ö)

"... Teoriler kanunlara dönüşebilir, fakat kanunlar teoriye dönüşemez." (A4ö)

"Teori ve kanun birbirine dönüşmezler. Yani teori ne kadar doğrulanırsa doğrulansın kanun olmaz.

Öncelikle problem cümlesi belirlenir. Problemlerle ilgili nitel ve nicel gözlemler yaparak veri toplanır. Hipotez kurulur. Hipoteze bağlı kontrollü deneyler yapılır. Bu kontrollü deneyler sonucu hipotez doğrulanırsa teori aşamasına geçilir eğer doğrulanmazsa hipotez yeniden kurulur. Teorilerden sonra kanuna dönüşür." (A7ö)

"... Kanunlar bence bilimsel yöntemin son aşamasıdır. Teoriler ve onların gelişmesiyle kanunlar oluşmaktadır. Hipotezler, sonra teoriler, en son da kanunlar oluşmaktadır." (A2s)

Teoriler Değişebilir:

Teorilerin değişebilirliği görüşü eğitim öncesinde ve sonrasında aday öğretmenlerin tamamı tarafından (16/16; %100) dile getirilmiştir. Öğretmen adayları günümüzde hâkim bilim anlayışıyla uyumlu olan; teorilerin teknolojinin gelişmesi sonucu elde edilen yeni verilerle/bulgularla, önceden var olan verilerin/bulguların farklı bakış açılarıyla yeniden yorumlanması ve paradigmatik dönüşümler ile değişebilen bilgiler olduğu görüşündedir.

"Bilimsel teoriler değişebilir. Çünkü tam olarak açıklanamamıştır, yeterli deliller bulunamamıştır." (Y10ö)

"Geliştirilen bir teori değişebilir. Teorilerin ispatlanması diye birşey yoktur. Güçlü teori veya zayıf teori vardır." (S15ö)

"Bilimsel teorilerin hiç biri tam olarak kanıtlanmamıştır. Hiç bir bilgi kesin değildir." (Y10s)

"Teoriler değişebilir. Çünkü bilgi çağındayız. Her geçen gün teknoloji ilerliyor ve bazı konuların açıklanması daha kolay olabiliyor. Toplumun ihtiyaçları değiştikçe, bilim adamları daha detaylı araştırmalar yapıyor." (Y12s)

"Bilimsel bir teori değişebilir. Teori, hiç bir zaman tam olarak kanıtlanamaz. Güçlü veya zayıf teori vardır." (S15s)

Kanunlar Değişebilir:

Günümüzde hâkim bilim anlayışına uygun olarak; bilimsel kanunların doğadaki olguların algılanan ya da gözlenen olaylarla ilgili doğruyu açıklamaya çabalayan genellemeler/tanımlamalar olduğu ve bilimsel teoriler gibi bilimsel kanunları da içeren tüm bilimsel bilgilerin değişebilen bilgiler olduğu görüşündeki katılımcıların sayısı eğitim öncesinde sadece 2 iken (2/16; %12,5), eğitim sonrasında bu sayı ancak 3'e (3/16; %18,75) çıkmıştır. Eğitim sonrasında öğretmen adaylarının büyük çoğunluğundan (13/16; %81,25) günümüzde hâkim bilim anlayışına uyumlu olmayan çelişkili görüş bildirenlerden bazıları aşağıda verilmiştir:

"Bilimsel kanun ise değişemez, ispatlanmış ve herkes tarafından kabul görmüştür." (A2s)

Argümantasyon eğitiminin "Bilimsel Teori ve Kanunların Yapısı" temasına ilişkin öğretmen adaylarının görüşleri üzerine etkisi Tablo 11'de özetlenmiştir.

Tablo 11. Öğretmen Adaylarının "Bilimsel Teori ve Kanunların Yapısı" Boyutuna İlişkin Görüşleri

Düzyey	Ö. A. Anlayışı	Ö. A.	E. Ö. %	Ö. A.	E. S. %
Bilinçli-Bilgili	Bilimsel teoriler iyi yapılandırılmış <u>ispatlanamayan</u> önermelerdir. <u>Değişebilir.</u> Bilimsel kanunlar doğal olaylarla ilgili <u>ispatlanamayan</u> tanımlamalardır. <u>Değişebilir.</u> Teoriler ve kanunlar birbirleriyle ilişkili (<u>hiyerarşik değil</u>) farklı türden bilimsel bilgilerdir. Birbirlerine dönüşemezler.	A6	6,25	A4, A6, S14	18,75
Eklektik	Bilimsel teoriler iyi yapılandırılmış, <u>ispatlanamayan</u> önermelerdir. <u>Değişebilir.</u> Bilimsel kanunlar doğal olaylarla ilgili <u>ispatlanmış</u> tanımlamalardır. <u>Değişmez.</u> Teoriler ve kanunlar birbirleriyle ilişkili (<u>hiyerarşik değil</u>) farklı türden bilimsel bilgilerdir. Birbirlerine dönüşemezler.	Y9, Y11, Y12	18,75	A3, A5, A7, Y9, Y11, Y12, Y13, S15, S16	56,25
Naif	Bilimsel teoriler iyi yapılandırılmış, <u>ispatlanmış</u> önermelerdir. <u>Değişmez.</u> Bilimsel kanunlar doğal olaylarla ilgili <u>ispatlanmış</u> tanımlamalardır. <u>Değişmezler.</u> Teoriler ve kanunlar birbirleriyle ilişkili fakat farklı türden bilimsel bilgilerdir. Bilimsel teoriler ve kanunlar arasında <u>hiyerarşik bir ilişki vardır.</u> Birbirlerine <u>dönüşebilirler.</u> Kanunlar teorilerden daha üstündür.	A1, A2, A3, A4, A5, A7, Y8, Y10, Y13, S14, S15, S16	75	A1, A2, Y8, Y10	25

Tablo 11'de görüldüğü gibi bilimin doğasının bilimsel yöntem temasına ilişkin 16 katılımcıdan eğitim öncesinde A6 (1/16; %6,25) ve eğitim sonrasında yine A6 ile eğitim öncesinde naif görüşe sahip olan A4 ve S14 kodlu öğretmen adayları (3/16; %18,75) bilinçli-bilgili düzey olarak belirlenmişlerdir. Eğitim öncesinde naif görüş bildiren katılımcıların yüzdesi 75'ten, eğitim sonrasında yüzde 25'e düşmüştür. Ayrıca eğitim öncesinde bilimsel teoriler ve kanunlar arasında hiyerarşik bir ilişki olduğunu ve bu ilişki içinde kanunların teorilerden daha üstün olduğunu düşünen naif görüşteki öğretmen adaylarının 6'sı (6/16; %37,5) argümantasyon eğitimi sonrasında eklettik düzeye geçiş yapmışlardır.

