

# Bilimin Doğasını Anlama ve Uygulama: Fen Öğretmenlerinin Argümantasyona Dayalı Profesyonel Gelişim Deneyimi<sup>1</sup>

Özden Şengül<sup>2</sup>

Patrick J. Enderle<sup>3</sup>

Renee Schwartz<sup>4</sup>

## Özet

Bu çalışma, fen bilimleri öğretmenlerinin, bilimin doğasını (NOS) anlamalarının ve uygulamalarının, argümantasyon odaklı mesleki gelişim deneyimiyle, nasıl etkilendiğini araştırmaktadır. Çalışma, dört fen bilgisi öğretmeni ile çoklu vaka çalışması yöntemine sahiptir. Bu öğretmenler, Amerika Birleşik Devletleri'nin güneydoğusundaki aynı okul bölgesinden seçilmiştir. Öğretmenlerin bilimin doğasıyla ilgili görüşlerindeki değişiklikleri değerlendirmek amacıyla bilimin doğası görüşleri (VNOS) anketi uygulanmış ve yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Öğretmenlerin bilimin doğası karakterlerini uygulaması, sınıf gözlemi yoluyla alan notları alınarak incelenmiştir. Veri analizi, tanımlayıcı istatistik metodu ve sabit-karşılaştırmalı yöntemle gerçekleştirilmiştir: Katılımcıların VNOS anketindeki yanıtları için puanlar atanmış ve kodların sıklığı incelenerek kategori ve temalar tanımlanmıştır. Sonuçlarda, dört fen bilgisi öğretmenin bilimin doğası ile ilgili görüşlerinde önemli değişiklikler olmadığı gözlemlenmiştir. Bilimin doğası hakkında sürekli olarak naif veya karışık seviyede görüşler göstermişlerdir, ancak bazı bilimin doğası görüşlerinde hafif olumlu veya olumsuz değişiklikler de gözlenmiştir. Uygulama esnasında, fen bilimleri öğretmenlerinin bilimin doğasını kullanımı farklıydı: İki öğretmen bilimin özelliklerini açıkça uygulamada vurgulamış olsa da diğer iki öğretmen bilimin özelliklerine açıkça vurgu yapmamıştır. Çalışma, hizmet içi fen bilimleri öğretmenlerinin mesleki gelişimi için bir örnek oluşturmaktadır. Fen bilimleri öğretmenleri, yenilikçi öğretim strate-

1 Bu çalışma, "6. Uluslararası Ege Sosyal ve Beşeri Bilimler Kongresi"nde farklı bir başlıkla sunuldu. Özet olarak yayınlansa da, tüm makale olarak yayınlanmadı. Yayınlama başlığı: "Fen Öğretmenlerinin, Bilimin Doğasını Anlamaları ve Uygulamaları, Argümantasyon Odaklı Öğretime Göre Nasıl Etkilenir?"

2 Boğaziçi Üniversitesi, ozden.sengul@boun.edu.tr, Orcid: 0000-0002-7127-7897

3 Georgia State Üniversitesi, penderle@boun.edu.tr, Orcid: 0000-0002-3018-4416

4 Georgia State Üniversitesi, rschwartz@boun.edu.tr, Orcid: 0000-0002-8244-2579

jileri ve kavramsal değişim yaklaşımı gibi bilimin doğasını açıkça vurgulayan bir yaklaşımla bilimin doğasını anlamaları ve uygulamaları desteklenmelidir.

## GİRİŞ

Fen eğitimi üzerine yayınlanan ulusal ve uluslararası raporlar, bilimsel okur yazarlığın artmasının, bilimsel pratikleri ve bilimin doğasını anlama ve uygulamayla mümkün olacağını vurgulayarak hedefler (Milli Eğitim Bakanlığı (MEB), 2011; National Research Council (NRC), 2012; NGSS Lead States, 2013). Fen öğretmenlerinin bilimin doğasını anlamaları ve uygulamaları, bilimin anlamına ve bilimsel bilginin nasıl geliştiğine vurgu yaparak, öğrencilerin aktif şekilde bilimle uğraşmalarının desteklenmesinde rol alır. Bilimin doğası, farklı tarihsel ve filozofik perspektiflerle tanımlanmıştır (e.g. Popper, 2003; Kuhn, 1995; Lederman, 1992). 19. yüzyılda Comte, pozitivist bir bakış açısıyla, bilimsel bilginin gözlemlenebilir, ölçülebilir, ve doğrulanabilir olduğunu savundu. Popper ise, bilimin doğrulanabilme özelliğinin dogmatik olmayla ilgili olduğunu belirtmiş ve doğrulanabilir olmaya eleştirel bakmıştır, bilimsel bilginin yanlışlanabileceğini savunmuştur. (Popper, 2003). Kuhn, Popper'ın yanlışlama ilkesine ek olarak, bilimin varolan bilgiler üzerine inşa edildiğini ya da yeni örnekler ve çözümler üreterek devrim niteliğinde araştırmalar bütünü olduğunu savunmuştur (Kuhn, 1995). Lederman & Lederman (2014), bilimin doğasını, bilimsel bilginin gelişmesinin tabiatında yer alan insan gayreti, düşünme ve mantık gücü, değerler ve inançlar bütünü olarak tanımlamıştır. Günümüzde bilimin doğası ile ilgili yapılan tanımlar (Erduran & Dagher, 2014; Irzik & Nola, 2014; Lederman & Lederman, 2014) farklı olsa dahi, yaygın olarak tanımlanan bilimin doğasıyla ilgili temel karakterler olarak: bilimin değişken doğası, fakat sürekli bilgi içerdiği, deneysel ya da deneye dayalı olduğu, subjektif ya da öznel olarak önceki bilgilerden ve teorik perspektiflerden etkilendiği, hayal gücü ve yaratıcılığa bağlı olduğu, sosyal ve kültürel değerlerle beslendiği, gözlem ve sonuç çıkarma ve teori ve yasalar arasındaki farkı anlamının önemli olduğu vurgulanır.

Öğrenciler, bilimin doğası ile ilgili kavram yanlışlarına sahiptirler, ve bu, fen derslerini anlamalarını zorlaştırır (Khishfe & Abd-El-Khalick, 2002). Fen öğretmenlerinin, bilimin doğasını ve bilimsel pratikleri iyi seviyede anlaması ve ders anlatma pratiklerinde kullanmaları gerekmektedir (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000; Khishfe, 2004). Öğretmenler, bilimi farklı şekillerde tanımlamışlardır: bilimi, bir yandan, bilimsel gerçekliklere dayanan bilgi bütünü olarak; diğer yandan, bilimi, bilginin yapılanmasını, eleştirilmesini, değerlendirilmesini ve yeniden düzenlenmesini sağlama çabası olarak tanımlamışlardır. (Şengül, 2018). Bazı öğretmenler, bilimin doğasını dolaylı bir

yaklaşım, sadece öğrencilerin aktif katılımı yaparak yaşayarak, sorgulama ve deney yoluyla öğrenmesini hedefleyip, bilimin doğasını açık olarak vurgulamadan öğretmeyi hedefler. Bu tarz, bilimin doğasının karakterlerini açık olarak vurgulamadan öğretmek olumlu sonuçlar vermemiştir (Abd-El-Khalick & Akerson, 2004). Farklı yaklaşımlarla, bilimin doğası doğrudan ve yansıtıcı bir şekilde vurgulanmıştır. McDonald (2010), argümantasyon yoluyla açık ve yansıtıcı öğretim yaklaşımıyla, bilimin doğasının nasıl öğretileceğini ve öğrencilerin bilimin doğasıyla ilgili görüşlerinin nasıl değişeceğini araştırmıştır. Doğrudan-yansıtıcı yaklaşımda, deney yoluyla veya sorgulamaya dayalı öğrenme esnasında, bilimin doğasının karakterlerinin vurgulanmasını ve açık bir şekilde yansıtılmasını hedefler. Diğer bir açık ve yansıtıcı yaklaşım da, Abd-El-Khalick (2005) tarafından, tarihsel ve filozofik okumalar ve tartışmalar yoluyla fen öğretmeni adaylarının bilimin doğasını anlamaları için düzenlenmiştir. Çalışmanın sonunda, öğretmen adayları, bilimin doğasının özellikleriyle ilgili iyi düzeyde görüş geliştirmişlerdir.

