





# TPAB Temelli Argümantasyon Eğitiminin Bilimsel Bilgi Anlayışına Etkisi

## The Effect of TPACK-Based Argumentation Training on Understanding About Scientific Knowledge

Gül ÜNAL ÇOBAN<sup>1</sup>  
Merve KOCAGÜL<sup>2</sup>  
Ayşe BÜBER<sup>3</sup>  
Erkan ÖZCAN<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dokuz Eylül Üniversitesi, Buca Eğitim Fakültesi, İzmir, Türkiye  
<sup>2</sup>Pamukkale Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Denizli, Türkiye  
<sup>3</sup>Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi, Ankara, Türkiye



### ÖZ

Küresel ölçekte öğretim programlarında teknoloji entegrasyonu ve argümantasyon sürecine yapılan vurgular, bu çalışmanın ortaya çıkış kaynağını oluşturmuştur. Bu kapsamda bu çalışmada, teknolojik pedagojik alan bilgisi temelinde, pedagojisini argümantasyon yönteminin oluşturduğu eğitimin fen bilimleri öğretmenlerinin bilimsel bilgiye yönelik anlayışlarına etkisi araştırılmıştır. Söz konusu eğitime, Türkiye'nin yedi coğrafi bölgesinden amaçlı örneklem yoluyla seçilmiş toplam 37 fen bilimleri öğretmeni katılmıştır. Katılımcıların bilimsel bilgi anlayışlarına ilişkin veriler; hipoteze bağlılık, güvenilirlik, gerekçelendirme ve yaratıcılık temalarında hazırlanmış toplam yedi açık uçlu sorudan oluşan Bilimsel Bilgiye Yönelik Açık Uçlu Sorular (BBYAU) yoluyla toplanmıştır. Çalışmanın sonucunda katılımcı öğretmenlerin eğitim öncesi ve sonrası ağırlıklı olarak bilimsel düşüncenin önemli olduğuna inanarak ancak nasıl olması gerektiği konusunda henüz netliğe sahip olmayan bakış açısına sahip oldukları (2.düzye) belirlenmiştir. Bununla birlikte, eğitim sonrası bilimsel etkinlikleri düşüncelerden açıkça ayıramayanların (1.düzye) oranı azalırken, bilimsel düşünce ve etkinliklerin önemini ve ayrımını bilip uygulayanların (3.düzye) oranlarının arttığı bulunmuştur. Çalışma kapsamında elde edilen bir diğer bulgu, katılımcı öğretmenlerin bilimsel bilgi anlayışlarına ilişkin temalardan güvenilirlik ve hipoteze bağlılık alanlarında en fazla gelişme gösterdikleridir. Bununla ilgili detaylı analizler, eğitim alan fen bilimleri öğretmenlerinin gerekçelendirme ve güvenilirlik temalarında bilimsel bilgi anlayışlarının 1. düzeyden 2. düzeye, hipoteze bağlılık temasında 1. düzeyden 2. ve 3. düzeye doğru geliştiğini, bununla birlikte yaratıcılık temasında herhangi bir değişiklik olmadığını göstermiştir. Çalışmada kapsamında bilimsel bilgi anlayışları yalnızca tek bir nitel veri toplama aracı ile toplanmıştır. Sonraki çalışmalarda veri toplama araçları çeşitlendirilerek bilimsel bilgi anlayışı konusunda daha zengin veri elde edilebilir. Ayrıca yaratıcılık temasında bilimsel bilgiye yönelik anlayışların iyileşmesi için etkinliklerde açık uçlu çalışma yapıları kullanılabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Argümantasyon, Bilimsel bilgi, Epistemolojik görüş, Fen bilimleri öğretmenleri, Teknolojik pedagojik alan bilgisi

### ABSTRACT

The global emphasis on technology integration and argumentation in curriculums constituted the origin of this study. In this context, the effect of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)-based argumentation training on science teachers' understanding about scientific knowledge was investigated. A total of 37 science teachers who were selected through purposive sampling across 7 regions of Turkey participated in the training. Data related to participants' understanding about scientific knowledge were collected through Open-ended Questions towards Scientific Knowledge which consisted of seven open-ended questions in theory ladenness, reliability, justification of knowledge, and creativity factors. At the end of the study, it was found that participant teachers' understanding about scientific knowledge was more on the importance of scientific thinking despite being unable to have a sound understanding (level 2) before and after the training. However, it was also found that rate of understanding that could not differentiate scientific thoughts and actions from each other (level 1) was decreased while rate of understanding addressing the importance of scientific actions and thoughts besides differentiating them (level 3) was increased after the training. Another finding was that participant teachers developed more in reliability and theory ladenness factors of understanding about scientific knowledge. Detailed analysis showed that teachers' understanding about scientific knowledge were developed from the first level to second level in justification of knowledge and reliability factors and from the first level to second and third levels in theory ladenness factor but no development occurred in creativity factor. Data for understanding about scientific knowledge were collected through only one qualitative data collection tool. In future studies, various data

Geliş Tarihi/Received: 18.10.2021

Kabul Tarihi/Accepted: 26.05.2022

Sorumlu Yazar/Corresponding Author:  
Merve KOCAGÜL  
E-mail: mervekocagl@gmail.com

Cite this article as: Ünal Çoban, G., Kocagül, M., Büber, A., & Özcan, E. (2022). The effect of TPACK-based argumentation training on understanding about scientific knowledge. *Educational Academic Research*, 47, 11-25.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

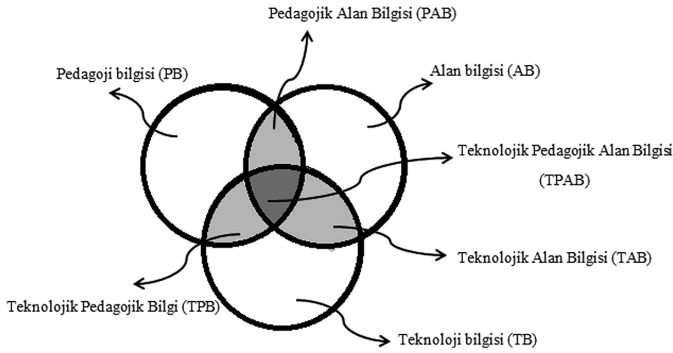
collection tools may be used for getting rich data on understanding about scientific knowledge. Besides, open-ended worksheets may be used for improving the understanding about scientific knowledge in creativity factor.

**Keywords:** Argumentation, epistemological view, science teachers, scientific knowledge, technological pedagogical content knowledge

## Giriş

“Hangi restoranın hızı ve lezzeti diğerlerinden daha iyi?” “Biriki-mimi hangi bankada değerlendirsem daha çok kazanırım?” “Mevcut bir trafik cezam var mı?”...benzer soruları çoğaltmak mümkün. Bu soruların ortak noktası ise, bir “tık”la yanıtına ulaşabiliyor olmamızıdır. Hayatımızın her aşamasında günden güne etkisini artıran teknolojinin, öğretimsel faaliyetleri de etkilemesi kaçınılmazdır. Peki, neden öğretim ortamlarında teknolojiye ihtiyaç duyuyoruz? Bu soruya Trust (2018), öğrencilerin gelecekte teknolojiyle ilgili mesleklere yönelmesi, teknolojinin ilgi çekici ve eğlenceli olması, saatlerce teknolojik aletlerin başında zaman geçiren çocukların teknoloji konusunda ne durumda olduklarının belirlenmesinden ziyade; sınıflarda teknoloji kullanımının amacının, yeni öğrenme ve öğretme deneyimleri sunarak öğrenmenin dönüştürülebilmesi yanıtını vermektedir. Eğitim ortamında teknolojinin bu amaca hizmet edebilmesi ise, öğrenme ortamı tasarlayıcısı rolüyle öğretmenlerin teknoloji kullanımı ile ilgili bilgi ve yeterliklerine bağlıdır.

Teknolojinin eğitim ortamlarına dâhil olmasıyla birlikte öğretmenlerden hem konu alan bilgisi, hem konuyu sunabilecekleri pedagojik beceriler ve hem de teknoloji kullanımı konusunda yeterli bilgi ve becerilere sahip olması beklenmektedir. Bu yeterlikler, Shulman (1986)'nın Pedagojik Alan Bilgisi (PAB) kuramına Mishra ve Koehler (2006) tarafından teknolojinin de dâhil edilmesi ile birlikte Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi (TPAB) modeli çerçevesinde ele alınmaktadır.