Bilimde Tahmin ve Teorik Kabuller

Bu tema, günümüzde hâkim bilim anlayışına bağlı olarak tek alt boyutta incelenmiştir:

Direkt izlenemeyen olaylarda tahmin ve teorik kabullere başvurulur:

Günümüzde hâkim bilim anlayışına göre, bilimsel bilgiler gözlemsel ve deneysel yollarla elde edilen kanıtlara dayanarak çıkarım ve yorumlar yapılmasıyla oluşur. Bilimsel bilgiler bilim insanlarının verileri/bulguları yorumlayarak yaptıkları tahminlerdir/kabullerdir. Bu bağlamda, eğitim öncesinde katılımcılardan 6 öğretmen adayı (6/16; %37,5) ve eğitim sonrasında yarısı (9/16; %56,25) bu alt boyut hakkında günümüzde hâkim bilim anlayışı ile uyumlu görüşler bildirmiştir. Öğretmen adaylarının yanıtlarından örnekler aşağıdadır:

"Fen kitaplarında gösterilen atom yapısı, olabilecek en güçlü ihtimali göstermektedir. Atomlar gözlenemezler. Fakat Dalton, Thomson, Rutherford gibi bilim adamları yaptıkları deneylerle bu yapıyı, olabilecekleri en yüksek ihtimalle göstermişlerdir. Aksi belirtilmediği sürece böyle kabul edilmişlerdir. Yapılan deneyler buna en büyük delildir." (S15ö)

"Bilim insanları atomun yapısından yaptıkları deneylerin sonuçları kadar ve tahminlerin sonucunda elde ettiği veriler kadar emindirler. Atomlar gözlenemez." (A3s)

"Varsayımlar doğrultusunda da bilim adamının fikirlerinin aynı olması beklenemez." (Y13s)

Bilimde tahmin ve teorik kabuller temasının bu alt boyutuna yönelik öğretmen adayları ile yapılan yarı-yapılandırılmış görüşme kayıtlarına ait bulgular Tablo 12'de verilmektedir.

Tablo 12. Bilimde Tahmin ve Teorik Kabuller Temasına Yönelik Öğretmen Adaylarının 4.Yarı-Yapılandırılmış Görüşme Bulguları

Öğretmen Adayı Yanıtları	Ö. A.	E. Ö. %	Ö. A.	E. S. %
Atomlar doğrudan gözlenemezler.	A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, Y8, Y9, Y11, Y12, S14, S15, S16	87,5	A1, A3, A4, A5, A6, A7, Y8, Y11, S14, S15, S16	68,75
Atomun yapısı elektron mikroskoplarıyla, çeşitli araç gereçlerle veya dolaylı yoldan deneylerle gözlemlenmektedir.	A2, A5, A6, A7, Y8, Y9, Y10, Y13	50	A2, A5, A6, A7, Y11, Y12, Y13, S15, S16	56,25
İleride belki gözlemlenebilir.	Y11	6,25	A1, A5, Y8	18,75

Bu alt boyuta yönelik yapılan görüşme kayıtlarından bazı alıntılar aşağıda verilmektedir:

Görüşmeci: Atomlar gözlenebilir mi?

Y11: Atomları gözlemek henüz mümkün değildir. (ön görüşme)

S16: Atomlar direkt gözlenemez, ama örneğin alfa, beta ışınım deneyinde atomların varlığını dolaylı olarak gözlemleyebiliriz. (ön görüşme)

Y11: Atomlar gözlenemezler. Ancak yapılan çalışmalar atomların, bu şekilde olduğunu destekler niteliktedir. Atomlar, günümüz teknolojisiyle gözlemlenemediği için kesin olarak ne şekilde olduğunu söyleyemeyiz. α ışınımı, nötron bombardımanı ve atomlarla yapılan tepkimeler sonucunda elde edilen deliller, atom yapısını belirlemede kullanılmaktadır. (son görüşme)

S16: Atomun yapısının ortaya çıkarılmasında çeşitli deneyler yapılmıştır. Örneğin; metal plakalara ışınlar çarptırıldığında atomların varlığına, nasıl yapıya sahip olduklarına deneylerle ulaşılmıştır. Atomlar gözlenemez. Ancak etkileri gözlenerek bilgi sahibi oluyoruz. Çeşitli deneylerle atom modelleri çizilmiştir. (son görüşme)

Argümantasyon eğitiminin "Bilimde Tahmin ve Teorik Kabuller" temasına ilişkin öğretmen adaylarının görüşleri üzerine etkisi Tablo 13'te özetlenmiştir.

Tablo 13. Öğretmen Adaylarının "Bilimde Tahmin ve Teorik Kabuller" Boyutuna İlişkin Görüşleri

Düzyey	Ö. A. Anlayışı	Ö. A.	E. Ö. %	Ö. A.	E. S. %
Bilinçli-Bilgili	Bilim insanları çoğu zaman direkt olarak izlenemeyen olaylarla uğraştıklarında tahmin ve teorik kabullere başvururlar. Bilim insanı çıkarımda bulunur. Bilim insanları dolaylı yoldan elde ettikleri delillerle iddialarını destekleyebilirler.	A3, A4, A7, Y10, S15, S16	37,5	A1, A3, A4, A7, Y10, Y13, S14, S15, S16	56,25
Naif	Bilim insanları direkt olarak izlenemeyen olaylarla uğraştıklarında deney ve gözlemlere başvururlar. Bu boyuta ilişkin net ve açık bir yanıt verilmemiştir.	A1, A2, A5, A6, Y8, Y9, Y11, Y12, Y13, S14	62,5	A2, A5, A6, Y8, Y9, Y11, Y12	43,75

Tablo 13'te görüldüğü gibi bu temaya ilişkin 16 katılımcıdan günümüzde hâkim bilim anlayışıyla uyumlu bilinçli-bilgili düzey olarak değerlendirilenler, eğitim öncesinde 6'dan (6/16; %37,5) eğitim sonrasında 9'a (9/16; %56,25) yükselmiştir. Ayrıca eğitim öncesinde "bilim insanlarının çoğunun direkt olarak izlenemeyen olaylarla uğraştıklarında deney ve gözlemlere başvurduklarını" savunarak naif görüş bildiren 3 katılımcı (A1, Y13 ve S14: 3/16; %18,75) eğitim sonrasında bilinçli-bilgili düzeye geçiş yapmıştır.

Bilimde Hayal Gücü ve Yaratıcılık

Dünya hakkında gözlemlere dayalı olan bilimsel bilginin üretilmesinde yer alan bilim insanı, hayal gücü ve yaratıcılığını kullanarak bilime katkı sağlar. Hayal gücü ve yaratıcılığı sadece bilimsel araştırmalarının tasarımında kullandıkları düşünülürken, verilerin analiz edilme sürecinin ve bilimsel bir kuramın ortaya konmasının da bir sanat eseri gibi hayal gücü ve yaratıcılık gerektirdiğinin farkında olunmaması yaygın bir yanılgıdır. Günümüzde hâkim bilim anlayışına göre, bilime ait bu tema deney ve gözlemlerden elde edilen veriler kullanılarak incelenen fenomenler için açıklama veya model oluşturma sürecinin bilim insanının çözüme götüreceği farklı metotlar geliştirmesini, verilerle farklı yorum ve çıkarımlar yapabilmesini sağlayan hayal gücü ve yaratıcılık olduğunu "Bilimsel çalışmalarda hayal gücü ve yaratıcılık kullanılır" alt boyutu ile hayal gücü ve yaratıcılığın bilimsel çalışmanın probleminin tanımlanmasından, yönteminin belirlenmesine, verilerinin yorumlanmasına ve çıkarımların

yapılmasına kadar her aşamada kullanıldığı görüşü de "Bilimsel çalışmaların her aşamasında kullanılır" alt boyutu ile incelenmiştir. Bu temaya ilişkin 16 katılımcıdan eğitim öncesinde A1 (1/16; %6,25) ve eğitim sonrasında yine A1 ile A2 ve Y12 kodlu katılımcılar (3/16; %18,75) bilinçli-bilgili düzey olarak değerlendirilmişlerdir. Katılımcıların büyük çoğunluğu eğitim öncesinde (15/16; %93,75) ve sonrasında (13/16; %81,25) eklektik düzey olarak değerlendirilmiştir. Katılımcıların cevaplarından bazıları aşağıda verilmiştir:

"Evet kullanırlar. Bu yöntemi araştırmanın her safhasında kullanabilirler." (A1ö/bilinçli-bilgili)
"Bilim insanı deneyin planlama ve araştırma aşamasında nesnel olmalıdır. Ancak elde ettiği verileri yorumlamada hayal gücünü kullanmalıdır. Hayal gücü ve yaratıcılıkla bilim ilerler." (A5s/eklektik)