Bilimsel okuryazarlığın kazanılması için, fen eğitiminde kavram bilgisiy-le birlikte bilimsel pratiklerin ve bilimin doğasının anlaşılması ve uygulanmasında öğretmenlerin mesleki gelişimleri önemli bir yer tutmaktadır. Bu nedenle, fen bilgisi öğretmenlerinin bilimin doğasını anlaması ve uygulaması ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır (Lederman & Lederman, 2014). Bu çalışmalar, bilimsel pratikler bağlamında -bilimsel aktiviteler veya sorgulama yoluyla öğrenmeyi destekleyen deneyler yoluyla- veya vaka temelli yaklaşımlarla- bilimin tarihsel, filozofik, ve sosyolojik yönlerini vurgulayan hikayeler, anlatılar yoluyla- fen öğretmeni adaylarının ve fen öğretmenlerinin bilimin doğasını anlamaları ve pratiklerine aktarılmasının incelenmesi yapılmıştır ve olumlu sonuçlar vermiştir (Ogunniyi, 2006; Seung et al., 2009). Argümantasyon odaklı öğretim, öğretmenlerin bilimin doğasını anlamaları ve uygulamaları için açık ve yansıtıcı öğretim yaklaşımıyla kullanılabilir bir metottur ve çok fazla kullanılmamıştır (Şengül, 2018; McDonald, 2010; Pimentel & McNeill, 2013). McDonald (2010), fen bilgisi öğretmen adaylarının, bilimsel gerçeklikler yerine, bilimin doğasının karakterlerini, sosyal-bilimsel olarak güncel konuları tartışarak daha kolay öğrendiklerini açıklar. McDonald (2010), bilimin doğası ile ilgili kavramların gelişmesini, argümantasyon yapılarının, epistemolojik araştırma ve inceleme sorularının, ve alternatif açıklama tekniklerinin kullanılmasına bağlar.

Bu çalışma, argümantasyon bağlamında, argümantasyon odaklı bir profesyonel gelişim programında, fen bilgisi öğretmenlerinin bilimin doğasını anlamalarını inceler. Bu çalışma, argümantasyon odaklı bir senelik profesyonel gelişim programı yoluyla fen bilgisi öğretmenlerinin bilimin doğasını an-

lamalarındaki değişimi ve öğretmenlerin bilimin doğası ile ilgili görüşlerini uygulamaya nasıl yansıttığını araştırır. Bu çalışma, bilimsel bir pratik olarak argümantasyonun, öğretmenlerin bilimin doğasını anlamaları ve uygulamalarını nasıl desteklediğini çoklu-vaka incelemesi yoluyla açıklamayı hedeflemektedir. Çalışmaya şu soru rehberlik eder: Fen öğretmenlerinin, bilimin doğasını anlamaları ve uygulamaları, argümantasyon odaklı profesyonel gelişim programı ile nasıl etkilenir?

## 1. LİTERATÜR TARAMASI

Önceki çalışmalar, fen öğretmenlerinin inanç ve bilgi düzeylerini farklı kurgu ve bağlamlarda incelemiştir. Bu çalışmalar, fen öğretmenlerinin bilimin doğasıyla ilgili görüşlerini profesyonel gelişim programları yoluyla değiştirip değiştirmediklerine ve görüşlerini uygulamaya nasıl aktardıklarına odaklanmaktadır (e. g. Capps & Crawford, 2013; Herman, Clough, & Olson, 2013; Mulvey & Bell, 2017; Posnanski, 2010). Mesela, Akerson et al. (2009), dört fen öğretmenin bilimin doğası ile ilgili görüşlerinin bir seminer programıyla nasıl değiştiğini araştırmıştır. Seminer programında, fen öğretmenleri, sorgulama odaklı deneyler yoluyla modelleme, deney tasarlama, veri toplama ve analiz etme gibi bilimsel pratikleri aktif olarak deneyimlemişlerdir. Fakat, sınıf uygulamalarında, bu öğretmenlerin bilimin doğasını pratiklerine dökemedikleri, ve seminer programından üç ay sonra bilimin doğası görüşlerinin kalıcı olmadığı gözlemlenmiştir. Akerson et al. (2009)'un sonuçları, daha önceki Akerson et al. (2006) çalışması gibi fen öğretmenlerinin, seminer sonrası bilim doğasıyla ilgili görüşleri kalıcı olmamıştır.

Morrison, Raab, ve Ingram (2009) çalışmasında, fen öğretmenlerinin mülakatlar, gözlemeleme, ve görüşmeler yoluyla yapılan araştırma stajyerliğine odaklanır, ve katılımcı öğretmenlerin bilimin doğasını anlamalarında olumlu ilerlemeler gözlenir. Öğretmenlerin, bilim insanları ile yaptıkları etkileşimler ve görüşmeler, bilimin doğasını anlamalarını sağlar. Diğer bir çalışmada, sorgulamaya dayalı öğrenme odaklı profesyonel gelişim programına katılan fen öğretmenleri, bilimin doğasıyla ilgili görüşlerini zayıftan bilgiliye geliştirmişlerdir (Posnanski, 2010). Donnelly ve Argyle (2010) çalışmasında, profesyonel gelişim programlarıyla, bilimsel bağlam oluşturmuş ve oluşturmamış aktivitelerin, fen öğretmenlerinin bilimin doğasını anlamalarındaki rolünü araştırmıştır. Sonuçta, fen öğretmenlerinin bilimin doğasını farklı açılardan anladığı ve geliştirdiği gözlemlenmiştir: deneysellik, teori-yasa arasındaki farkın ayrımı, bulgunun rolü, yaratıcılık, ve öznellik. Öğretmenlerin, özellikle bulgunun rolü ve teori-yasa arasındaki farkın ayrımı ile

ilgili görüşlerinde kayda değer öğrenme kazanımı olduğu bulunmuştur. Bu çalışmalar, fen öğretmenlerinin, sorgulama-odaklı öğrenme üzerine düzenlenen profesyonel gelişim programlarına katılmalarının bilimin doğasını anlamalarını geliştirdiğini göstermiştir.

Bazı çalışmalar, kavramsal değişim yaklaşımıyla, bilimin doğasının öğretimine, öğrencilerin görüşlerinden ve pratiklerinden önce ön bilgileri dikkate alınarak vurgu yapılması hedeflenmiştir (Abd-El-Khalick & Akerson, 2004). Bell et al. (2016) çalışmasında, 70 fen bilgisi öğretmen adayının, bilimin doğasıyla ilgili görüşlerinin, fen bilimleri metod uygulama dersiyile değişimini incelemiştir. Ders, bilimsel bilgi ve pratiklere vurgu yapmaktadır. Araştırmacılar, öğretmen adaylarının ön bilgilerine hitap ederek bilişsel çelişki başlatmayı, ve katılımcıları görüşleri üzerine yansıtıcı açıklamalar yaparak bilimin doğası görüşlerini geliştirmelerini sağlamıştır. Mulvey & Bell (2017), başka bir çalışmada, fen öğretmenlerinin, bilimsel bağlamlı ve bağlamsız aktiviteler içeren bir profesyonel gelişim dersinden sonra bilimin doğası görüşlerinin kalıcılığını sağlayıp sağlamadıklarını incelemiştir. Çalışmada, hem bağlamlı hem de bağlamsız (karışık) bilimsel aktivitelerin birlikte kullanılması ve fen öğretmenlerinin bilimin doğası ile ilgili tartışmalara katılmaları, bilimin doğasıyla ilgili bilgili düzeyde görüş geliştirmelerini sağlamıştır. Katılımcı öğretmenlerin görüşleri, profesyonel gelişim programından 10 ay sonra da devam etmiştir. Bell et al. (2016) ve Mulvey & Bell (2017) çalışmalarında, kavramsal değişim yaklaşımıyla, fen öğretmenlerinin ve öğretmen adaylarının, bilimin doğası ile ilgili görüşlerini fen bilimleri metod uygulama dersleriyle geliştirmiş ve kalıcılığını sağlamışlardır.