**Şekil 1.**  
Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi (TPAB) (Mishra & Koehler, 2006).

Modelin temelini oluşturan bileşen TPAB; alan bilgisi, pedagoji bilgisi ve teknoloji arasındaki etkileşimli ilişkiye, başka bir ifade ile teknoloji ve alan konularının nasıl entegre edilebileceği ve alan bilgisinin öğrencilerce daha iyi yapılandırılması için ne tür öğretimsel yöntem ve tekniklerin kullanılacağına karşılık gelmektedir (Koehler & Mishra, 2005; Yanpar Yelken ve ark., 2013). Salt alan bilgisi, pedagoji ve teknoloji bilgisinin yanı sıra bunların ikili ve üçlü etkileşimlerinin kazandırdığı bilgi ve yeterliklerin etkili bir şekilde sınıf ortamına sunulması, öğretmen ve öğrenci temelinde birkaç açıdan önem taşımaktadır. Örneğin, Chai ve Koh (2017) çalışmalarında TPAB temelinde ders tasarlama konusunda öğrenme desteği alan öğretmen adaylarının web tabanlı teknolojik bilgi,

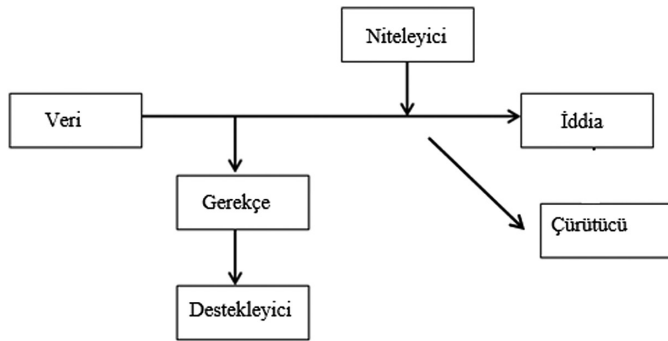
teknolojik pedagojik bilgi, teknolojik alan bilgisi, teknolojik pedagojik alan bilgisi, tasarım eğilimi, tasarımcı olarak öğretmen ve öğrenmenin yeni kültürüne yönelik inanç boyutlarında anlamlı derecede iyileşmeler olduğunu ortaya koymuştur. Benzer şekilde Aktaş ve Özmen (2020), öğretmen adaylarına verilen TPAB eğitiminin onların bilgi iletişim teknolojilerini daha fazla kullanmalarına katkıda bulunduğunu bildirmiştir. Yanti ve ark. (2019) ise, öğretmenlerin TPAB yeterliği arttıkça; dikkat, konsantrasyon, bilgiyi alma, gözlem yapma, verileri kaydetme ve yorumlama, sonuç çıkarma, sonuçları sunma, öğrenilenlerin değerlendirilmesi ve güçlendirilmesi konularında öğrencilerin öğrenmelerinin daha aktif hâle geldiğini belirtmişlerdir. Alan yazında ayrıca TPAB eğitimlerinin kavram öğretimi (Akkoç ve ark., 2012), teknolojiye dayalı öğrenme aktiviteleri seçimi (Aktaş & Özmen, 2020; Harris & Hofer, 2011) ve hatta sınıf yönetimi (Saritepeci, 2021) üzerinde olumlu etkileri olduğu raporlanmıştır.

Fen bilimleri dersi bağlamında öğretmenler teknoloji ve alan bilgilerini, Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nın önerdiği pedagojiler doğrultusunda sınıf ortamına yansıtırlar. 2005 yılında yapılandırıcılık temelinde reforma uğrayan, 2013 ve 2018 yıllarında revizyonlarla şekillenen Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda öğrenme süreci; keşfetme, sorgulama, argüman oluşturma ve ürün tasarlama olarak tanımlanmaktadır (Millî Eğitim Bakanlığı [MEB], 2018, s. 11) Bireyler sorgulama sürecinde bir problem durumunu araştırmak üzere öne sürdükleri hipotezlerden hareketle çeşitli denemeler yapar, kanıtlar elde eder ve süreç sonunda nihai bir sonuca (iddia) ulaşır. Elde ettiği bu iddianın ne kadar inanılabilir ve ikna edici olduğu ise argümantasyon süreciyle ilgilidir.

Bilimsel düşünme sürecinin önemli bir elemanı olarak karşımıza çıkan argümantasyona dayalı öğrenme ortamlarında öğrenciler fen kavramları üzerine odaklanarak küçük gruplar hâlinde çalışır, araştırma yaparlar, fikirlerini kanıtlarla gerekçelendirirler. Öğretmenler ise, öğrencilere kaynak sağlar, sorular sorar, örnek bilimsel dil kullanımını modeller ve önemli fikirleri vurgular (Weiss ve ark., 2021). Böyle bir öğrenme süreci, öğrencilerin akademik başarısını ve bilginin kalıcılığını artırır (Uluçınar Sağır & Kılıç, 2012; Walker, 2011), derse yönelik olumlu tutum geliştirmelerini sağlar (Kaya ve ark., 2005), bilimin doğasına yönelik anlayışları iyileştirir (Ogunnuyi & Hewson, 2008; Uluçınar Sağır & Kılıç, 2013), kanıt kullanımını artırır (Horng ve ark., 2013; Moore, 2013) ve eleştirel düşünme becerilerini geliştirir (Giri & Paily, 2020).

Olumlu etkileri çeşitli araştırmalarda rapor edilen argümantasyon sürecinin ürünü olan argümanın geçerli ve ikna edici kabul edilebilmesi için hangi bileşenleri içermesi gerektiği konusunda araştırmacılar tarafından öne sürülmüş çeşitli argümantasyon teorileriyle karşılaşılmaktadır (Johnson & Blair, 1994; Toulmin, 1958; Walton, 1996). Farklı araştırmalarda sınırlılıkları belirtilmesine rağmen (Aktamış & Hiğde, 2015; Aldağ, 2006), bazı yöntemsel avantajları sebebiyle çalışma kapsamında Şekil 2'de sunulan Toulmin argüman modeli (TAM) tercih edilmiştir. Buna göre TAM, argümantasyonun modellenmesi konusunda öğretmenlere yardımcı olur ve argümantasyonu yönelik sağlam bir anlayış

oluşturur (Simon, 2008). Ayrıca TAM ile oluşturulan argüman haritası düşünme süreçlerinin görselleştirilmesini sağlar.



**Şekil 2.**  
Toulmin Argümantasyon Modeli (Toulmin, 1958).

Şekil 2 bilimsel bilginin, başlangıç düşüncesini (*hipotez*), bilgi ya da deneysel verilerle (*veri*), genel ilkelerle (*gereke*) ve ek teorik bilgi ya da kanıtlarla (*destekleyici*) harmanlayarak, bu düşüncenin hangi koşullar altında öne sürüldüğüne (*niteleyici*) ve hangi durumlarda geçersiz olduğuna (*çürütücü*) yönelik sunulan bilgilerle yapılandırılabilirliğini göstermektedir. Bu açıdan bakıldığında argümantasyonun, epistemoloji ile yakından ilişkili olduğu görülmektedir.

Felsefenin temel bir kolu olan ve bilgi felsefesi olarak da isimlendirilen epistemoloji; bilgi nedir? "biliyorum" demek ile ne kastederiz? bilginin kaynağı nedir? ve bunun güvenilir olduğunu nasıl bilebiliriz? bilginin kapsamı ve sınırları nedir? soruları aracılığıyla temelde bilme yolları ve nasıl bilebiliriz üzerine odaklanır (Ryder & Leach, 2008). Yapılandırmacı paradigma, önerdiği öğretimsel yöntem ve teknikler aracılığıyla öğrencilerin bilimsel bilginin nasıl elde edildiğini, bilimsel bilginin ve bilimin doğasının nasıl olduğunu, fen dersinin yalnızca yıllar önce keşfedilen teori ve yasalar bütününe öğretmesinden ziyade bu teori ve yasaların nasıl keşfedildiğine yönelik anlayış kazanmalarını ve 21. yüzyılın ihtiyaç duyduğu birey profili açısından bilimsel düşünme becerisine ve yeterliliğine sahip olmalarını merkeze almaktadır. Eğitimsel sürecin ürünü olarak bireyin, sahip olduğu bilgisinin sınırlarını, güvenilirliğini sorgulayabilmesinde ve aynı zamanda böyle bir bilgiyi elde edebilmesinde kişinin epistemolojik anlayışı oldukça önemlidir. Araştırdığı konuya bir tarihçinin eski bir yazıtta bulunduğu ifadeleri, bir sosyoloğun toplumdan elde ettiği verileri ya da bir teologun Tanrı'nın kelimelerini yanıt olarak kabul etmesi gibi hangi bilgiyi bilgi olarak kabul edeceğimiz ve inanacağımız epistemolojik anlayışla ilgilidir. Eğitim ortamında öğrencilerin bilimsel epistemolojik anlayışa sahip olmaları ise, öğretmenin epistemolojik anlayışına bağlıdır. Hashweh (1996) yapılandırmacı anlayışa sahip olan fen öğretmenlerinin öğrencilerin alternatif kavramlarını belirlemede, daha zengin öğretim stratejileri bilgisine sahip olmada, kavramsal değişimde daha etkili öğretimsel stratejileri kullanabilmede ve kullandığı etkili öğretimsel stratejilere değer vermede ampirik anlayışa sahip diğer öğretmenlere göre daha iyi durumda olduklarını bildirmiştir. Benzer bir başka çalışmada öğretmenlerin sahip oldukları epistemolojik anlayışın onların öğretimsel tercihlerini etkilediği rapor edilmiştir (Ekinci, 2017).