"Bilim insanları yaratıcılık ve hayal güçlerini planlama ve araştırma dizaynının yapılmasında kullanırlar. Veri toplama aşaması çok nesneldir. Subjektif olan şeyler hayal gücü ve yaratıcılık gerektirir." (S16ö/eklektik)

"Bilim insanları, araştırmalarında hayal güçleri ve yaratıcılıklarını kullanırlar. Bir şeyler elde etmek için, yapılacak aşamalar, tasarlanan deneyler insanın hayal gücü veya bir sonuca ulaşmak ve yaratıcılığı doğrultusunda gerçekleşir. Deney sırasında kullanılacak olan malzemelerin seçiminden, deneyde izlenecek yollara kadar yaratıcılıktan yararlanılır." (A2s/bilinçli-bilgili)

"Yaratıcılık ve hayal güçlerini deneyin yöntemini belirlerken ve deney sonucunu değerlendirirken kullanmalarının sakıncası yoktur. Ancak deney işleyişinde kesinlikle kullanılmaz." (A7s/eklektik)

"Evet kullanırlar. Bunu araştırmanın her safhasında kullanırlar. Fakat özellikle planlama ve araştırma dizaynının yapılmasında daha fazla kullanırlar. Zaten yaratıcılık ve hayal gücü olmasaydı araştırmalara yenilikler katılmazdı." (Y12s/bilinçli-bilgili)

Bilim ve Toplum

Bilim insanları, yaşadıkları toplumun değerlerinden bağımsız düşünülemez. Bu sebeple, bilime ait bu tema, günümüzde hâkim bilim anlayışına bağlı olarak bilim ve onu gerçekleştiren bilim insanları; sosyal doku, toplumsal güç yapıları, politikalar, sosyo-ekonomik faktörler, felsefe ve din gibi kültürel bileşenlerden etkilenmesiyle "Bilim toplumdaki etkilenir" ve bilim, bilim insanlarının ürünü olan ve bilimin de gömülü olduğu kültürel etki alanlarını ve birçok bileşenini etkilediği gibi etkilenmesiyle de "Bilim kültürün bir ürünüdür" olmak üzere 2 alt boyutla incelenmiştir. Bu bağlamda, eğitim öncesinde sadece Y12 kodlu katılımcı (1/16; %6,25) ve eğitim sonrasında A6 ile yine Y12 kodlu katılımcılar (2/16; %12,5) bilinçli-bilgili düzey; katılımcıların büyük çoğunluğu eğitim öncesinde (13/16; %81,25) ve sonrasında (13/16; %81,25) eklektik düzey ve katılımcılardan eğitim öncesinde A2 ve A3 (2/26; %12,5) ve eğitim sonrasında sadece A2 (1/26; %6,25) naif düzeyde görüşler bildirmişlerdir. Konuya ilişkin katılımcıların cevaplarından bazıları aşağıda verilmiştir:

"Bilim evrenseldir, herkes için geneldir. Sosyal, politik, felsefi değerlerden etkilenmez. Bilim ile ortaya konulan bilgiler, tüm uluslar tarafından şartsız bir şekilde kabul edilmektedir. Bilimle doğru kabul edilen her şey, tüm uluslar tarafından doğru kabul edilmektedir." (A2ö/naif)

"Bilim insanları bir yere kadar sosyal ve kültürel değerden etkilenir. Deney aşamasında kimliklerini laboratuvarın kapısında bırakırlar, ancak yorum aşamasında az da olsa bir etkilenme yaşarlar. Ama bu günümüzde deney sonuçlarını çok fazla etkilememektedir." (A3ö/naif)

"Sosyal ve kültürel değerlerden etkilendiğini düşünüyorum. Çünkü bilim, insanların ona yüklediği anlam kadar vardır. Bilime değer veren ve onu yüceltmeye çalışan, gelişiminden yana olan toplumda; bilim insanlarının çıkması ve bilimsel olarak ilerlemek daha kolay olur. Çünkü toplum yapılan çalışmaları destekler, karşı çıkmaz. O toplum gelişir. Çağdaş medeniyetler seviyesine çıkar ve teknoloji de ilerler." (Y12ö/bilinçli-bilgili)

"Bilim, sosyo-kültürel değerlerden etkilenmez. Bilim evrenseldir. Ülkeden ülkeye, bölgeden bölgeye değişen bir şey değildir. Bilimsel çalışmalar ile elde edilen bilgiler herkes tarafından genel kabul görmektedir. Bir teori ya da hipoteze karşıt görüşler ortaya atılacaksa, onlar da bazı bilimsel gerçekler, deneyler, ispatlar doğrultusunda ortaya atılır." (A2s/naif)

"Bilim sosyal ve kültürel değerlerden muhakkak etkilenir. Çünkü bilimi insanlar yaratmaktadır ve bir insanın o ana kadar yaşadığı tüm deneyimleri ve sosyal kültürel kimliğini laboratuara girerken ceketini çıkarır gibi çıkarması düşünülemez. Bu bağlamda bir Hintli bilim insanının inekler üzerinde yürüttüğü çalışma ile bir batılı bilim insanının çalışması farklı olacaktır." (A6s/bilinçli-bilgili)

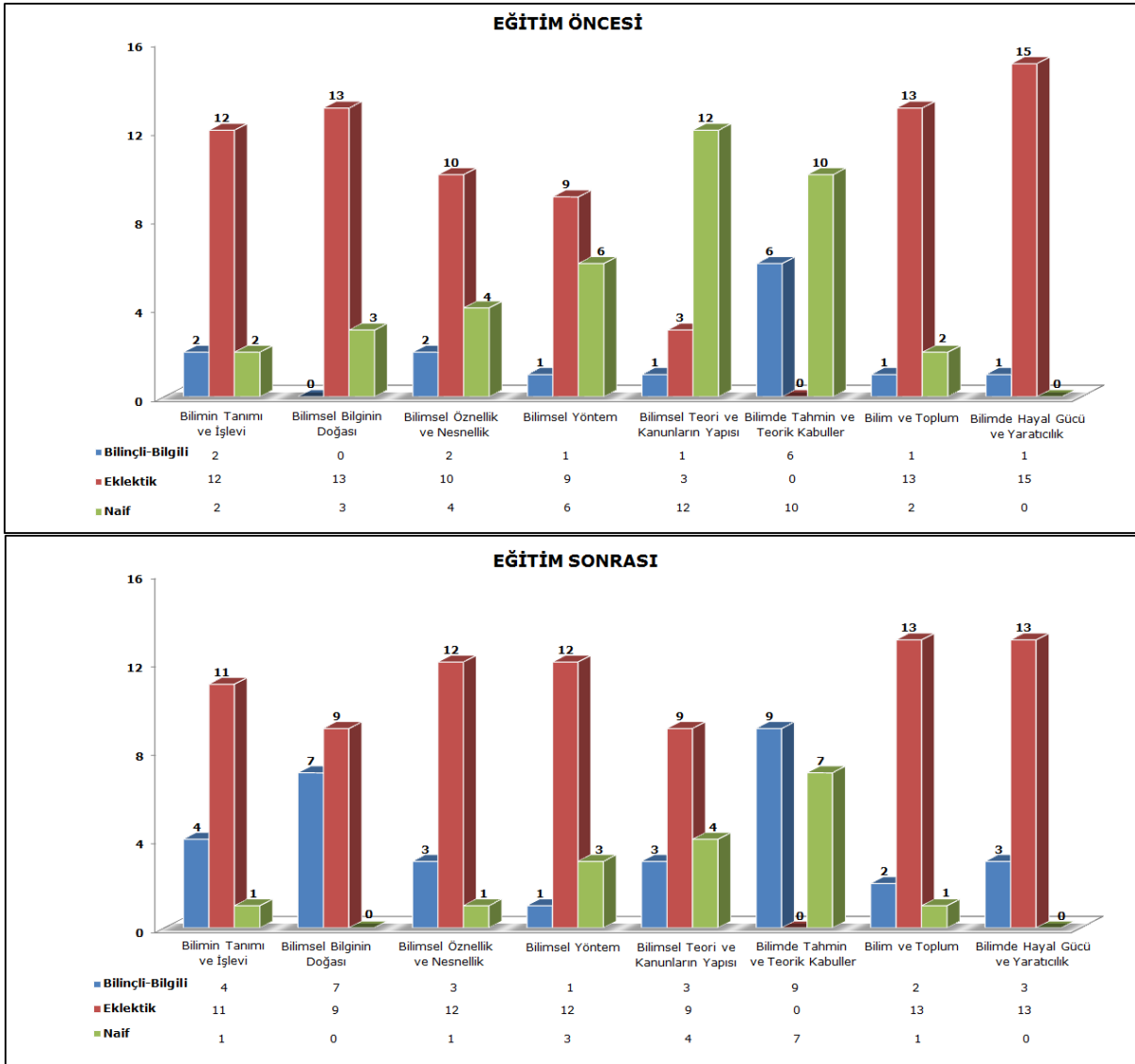
"Sosyal ve kültürel değerlerden etkilendiğini düşünüyorum. Çünkü bilim adamları toplumun ihtiyaçlarından etkilenir. Toplumun ihtiyaçlarına cevap vermeye çalışırlar." (Y12s/bilinçli-bilgili)