Abd-El-Khalick et al. (1998), Bell et al. (2000), Brickhouse (1990) ve Lederman (1999) gibi önceki çalışmalarda, fen öğretmenlerinin başarılı bir şekilde sahip oldukları bilimin doğası görüşlerini pratiğe dökemedikleri gözlemlenmiştir. Özellikle öğretmenlerin mesleki deneyimlerine bağlı olarak farklılıklar gözlenmiştir: Örneğin, öğretmenlik deneyimleri fazla olan fen öğretmenleri, bilimin doğasıyla ilgili görüşlerini sınıfta pratiğe aktarabilmişlerdir (Brickhouse, 1990; Lederman, 1999); fakat, öğretmenliğe yeni başlayan fen öğretmenleri görüşlerini pratiğe dökmekte başarısız olmuşlardır (Abd-El-Khalick et al., 1998; Bell et al., 2000; Lederman, 1999). Capps & Crawford (2013) çalışmasında, fen öğretmenlerinin sorgulama yoluyla öğrenme esnasında kazandıkları bilimin doğasının elementleriyle ilgili görüşleri ve pratikleri arasında paralellik gözlemlenmiştir. Çalışmanın başında, öğretmenlerin sorgulama yoluyla eğitim ve bilimin doğası görüşleri zayıftı, ve görüşlerini pratikte gösteremiyorlardı. Fakat, yoğun profesyonel gelişim programı, bilimin doğasıyla ilgili görüşlerini geliştirmelerini ve görüşleri-

ni uygulamalarını sağlamıştır. Başka bir çalışmada, Herman et al. (2013), fen öğretmenlerinin bilimin doğasıyla ilgili görüşleri ve pratikleri arasında doğrusal olmayan bir ilişki bulmuştur. Bu çalışma, deneyimli fen öğretmeni olmanın, bilimin doğası odaklı ders anlatmada yeterli olmayacağını vurgulamıştır: öğretmenler bilgili düzeyde bilimin doğası görüşleri geliştirseler de, görüşlerini uygulamaya yansıtamamışlardır.

Bu çalışmalar, fen bilgisi öğretmen adaylarının ve öğretmenlerinin, yenilikçi öğretim stratejileri yoluyla, bilimin doğasını anlamalarını ve uygulamalarını deneysel araştırma sonuçlarına bağlı olarak ortaya koymuştur. Öğretmenlerin, bilimin doğasıyla ilgili bilgileri ve uygulamaları sorgulama odaklı öğretime veya bilimsel bağlamda hazırlanan aktivitelere aktif olarak katılarak gelişmiştir. Sonuçlar, gelecekte yapılacak araştırmalar için önerilerde bulunmuştur; fen öğretmenlerinin bilimin doğasıyla ilgili görüşlerinin bilimsel bağlamda hazırlanan aktiviteler yoluyla farklı öğretmen gruplarıyla ve farklı metodolojik yaklaşımlarla incelenmesi gerektiği vurgulanmıştır. Bu nedenle, bu çalışma, bilimsel bir pratik olan argümantasyon odaklı yenilikçi yaklaşımı vurgulayan profesyonel gelişim programıyla fen öğretmenlerinin bilimin doğasını anlamalarını ve uygulamalarını incelemeyi hedefler.

## 2. YÖNTEM

Bu çalışma, katılımcı fen bilgisi öğretmenlerinin bilimin doğası ile ilgili görüşlerini ve pratikte uygulamasını derinlemesine incelemek amacıyla nitel bir vaka çalışması (Yin, 2014) olarak hazırlanmıştır. Bu vaka çalışmasıyla, hizmet-içi fen bilimleri öğretmenlerinin, bir yıllık profesyonel gelişim programı aracılığıyla, bilimin doğası hakkındaki görüşlerindeki değişimi ve bu öğretmenlerin bilimin doğası görüşlerini pratiğe entegre edip etmediklerini anlamak hedeflenmiştir.

Yeni Nesil Bilim Standartları (NGSS Lead States, 2013), fen öğretiminin temel fen disiplinleri (biyoloji, fizik, kimya) ve kavramları (neden-sonuç, sistem gibi), bilimsel pratikleri ve bu kavramların hepsiyle bağlantılı olan bilimin doğasının elementlerinin vurgulanmasını tavsiye etmiştir. Crawford (2014), fen öğretiminde, öğrencilerin kavramsal bilgi, bilimsel pratikleri ve bilimin doğası görüşlerini geliştirmenin sorgulamaya dayalı öğrenme yoluyla mümkün olabileceğini öne sürmüştür. Bu çalışmada, argümantasyona dayalı aktiviteler, Sampson et al. (2011) tarafından geliştirilmiş ve yenilikçi bilimsel araştırmayla belirlenen stratejilerin fen öğretmenleri tarafından kullanılması hedeflenmiştir. Bu aktiviteler, öğretmen ve öğrencilerin, temel kavramlarla birlikte, bilimsel pratikleri uygulamasını -soru sorma ve problem geliştirme, model geliştirme ve kullanma, deney planlama ve yürütme, veri toplama, analiz etme, ve yorumlama, matematiksel ve bilişsel düşünme yeteneği geli-

tirme ve kullanma, açıklama yapma, bulguya dayalı argüman geliştirme, ve sonuçları karşılaştırıp değerlendirerek grup çalışması içinde iletişime geçebilmesini- ve bilimin doğasının vurgulanmasını sağlar.

Bu çalışma, Amerika Birleşik Devletleri'nin güneydoğu okul bölgesindeki okullarda çalışan dört fen bilgisi öğretmenin katıldığı, bir yıllık mesleki gelişim programının bir parçasıdır. Katılımcı fen öğretmenleri, bir haftalık yaz çalışmayı sırasında argümantasyon odaklı aktiviteler üzerinde deneysel çalışmalar yürüttüler ve deneyimleri üzerine yansıtıcı sorular yanıtlamışlardır. Yaz çalıştıyandan sonra, katılımcı öğretmenler okul yılı boyunca takip toplantılarına katıldılar. Bir sene boyunca argümantasyon odaklı aktiviteleri derslerinde kullanmaları ve toplantılarda deneyimlerini yansıtıcı bir şekilde tartışmaları önerildi. Araştırmacı, sene içerisinde öğretmenlerin derslerini ziyaret edip pratikleriyle ilgili gözlemlerde bulundu ve görüşmeler yaptı. Sene sonunda, her katılımcı öğretmenin sınıfında en az 14 ders saati gözlem yapılmıştır, ve en son, öğretmenlerin bilgi, inanç ve uygulamaları hakkında bir mülakat yapılmıştır.

Bu çoklu vaka çalışması için katılımcılar, aynı okul bölgesinden, dört fen bilgisi öğretmeni çalışma bölgesine yakınlıkları, uygunlukları ve gönüllülükleri düşünüldükçe seçilmiştir. Bu öğretmenlerden, Asya, 9.-12. sınıf arasındaki öğrencilerin olduğu karma bir sınıfta fen bilgisi derslerini öğretiyordu. Bella, 10. sınıf fizik derslerini; Eva, 8. Sınıf fen bilgisi derslerini, ve Olivia, 12. Sınıf yaşam bilimi ve anatomi dersini işliyordu. Asya ve Eva, mesleki deneyimi olarak uzman öğretmen kapasitesindeydi; 15 yıldan fazla öğretmenlik deneyimleri vardı. Olivia ve Bella, beş yıllık öğretmenlik deneyimleriyle daha az tecrübeye sahipti.

Veri toplama aracı olarak, nitel veri kaynaklarından yararlanılmıştır; anketler, yarı-yapılandırılmış mülakatlar, ve sınıf gözlemleri kullanılmıştır. "Bilimin Doğasının Görüşleri (VNOS-270)" anketi (Schwartz, 2007), katılımcı öğretmenlerin bilimin doğası hakkındaki görüşlerindeki değişimi değerlendirmek için üç kez- çalıştay öncesi, çalıştay sonrası ve çalıştıyandan bir yıl sonra (çalıştay gecikmiş sonrası)- uygulanmıştır. Anketlerle birlikte, katılımcılar, kendi öğretim yöntem ve teknikleri üzerine ve bilimin doğası ile ilgili soruları yanıtlamışlardır. Sınıf uygulama gözlemleri, katılımcı her öğretmenin sınıfında, çalışmanın son ayında en az 14 saat gözlem notları alınarak yapılmıştır. Toplanan anket ve ders gözlemleri sonrasında, katılımcıların argümantasyon odaklı öğretim deneyimleri, bilimin doğasıyla ilgili görüşleri ve uygulamaları hakkında son bir mülakat yapılmıştır.