Şekil 2'de yer alan modelden yola çıkılarak argümantasyon, bir iddianın gerekçelendirilme, bilimsel bir bilginin ortaya konulma yolu olarak tanımlanabilir. Ele alınan bu argümantasyon modelinde

oluşturulan nihai iddia, bu iddianın hangi verilerle, hangi koşullar ve hangi istisnai durumlar altında kabul edilebilir olduğunu belirleyerek ortaya koyma sürecinde nasıl bilebiliriz, elde ettiğimiz bilginin güvenilirliği ve sınırları nedir sorularının yanıtlarını da içerdiğinden kişinin epistemolojik anlayışıyla ilişkili görünmektedir. Bu sebeple bu çalışmada, pedagojisini argümantasyon yönteminin oluşturduğu TPAB eğitiminin epistemolojik anlayışı nasıl etkilediği konu edinilmiştir.

### Araştırmanın Gerekçesi

Küresel ölçekte öğretim programlarında hem teknoloji entegrasyonuna hem argümantasyon sürecine vurgu yapılmaktadır. Bununla birlikte argümantasyona dayalı öğrenme ile ilgili uluslararası alanda 1990'lı yıllardan beri çalışılmasına rağmen (Kuhn, 1991, 1993; Lemke, 1990) ülkemizde bu alandaki ilk çalışmanın Kaya ve ark. tarafından 2005 yılında yapıldığı ve yine ülkemizde yürütülen argümantasyona dayalı çalışmaların çoğunun teknolojik uygulamalar kapsamı dışında olduğu (Erduran ve ark., 2006; Gümrah & Kabapınar, 2010; Günel ve ark., 2010, 2012; Kaya & Kılıç, 2008; Kingir ve ark., 2011) ve argümantasyonla ilgili hem ulusal hem uluslararası çalışmaların daha çok ortaokul düzeyinde, fen bilimleri alanında ve öğrenci akademik başarısı ve derse yönelik tutumunu belirleme amaçlı gerçekleştirildiği (Bağ & Çalık, 2017) alan yazın taraması sonucunda görülmüştür. Ayrıca, teknoloji destekli argümantasyon çalışmalarının daha çok yurt dışı ağırlıklı olduğu (Butchart ve ark., 2009; Davies, 2009; Henderson & Osborne, 2019; Kili, 2012; Scheuer ve ark., 2010), ülkemizde bu alanda öncü sayılabilecek çalışmaların 2011 yılında başladığı (Keçeci ve ark., 2011; Kırbag Zengin ve ark., 2011) ve yapılan çalışmaların öğretmen adaylarıyla (Namdar & Salih, 2017) ve ortaokul öğrencileriyle gerçekleştirildiği (Firat ve ark., 2016; Özdem Köse, 2019) saptanmıştır. Çalışma grubunu fen bilimleri öğretmenlerinin oluşturduğu bu çalışmada ise argümantasyon ve teknoloji öğeleri TPAB temelinde sentezlenerek ele alınmıştır.

### Araştırmanın Amacı ve Özgün Değeri

Bu çalışma kapsamında, TPAB modeline dayalı olarak gerçekleştirilen argümantasyon etkinlikleriyle fen bilimleri öğretmenlerinin argümantasyon sürecine yönelik bilgilerini ve farkındalıklarını artırma yoluyla bilimsel bilgiye yönelik anlayışlarındaki değişimleri belirlemek amaçlanmıştır. Teknoloji ve argümantasyonu birlikte ele alan diğer çalışmalardan da olası farklarının ortaya konulmasının, çalışmanın özgün değerini daha net bir şekilde ortaya çıkaracağı düşünülmektedir. Keçeci ve ark. (2011) ve Kırbag Zengin ve ark. (2011) tarafından gerçekleştirilen her iki çalışmada da web tabanlı uzaktan eğitim yazılımları arasında çoğunlukla tercih edilen Moodle kullanılmış ve çalışmanın sonunda online argümantasyon yönteminin, hem fen derslerinde kavram öğreniminde hem de günlük hayatlarında özellikle sosyo-bilimsel konulara karşı öğrencilerde eleştirel düşünmeyi geliştirdiği sonucuna varılmıştır. Web tabanlı bu çalışmaların sadece öğrencilere yönelik olmaları, öğretmenlerin sürece nasıl rehberlik edecekleri konusunu ele almamaları, öğretim programında yer alan bir ünite yerine sadece bir konuyu gönüllü öğrencilerle çalıştıkları dikkat çekmektedir. Bu konuda dikkat çeken bir diğer çalışma Akpınar ve ark. (2012) tarafından yürütülmüştür. Bu çalışmada argümantasyon isimli bir bilgisayar sistemi geliştirilmiştir ve bu sistem üzerinden argümantasyon süreci ilköğretim öğrencileri ile birlikte farklı üniteler kapsamında gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma ise, hedeflediği kitle açısından ve sınıf ortamlarında belirli tek bir yazılım kullanma yerine öğretmenlere farklı pek çok eğitimsel teknolojiyi kullanarak öğrencileri için argümantasyon sürecine dayalı ortamlar oluşturulmasına olanak tanıması açısından ele alınan çalışmadan

farklılaşmaktadır. Teknolojiden bağımsız olarak öğretmenlerde argümantasyon uygulamalarını geliştirme ile ilgili yapılan bir diğer çalışmada, fen öğretmeni aday ve öğretmenlerinin bilimin doğası anlayışlarının ve bilimin doğası öğretimine yönelik pedagojik bilgilerinin argümantasyon uygulamaları yoluyla geliştirilmesine yönelik bir mesleki gelişim paketi hazırlanmıştır (Köseoğlu ve ark., 2011). Fen öğretmenlerini hedef alması ve içerdiği etkinliklerde her öğretmen tarafından kolaylıkla ulaşılabilecek basit malzemeler kullanması, ayrıca etkinliklerde hem fen içeriği hem pedagojik alan bilgisi içermesi açısından bu çalışma ile benzer noktalar taşıyor izlenimi verse de, yalnızca argümantasyon yöntemi konusunda öğretmenlerin mesleki gelişimlerini amaçlamaması aynı zamanda argümantasyon ile teknoloji, sanat uygulamalarını ve alan gezilerini entegre edebilecek öğrenme deneyimleri ve uygulamaları sunması açısından farklılaşmaktadır. Çalışmanın yöntem bölümünde detaylı olarak açıklanan deneysel çalışmalar, çevrimiçi ve web destekli uygulamalar, grup çalışmaları, kendi sınıf içi uygulamalarını geliştirdikleri atölye ve proje çalışmaları, arazi çalışması ve gözleme dayalı etkinlikler bu farkı ortaya koymaktadır.

Öğretmenlerde hizmet içi eğitimler yoluyla argümantasyon uygulamalarına yönelik farkındalık kazandırılmasını amaçlayan bir diğer proje Günel ve ark. (2013) tarafından gerçekleştirilmiştir. Proje kapsamında öğretmenlere altı ayda bir olmak üzere toplam beş hizmet içi eğitim programı düzenlenmiş ve hem öğretmenlerde hem de sınıf ortamında meydana gelen değişimler gözlenmiştir. Düzenlenen hizmet içi eğitimlerin her birisinin argümantasyon konusunda farklı bir temaya odaklanmış olması ve öğretmenlerin eğitim sürecinde aktif rol almaları bu çalışma ile benzer yönler göstermektedir. Bununla birlikte bu çalışmada, argümantasyon süreci yalnızca yazma etkinliği olarak ele alınmış olup argümantasyonun öğrenme-öğretme aracı olarak, bilme yolu olarak ve değerlendirme aracı olarak kullanımına, teknoloji destekli uygulamalarına ilişkin etkinliklerine de yer verilmiştir. Ayrıca öğretmenlere sınıf uygulamalarında yardımcı olması açısından hem zihinsel süreçlere dayalı hem de el becerisine dayalı uygulamaları içermektedir. Bu durumun çalışma için bir farklılık olduğu düşünülmektedir.