Araştırmada dolaylı fen öğretiminde hizmet öncesi argümantasyon eğitiminin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimin doğasına yönelik görüşlerine olan etkisi incelendiğinde (Şekil-1) katılımcıların argümantasyon eğitimi öncesinde bilimin doğası temalarından;

- Bilimin tanımı ve işlevi temasına ilişkin, 2 öğretmen adayının (2/16; %12,5) bilinçli-bilgili görüşe, 12 öğretmen adayının (12/16; %75) eklektik görüşe ve 2 öğretmen adayının da (2/16; %12,5) naif görüşe,
- Bilimsel bilginin doğası temasına ilişkin, 13 öğretmen adayının (13/16; %81,25) eklektik görüşe ve 3 öğretmen adayının da (3/16; %18,75) naif görüşe,
- Bilimde öznellik ve nesnellik temasına ilişkin, 2 öğretmen adayının (2/16; %12,5) bilinçli-bilgili görüşe, 10 öğretmen adayının (10/16; %62,5) eklektik görüşe ve 4 öğretmen adayının da (4/16; %25) naif görüşe,
- Bilimsel yöntem temasına ilişkin, 1 öğretmen adayının (1/16; %6,25) bilinçli-bilgili görüşe, 9 öğretmen adayının (9/16; %56,25) eklektik görüşe ve 6 öğretmen adayının da (6/16; %37,5) naif görüşe,
- Bilimsel teori ve kanunların yapısı temasına ilişkin, 1 öğretmen adayının (1/16; %6,25) bilinçli-bilgili görüşe, 3 öğretmen adayının (3/16; %18,75) eklektik görüşe ve 12 öğretmen adayının da (12/16; %75) naif görüşe,
- Bilimde tahmin ve teorik kabuller temasına ilişkin, 6 öğretmen adayının (6/16; %37,5) bilinçli-bilgili görüşe ve 10 öğretmen adayının da (10/16; %62,5) naif görüşe,
- Bilim ve toplum temasına ilişkin, 1 öğretmen adayının (1/16; %6,25) bilinçli-bilgili görüşe, 13 öğretmen adayının (13/16; %81,25) eklektik görüşe ve 2 öğretmen adayının da (2/16; %12,5) naif görüşe,
- Bilimde hayal gücü ve yaratıcılık temasına ilişkin, büyük 1 öğretmen adayının (1/16; %6,25) bilinçli-bilgili görüşe ve 15 öğretmen adayının (15/16; %93,75) eklektik görüşe sahip olduğu tespit edilmiştir.

Araştırmada dolaylı fen öğretiminde hizmet öncesi argümantasyon eğitiminin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimin doğasına yönelik görüşlerine olan etkisi incelendiğinde (Şekil-1) katılımcıların argümantasyon eğitimi sonrasında bilimin doğası temalarından;

- Bilimin tanımı ve işlevi temasına ilişkin, 4 öğretmen adayının (4/16; %25) bilinçli-bilgili görüşe, 11 öğretmen adayının (11/16; %68,75) eklektik görüşe ve 1 öğretmen adayının da (1/16; %6,25) naif görüşe,
- Bilimsel bilginin doğası temasına ilişkin, 7 öğretmen adayının (7/16; %43,75) bilinçli-bilgili görüşe ve 9 öğretmen adayının (9/16; %56,25) eklektik görüşe,
- Bilimde öznellik ve nesnellik temasına ilişkin, 3 öğretmen adayının (3/16; %18,75) bilinçli-bilgili görüşe, 12 öğretmen adayının (12/16; %75) eklektik görüşe ve 1 öğretmen adayının da (1/16; %6,25) naif görüşe,
- Bilimsel yöntem temasına ilişkin, 1 öğretmen adayının (1/16; %6,25) bilinçli-bilgili görüşe, 12 öğretmen adayının (12/16; %75) eklektik görüşe ve 3 öğretmen adayının da (3/16; %18,75) naif görüşe,
- Bilimsel teori ve kanunların yapısı temasına ilişkin, 3 öğretmen adayının (3/16; %18,75) bilinçli-bilgili görüşe, 9 öğretmen adayının (9/16; %56,25) eklektik görüşe ve 4 öğretmen adayının da (4/16; %25) naif görüşe,
- Bilimde tahmin ve teorik kabuller temasına ilişkin, 9 öğretmen adayının (9/16; %56,25) bilinçli-bilgili görüşe ve 7 öğretmen adayının da (7/16; %43,75) naif görüşe,
- Bilim ve toplum temasına ilişkin, 2 öğretmen adayının (2/16; %12,5) bilinçli-bilgili görüşe, 13 öğretmen adayının (13/16; %81,25) eklektik görüşe ve 1 öğretmen adayının da (1/16; %6,25) naif görüşe,
- Bilimde hayal gücü ve yaratıcılık temasına ilişkin, 3 öğretmen adayının (3/16; %18,75) bilinçli-bilgili görüşe ve 13 öğretmen adayının (13/16; %81,25) eklektik görüşe sahip olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 1. Öğretmen Adaylarının Hizmet Öncesi Argümantasyon Eğitimi Öncesi ve Sonrası VNOS-C Anketindeki Bilimin Doğası Bileşenleri ve Düzey Kategorilerine Göre Dağılımı.

SONUÇ ve TARTIŞMA

Çalışmada, daha önce bilimin doğasına ilişkin bir ders alabilme fırsatı bulmuş öğretmen adaylarına uygulanan dolaylı fen öğretiminde hizmet öncesi argümantasyon eğitimi ve ilgili etkinliklerle katılımcıların bilimin doğası bileşenleri ile ilgili tespit edilen yanlışlarına odaklanılmış ve bilimin doğası kavramalarının hangi düzeyde olduğu anlaşılmaya çalışılmıştır. Kullanılan etkinlikler dolaylı öğretim kapsamında bilimin doğasını geliştirmeye yönelik bir içeriğe sahip olmamasına rağmen, bilimsel süreç boyunca öğretmen adaylarının görüşlerinin değişmesine katkı sağlamıştır. Uygulanan etkinliklerin öğretmen adaylarının bilimin doğasına ilişkin yanlışlarını giderme ve görüşlerini geliştirme konularında etkili olabildiği görülmüştür.

Fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimin doğasına yönelik görüşlerindeki değişime ilişkin sonuçlara bakıldığında, katılımcıların bilimin doğası temalarından;

- Bilimin tanımı ve işlevi temasında, 2 öğretmen adayı (2/16; %12,5) eklektik görüşten bilinçli-bilgili görüşe geçiş yaparken, 1 öğretmen adayı da (1/16; %6,25) da naif görüşten eklektik görüşe geçiş yapmıştır,
- Bilimsel bilginin doğası temasında, yaklaşık yarısı (7/16; %43,75) eklektik görüşten bilinçli-bilgili görüşe geçiş yaparken, 3 öğretmen adayı da (3/16; %18,75) naif görüşten eklektik görüşe geçiş yapmıştır,
- Bilimde öznellik ve nesnellik temasında, 1 öğretmen adayı (1/16; %6,25) eklektik görüşten bilinçli-bilgili görüşe geçiş yaparken, 3 öğretmen adayı da (3/16; %18,75) naif görüşten eklektik görüşe geçiş yapmıştır,
- Bilimsel yöntem temasında, 3 öğretmen adayı (3/16; %18,75) naif görüşten eklektik görüşe geçiş yapmıştır,
- Bilimsel teori ve kanunların yapısı temasında, 2 öğretmen adayı (2/16; %12,5) naif görüşten bilinçli-bilgili görüşe geçiş yaparken, 6 öğretmen adayı da (6/16; %37,5) da naif görüşten eklektik görüşe geçiş yapmıştır,
- Bilimde tahmin ve teorik kabuller temasında, 3 öğretmen adayı (3/16; %18,75) naif görüşten bilinçli-bilgili görüşe geçiş yapmıştır,
- Bilim ve toplum temasında, 1 öğretmen adayı (1/16; %6,25) eklektik görüşten bilinçli-bilgili görüşe geçiş yaparken, 1 öğretmen adayı da (1/16; %6,25) da naif görüşten eklektik görüşe geçiş yapmıştır,
- Bilimde hayal gücü ve yaratıcılık temasında, 2 öğretmen adayı (2/16; %12,5) eklektik görüşten bilinçli-bilgili görüşe geçiş yapmıştır.

Bu çalışmada olduğu gibi, son yıllarda bilimin doğası ve argümantasyonun birlikte uygulanmasının etkin bir yol olduğunu (McDonald, 2010) gösteren çeşitli çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. Bu araştırmadan elde edilen bulgularda da, uygulama öncesinde katılımcıların birçoğunun bilimin doğasına ilişkin yanılgılar içeren naif görüşlere sahip oldukları belirlenmiştir. Uygulama sonrasında ise öğretmen adaylarının bilimin doğasına ilişkin görüşlerinin, uygulama öncesine kıyasla, kısmen naif kategoriden eklektik kategori yönünde değiştiğini ortaya koymaktadır. Argümantasyon etkinliklerinin kullanıldığı eğitim sonrasında, birkaç öğretmen adayının bilimin doğasına ilişkin görüşleri yanılgılardan arınmış bir şekilde bilinçli-bilgili kategori düzeyine gelmiştir. Görüşlerdeki değişim, bilimin doğasının her boyutu için aynı olmamıştır. En fazla gelişim gözlenen bilimin doğası bileşenlerinin; tüm bilimsel bilgilerin yeni veri ve bulgularla desteklenebilirliği ve değişebilirliği, bilimsel bilginin deney ve gözlemler sonucu kanıtlara dayalı doğası ve teori yüklü doğası ile bilimde tahmin ve teorik kabuller boyutları olduğu belirlenmiştir. Görüşlerdeki gelişimin en az olduğu alanlar ise bilimin sosyal-kültürel yapısı ve yaratıcılık-hayal gücüne dayalı doğası, bilimsel yöntemin doğası, bilimsel teori ve kanun arasındaki hiyerarşik ilişkinin yokluğuna değinseler de bilimsel kanunların değişebilirliği ile ilgili boyutlarıdır.

Kaya (2005), fen derslerini argümantasyon etkinlikleriyle işleyen 7 ve 8. sınıfta öğrenim gören deney grubu ilköğretim öğrencilerinin bilimin doğası ile ilgili kavramları anlamalarının kontrol grubu öğrencilerinden anlamlı olarak daha iyi olduğunu belirtmiştir. Uluçınar-Sağır ve Kılıç (2013) da ilköğretim 8. sınıf öğrencileri ile yaptıkları çalışmalarında bilimin doğasının öğretiminde argümantasyonun etkisini destekler yönde sonuca ulaşmışlardır. Bu çalışmada da analizler, fen konuları ile ilgili olan dolaylı bir argümantasyon eğitiminin önceden bilimin doğası eğitimi almış fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimin doğasına ilişkin kavramalarına olumlu yönde etkisi olduğunu ve argümantasyon becerileri geliştikçe bilimin doğası anlayışlarının da gelişmekte olduğunu göstermiştir. Bununla birlikte, katılımcıların bilimsel teoriler-kanunlar, gözlem-çıkarım, deney-evrensel yöntem ilişkileri hakkındaki yanlış kavramalarını değiştirmenin daha zor olduğu gözlenmiştir.

Bu nedenlerden ötürü, Köseoğlu, Tümay ve Budak (2008) bir yandan öğrencilerimizi mümkün olduğunca bilim insanlarının sosyal ve kültürel ortamlarına ve araştırmalarına çok benzer (otantik) bilimsel sorgulayıcı-araştırma etkinliklerine aktif olarak katarken, bir yandan da onların bilimin doğası boyutları üzerinde açık-düşündürücü yaklaşımla yürütülen sorgulama ve argümantasyon etkinliklerine katılmalarını sağlamamız gerektiğine değinmiştir. Bunun yanında, hizmet öncesi eğitimleri süreci içinde daha önceden bilimin doğası eğitimi almış öğretmen adaylarının, eğitim hayatlarının devamında bilimin doğasının bileşenlerine vurgu yapılmadan da bilimsel süreç ve biliş ötesi süreçleri gelişiminin etkisiyle farklı fen etkinliklerinde, sahip oldukları bu anlayışlarını yansıtabilir nitelikte çalışmalar yapabilirler. Bu doğrultuda bilimin doğası anlayışları değişebilir/gelişebilir. Hizmet içi süreçlerinde öğretmenlerimiz kendi sahalarında fen öğretiminde uygulamalar yaparken kullanacakları öğretim yöntem, teknik ve stratejileri kendileri seçmek durumunda bırakılmaktadırlar. Dolayısıyla sahip oldukları bilimin doğası anlayışlarını kendi öğrencilerine yansıtmaları da beklenmektedir. Bu bağlamda, Ayvaci ve Er Nas (2012) derste işlenen konunun özelliğine ve öğrencilerin yaş gruplarına göre bilimin doğasının geliştirilmesinde kullanılan farklı yaklaşım ve metotlardan duruma uygun olanın seçilerek kullanılmasına dayanan çoklu birleştirilmiş yöntemin eğitimin amaçlarına ulaşması bakımından daha uygun olacağını belirtmişlerdir. Bu bağlamda, bu çalışma sadece dolaylı fen öğretiminde hizmetiçi argümantasyon eğitimi ile de bilimin doğası ve unsurları hakkında önceden fikir sahibi olan öğretmen adaylarının bilimin doğası anlayışlarının değişebileceği/gelişebileceği sonucuna ulaşılmıştır.