Çalışma, katılımcı fen öğretmenlerinin bilimin doğası ile ilgili görüşlerinin, argümantasyon odaklı bir senelik mesleki gelişim programı aracılığıyla değişip değişmediğini ve pratikte kullanıp kullanmadıklarını anketler, mü-

lakatlar ve gözlemler yoluyla araştırmıştır. VNOS-270 anketinin analizi ve yarı yapılandırılmış görüşmeler, öğretmenlerin bilimin doğası hakkındaki bilgilerini değerlendirmek için kullanılmıştır. Tanımlayıcı istatistik yöntemiyle anket sonuçları belirlenmiş, ve sabit-karşılaştırmalı yöntemle nitel veri olan görüşme mülakatlar analiz edilmiştir. Puanlar, tanımlayıcı istatistiğe göre, VNOS-270 anketi üzerinden, çoklu “+” sistemi aracılığıyla bir sürekliliği temsil eden bir dizi görüşe göre sınıflandırılmıştır; bu süreklilik naif: -, karışık/karmaşık: (+), bilgilendirilmiş: +, daha fazla bilgili: ++, daha da bilgili: +++ tanımlarını içeren görüşleri temsil eder. Naif seviyede, bilim nesnel ve evrensel olarak tanımlanır, ancak daha bilgili seviyede, bilim, bireylerin iddialarını doğrulamada kanıt kullanmalarına yardımcı olan çıkarımsal ve yaratıcı faaliyetler olarak tanımlanır (Schwartz, 2007). Tanımlayıcı istatistiğe ek olarak, program boyunca alınan anket ve mülakat verileriyle, katılımcı öğretmenlerin sene içerisinde -baştan sona kadar- nasıl farklılıklar gösterdiği ve fikir seviyelerini sentezlemek için sürekli karşılaştırmalı yöntem (Corbin & Strauss, 2008) kullanılmıştır. Hem veriden gelen hem de teoriden gelen kodlarla kodlama yapıldıktan sonra, sık görünen kodlar arasında bağlantı kurularak kategoriler oluşturulmuştur. Katılımcı öğretmenlerin ankete verdikleri yanıtların yanı sıra gayri resmi konuşmalar, sınıf gözlemlerinden alınan alan notları ve son yarı yapılandırılmış görüşme, öğretmenlerin bilimin doğasıyla ilgili görüşlerini ve uygulamasını araştırmak için kullanılmıştır.

**Tablo 1:** *Katılımcı fen öğretmenlerinin VNOS-270 anket sonuçları*

	Asya			Bella			Eva			Olivia	
	1	2 <sup>b</sup>	3	1	2	3	1	2	3	1	3
Değişkenlik	(+) <sup>a</sup>	(+)	(+)	(+)	-	(+)	(+)	+	(+)	(+)	(+)
Yaratıcılık	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	-	(+)	(+)	(+)	(+)
Öznellik	+	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
Gözlem/Sonuç	+	(+)	+	-	(+)	(+)	-	-	-	(+)	(+)
Deneysel	(+)	(+)	(+)	-	(+)	(+)	(+)	(+)	-	(+)	(+)
Teori/Yasa	(+)	(+)	(+)	-	-	(+)	(+)	(+)	(+)	-	(+)
Sosyal-Kültürel	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	+	-	-	-	-	-

*a: ‘-’ naif görüşleri, ‘(+)’ karışık görüşleri, ‘+’ bilgili görüşleri gösterir.*

*b: ‘1’ çalıştay öncesinde, ‘2’ çalıştay sonrasında, ve ‘3’ bir sene sonunda verilen anket sonuçlarını belirtmektedir.*



### 3. SONUÇLAR

#### 3.1. Katılımcı Fen Öğretmenlerinin Bilimin Doğasıyla İlgili Görüşleri

Fen bilimleri öğretmenlerinin, bilimin doğası hakkındaki görüşleri, yaz çalışmayı öncesi, sonrası, ve çalıştıyandan bir sene sonra VNOS-270 anketine verilen yanıtlara ve mülakat görüşmelere bakılarak değerlendirilmiştir (Tablo 1). Sonuçlar, bir öğretmenin bir yıl içinde bilimin doğası hakkındaki görüşlerinin önemli ölçüde değiştiğini göstermiştir. Katılımcı öğretmenler, bilimin doğasının farklı özelliklerinde görüşlerini değiştirmediler, ya da görüşlerinde naiften karmaşığa, bilgiliden karmaşığa doğru değişkenlikler gözlenmiştir.

##### 3.1.1. Değişmeyen Görüşler

Katılımcı öğretmenlerin, bilimin doğasının farklı özellikleriyle ilgili sürekli olarak karışık bilgilere sahip oldukları gözlemlenmiştir. Örneğin, Asya, çalışmanın başından sonuna kadar sürekli olarak “değişkenlik, yaratıcılık ve hayal gücü, deneysellik, sosyokültürel bağlam ve teori ile yasa arasındaki ayrım” özellikleri hakkında karışık bilgilere sahipti. Bella, sürekli olarak “yaratıcılık, hayal gücü ve öznellik” yönleriyle ilgili karışık görüşler gösterdi. Öznellik için Bella,

“Her bilim adamı, yaşam deneyimlerini, önyargılarını, klişeleri vb. içeren kendi mercekleleriyle bilgiyi görür. İki bilim insanı veri kümelerini farklı şekillerde yorumlayabilir” dedi.

Bella, bilim insanları tarafından yaratıcılık ve hayal gücünün kullanılmasının, çalışmanın metodolojisini planlamak ve sonuçları tartışmak da dahil olmak üzere araştırmanın tüm aşamalarında meydana geldiğini belirtti.

Eva'nın bilimin doğası ile ilgili görüşleri, üç anket uygulaması boyunca “öznellik, teori ve yasa arasındaki fark, gözlem ve çıkarım arasındaki ayrım, ve sosyokültürel bağlam” özellikleri bakımından değişmedi. Eva, “öznellik ve teori ile yasa arasındaki fark” yönleri hakkında karışık görüşler belirtti. Öznellik yönünde, bilimde, kişisel anlayış, deneyim, arka plan ve inançlardaki farklılıkları gözönünde bulundurmanın gerekliliğini vurguladı. Öğretmen, ayrıca, bilimsel teoriler ve yasalar hakkında uygun tanımlar yaptı: “Bilimsel teorileri”, doğal dünyadaki bir grup olguyu veya fenomeni açıklamak için formüle edilmiş ve tekrar tekrar doğrulanmış önermeler olarak tanımlarken; “bilimsel yasaları”, gözlemleri ve neden-sonuç ilişkilerini sözlü veya matematiksel bir ifade biçiminde açıklamak için genelleştirilmiş bir kural olarak tanımlamıştır. Ek olarak, Eva “sosyokültürel bağlam ve gözlem ile çıkarım

arasındaki fark” yönleri hakkında sürekli olarak naif görüşler ifade etti: Eva, kültürün bilimsel bilginin gelişimini etkilediğini düşünmüyordu. Gözlemi, beş duyu ile ilgili olarak ele alınan bir kavram olarak, çıkarımı ise, aynı fenomeni yorumlamadaki farklılıklar olarak tanımladı.

Olivia, sürekli bazı belirli bilimin doğasıyla ilgili özellikler hakkında karışık görüşlere sahipti: deneysellik, yaratıcılık ve hayal gücü, öznellik, gözlem ve çıkarım arasındaki fark özellikleriyle ilgili sürekli karışık görüşler ifade etti. Olivia, bilimin deneysellik özelliğinin, yaratıcılık ve hayal gücü yönüne bağladı ve şöyle ifade etti:

“Yaratıcılık ve hayal gücü, yeni sorular sormak, problemleri çözmek ve soruları cevaplamak için bilimsel deneyler tasarlamak isteyen bilim insanları için gereklidir.”