Amacı ve özgün değeri açıklanan bu çalışma kapsamında “TPAB temelli argümantasyon eğitimi, fen bilimleri öğretmenlerinin bilimsel bilgiye yönelik anlayışlarını nasıl etkilemiştir?” sorusuna yanıt aranmıştır.

## Yöntemler

### Araştırmanın Deseni

Çalışma, TÜBİTAK tarafından 115B427 proje numarasıyla desteklenen bir eğitim programının bir bölümünden üretilmiştir. Söz konusu proje dahilinde ele alınan araştırma problemlerinin bir kısmı başka bir çalışmada sunulmuş olup (Ünal Çoban ve ark., 2016) bu çalışmada söz konusu eğitim programının katılımcıların bilimsel bilgiye yönelik anlayışlarına etkisi ele alınmıştır. Çalışma, zayıf deneysel desenlerden tek grup ön test son test deneme modeline dayalı olarak gerçekleştirilmiştir. Tek gruplu ön test-son test modelinde, çalışma grubuna bağımsız değişken uygulanır ve uygulama öncesinde ve sonrasında veri toplama araçları ile veri toplanır. Bu deneysel desende çalışma grubunun veri toplama araçlarından aldıkları son test puanlarının aritmetik ortalaması ön test puanlarının aritmetik ortalamasından anlamlı derecede farklılık gösterdiği görülürse bu iyileşmenin uygulamadan kaynaklandığı sonucuna varılır (Karasar, 2011).

### Örneklem

Araştırmanın katılımcılarını Türkiye genelinden belirli kriterler doğrultusunda seçilmiş 45 fen bilimleri öğretmeni oluşturmaktadır. Katılımcıların belirlenmesinde bazı kriterler göz önünde bulundurulduğundan, örneklem seçiminde amaçlı örnekleme tekniği kullanılmıştır. Katılımcıların belirlenmesinde mesleki deneyimleri açısından heterojen bir grup oluşturmaya, cinsiyet dağılımının birbirine yakın olmasına, gerçekleştirilecek etkinliklerin tüm coğrafi bölgelerde görev yapan öğretmenler tarafından deneyimlenebilmesi için coğrafi bölge açısından heterojen bir grup oluşturulmasına dikkat edilmiştir. Ayrıca katılımcıların belirlenebilmesi için hazırlanan başvuru formunda yer alan “başvuru amacı, fen bilimleri dersinin ağırlıklı olarak nasıl işlendiği vb.” sorular aracılığıyla öğretmenlerin yenilikçi yaklaşım, yöntem ve tekniklere ilgi ve ihtiyaç duyma, bunları sınıf içinde uygulama vb. durumları değerlendirilerek benzer bir çalışmaya katılmamış ve böyle bir çalışmaya gerçekten ilgi ve ihtiyaç duyan öğretmenlerin seçilmesine de dikkat edilmiştir.

İlgili kriterler doğrultusunda asil katılımcı olarak belirlenen 45 fen bilimleri öğretmenlerinden bazıları sağlık problemleri sebebiyle katılamayacağını beyan etmiş, belirlenen yedek liste katılımcıları ise planlarını değiştirmek istememeleri sebebiyle çalışmaya dâhil olmadıklarından araştırma 45 yerine 37 fen bilimleri öğretmeni ile gerçekleştirilmiştir. Katılımcı öğretmenlere ilişkin demografik bilgiler, Tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo 1, katılımcıların görev bölgeleri ve cinsiyetleri açısından dağılımlarını göstermektedir. Buna göre çalışmaya katılan 37 fen bilimleri öğretmenin 12’si Marmara, 8’i Ege, 6’sı Akdeniz, 4’ü Doğu Anadolu, 3’ü Güneydoğu Anadolu ve 2’ser kişisi İç Anadolu ve Karadeniz bölgelerinden katılmıştır. Cinsiyet açısından bakıldığında katılımcıların 22’si kadın ve 15’i erkektir. Ayrıca başvuru formundan elde edilen diğer bilgilere göre; 20–25 yaş arasında 3 (%8,3), 26–30 yaş arasında 20 (%55,6), 31–35 yaş arasında 8 (%19,4), 36–40 yaş arasında 3 (%8,3) ve 41 yaşından büyük 3 (%8,3) katılımcı olduğu görülmektedir. Katılımcıların 26’sı (%60,4) lisans mezunu iken, 11’i (%30,6) yüksek lisans derecesine sahiptir. Öğretmenlikte hizmet süreleri incelendiğinde, 1–5 yıl arasında 15 (%41,7) katılımcı, 6–10 yıl arasında 11 (%30,6) katılımcı ve 11–15 yıl arasında 11 (%27,8) katılımcı bulunmaktadır.

**Tablo 1.**

*Katılımcılara İlişkin Demografik Veriler*

Cinsiyet	Görev Bölgesi						
	A	B	C	D	E	F	G
Kadın	7	7	3	2	–	1	2
Erkek	5	1	3	2	3	1	–

Note: A = Marmara, B = Ege, C = Akdeniz, D = Doğu Anadolu, E = Güneydoğu Anadolu, F = İç Anadolu, G = Karadeniz.

### Veri Toplama Aracı

#### Bilimsel Bilgiye Yönelik Açık Uçlu Sorular (BBYOUS)

Katılımcı öğretmenlerin bilimsel bilgi anlayışlarındaki gelişimlerini belirlemek amacıyla Ünal Çoban ve ark. (2011) tarafından geliştirilmiştir. Formun geliştirilme aşamasında bazı sorular birinci yazarın doktora tezinden doğrudan alınmış (Ünal Çoban, 2009), diğerleri araştırmacılar tarafından geliştirilmiştir. Söz konusu form, diyalog ve senaryolar hâlinde gerekçelendirme, hipoteze bağlılık,

güvenirlilik ve yaratıcılık temalarında toplam 7 sorudan oluşmaktadır. Bu soruların ikisi gerekçelendirme (Soru 1a ve 1b), biri güvenirlilik (soru 2), ikisi hipoteze bağlılık (soru 3 ve 4) ve ikisi yaratıcılık (soru 5 ve 6) temalarına aittir. Soruların kapsam geçerliği uzman görüşü (fizik, fen bilgisi ve felsefe alanlarında uzman üç öğretim üyesi ve iki öğretim elemanı) yoluyla sağlanmıştır. Söz konusu sorulardan alınan yüksek puan gelişmiş epistemolojik görüşe işaret etmektedir.

**1a- Aşağıda Ali ve Ayşe'nin konuşmalarından bir bölüm sunulmuştur. Ayşe'nin sorularına Ali'nin verdiği yanıtların bir bölümü boş bırakılmıştır. Size göre, Ali'nin verdiği yanıtlar neler olabilir? Lütfen kendinizi Ali'nin yerine koyarak, düşüncelerinizi boşluklara yazınız.**

**Ali:** Eski çağlarda yaşayan insanlar Dünyanın tepsi gibi dümdüz olduğunu sanıyorlarmış, biliyor muydun?

**Ayşe:** Evet, bunu ben de bir dergide okumuştum. Sence bu insanlar dünyanın tepsi gibi dümdüz olduğu sonucuna nasıl ulaşmışlardır?

**Ali:** Hımm...Biraz düşüneyim...Bence, .....

**1b-**

**Ayşe:** Peki ama şimdi dünyanın yuvarlağa yakın bir şekle sahip olduğunu biliyoruz. Bu sonuca nasıl ulaşılmıştır?

**Ali:** .....

### Şekil 3.

BBYAUS örnek soru.

### Uygulama

Çalışma aynı zamanda TÜBİTAK destekli bir projenin ürünü olduğundan, öncelikle araştırmacılar tarafından bir çevrimiçi başvuru formu oluşturulmuş ve proje aşamasında hazırlanan web sayfasında paylaşılarak tüm Türkiye'den gönüllü fen bilimleri öğretmenlerinin başvuruları alınmıştır. Sonrasında, "Katılımcılar" başlığı altında detayları açıklanan kriterler doğrultusunda katılımcı öğretmenler belirlenmiştir.