ÖNERİLER

Çalışmanın sonuçları bağlamında, dolaylı fen öğretiminde hizmet öncesi argümantasyon eğitimi ile öğretmen adaylarının bilimin doğasına ilişkin kavramalarının gelişmesi için daha uzun bir süreçte ve daha geniş bir örnekleme denenerek farklı konu alanlarında uygulanması önerilmektedir. Ayrıca öğretmen adaylarının günümüzde hâkim bilim anlayışlarını değiştirmeye/geliştirmeye daha hızlı olanak sağlayacağı için özellikle bilimin doğası ve

bileşenlerini geliştirmeye yönelik konuların argümantasyon etkinlikleri içerisine entegre edilerek doğrudan yansıtıcı/açık-düşündürücü ya da çoklu birleştirilmiş yaklaşımla öğretmen adaylarına sunulması ve uygulama yaptırılması önerilmektedir. Bu sayede, hizmet öncesi eğitimleri sürecinde günümüzde hâkim bilim anlayışına uyumlu görüşlere sahip olabilmiş öğretmen adayları, eğitim hayatlarının devamında ve ileride meslekî deneyimleri sırasında, bilimin doğasına vurgu yapılmaya da farklı öğretimlerle uygulayacakları fen etkinliklerinde de bu anlayışlarını gelecek nesillere yeterli ve yanlıgısız bir şekilde yansıtabileceklerdir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Marmara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon birimince desteklenmiştir. BAP, Proje Numarası: EGT-C-DRP-110412-0120, 2012.

KAYNAKÇA

- Abd-El-Khalick, F. (2013). Teaching with and about nature of science, and science teacher knowledge domains. *Science & Education*, 22(9), 2087-2107. DOI 10.1007/s11191-012-9520-2.
- Abd-El-Khalick, Bell, R. F., & Lederman, N. G. (1998). The nature of science and instructional practice: Making the unnatural natural. *Science Education*, 82(4), 417-436.
- Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000). Improving science teachers' conceptions of the nature of science: A critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 22(7), 665-701.
- Akerson, V. L., Cullen, T. A. & Hanson, D. L. (2009). Fostering a community of practice through a professional development program to improve elementary teachers' views of nature of science and teaching practice, *Journal of Research in Science Teaching* 46 (10), 1090-1113.
- Akerson, V. L., & Hanuscin, D. (2007). Teaching the nature of science through inquiry: Results of a three-year professional development program. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(5), 653-680.
- Albe, V. (2008). When scientific knowledge, daily life experience, epistemological and science considerations intersect: Students' argumentation in group discussions on a socio-scientific issue. *Research in Science Education*, 38, 67-90.
- Allchin, D., Andersen, H. M., & Nielsen, K. (2014). Complementary approaches to teaching nature of science: Integrating student inquiry, historical cases, and contemporary cases in classroom practice. *Science Education*, 98(3), 461-486.
- 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.
- Ayvacı, H. Ş. Ve Özbek, D. (2014). Okul öncesi dönemde bilimin doğasının öğretimi M. Metin ve Ç. Şahin (Ed.). Örnek uygulamalarla okul öncesi dönemde fen eğitimi. Ankara: Pegem Yayıncılık.
- Bell, R. L. (2008). Teaching the nature of science through process skills: Activities for grades 3-8. New York: Allyn & Bacon/Longman.
- Brickhouse, N. W., Dagher, Z. R., Letts, W. J., & Shipman, H. L. (2000). Diversity of students' views about evidence, theory, and the interface between science and religion in an astronomy course. *Journal of research in Science Teaching*, 37(4), 340-362.

- Clough, M. P. (2003). Explicit But Insufficient: Additional Considerations for Effective Nature of Science Instruction. Proceedings of the Seventh International History, Philosophy, and Science Teaching Conference, July 30 - August 3, Winnipeg, Canada.
- Çelik, S. & Bayrakçeken, S. (2006). The effect of a 'science, technology and society' course on prospective teachers' conceptions of the nature of science. *Research In Science & Technological Education*, 24 (2), 255-273.
- Deng, F., Chen, D. T., Tsai, C. C., & Chai, C. S. (2011). Students' views of the nature of science: A critical review of research. *Science Education*, 95(6), 961-999.
- Doğan Bora, N. (2005). Türkiye genelinde ortaöğretim fen branşı öğretmen ve öğrencilerinin bilimin doğası üzerine görüşlerinin araştırılması. (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Driver, R. & Erickson, G. (1983) Theories-in-action: Some theoretical and empirical issues in the study of students' conceptual frameworks in science, *Studies in Science Education*, 10, 37-60.
- Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84, 287-312.
- Erdaş, E., Doğan, N., & İrez, S. (2016). Bilimin Doğasıyla İlgili 1998-2012 Yılları Arasında Türkiye'de Yapılan Çalışmaların Değerlendirilmesi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 24(1), 17-36.
- Erdoğan M. N., & Köseoğlu F. (2012). Ortaöğretim fizik, kimya ve biyoloji dersi öğretim programlarının bilimsel okuryazarlık temaları yönünden analizi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri Dergisi*, 12(4), 2889-2904.
- Erduran, S., Ardaç, D., & Yakmacı-Güzel, B. (2006). Learning to teach argumentation: Case studies of preservice secondary science teachers. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, (2)2, 1-14.
- Erduran, S., Simon, S. & Osborne, J. (2004). TAPPING into argumentation: Developments in the application of Toulmin's argument pattern for studying science discourse. *Science Education*, 88(6), 915-933.
- Irwin, A. R. (2000). Historical case studies: teaching the nature of science in context. *Science Education*. 84, 5-26.
- Irzik, G., & Nola, R. (2011). A family resemblance approach to the nature of science. *Science & Education*, 20(7-8), 591-607.
- İrez, S. (2004). Turkish preservice science teacher educators' beliefs about the nature of science and conceptualisations of science education. (Unpublished Doctoral Dissertation). University of Nottingham, Nottingham.
- İrez, S. (2006). Are we prepared?: An assessment of preservice science teacher educators' beliefs about nature of science. *Science Education*, 90 (6), 1113-1143.
- İrez, S. (2008). Nature of science as depicted in Turkish biology textbooks. *Science Education*, 93(3), 422-447.
- İrez, S. (2015). Bilimin Doğası: Tanım, Önem ve Kapsam. İçinde Yalaki, Y. (Ed.), TÜBİTAK (SOBAG)-111K527 Bilimin Doğasının Öğretimi Konusunda Öğretmenin Meslekî Gelişiminin Süreç Boyunca Desteklenmesi (BİDOMEĞ) Projesi Etkinliklerle Bilimin Doğasının 5. 6. 7. ve 8. Sınıflar (s.1-6). Bolu: Abant İzzet Baysal Üniversitesi.
- Jiménez-Aleixandre, M., Bugallo Rodríguez, A., & Duschl, R. A. (2000). "Doing the lesson" or "doing science": Argument in high school genetics. *Science Education*, 84(6), 757-792.
- Kaya, O. N. (2005). Tartışma teorisine dayalı öğretim yaklaşımının öğrencilerin maddenin tanecikli yapısı konusundaki başarılarına ve bilimin doğası hakkındaki kavramlarına etkisi. Yayımlanmamış Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