Öznellik yönüyle ilgili olarak,

“Birçok farklı bilim insanı ... farklı konularda uzmanlaşmıştır... Aynı doğal fenomen üzerine çoklu bakış açıları geliştirir” dedi.

Olivia, bilim insanlarının aynı fenomeni farklı bakış açısıyla değerlendirdiklerini ve farklı sonuçlar ortaya çıkarabileceğini belirtti ve bu görüşü, bilimin değişkenlik özelliği ile uyumluluk gösteriyordu. Gözlem ve çıkarım arasındaki fark üzerine, Olivia uygun tanımlar sağladı, ve

“Gözlem şu ki... duyularınızla tespit edebilirsiniz... Çıkarımlar, belki de neler olabileceğine dair gözlemlerinize dayanarak yaptığımız tahminlerdir” dedi.

### 3.1.2. Değişiklik Gözlemlenen Görüşler

Öğretmenlerin görüşlerinde, bilimin farklı özellikleriyle ilgili değişkenlikler de olmuştur. Örneğin, Asya, öznellik ve gözlem ve çıkarım arasındaki farkla ilgili, mesleki gelişim programından önce bilgilendirilmiş görüş belirtmesine rağmen, çalışmanın sonunda karışık görüş belirtmiştir; öznellik özelliği ile ilgili inançlarında seviye azalması gözlenmiştir. Asya, deneysellik hakkındaki karışık görüşlerini bilimde değişkenlik, yaratıcılık ve hayal gücü ile bilimin gözlem ve çıkarım yönleri arasındaki farka bağladı ve şöyle ifade etti:

“Bence yaratıcılığın bunda çok fazla rol oynadığı yer burası. Protonu keşfetme şekilleri, elektronu keşfetme şekilleri, asla düşünmeyeceğim şeyler, birinin Kepler gibi fikirleri nasıl araştırabileceklerini düşündüğünü hayal bile edemiyorum, bir yıldızla bakmayı ve o yıldızın ne zaman karanlık olduğunu görmeyi asla düşünmem. Gezegeni tanımlamaya çalışmak.”

Asya, bilim adamlarının doğrudan gözlemlenemeyen bilimsel olayların araştırılmasında yaratıcılığın kullanılmasına, örneğin karanlık maddenin, yıldızlar ve gezegenler üzerindeki etkisini keşfetmelerine atıfta bulundu. Ayrıca, bilimin sosyokültürel bağlam ve öznellik yönleri hakkındaki karışık görüşleri arasında bağlantı kurdu. Asya,

“Geçmişlerine bağlı olarak insanlar, farklı alanlara ve uzmanlıklarına uygun bilimsel sorunlarla ilgilenirler ve aynı veri kümesinde farklı şeyler görebilirler” dedi.

Çalışmanın sonunda, Asya'nın öznellik konusundaki karışık görüşleri ve gözlem ve çıkarım yönleri arasındaki fark, bilimin “değişkenlik, yaratıcılık ve hayal gücü, deneysellik, sosyokültürel bağlam ve teori ile yasa arasındaki fark” özellikleri hakkındaki sürekli karışık görüşleriyle bağlantılıydı.

Bella'nın çalışmanın başlangıcındaki naif görüşleri, gözlem ve çıkarım arasındaki fark, deneysellik ve teori ile yasa arasındaki fark özellikleriyle ilgili olarak, çalışmanın sonunda karışık görüşlere doğru olumlu değişiklikler gösterdi. Örneğin, Bella bilimsel problemlerin yalnızca deneysellik özelliği için, nicel verilerin kullanılmasıyla mümkün olduğunu düşünse de, son görüşmede,

“Bilim, sağlam bir metodolojiye ve bilimsel açıklamaları desteklemek veya çürütmek için nitel ve nicel verileri kullanarak sorular sorma ve cevaplama sürecine ihtiyaç duyar” dedi.

Dahası, Bella'nın değişkenlik yönüyle ilgili görüşleri, ikinci ankette karışıkta naife olumsuz bir değişiklik gösterse de çalışma sonunda karışık seviyede olduğu belirtildi. Bella,

“Bilim sürekli değişiyor ve büyüyor... Mevcut bilimsel bilgi ve uygulamalar, bilim insanlarının tanımlamaları ve yeni kanıtlara dayanarak yorumlandıkça değişebilir” dedi.

Bilimin sosyokültürel bağlamı için, Bella'nın karışık görüşleri, çalışmanın sonunda bilgilendirilmiş görüşlere doğru olumlu gelişme göstermiştir. Bella, sosyokültürel bağlam hakkındaki görüşlerini bilimin öznellik yönleriyle ilişkilendirdi, ve

“Bilimsel sonuçların yorumlanması, insanların nerede yaşadığına, insanların kiminle konuştuğuna ve insanların kiminle ilişki kurduğuna bağlı olarak bilimsel araştırmaları etkileyebilecek kültürel bağlam ve bireysel bakış açılarından etkilenir” dedi.

Eva, bilimde “yaratıcılık ve hayal gücü, deneysellik, ve değişkenlik” özellikleriyle ilgili görüşleri naiften karmaşığa doğru olumlu gelişme gösterdi.

Bilim insanlarının yaratıcılıklarını ve hayal güçlerini, araştırma sürecinin her aşamasında kullandıklarını düşünüyordu; bir yazarın aynı kelime grubuyla, yazarın yaratıcılığına ve hayal gücüne bağlı olarak, farklı hikayeler yazabileceğini savundu. Dahası, bilimin deneysellik özelliği hakkındaki görüşleri, çalışmanın sonunda karışıkta naife düşmüştür. Yaz çalıştayından sonra değişkenlik yönüyle ilgili görüşleri karışıkta bilgili seviyeye doğru artmış olsa da, çalışmanın sonunda görüşleri yine karışık olarak belirtilmiştir. Eva, deneysellik özelliğini değişkenlik özelliğine bağlamıştır, ve yeni kanıtların teorileri çürütmeye ve bilim sürekli geliştikçe, yenilerini geliştirmeye yol açtığını belirtmiştir.

Olivia'nın teori ve yasa arasındaki fark ve bilimin sosyokültürel yönleri hakkındaki naif görüşleri, projenin sonunda karmaşık seviyeye geldi. Başlangıçta teorileri “yaygın olarak kabul edilen inançlar” ve yasaları “kavramların veya bir fenomenin kanıtı” olarak tanımladı. Ancak, öğretmen, çalışmanın sonunda, teoriyi “gözlemlenen, test edilen ve onaylanan doğal fenomenin bir açıklaması” ve yasaları “belirli koşullar altında doğal fenomenin tanımı” olarak tanımladı. Anketlerde, Olivia, bilimle ilgili sosyokültürel açıdan naif görüşler belirtti: bilimi, sosyal ve kültürel değerlerden bağımsız olarak, evrensel olarak tanımladı. Fakat, son röportajında sosyal kültürel bağlamda karmaşık görüşlere doğru gelişme gözlemlendi. Olivia,

“Kültür o kadar çok etkiliyor ki... Bence çevre büyük bir rol oynuyor; kırsal bir ortamdayız, ve kentsel bir topluluktaki bir okulda olduğu gibi aynı kaynaklara erişemiyoruz. Bu büyük bir rol oynuyor ... Kültürün büyük etkisi var” dedi.

Olivia'nın, kültür hakkındaki görüşleri, öğrenmenin ve bilim yapmanın önemli yönlerine odaklandı: farklı iklimlere sahip farklı kıtalar ve diller, kültürler, yiyecekler, sosyoekonomik durum, bilimin, doğal olayların farklı bakış açılarını yansıtabilir.

### **3.2. Katılımcı Fen Öğretmenlerinin Bilimin Doğası Görüşlerini Uygulamaya Yansıtması**

Katılımcı fen bilimleri öğretmenlerinin argümantasyon uygulaması, bilimin doğasının özelliklerine farklı şekillerde referanslar gösterdi. Asya ve Eva, bilimin doğasına açık referanslarda bulundular, ancak Bella ve Olivia, bilimin özelliklerini açık bir şekilde sınıf-içi tartışmalara dahil etmediler.