Eğitim öncesinde öğretmenlere ilgili veri toplama aracı uygulanarak ön veriler toplanmıştır. Hazırlanan eğitim programında TPAB'ın bütünleştirici modeli esas alınmıştır. Bütünleştirici TPAB modeline göre, teknolojik pedagojik alan bilgisi modelin üç temel bilgi alanının (teknoloji, pedagoji ve alan bilgisi) karmaşık etkileşimlerine dayalı olarak gelişme gösterir (Koehler & Mishra, 2009). Bu kapsamda eğitim programı dâhilinde argümantasyonun sosyal boyutu dikkate alınarak, etkinlikler sırasında öğretmenlerin birbirleriyle iletişimlerini destekleyebilmek amacıyla öğretmenler öncelikle tanışma etkinliğine dâhil olmuşlardır. Tanışma etkinliği sonrası araştırmacılar tarafından öğretim programında argümantasyonun yeri, önemi ve öğretime teknoloji entegrasyonu konuları üzerine bilgilendirmeler yapılmıştır. Toplam yedi gün süren eğitimin ilk iki gününde öğretmenler yalnızca argümantasyon ile ilgili pedagojik bilgilerini geliştirmeye dayalı etkinliklere dâhil olmuşlardır. Bu kapsamda argümantasyonun ve bileşenlerinin neler olduğunu, argümantasyon sürecinin nasıl yapılandırılacağını ve argümantasyonun nasıl öğrenme-öğretme ya da değerlendirme aracı olarak kullanılacağını deney, oyun, sanat, atölye ve işbirlikli grup çalışmalarına dayalı etkinlikler aracılığıyla deneyimlemişlerdir. Sonraki iki gün boyunca öğretmenler aslında hâli hazırda kullandıkları ya da aşına oldukları teknolojileri öğrenme ortamına nasıl dâhil edebilecekleri üzerine öğrenmeler gerçekleştirmişlerdir. Teknoloji ve pedagojik bilginin gelişimi sonrası katılımcılar teknolojik pedagojik bilgi, teknolojik alan bilgisi ve pedagojik alan bilgisine odaklı etkinlikleri deneyimlemişlerdir. Örneğin teknolojik alan bilgisi etkinliği kapsamında öğretmenler kendilerine sunulan

araştırma problemlerini yanıtlamak üzere dijital ölçme araçlarını kullanmışlardır. Projenin son iki gününde ise öğretmenler tüm bu öğrendiklerini harmanlayarak pedagojisini argümantasyon yönteminin oluşturduğu teknoloji destekli öğrenme ortamları tasarlamışlar ve sunmuşlardır.

Gerçekleştirilen salt argümantasyon, salt teknoloji ya da ikisinin birbirine entegre edildiği etkinliklerin her birinin tamamlanmasından ardından öğretmenlerle tamamlanan etkinlik üzerine tüm sınıf tartışmaları yapılmıştır. Bu tartışmalarda, öğretmenlerin sınıf ortamında sorun yaşayabileceğini düşündüğü noktalar ya da etkinlikte anlaşılmayan noktalar üzerinde durulmuştur. Tüm etkinliklerin tamamlanmasından ardından ön test olarak uygulanan veri toplama aracı tekrar uygulanarak son test verileri elde edilmiştir.

### Etik

Çalışma kapsamında kullanılan veri toplama aracı ve etkinlikler, Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Etik Kurulu tarafından incelenerek onaylanmıştır (01/12/2014, No:14). Ayrıca eğitim öncesi katılımcı öğretmenler "Gönüllü Katılımcı Onam Formu"nu imzalayarak araştırma ekibine teslim etmişlerdir.

### Verilerin Analizi

Bilimsel Bilgiye Yönelik Açık Uçlu Sorular (BBYAUS)'dan elde edilen yanıtlar betimsel analiz tekniği ile analiz edilmiştir. Bu kapsamda yine açık uçlu soruları geliştiren Ünal Çoban ve ark. (2011) tarafından geliştirilen "Bilimsel Bilgiye yönelik Açık Uçlu Soruları Değerlendirme Rubriği" kullanılmıştır. İlgili rubriğin geliştirme sürecinde güvenilirliği %80 olarak bulunmuştur. Değerlendirme rubriği Tablo 2'de sunulmuştur.

**Tablo 2.**

*Bilimsel Bilgiye Yönelik Açık Uçlu Soruları Değerlendirme Rubriği*

0. Düzey: İlgisiz cevap ya da cevap yok

1. düzey: Bilimsel etkinliklerle -düşünceleri açıkça ayıramaz. Çalışmalar tanımsız ve çoğu zaman belirsizdir. Bu çalışmalar düşünce, buluş, araştırma, deney olabilir. Bilimsel çalışmanın gerekçelendirilmesinin sürdürülmesi için gerekli olan motivasyon sınanmış düşüncelerin yapılandırılması/sınanması üzerine değil etkinliğin başarılması üzerine kuruludur. (Hayal gücünün öneminden yüzeysel olarak söz eder).

2.düzey: Gerekçelendirme de düşüncenin önemli olduğunun farkına varır, ancak nasıl gerçekleşeceği konusunda tam fikir sahibi değildir. Bilimde düşüncenin önemli olduğunun farkına varır, ancak düşüncenin doğası ve düşünme türü hâlâ belirsizdir. (Hayal gücünün düşünce oluşumuna etkisini fark etmeye başlar. Ancak, hayal gücünün bilimsel düşünceyi harekete geçirdiği konusu belirsizdir)

3.düzey: Bilginin bilim insanlarının düşüncelerinin deneyler ve etkinliklerle yansız şekilde sınanmasıyla gerekçelendirildiğini fark eder. Bilimsel bilginin gerekçelendirilmesinin bilgiye inanılmasına neden olduğunu bilir. Bilim insanlarının düşünceleri, deneyler ve deney sonuçlarının farklı olduğunu fark eder. Bu farklılığı anlamalarıyla birlikte açıklama, hipotez sınaması düşünceyi geliştirmeye başlar. Düşüncelerin karmaşık bölümleri olduğunu fark ettikçe düşüncelerin zamanla birlikte geliştiğini ve anlaşıldığını fark eder. (Hayal gücünün bilimsel düşünceyle birlikte bilimsel çalışmaları etkilediğini bilir ve örneklerle açıklar).

Tablo 2'de görüldüğü gibi açık uçlu soru formunda yer alan her bir soru için alınabilecek en düşük puan 0, en yüksek puan ise 3'tür. Soru formundan alınan yüksek puan gelişmiş epistemolojik görüşü gösterirken düşük puan gelişmemiş epistemolojik görüşü göstermektedir. Çalışma kapsamında katılımcılardan elde edilen veriler, iki araştırmacı tarafından ayrı ayrı analiz edilerek puanlanmış ve iki puanlama arasındaki uyum yüzdesi hesaplanmıştır.

## TEKNOLOJİK PEDAGOJİK ALAN BİLGİSİ TEMELLİ ARGÜMANTASYON



### UYGULAMALARI



Etkinliğin Adı: Dijital Fen Araçlarını Kullanıyorum

#### Grup çalışması

Aşağıda sunulan araştırma problemlerinden birini seçiniz. Seçtiğiniz konu ile ilgili elde ettiğiniz gelişmeleri belirtilen kısımlara yazınız.

Araştırma Problemleri:

1. Çalışma salonunun farklı bölgelerinde gürültü seviyesi nasıldır?
2. Suyun içindeki tuz miktarı arttıkça elektrik iletkenliği nasıl değişir?
3. Çalışma salonunun farklı bölgelerinde ortam sıcaklığı nasıl değişir?
4. Çalışma salonunun farklı bölgelerinde ışık yoğunluğu nasıl değişir?
5. Bir ağacın farklı bölümlerinin (kök, gövde, yaprak) elektriksel direnci nasıldır?
6. Vücudun her yerinde elektriksel direnç aynı mıdır?

#### 1. Seçtiğiniz problem

---



---



---

#### 2. Hipoteziniz

---



---



---

#### 3. Değişkenleriniz

---



---



---

#### 4. Deneyiniz

---



---



---



---



---



---



---



---

#### Şekil 4.

TPAB temelli argümantasyon eğitimi etkinlik çalışma yaprağı örneği.

Buna göre, uyum yüzdeleri ön test için %70 ve son test için %76 olarak bulunmuştur. Uyum yüzdelerinin %70 ve üzerinde olması, veri analiz sürecinin güvenilirliğine kanıt olmuştur (Fraenkel & Wallen, 1996).

Katılımcıların yanıtları 0.düzye için 0, 1.düzye için 1, 2.düzye için 2 ve 3.düzye için 3 puan verilerek puanlanmıştır. Ardından elde edilen veriler için ön test ve son test özelinde betimsel istatistikten yararlanılmış ve ayrıca öncelikle puanların normal dağılıma uygunluğu test edilerek puan ortalamaları arasındaki fark için analiz işlemi gerçekleştirilmiştir.

### Bulgular

“TPAB temelli argümantasyon eğitimi, fen bilimleri öğretmenlerinin bilimsel bilgiye yönelik anlayışlarını nasıl etkilemiştir?”

araştırma problemini yanıtlamak üzere her bir katılımcının ön test ve son test için ayrı ayrı toplam puanları hesaplanmıştır. Elde edilen toplam puanları yorumlayabilmek adına, bir kişinin BBYOUS'dan alabileceği en düşük puanın 0 ve en yüksek puanın ise 21 olacağından hareketle Tablo 3'deki puan sınıflandırılması oluşturulmuştur.