- Khishfe, R. (2008). The development of seventh graders' views of nature of science, *Journal of Research in Science Teaching*, 45(4), 470-496.
- Khishfe, R., & Abd-El-Khalick, F. (2002). Influence of explicit and reflective versus implicit inquiry-oriented instruction on sixth graders' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(7), 551-578.
- Köseoğlu, F., & Tümay, H., (2015). *Bilim eğitiminde yapılandırıcı paradigma: teoriden öğretim uygulamalarına* (2. Baskı). Ankara: Pegem Akademi.
- Köseoğlu, F., Tümay, H., & Budak, E. (2008). Bilimin doğası hakkında paradigma değişimleri ve öğretimi ile ilgili yeni anlayışlar. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi* 28(2), 221-237.
- Kuhn, T. S. (1993). Science argument: implications for teaching and learning scientific thinking. *Science Education*, 77, 319-337.
- 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., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Schwartz, R. S. (2002). Views of nature of science questionnaire (VNOS): Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 497-521. DOI: 10.1002/tea.10034.
- Liu, S. Y., & Lederman, N. G. (2002). Taiwanese students' views of nature of science. *School Science and Mathematics*, 102(3), 114-122.
- Matthews, M. R. (2012). Changing the focus: From nature of science (NOS) to features of science (FOS), In Myint Swe Khine (ed.) *Advances in Nature of Science Research*, Springer.
- McComas, W. F. (1993). The effects of an intensive summer laboratory internship on secondary students' understanding of the NOS as measured by the test on understanding of science (TOUS). Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Atlanta, GA.
- McComas, W. F. (1998). The principal elements of the nature of science: Dispelling the myths of science. In W. F. McComas (Ed.) *The Nature of Science in Science Education: Rationales and Strategies*. Kluwer (Springer) Academic Publishers, 53-70.
- McComas, W. F., Clough, M. P., & Almazroa, H. (1998). The role and character of the nature of science in science education. *Science & Education*, 7(6), 511-532.
- McDonald, C. V. (2010). The influence of explicit nature of science and argumentation instruction on preservice primary teachers' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(9), 1137-1164.
- Millar, R. (2010). Practical Work. In J. Osborne & J. Dillon, (Eds.) *Good practise in science teaching what research has to say?*)pp. 108-134) London:Routledge.
- Milli Eğitim Bakanlığı (2013). İlköğretim kurumları (ilkokullar ve ortaokullar) fen bilimleri dersi (3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar) öğretim programı. Ankara: Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Newton, P., Driver, R., & Osborne, J. (1999). The place of argumentation in the pedagogy of school science. *International Journal of Science Education*, 21, 553-576.
- NGSS Lead States. (2013). *Next generation science standards: For states, by states*. Washington, DC: National Academies Press.
- Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S. (2004). *Ideas, Evidence and Argument in Science. Video, In-service Training Manual and Resource Pack*. London: King's College London.
- Öztürk, E., & Kaptan, F. (2014). "ESERA 2009" Fen eğitimi araştırmaları konferansı ve içeriğine bakış: bilimin doğası, tarihi ve felsefesi, argümantasyon üzerine yapılmış çalışmalar. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 22(2), 649-672.

- Ryder, J., Leach, J., & Driver, R. (1999). Undergraduate science students' images of the nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(2), 201-220.
- Schwartz, R. S., Lederman, N. G., & Crawford, B. (2004). Developing views of nature of science in an authentic context: an explicit approach to bridging the gap between nature of science and scientific inquiry, *Science Education*, 88, 610-645.
- Tsai, C. C. (2002). Nested epistemologies: science teachers' beliefs of teaching, learning and science. *International Journal of Science Education*, 24(8), 771-783.
- Turgut, H. (2005). Yapılandırmacı tasarım uygulamasının fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel okuryazarlık yeterliklerinden "bilimin doğası" ve "bilim-toplum-teknoloji ilişkisi" boyutlarının gelişimine etkisi. (Yayımlanmamış doktora tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Uluçınar-Sağır, Ş., & Kılıç, Z. (2013). İlköğretim öğrencilerinin bilimin doğasını anlama düzeylerine bilimsel tartışma odaklı öğretimin etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 44, 308-318.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2013). Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri (9. Baskı). Ankara: Seçkin
- Yıldırım, H. E., & Nakiboğlu, C. (2013). Kimya öğretmenleri ve öğretmen adaylarının argümantasyona dayalı kimya derslerinin hazırlığı ve uygulanması ile ilgili görüşleri. *Türk Fen Eğitimi Dergisi* 10(3), 185-210.

EXTENDED SUMMARY

PURPOSE

Understanding scientific discourse and discussion, supporting and furthering, discourse analysis, talking about science in classes, explanation in science classes are issues that render the individuals become scientifically literate. In such a learning environment individuals involved in conversations where they reason verbally, make arguments containing refutation and supporting. By this means, PSTs can change or improve their inadequate views about NOS even if teaching science based on implicit argumentation does not target teaching elements of NOS. Therefore, the present study aims to investigate the effects of teaching intervention based on implicit argumentation on PSTs' views about NOS and to analyze the changes on their views with the specifically designed implicit argumentation activities.

METHOD

In the present study action research among the qualitative designs was adopted. A total of 16 PSTs, 11 of whom are female (68,75%) and 5 of whom (31,25%) are male participated in the study. Participants who are senior students at Primary Science Education department at a state university in Sakarya. They had already completed a course named as "NOS and History of Science" during their junior year. PSTs did not attend any course related to argumentation in science in their previous educational lifespan. In the study, VNOS-C consisting of 10 open-ended questions was distributed to PSTs and asked them to fill in the questionnaire prior to and at the completion of the teaching intervention. Additionally semi-structured face-to-face interviews consisting of 5 open-ended questions were conducted. A teaching intervention based on implicit argumentation was designed. It involved teaching activities related to different science topics and lasted 9 weeks (18 hours) of school teaching hours. The teaching intervention stated to introduce implicit argumentation in science education. PSTs were modelled how the argumentation can be carried out in science classes. They were encouraged to examine and evaluate argumentation activities for teaching different science topics. PSTs were also involved in activities where they analyzed argumentation levels and demonstrate the functioning of implicit argumentation with practices in science teaching. PSTs' responses to VNOS-C questionnaire was analyzed in order to determine the participants' views of NOS. In doing so both descriptive and content analysis approaches were used. Questionnaire data were analyzed around three categories as naive, eclectic and conscious-informed. Furthermore, data obtained from the verbal or written open-ended responses of PSTs were analyzed and coded by the researcher and later by a second researcher to reduce errors which may have resulted from perception, comprehension and interpretation skills.

RESULTS

Although the teaching activities designed did not possess content targeting the NOS elements, it was observed that they were effective on improving PSTs' views of NOS. Considering the results regarding the change in PSTs' views of NOS, findings revealed that regarding;

- The notion and function of science; 2 PSTs (2/16; 12,5%) switched from eclectic view to conscious-informed view, and 1 PST (1/16; 6,25%) switched from naive view to eclectic view,
- The nature of scientific knowledge; nearly half of the PSTs (7/16; 43,75%) switched from eclectic view to conscious-informed view, and 3 PSTs (3/16; 18,75%) switched from naive view to eclectic view,
- The subjectivity and objectivity in science; 1 PST (1/16; 6,25%) switched from eclectic view to conscious-informed view, and 3 PSTs (3/16; 18,75%) switched from naive view to eclectic view.
- The scientific method; 3 PSTs (3/16; 18,75%) switched from naive view to eclectic view.
- The relationship between theories and laws; 2 PSTs (2/16; 12,5%) switched from naive view to conscious-informed view, and 6 PSTs (6/16; 37,5%) switched from naive view to eclectic view,
- The prediction and theoretical acceptances in science; 3 PSTs (3/16; 18,75%) switched from naive view to conscious-informed view.
- The relationship between science and society; 1 PST (1/16; 6,25%) switched from eclectic view to conscious-informed view, and 1 PST (1/16; 6,25%) switched from naive view to eclectic view,
- The imaginative-creative nature of science; 2 PSTs (2/16; 12,5%) switched from eclectic view to conscious-informed view.

DISCUSSION

Following from the findings it could be said that PSTs' views of NOS changed largely from naive to eclectic category after the teaching intervention. Changes on the views were not the same for every dimension of NOS. It was determined that NOS components which were observed to have the uttermost improvement were the nature of scientific knowledge based on experiment and observation, its theory-laden nature and its social-cultural nature. The areas where the improvement of PSTs' understanding of NOS was the merest were the tentativeness of scientific laws and relationship between theories and laws.