Asya, bir yılda dört sorgulama yoluyla argümantasyon odaklı aktivitenin uygulanmasında başarılı oldu. Öğrencileri, deneyi planlama ve tasarlama, veri toplama ve analiz etme, ve kanıtlara dayalı bilimsel açıklamalar yapma gibi bilimsel becerilerini kullanmaya teşvik etti. Bunlarla birlikte, bilimin do-

ğası hakkındaki görüşlerini sınırlı şekillerde sınıf-içi tartışmalarda yer verdi. Asya, “Neden bilimi başkalarıyla paylaşıyoruz? Neden sınıftaki diğer öğrencilere sunum yapıyorsunuz? Einstein’ın yaptıklarının mükemmel olduğunu düşünüyor musun?” soruları ile bilim insanlarının çalışmaları hakkında üçlü diyalog şeklinde tartışma yürüttü. Asya, bilimin deneysellik yönünün, araştırma yapma, veri toplama ve analiz yapma pratikleriyle ve bilimsel bilginin deneyler sonucu elde edilen yeni kanıtlarla değişebilme özelliğiyle bağlantılı olduğunu belirtti. Ayrıca, Asya, bilim insanlarının, birbirlerinin çalışmalarını kendi bakış açlarına göre değerlendirirken öznellik yönüne vurgu yaptı. Asya, yaratıcılık ve hayal gücü yönüne vurgu yapmadı, ve bilimsel araştırmalar için, çalışmaların kalitesinden ziyade bilim yapma coşkusuna ve merakına odaklanmayı tercih etti.

Bella’nın ders anlatımı, cümle başlatıcılar veya örnek çözümler gibi kolaylaştırıcılarla egzersiz problemlerin ve çoktan seçmeli soruların çözümünü hedefleyen didaktik öğretime odaklandı. Öğrencileri, soru sormaya ve fikirlerini grup içerisinde tartışmaya, işbirliğine nadiren teşvik etti. Bella, dolaylı olarak deneysellik özelliğiyle ilgili karmaşık görüşlerini derste vurgulamıştır. Derste uygulanan “Hafıza” ile alakalı deneyle ilgili tartışmada,

“Bir insanın aşamayı hatırlaması ne kadar sürer? Kaç harfi düzgün bir şekilde hatırlayabildi? Bunların hepsi araştırma sorusunu cevaplamada yardımcı olan soru örnekleridir... Veriyi daha iyi anlamak için grafik, tablo kullanmanız ve birden fazla kez veri toplamanız gerekiyor” açıklamalarını yaptı.

Bella, derste, öğrencilerin araştırma ve deney yoluyla doğru sonuçlar elde etmesi için, çok sayıda veri kümesi toplamaları gerektiğini önerdi.

Eva, ders anlatımında, tek bilgi kaynağı olarak hareket etmiş, kavram bilgisine odaklanmış ve günlük hayattan örnekler vermiştir. Sınıf tartışmasında, Eva, bilimin değişkenlik, öznellik ve deneysellik özellikleriyle bağlantılı sorular sordu, ve bilimin doğasının farklı kavramlarına yaptığı vurgu, naif görüşleriyle tutarlıydı. Eva’nın deneysellikle ilgili sınıf tartışması şu şekilde gerçekleşti:

Eva: Deneysellik ne anlama geliyor? Deneye dayanan sonuçlardan bahsediyoruz. Sayılarla olmalı. Sonuçlarınız varsa, bunlar sadece öznel değildir, aynı zamanda sayılara göre hesaplanır. Elektrik akımı he-

saplayabilir ve deneysel bir sonuç elde edebiliriz... Ampulle ne elde edebiliriz? Watts, deneysel değil mi? Deneysel olan, hesaplanmalıdır.

Öğrenci: Bilimde deneye dayanan sonuçlar sayılarla ilgili herhangi bir şey var mı?

Eva: Evet, sayılarla ilgisi var. Anlatmaya çalıştığım nokta bu... Dene-  
yin sonuçlarının, sayılarla ilgisi var. Bu deneysel olduğunun gerçeğidir.  
Deney yoluyla elde edilen kanıtlar bize bir noktada hesaplanabileceği-  
ni söylüyor, ancak bazen deney tasarımı ve deney yürütme problemleri  
olabiliyor. Ne deneysel olurdu? Sayılarla ifade edilen...

Eva, ders anlatımında, bilimin deneysellik özelliğiyle ilgili, hesaplamalara dayalı, nitel bilgi içermeyen, tasarım ve deney yoluyla toplanan nesnel bilgi topluluğu olarak naif görüşlerine vurgu yaptı. Bilimin değişkenliği ile ilgili, bilimin değişen ve gelişen bilgi içerdiğiyle ilgili karışık görüşler belirtti. Sınıfta, veri ve kanıtlar arasındaki ve teoriler ile yasalar arasındaki farka değinmedi. Öğrencileri, deney esnasında, veri toplama ve analizi esnasında, grup olarak çalışmaya teşvik etti. Sınıf içindeki öğrenci grup tartışmaları, bilimsel araştırmalardan elde edilen kanıtların rolünü açıklamak için bilimin doğasının değişkenlik yönüne odaklandı.

Olivia, bir sene boyunca argümantasyon odaklı dört aktivite yapılmasını sağladı. Bu aktivitelerle, öğrencilerin bilimsel becerilerinin, özellikle bilimsel yazmanın pratiğe dökülmesini sağladı; fakat bilimin doğasıyla ilgili görüşlerinin bilimsel becerilerle nasıl bağlantıda olduğunu açıkça tartışmadı. Deneysellik yönü hakkındaki karışık görüşlerini dolaylı olarak derse entegre etti, ancak bilimin doğasının özelliklerine yaptığı vurgu öğretiminde eksikti.

#### 4. TARTIŞMA

Bu çalışma, argümantasyon odaklı öğretime odaklanan bir yıllık mesleki gelişim programının, fen bilimleri öğretmenlerinin bilimin doğası hakkındaki görüşlerini ve bu görüşleri uygulamalarını nasıl etkilediğini incelemiştir. Çalışma, doğrudan argümantasyon öğretiminin, fen bilimleri öğretmenlerinin bilimin doğasıyla ilgili görüşleri ve öğretmenlik pratiklerini nasıl etkilediğini incelemek için fen eğitiminde bir ihtiyaca atıfta bulunmak amacıyla değerlidir. Bu sonuçlar, dört öğretmenin bilimsel argümantasyon üzerine bir yıllık yoğun bir mesleki gelişim programına katıldığına, pratikleriyle tutarlı görüşler sunduklarına, ve çalışmanın başından sonuna kadar bilimin doğasıyla ilgili görüşlerinde olumlu veya olumsuz değişimler sunduklarına dair kanıtlar sağlamıştır. Örneğin, Eva'nın bilimin doğası ile ilgili, öznellik ve teori ile yasa arasındaki fark ile ilgili sürekli karmaşık, sosyokültürel bağlam ve

gözlem ve çıkarım yapma özellikleriyle ilgili sürekli naif görüşler belirtmiştir. Bella, yaratıcılık ve hayal gücünün yanı sıra öznellik yönleri hakkında sürekli olarak karışık görüşler sundu. Diğer bir yandan, Asya, öznellik ve gözlem ile çıkarım yapma özellikleriyle ilgili, çalışmanın başında bilgili görüşler sunsa da çalışmanın sonunda karmaşık görüşlere vurgu yapmışlardır, ve olumsuz değişiklikler meydana gelmiştir. Bella'da, deneysellik, gözlem ve çıkarım ve teori ile yasalar arasındaki fark özellikleriyle ilgili naiften karışık görüşlere doğru olumlu değişiklikler gözlenmiştir. Bu sonuçlar, bazı katılımcıların görüşlerinde olumlu değişiklikler olduğunu öne sürse de, bilimin doğasıyla ilgili görüşlerinde önemli gelişmeler olduğu bu katılımcı öğretmenler için geçerli değildir.