**Tablo 3.**

*Bilimsel Bilgiye Yönelik Açık Uçlu Sorular için Puan Sınıflandırması*

	0.düzye	1.düzye	2.düzye	3.düzye
En düşük puan	0	1	8	15
En yüksek puan	0	7	14	21

## TEKNOLOJİK PEDAGOJİK ALAN BİLGİSİ TEMELLİ ARGÜMANTASYON



### UYGULAMALARI



Etkinliğin Adı: Dijital Fen Araçlarını Kullanıyorum

#### 5. Verileriniz

---



---



---

#### 6. Sonuç ve sunum

---



---



---



---



---



---

#### Grup çalışması

Aşağıda tasarlanmış ve gerçekleştirmiş olduğunuz etkinlik üzerinden argüman oluşturulabilmenize yardımcı olması için belirlenen basamaklar bulunmaktadır.

#### Ön İddiam (Hipotezim)

---



---



---

Verilerinizin ön iddianızı desteklediğini düşünüyor musunuz?

Evet

Hayır



Yeni İddiam: .....

Topladığınız verilerden yola çıkarak yukarıdaki soruya verdiğiniz cevaba (iddianıza) yönelik gerekçe/kantlar sununuz.

---



---



---

**Şekil 4.**  
Continued.

TPAB temelli argümantasyon eğitiminin katılımcıların bilimsel bilgiye yönelik anlayışlarına etkisini inceleyebilmek için Tablo 3'deki puan sınıflandırması dikkate alınarak katılımcıların ön test ve son test düzey sınıflandırması yapılarak Tablo 4'de sunulmuştur.

**Tablo 4.**  
BBYAUS Toplam Puanlarının Düzeylere göre Sınıflandırması

	Ön test		Son test	
	F	%f	f	%f
0.düzye	0	0	0	0
1.düzye	3	8,11	1	2,70
2.düzye	31	83,78	26	70,28
3.düzye	3	8,11	9	24,32

Tablo 4'e göre, katılımcı öğretmenlerin bilimsel bilgiye yönelik anlayışlarının eğitim öncesi ve eğitim sonrasında ağırlıklı olarak 2. düzeyde olduğu görülmektedir. Bununla birlikte, eğitim sonrasında 1. düzeydeki öğretmenlerin sayısı azalırken, 3. düzeydeki öğretmenlerin sayısında artış meydana geldiği de görülmektedir.

Şekil 5, öğretmenlerin BBYAUS temalarına ilişkin ön ve son puan ortalamalarını ve ayrıca son test puan ortalamalarında ön test puan ortalamalarına göre meydana gelen artışın yüzdellik ifadesini göstermektedir. Buna göre TPAB temelli argümantasyon eğitimi, katılımcı öğretmenlerin sırasıyla en fazla güvenirlilik (%27,22), hipoteze bağlılık (%26,92), gerekçelendirme (%14,07) ve yaratıcılık (%1,41) temalarında bilimsel bilgiye yönelik anlayışlarında gelişime yol açmıştır.

## TEKNOLOJİK PEDAGOJİK ALAN BİLGİSİ TEMELLİ ARGÜMANTASYON



## UYGULAMALARI



**Etkinliğin Adı:** Dijital Fen Araçlarını Kullanıyorum

Araştırmanız yoluyla elde ettiğiniz verileri daha üst düzeyde destekleyebilecek kuramsal bilgileri ya da günlük yaşam verilerinizi sununuz.

---



---



---

İddianızın hangi koşullar altında geçerli olduğunu düşünüyorsunuz?

---



---



---

İddianız her durumda geçerli midir? İddianızı geçersiz kılacak durumlar neler olabilir?

---



---



---

Yukarıdaki tüm sorulara verdiğiniz yanıtları ve oluşturduğunuz şemayı göz önüne aldığınızda iddianızın güçlü ya da zayıf olmasıyla ilgili olarak nasıl bir değerlendirme yapabilirsiniz?

---



---



---



---



---



---



---



---

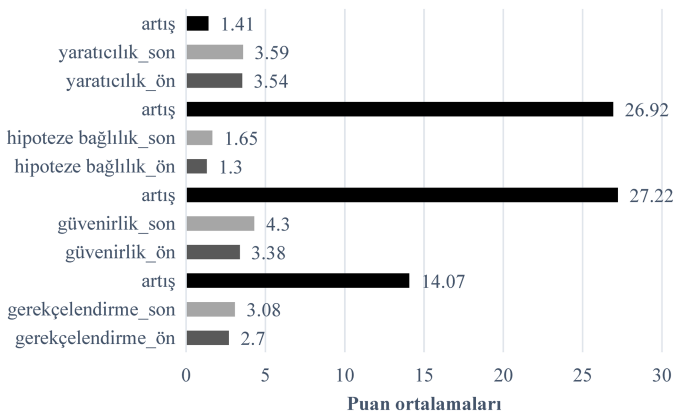


---



---

**Şekil 4.**  
Continued.



**Şekil 5.**  
BBYAUS Temalarına İlişkin Ortalama Puanlar.

Tablo 5, katılımcı öğretmenlerin bilimsel bilgiye yönelik anlayış düzeylerini her bir soru bazında göstermektedir. Buna göre, gerekçelendirme temasında yer alan 1a ve 1 b sorularında hem

ön hem son testte öğretmenlerin 3.düzeydeki anlayışlarına ilişkin oranlar pek değişmezken, son testte 1.düzeydeki anlayışlarının 2.düzey yönüne evrildiği görülmektedir. Örneğin, 1a numaralı soruda eski çağlarda yaşayan insanların dünyanın tepsi gibi düz olduğu sonucuna nasıl ulaşmış olabilecekleri sorusuna yanıt olarak öğretmen Z.A. ön testte "Denizcilik pek gelişmemişti ve insanlar uzak diyarlara gitmemişlerdi. Dünyanın yuvarlak olduğunun kanıtlarından biri de gemilerin seyahatleri sonucu belirtilmiştir. Ayrıca astronomi üzerine yeterli çalışmalar yapılmamıştır. Bu çalışmalar artınca, Ay'ın hareketleri ve diğer gezegen gözlemleri de değiştirmiştir." yanıtıyla öne sürdüğü düşüncelerini gerekçelendirme yoluna gitmeden belirsiz bir şekilde açıklamıştır (1.düzey). Son testte ise aynı soruya "Bilgi kaynaklarından uzaktırlardı. Ellerindeki verilere dayanarak Dünya'nın yuvarlak olabileceğini düşünmemişlerdir." yanıtını vererek gerekçelendirmenin önemini farkına vardığını ancak tam bir gerekçelendirme yapma konusunda yeterli olmadığını göstermiştir (2.düzey). Benzer şekilde, 1b numaralı soruda bugün sahip olduğumuz Dünya'nın yuvarlak olduğu bilgisine nasıl ulaşılmış olunabileceği sorusuna yanıt olarak öğretmen D. U. ön testte "Yaşadıkları yerlerden başka