CONCLUSION

In the light of the results of the study, it can be said that teaching based on implicit argumentation remedies the misconceptions regarding the NOS and hence enriches PSTs' understanding of it. The designed teaching intervention did not target teaching the elements of NOS. Yet, it improved PSTs' ideas regarding some elements of NOS. Its success appear to be limited in some of the ideas of NOS though. It is recommended to design and evaluate teaching interventions in different subject, with a longer teaching time.

EK

Etkinlik 13 Buzun Su-Buharına Isınması

Bu aktivitede yarışan teorileri kullanılır - bu durumda, buz eridiği ve su kaynadığı zaman ne olduğu hakkındaki çelişen teoriler. Öğrencilere buzun su buharına ısıtılmasını içeren 2 zıt zamana karşı sıcaklık grafiği sunulur. Öğrencilerden, hangi grafiğin (grafik-1 veya grafik-2) veya her ikisini destekleyebilen delil listesini değerlendirmeleri istenir. Kartlardan ve ilgili herhangi başka düşüncelerinden delil kullanarak grafik seçimleri için gerekçelendirmeleri beklenir.

Amaçlar

Bu çalışmanın amaçları şunlardır:

- Buz su buharına ısıtıldığında sıcaklık değişimini en iyi temsil eden grafiği savunmak için öğrencilere bir durum sağlamak
- Her iki grafiğe inananların argümanlarını gerekçelendirmeleri için sunulan kartlardaki delilleri kullanmak üzere öğrencileri cesaretlendirmek.

Öğrenme Hedefleri

Öğrenciler için bu aktivitedeki öğrenme hedefleri:

- Maddenin hallerindeki değişim hakkındaki kanıtları ve grafiksel sunumlarını değerlendirmeyi öğrenme;
- Maddenin hâllerindeki değişimleri meydana getiren enerjinin gerekli olduğunu ve faz geçişlerindeki sıcaklık değişiminin hiç olmadığını anlamak. Öğrenciler, grafiksel formlarda temsil edilebilen bu fikirlerdeki yollar hakkında tartışmayı öğrenecekler.
- Grafiksel sunumlardan birinin neden doğru olduğunu gerekçelendirmek için delil sunma ve değerlendirmeyi grup halinde yapmak.

Öğretim Noktaları

Öğrencilerin, - katı, sıvı ve gaz - üç faz halindeki maddenin partikülünü biraz anlamaları gerekecektir. Partiküllerin hareketi üzerine ısının etkisini de biraz anlamaları gerekecektir. İki grafik arasındaki farklılık hakkında öğrencilerin belirgin olması için ne sunulduğunu ve grafiklerin ne ifade ettiği üzerine biraz zaman harcamak faydalı olabilir.

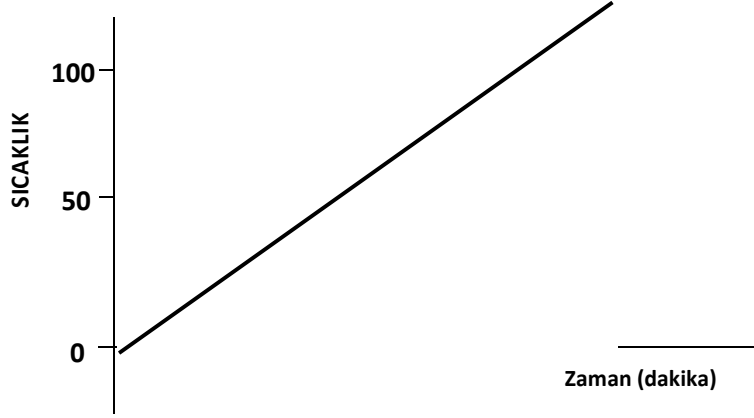
Öğretim Sırası

- Grafikleri dağıtın ve öğrencilerin hangi grafiğin doğru olduğunu ve sebebinin ne olduğunu grup halinde çalışarak karar vermeleri gerekeceğini açıklayın. Ayrıca diğer grafiğin neden yanlış olduğu hakkında düşünmeleri de gerekir. Öğrencilerden üç veya dört kişilik gruplar oluşturmalarını isteyin ve grup içi tartışmalarına yaklaşık 15 dakika izin verin.
- Gruplardan, hangi grafiğin doğru olduğuna neden inandıklarını gerekçelendirmeleri için delil durumlarını kullanmalarını isteyin. A5 boyutunda boş bir kâğıt dağıtın. Her bir gruptan delilleri durumlarını kesmelerini ve argümanları için ilgili/ilgisiz şekilde sıralamalarını isteyin.
- Sonra, bunları arzuladıkları her hangi ilave bir text ile bir kâğıt üzerine yapıştırmalarını ve doğru olan grafiğin görüşü için yazılmış bir argüman oluşturmak için eklemelerini isteyiniz.
- Grup içi tartışmadan sonra, bir grup seçin ve oluşturdukları argümanı sunmalarını isteyin. Kartlardan hangi delili kullandıklarını ve grafiklerini neden seçtiklerini öğrencilerden açıklayarak anlatmalarını isteyin. Karşıt düşüncede olan en az iki grubu seçin ve deneyin.
- Öğrencileri grup argümanlarını değerlendirmeleri için cesaretlendirin. Sunulan argümana karşılık verecekleri delilin ne olduğunu ve neden farklı düşüncede olduklarını açıklayarak diğer gruplarla neden aynı fikirde olmadıkları hakkında nitelikli olmalarını öğrencilerden isteyin.

Buzun Su Buharına Isınması

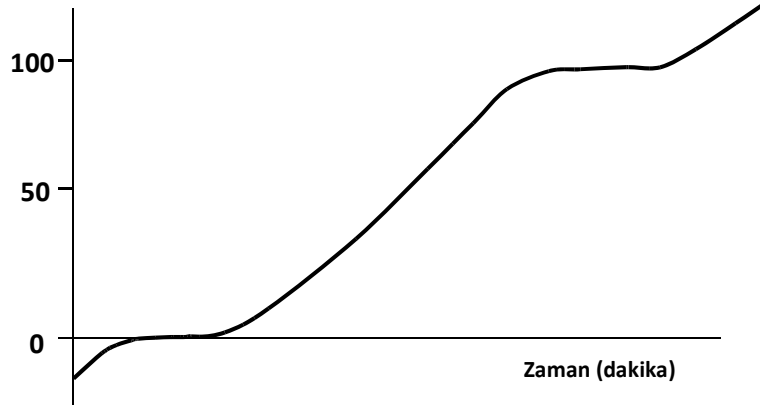
Bazı 8. Sınıf öğrencileri suyun nasıl ısıtıldığı üzerine bir çalışma yapmışlardır. Buzun su buharına ısıtıldığı zaman sıcaklığın nasıl değişeceğinin grafiğini tahmin etmek zorundadırlar.

Aşağıda bununla ilgili iki farklı grafik var.



a)

b)



Isıtıldığı zaman suyun sıcaklığının nasıl değiştiğini gösteren en olası grafiği, grup içinde tartışınız. Argümanınızı desteklemek için en az BİR nedene sahip olmanız gerekmektedir.

Delil Kartları

Buz ısıtıldığı zaman eriyecektir ve suya dönüşecektir.
 Katılarda, partiküller arasında sabit şekilde birarada tutan bağlar vardır.
 Bir madde ısıtıldığında, ısı enerjisinin temini genellikle sabittir.
 Enerji, partiküller arasındaki bağları kırmak için gereklidir.
 Buz 0 °C'de erir ve 100 °C'de kaynar.
 Enerji, partiküller arasındaki bağları kırmak için kullanılırken hiçbir sıcaklık olmayacaktır.
 Madde ısıtıldığı zaman partikülleri ısı enerjisini absorbe eder (soğurur) ve daha hızlı hareket eder.