Dört öğretmenin, argümantasyon odaklı mesleki değişim programına katılımı, bilimin doğası ile ilgili görüşlerinde ve bu görüşlerin ders anlatımına entegrasyonunda önemli değişikliklere neden olmamıştır. Sonuçlar, fen bilimleri öğretmenlerinin deneysellik, öznellik gibi belirli yönler hakkında tutarlı karışık görüşlere sahip olduklarını, görüşlerini naiften karışığa, karışıktan naife, bilgidenden karışığa veya karışıktan bilgili görüşlere doğru değişkenlikler olduğuna dair kanıtlar sağlamıştır. Bu çalışmada, fen bilimleri öğretmenleri bilimin doğasının belirli yönleri hakkında değişmeden karışık anlayışlara sahiptiler. Ancak, Posnanski'nin (2010) çalışmasında, öğretmenlerin çoğunun, mesleki gelişim deneyimi aracılığıyla bilimin doğasıyla ilgili anlayışlarını naiften bilgili seviyeye doğru geliştirdiler. Bu çalışmada, deneysellik, yaratıcılık, gözlem ve çıkarım ve teori ile yasa arasındaki fark görüşlerinde, öğretmenlerin naiflikten karışığa doğru olumlu gelişme olduğu gözlenmiştir. Bu sonuç, Donnelly ve Argyle'in (2011) katılımcılarının bilimin bu özelliklerine dair bulgularıyla uyumludur. Öznellik ve deneysellik yönlerinde de olumsuz değişimler olsa da, çalışmanın sonuna doğru değişimi olumluya çevirmişlerdir; öznellik ve deneysellik dahil bilimin değişkenlik ve gözlem ve çıkarım özelliklerinde çalışmanın sonunda birbiriyle uyumlu ve karmaşık görüşler bildirdiler.

Mulvey ve Bell'in (2017) çalışmasında, fen bilimleri öğretmenleri, bilimsel method uygulama dersinde, bilimsel pratikleri uygulayacakları aktivitelere katılarak ve tarihsel, sosyal, ve bilimsel konular bağlamında tartışarak bilimin doğasıyla ilgili görüşlerini geliştirdiler ve çalışmadan sonra korudular. Benzer sonuçlar bizim çalışmamızda da ortaya çıktı: Bilimin doğasının bazı yönlerinde, naiften karışık görüşlere veya karışıktan bilgiliye doğru olumlu kaymalar meydana geldi. Örneğin, Olivia ve Bella'nın teori ile yasa arasındaki fark ve sosyokültürel bağlam hakkındaki naif görüşleri, çalışmanın sonunda karışık görüşlere kaymıştır. Öğretmenlerin bilimin doğası bilgisindeki bu

değişiklikler, Akerson et al. (2009) ve Posnanski (2010) çalışmaları ilkökul hizmet içi fen öğretmenleri için, Donnelly ve Argyle (2011)'nin ilkökul, ortaokul ve lise fen bilgisi öğretmenleri için gözlenen bulgularıyla tutarlıdır. Posnanski (2010) çalışmasında, bilimsel araştırma tekniklerini ve sorgulamaya dayalı fen öğretimini vurgulayan etkinlik tabanlı fen öğretimi yoluyla öğretmenlerin bilimin doğasıyla ilgili görüşlerinde gelişmeler gözlenmiştir. Bu çalışmaların sonuçları, öğretmenlerin bilimsel araştırma ve tartışma odaklı mesleki gelişim programlarına katılımlarının bilimin doğası kavramlarında olumlu değişikliklere yol açtığını göstermiştir.

Bilimin doğasıyla ilgili özelliklerin vurgulanmasında, kavramsal değişim yaklaşımı, hem hizmet öncesi hem de hizmet içi fen bilimleri öğretmenlerinin bilimin doğasıyla ilgili anlayışlarını geliştirmek ve korumak için gerekli olabilir (Bell et al. 2011; Bell et al., 2016; Mulvey & Bell, 2017). Vosniadou'ya (2003) göre, kavramsal değişim yaklaşımı, bilimsel duyarlılığı teşvik etmek ve daha bilinçli bilimsel akıl yürütmeye değiştirmek, diğer bilgi türleriyle tutarlı çözümler bulmak ve tartışma ve yansıtma yoluyla yeni araştırma alanlarına uygulanabilir olmak için ön kavramlarda bir dengesizlik başlatmayı amaçlamıştır (Posner et al., 1982; Vosniadou, 2003). Bell ve meslektaşları (2016), fen bilimleri öğretmenlerinin, bilim tarihine, sosyo-bilimsel konulara ve bilim sorgulama bağlamlarına odaklanan etkinliklerle, bilimin doğası öğretimine açık-yansıtıcı yaklaşıma sahip bir yaklaşımla, bilimin doğası görüşlerini geliştirebileceklerini ve koruyabileceklerini belirtti. Ancak, bu çalışmada, mesleki gelişim programında bilimin doğasıyla ilgili kavramsal bir değişim perspektifi kullanılmamıştır. Katılımcı öğretmenlerin, bilimin doğasıyla ilgili görüşleri çalıştay öncesi, çalıştay sonrası, ve bir sene sonra yapılan VNOS-270 anketi ile değerlendirilmiştir. Araştırmacı, çalışmanın sonuna kadar öğretmenlerin üç ankete verdikleri yanıtları bilmiyordu ve görüşlerde değişimi teşvik etmek için öğretmenlerin var olan görüşlerini hedefleyen sorular sormadı. Çalışmamızda, bazı öğretmenlerde, yaz çalıştayından bir süre sonra olumsuz kaymaların da belirgin olduğu, bilimin doğasıyla ilgili kavramları hakkındaki gelişmiş görüşlerini koruyamadıkları gözlenmiştir. Bu sonuç, Bell et al. (2011, 2016) ve Mulvey ve Bell (2017) bulgularıyla çelişmektedir. Ancak, kavramsal bir değişim perspektifine sahip olmayan Akerson et al. (2006) bulgularıyla tutarlıdır. Örneğin, bu çalışmada, Eva'nın deneysellik konusundaki karışık görüşleri naif görüşlere kaymıştır; ve Asya'nın öznellik konusundaki bilgili görüşleri, yaz çalıştayından on ay sonra karışık görüşlere dönüşmüştür.

Akerson ve meslektaşları (2006), öğretmenlerin bilgilendirilmiş inançlarının, bilimin doğasıyla ilgili anlayışlarında olumlu değişiklikler, onların me-



tabilişsel düşüncelerini ve derinlemesine düşünmelerini ya da kritik düşüncelerini geliştirdiğini savunmuştur, ve öğretmenlerin zayıf-naif inançlarının, bilimsel bilginin yeni kanıtlarla değişmesinden ziyade gerçeklere odaklandığını gözlemlemiştir. Bu çalışmada, dört hizmet-içi fen bilgisi öğretmenin, bilimin doğası bilgilerinde önemli değişiklikler yaşamadıkları gerçeği gözlenmiştir. Öğretmenlerin, bilimin doğası hakkındaki görüşleri, bir yıllık argümantasyon odaklı mesleki gelişim programından sonra değişmedi veya biraz geliştirildi. Bu bulgular, fen bilimleri öğretmenlerinin bilimin doğasıyla ilgili bilgilerindeki değişimi teşvik etmek için, kavramsal değişim modeli gibi farklı yaklaşımların kullanılması gerektiğini göstermiştir.