## TEKNOLOJİK PEDAGOJİK ALAN BİLGİSİ TEMELLİ ARGÜMANTASYON

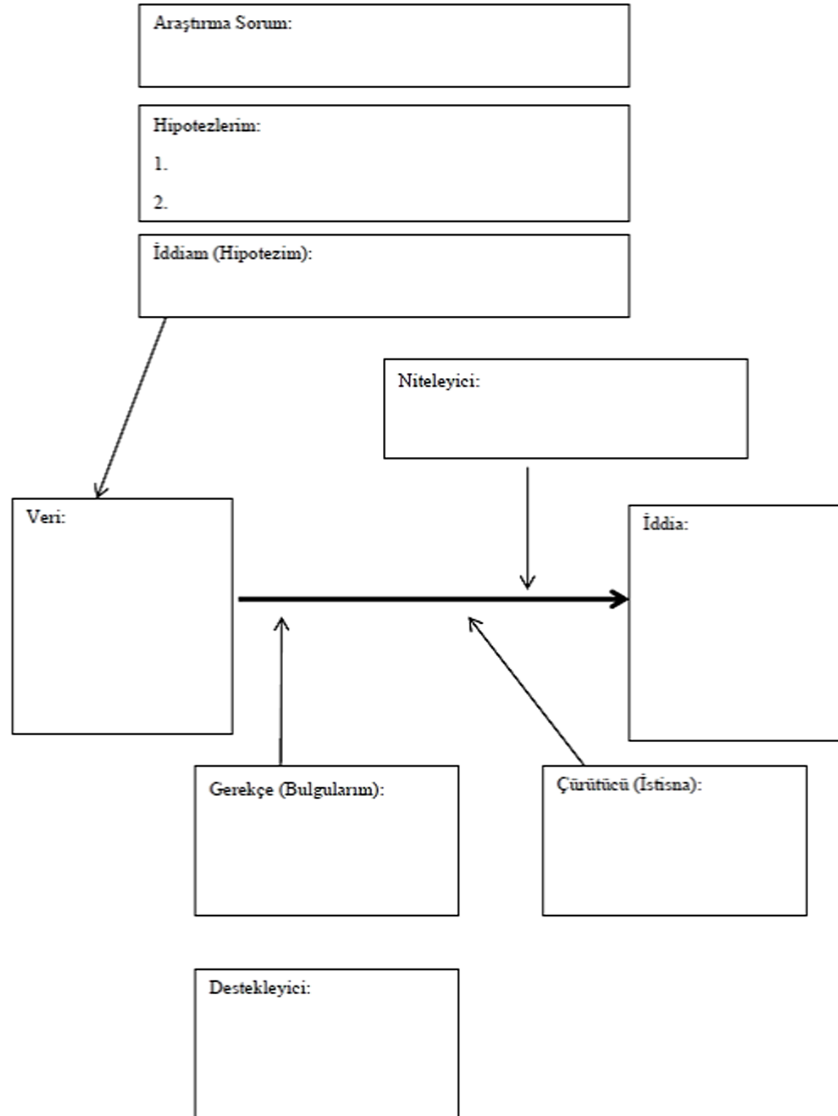


### UYGULAMALARI



Etkinliğin Adı: Dijital Fen Araçlarını Kullanıyorum

Argümanımızı Haritalayalım...



Şekil 4.  
Continued.

bir yerler olup olmadığını merak etmiş de olabilirler, başka yerlere gittikçe geldikleri yeri görmedikleri içinde nereye kaybolduklarını merak etmiş de olabilirler. Gökyüzüne bakıp ayın ve güneşin nereye gittiklerini merak da etmiş olabilirler. Kısaca merak duyguları geliştikten sonra.” yanıtıyla bilimsel düşüncede hayal gücünün önemine yüzeysel bir değinmede bulunmuş ve ayrıca Dünya'nın yuvarlak olduğu bilgisinin bilimsel keşif sürecinden bahsetmek yerine kişisel düşüncelerini ortaya koymuştur (1.düzyey). Son testte ise aynı soruyu “İnsanlar ihtiyaçları arttıkça buluşlar var olmuş ve araştırma ile gelişen bakış açıları genişledikçe bunu da

bulmuşlardır” şeklinde yanıtlayarak bilgiyi yetersiz gerekçelendirme yoluna gitmiştir (2.düzyey).

Güvenirlik temasında yer alan ikinci soruya ilişkin yanıtlarda, son testte öğretmenlerin yaklaşık %38'inin 1.düzyeydeki anlayışı 2.düzyeye ulaşmıştır. Örneğin, bilim insanlarının yıldırımli fırtınaların davranışlarını açıklamada yaşadıkları zorluğun nedenlerinin sorgulandığı soruya öğretmen A.K. ön testte “Yıldırımli fırtınaların sayısal verilerle analiz edilebilmesi için olayın gerçekleştiği yerin net olarak önceden tespit edilmesi ve gözlem materyallerinin

**Tablo 5.**  
BBYAUS Puanlarına ilişkin Sınıflandırma

	Son Test																						
	1.düzye			2.düzye			3.düzye			0.düzye			1.düzye			2.düzye			3.düzye				
Ön Test	n	%	f	%f	f	%f	f	%f	f	%f	f	%f	f	%f	f	%f	f	%f	f	%f	f	%f	
Gerekeçlendirme	24	64,86	12	32,44	1	2,70	-	-	-	-	19	51,35	15	40,54	3	8,11							
Gerekeçlendirme	27	72,97	8	21,62	2	5,41	-	-	-	-	20	54,05	15	40,54	2	5,41							
Güvenirlilik	29	78,38	6	16,21	2	5,41	-	-	-	-	15	40,54	20	54,05	2	5,41							
Hipoteze bağıllılık	11	29,73	22	59,46	4	10,81	-	-	-	-	4	10,81	22	59,46	11	29,73							
Hipoteze bağıllılık	19	51,35	15	40,54	3	8,11	1	2,70	2,70	2,70	4	10,81	22	59,46	10	27,03							
Yaratıcılık	12	32,44	23	62,15	2	5,41	1	2,70	2,70	2,70	10	27,03	20	54,05	6	16,22							
Yaratıcılık	9	24,32	26	70,27	2	5,41	1	2,70	2,70	2,70	10	27,03	23	62,15	3	8,11							

hedef noktaya sifıra yakın bir hatayla yerleştirilmesi gerekiyor olabilir ve bu tarz hava olaylarının tutarsız davranışları sonucu bu noktada zorlanıyor olabilirler. Ayrıca doğadaki çok yüksek enerjili bir hava olayının deneysel verilerini toplamakta tehlikeler yaşıyor olabilirler” yanıtını vererek kişisel görüşünü bilimsel gerekçelendirmeden uzak bir şekilde beyan etmiştir (1.düzye). Öğretmen son testte ise, “Yıldırımli fırtınaların davranışlarını açıklamak için doğrudan veriler toplamak zor olabilir (yüksek enerji, tutarsız hareketler, ne zaman ortaya çıkacağını tespit edememek vb. gibi). Davranışları açıklayacak verileri toplayabilmek için farklı bir yöntem ve teknik bulamamış olabilirler. Veri toplamada kullandıkları bazı yöntem ve teknikler kısım kısım davranışı açıklamalarında yardım ediyor ancak bütünsel olarak bakıldığında yeterli olmuyor olabilir.” ifadesiyle veri toplamaya vurgu yaparak gerekçelendirmenin önemini fark edebilmiş ancak bu doğrultuda yeterli bir açıklamada bulunamamıştır.

Hipoteze bağıllılık temasında yer alan üçüncü soruya ilişkin 2.düzyedeki yanıtların oranı değişmezken, son testte 1.düzye anlayışlarının oranındaki azalma 3.düzyedeki anlayışlarının oranına artış olarak yansımıştır. Örneğin, bilim insanlarının evrenin genişleme-büzülme durumu konusunda farklı görüşlerde olmalarının sebebinin ne olabileceğinin sorgulandığı soruya öğretmen E.Ç. ön testte “uzaydaki konumumuzla ilgili olarak evrenin genişleme ya da büzülmenin farklı açılardan baktığını söyleyebiliriz.” ifadesiyle iki farklı hipoteze yönelik kendi kişisel düşüncesini bilimsel çalışmalardan bağımsız ve onlarla ilgisiz şekilde ortaya koymuştur (1.düzye). Son testte ise aynı soruya “Ortaya attıkları iddiaları farklıdır. Bu konuda yaptıkları gözlemler, deneyler farklı olabilir. Tezini ortaya attıkları fikirlerin antitezini düşünmemiş olabilirler. Destekleyicilerini ve çürütücülerini yeterli olarak gözlemlememiş olabilirler” yanıtını vererek bilim insanlarının deneylerinin ve deney sonuçlarının farklı olabileceğine ve bilimsel düşüncelerin karmaşık bölümleri olduğuna yönelik kazandığı farkındalığı göstermiştir (3.düzye). Aynı tema altında yer alan dördüncü soruda da benzer bir durum mevcuttur. Buna göre eğitim sonrası öğretmenlerin 1.düzye anlayış oranları yaklaşık %40 azalırken, bu oran son testte 2. ve 3. düzey anlayış oranları arasında neredeyse eşit bir şekilde paylaşılmıştır. Örneğin, bilim insanlarının yeryüzündeki sıcaklık artışına sebep olan faktörler konusunda sahip oldukları farklı görüşlerin nedeni ile ilgili olarak öğretmen A.K. ön testte “Olaylar incelenirken bütünüyle ele alınmalıdır. Problem incelenirken her bilim adamı kendi alanıyla ilgili görüşler ortaya sunabilir. Bu görüşlerin ikisinin de doğru olma ihtimali vardır. Bütünüyle biri doğru ya da bütünüyle biri yanlış demek doğru olmaz” (1.düzye) yanıtını verirken son testte “Bir olaya birden fazla sebep bulunabilir. Küresel ısınmanın nedenleri çok yönlü olduğu için her bilim adamı kendi alanından bakarak olayları açıklamaya çalışmıştır” (2.düzye) yanıtını vermiştir. Eğitim öncesi ve sonrası öğretmenin verdiği yanıtlar benzerlik gösterse de eğitim sonrasındaki yanıtı incelendiğinde “küresel ısınmanın nedenleri çok yönlü olduğu için” şeklinde bir ifade kullanarak verdiği yanıtı, iddiasını yetersiz gerekçelendirme yoluna gittiği anlaşılmaktadır. Benzer şekilde öğretmen Y.K. aynı soruya ön testte “Yaptığım açıklama bilimsel değil ama bilim ve ahlak konusunda sıkıntı olduğunu düşünüyorum. CO<sub>2</sub> salınımı dünyanın gelişmiş ülkelerinde oldukça fazla ve bu konuda tüketimin azaltılması ile CO<sub>2</sub> salınımının azaltılacağı bilinmekte. Tüketimin azalması da ekonomileri sarsacağından diğer bilim adamlarının kurum ya da şirketler güdümünde açıklama yapmasına neden olabilir. Doğal yollarla oluşan küresel ısınma yine doğal yollarla yok olur zaten. Okyanus akıntısında sadece ısı akışı olur. Bir tarafta ısı azalıyor diğer tarafta