Öğretmenlerin bilimin doğası hakkındaki görüşlerini ders anlatımlarında kullanmaları, öğretmenlerin bilgi ve uygulamaları ile hem doğrusallık hem de doğrusal olmayan bir durum göstermiştir. İki katılımcı öğretmen, Asya ve Eva, argümantasyon yoluyla öğretirken bilimin doğasıyla ilgili görüşlerini uygulamaya entegre edebildiler. Bu sonuç, öğretmenlerin bilgi ve pratiği arasındaki tutarlılığın kanıtıdır. Capps ve Crawford (2013) çalışmasında olduğu gibi, deneyiminin öğretmenlerin bilimin doğası bilgisinin gelişimini ve bilgilerinin uygulamaya dökülmesinin nasıl desteklediğini göstermiştir. Bununla birlikte, Olivia ve Bella'nın uygulamaları, bilimin doğasıyla ilgili inançları ve pratikleri arasında tutarsızlık gösterdi. Herman et al. (2013) ve Wahbeh ve Abd-El-Khalick (2014) gibi, fen bilimleri öğretmenlerin, ders anlatımlarında bilimin doğasına vurgu yapmamaları ve düşük önem vermeleri, bilimin doğasıyla ilgili karışık görüşleriyle bağlantılı olabilir. Ek olarak, bilimin doğasıyla ilgili görüşlerini pratiğe aktaran Asya ve Eva'nın, Olivia ve Bella'ya göre daha fazla mesleki deneyimi sahip olması deneyimin, inançları pratiğe dökmekle doğru orantılı olabileceğini göstermiştir.

Öğretmen gelişimini kavramsal değişim çerçevesi aracılığıyla beslemek, öğretmenlerin ön kavramlarıyla bilişsel bir çatışma yaşamalarına, ilk kavramlarını ele alan sorgulamaya dayalı etkinliklere katılmalarına ve kavramlarını yansıtma ve değiştirmelerine yardımcı olmak için gereklidir (Bell et al. 2016; Posner et al., 1982; Vosniadou, 2003). Sorgulamaya ve argümantasyona dayalı öğretim metodlarının yanı sıra, fen bilimleri öğretmenleri, yenilikçi yaklaşımlarla bilimin doğasının farklı yönlerini pratiğe dökmeleri açıkça desteklenmelidir. Mesleki gelişim programları, fen bilimleri öğretmenlerinin bilgi ve inançlarını fark etmelerine, tanımlarına, değiştirmelerine ve daha bilinçli görüşler geliştirmelerine yardımcı olmak için kavramsal değişim perspektifiyle tasarlanmalıdır.

### Kaynakça

- Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000). Improving science teachers' conceptions of nature of science: a critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 22(7), 665-701.
- Abd-El-Khalick, F., & Akerson, V. L. (2004). Learning as conceptual change: Factors mediating the development of preservice elementary teachers' views of nature of science. *Science Education*, 88(5), 785-810
- Abd-El-Khalick, F. (2005). Developing deeper understandings of nature of science: The impact of a philosophy of science course on preservice science teachers' views and instructional planning. *International Journal of Science Education*, 27(1), 15-42.
- Akerson, V. L., Morrison, J. A., & McDuffie, A. R. (2006). One course is not enough: Preservice elementary teachers' retention of improved views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(2), 194-213.
- 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.
- American Association for the Advancement of Science (AAAS) (1993). *Benchmarks for scientific literacy*. New York: Oxford University Press.
- Bell, R. L., Lederman, N. G., & Abd-El-Khalick, F. (2000). Developing and acting upon one's conception of the nature of science: A follow-up study. *Journal of research in science teaching*, 37(6), 563-581
- Bell, R. L., Mulvey, B. K., & Maeng, J. L. (2016). Outcomes of nature of science instruction along a context continuum: preservice secondary science teachers' conceptions and instructional intentions. *International Journal of Science Education*, 38(3), 493-520.
- Brickhouse, N. W. (1990). Teachers' beliefs about the nature of science and their relationship to classroom practice. *Journal of Teacher Education*, 41(3), 53-62.
- Capps, D. K., & Crawford, B. A. (2013). Inquiry-based instruction and teaching about nature of science: Are they happening? *Journal of Science Teacher Education*, 24(3), 497-526.
- Crawford, B.A. (2014). From Inquiry to Scientific Practices in the Science Classroom. In N. G. Lederman, & S. K. Abell, *Handbook of Research on Science Education* (Vol. 2, pp. 515-541). New York: Routledge.
- Corbin, J., & Strauss, A. (2008). *Basics of qualitative research: Techniques and procedures for developing grounded theory*. Thousand Oaks: SAGE.

- Donnelly, L. A., & Argyle, S. (2011). Teachers' willingness to adopt nature of science activities following a physical science professional development. *Journal of Science Teacher Education*, 22(6), 475-490.
- Erduran, S., & Dagher, Z. (2014). *Reconceptualizing nature of science for science education* (pp. 1-18). Springer Netherlands.
- Herman, B. C., Clough, M. P., & Olson, J. K. (2013). Teachers' nature of science implementation practices 2-5 years after having completed an intensive science education program. *Science Education*, 97(2), 271-309.
- Irzik, G., & Nola, R. (2014). New directions for nature of science research. In *International handbook of research in history, philosophy and science teaching* (pp. 999-1021). Springer, Dordrecht.
- 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.
- Khishfe, R. F. (2004). *Relationship between students' understandings of nature of science and instructional context*. Illinois Institute of Technology.
- Kuhn, T.S. (1995), *Bilimsel Devrimlerin Yapısı*. Alan Yayıncılık. Aydın.
- Lederman, N. G. (1992). Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4), 331-359.
- Lederman, N. G. (1999). Teachers' understanding of the nature of science and classroom practice: Factors that facilitate or impede the relationship. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(8), 916-929.
- Lederman, N. G., & Lederman, J. S. (2014). Research on teaching and learning of nature of science. In *Handbook of research on science education, volume II* (pp. 614-634). Routledge.
- 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.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB). (2011). 21. Yüzyıl Öğrenci Profili. Ankara: MEB Publications. Retrieved from [http://www.meb.gov.tr/earged/earged/21.%20yy\\_og\\_pro.pdf](http://www.meb.gov.tr/earged/earged/21.%20yy_og_pro.pdf)
- Morrison, J. A., Raab, F., & Ingram, D. (2009). Factors influencing elementary and secondary teachers' views on the nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(4), 384-403.
- Mulvey, B. K., & Bell, R. L. (2017). Making learning last: teachers' long-term retention of improved nature of science conceptions and instructional rationales. *International Journal of Science Education*, 39(1), 62-85.

- National Research Council (NRC) (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington, DC: National Academy Press.
- NGSS Lead States. (2013). *Next generation science standards: For states, by states*. Washington, DC: The National Academy Press.
- Ogunniyi, M. (2006). Effects of a discursive course on two science teachers' perceptions of the nature of science. *African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education*, 10(1), 93-102.
- Pimentel, D. S., & McNeill, K. L. (2013). Conducting talk in secondary science classrooms: Investigating instructional moves and teachers' beliefs. *Science Education*, 97(3), 367- 394.
- Popper, K. (2003). *Bilimsel Araştırmanın Mantığı*, Y.K.Y. Yayınları, İstanbul
- Posnanski, T. J. (2010). Developing understanding of the nature of science within a professional development program for in-service elementary teachers: Project nature of elementary science teaching. *Journal of Science Teacher Education*, 21(5), 589-621.
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., & Gertzog, W. A. (1982). Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66(2), 211-227.
- Sampson, V., Grooms, J., & Walker, J. P. (2011). Argument-Driven Inquiry as a way to help students learn how to participate in scientific argumentation and craft written arguments: An exploratory study. *Science Education*, 95(2), 217-257.
- Schwartz, R. (2007, April). Beyond Evolution: A thematic approach to teaching nature of science in an undergraduate biology course. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, New Orleans, LA.
- Seung, E., Bryan, L. A., & Butler, M. B. (2009). Improving preservice middle grades science teachers' understanding of the nature of science using three instructional approaches. *Journal of Science Teacher Education*, 20(2), 157-177.
- Şengül, Ö. (2018). *Science teachers' epistemological beliefs, PCK of argumentation, and implementation: An exploratory study*. [Doctoral dissertation]. Georgia State University.
- Vosniadou, S. (2003). Exploring the relationships between conceptual change and intentional learning. *International Conceptual Change*, 377-406.
- Wahbeh, N., & Abd-El-Khalick, F. (2014). Revisiting the Translation of Nature of Science Understandings into Instructional Practice: Teachers' nature

of science pedagogical content knowledge. *International Journal of Science Education*, 36(3), 425-466.

Yin, R. K. (2014). *Case Study Research. Design and Methods*. Thousand Oaks, California: Sage.