artar. O yüzden toplam ısı sabittir” yanıtıyla kendisine sunulan problem durumunu açıklamak üzere farklı örnekler üzerinden ve bilimsel etkinliklerden bağımsız olarak kendi düşüncelerini ifade etmiştir (1.düzye). Eğitim sonrasında ise “Yaptıkları araştırma, deney ve gözlemler sonucu ortaya çıkan durumları farklı değerlendirdikleri için. Bir başka ifadeyle görüşlerini açıklamak için farklı argümanları kullandıkları için. Örneğin, antibiyotik kullanımı ile ilgili doktorlar farklı görüşlere sahip. Bir kısım doktor antibiyotik kullanımının genelde zararlı olduğunu çünkü vücut bağıışıklığını azalttığını söylüyor (argüman 1). Diğer kısmı ise gerekli olduğunu düşünüyor çünkü mikroorganizmalara erken müdahale edilmeli diyor (argüman 2)” yanıtıyla bilimsel bilginin deneyler vb. bilimsel etkinliklerle sınanarak gerekçelendirildiğini fark ettiğini göstermiştir (3.düzye).

Yaratıcılık temalı beşinci soruda ön ve son testte 1.düzye anlayış oranları pek farklılaşmazken, son testte 2. düzeyden 3.düzye doğru bir ilerleme meydana gelmiştir. Aynı temalı altıncı soruda ise ön ve son testte düzyelere göre anlayış oranları benzer kalmıştır. Tablo 5’den edinilen bir diğer bulgu ise, ön testte 0.düzyede bir anlayış bulunmazken eğitim sonrası son testte 0.düzyede anlayışın varlığıdır. Yapılan incelemede 0.düzye anlayışına sahip tek bir öğretmenin olduğu ve soruya yanlış ya da ilgisiz cevap verme sebebiyle değil, soruları yanıtsız bıraktığı için 0 puan aldığı görülmüştür.

Buraya kadar sunulan bulgular eğitim sonrası katılımcı öğretmenlerin bilimsel bilgiye yönelik anlayışlarında olumlu gelişmeler olduğunu işaret etmekle birlikte, bu durumun istatistiksel olarak anlamlılığını sınamak amacıyla ön ve son test puan ortalamaları karşılaştırılmıştır. Bu sebeple öncelikle verilerin normal dağılıma uygunluğu sınanmıştır. Son test verileri normal dağılırken ( $Z_{son} = ,960, p > ,05$ , ön test verilerinin normal dağılıma uymadığı ( $Z_{ön} = ,854, p < ,05$ ) bulunmuştur. Bu sebeple, ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemede parametrik olmayan testlerden Wilcoxon işaretli sıralar testi kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 6’da sunulmuştur.

**Tablo 6.**  
Öğretmenlerin BBYOUS Puanlarına İlişkin Wilcoxon İşaretili Sıralar Testi Sonuçları

Son test-ön test	N	Sıra ortalaması	Sıra Toplamı	Z	p	r
Negatif sıra	13	13,81	179,50	-2,22	,026*	,33
Pozitif sıra	23	20,48	450,50			
Eşit	1					

Note. N=37.  
\*p < ,05.

Tablo 6, fark puanlarının sıra ortalaması ve sıra toplamalarının son test puanları lehine olduğunu göstermektedir. Buradan hareketle, TPAB temelli argümantasyon eğitiminin öğretmenlerin bilimsel bilgiye yönelik anlayışlarında orta düzeyde anlamlı bir etki oluşturduğu söylenebilir ( $Z = -2,22; p < ,05; r = ,33$ ).

## Tartışma

Bu çalışmayla, teknolojik pedagojik alan bilgisi kuramı temelinde pedagojisini argümantasyon yönteminin oluşturduğu eğitim programının fen bilimleri öğretmenlerinin bilimsel bilgiye yönelik

anlayışlarını nasıl etkilediği açıklanmaya çalışılmıştır. Çalışmanın sonucunda katılımcı öğretmenlerin bilimsel bilgiye yönelik anlayışlarının eğitim öncesi ve sonrası ağırlıklı olarak bilimsel düşüncenin önemli olduğuna inanırken nasıl olması gerektiği konusunda netliğe sahip olmayan bakış açısına sahip oldukları (2.düzye) bununla birlikte eğitim sonrası bilimsel etkinlikleri düşüncelerden açıkça ayıramayanların 1.düzye) oranı azalırken bilimsel düşünce ve etkinliklerin önemini ve ayırımı bilip uygulayanların (3.düzye) oranlarının arttığı bulunmuştur (Tablo 4). Destekler şekilde, eğitim sonrası fen bilimleri öğretmenlerinin bilimsel bilgiye yönelik anlayışlarının eğitim öncesi anlayışlarından istatistiksel olarak anlamlı farklılaştığı da belirlenmiştir (Tablo 6). Bu durum, eğitim programının ilk günlerinde sunulan salt argümantasyon eğitiminden kaynaklı olabilir. Söz konusu eğitimde, argümantasyon sürecinde gözlem yapma, veri toplama, iddia oluşturma ve sunum yapma süreçlerini tecrübe etmelerine, argümantasyon sürecinde oluşturulan iddiaların ve karşı iddiaların yapısını, geçerliliğini ve bu yolla argümanların ve bilimsel bilginin doğasını kavramalarına, argümantasyon yoluyla öğrenmeye dair farkındalığın pekiştirilmesine ve sürecin nasıl uygulanacağını tanımlamasına yönelik etkinliklere yer verilmiştir. Çalışma grubu farklı olmakla birlikte Ryu ve Sandoval (2012) çalışmalarında argümantasyon öğretiminin, argüman oluşturma bağlamında nedensel yapı, nedensellik uyumu, kanıt kullanma ve gerekçelendirme olarak ele aldıkları dört epistemik kriterin üçünde (nedensellik uyumu, kanıt kullanma ve gerekçelendirme) anlamlı gelişmeler olduğunu bildirmişlerdir. Benzer şekilde Ecevit (2018)’in bir dönem boyunca öğretmen adaylarıyla yürüttüğü argümantasyon eğitiminin epistemik anlayışa etkisi, bilginin değişebilir doğası, kanıtlar yoluyla bilginin doğruluğunu sorgulama ifadeleriyle kendini göstermiştir. Bununla birlikte argümantasyon ve epistemolojik görüş ilişkisi yalnızca argümantasyondan epistemolojiye değil, tersinir yönlü de ele alınmış ve bu iki faktörün çift yönlü bir ilişkisi olduğu ortaya konulmuştur (Güler, 2020; Sengül ve ark., 2020).

Çalışma kapsamında elde edilen bir diğer bulgu, katılımcı öğretmenlerin bilimsel bilgiye yönelik anlayış temalarından güvenilirlik ve hipoteze bağlılık alanlarında en fazla gelişme gösterdikleridir (Şekil 5). Bununla ilgili detaylı analizler, eğitim alan fen bilimleri öğretmenlerinin gerekçelendirme ve güvenilirlik temalarında bilimsel bilgiye yönelik anlayışlarının 1.düzyeden 2.düzyeye, hipoteze bağlılık temasında 1.düzyeden 2. ve 3. düzyeye doğru geliştiğini, bununla birlikte yaratıcılık temasında herhangi bir değişiklik olmadığını göstermiştir (Tablo 5). Elde edilen bu bulgu, argümantasyon eğitimleri bağlamında yalnızca Toulmin Argümantasyon Modeli (TAM)’nin ele alınmasından kaynaklı olabilir. Çünkü bu model, öne sürülen iddianın hangi kanıtlarla, hangi bilimsel ilkelere ışığında, hangi koşullar altında geçerli ve hangi durumlarda geçersiz olduğunun gerekçelendirilmesiyle ilgilidir. Bu bağlamda, Toulmin argümantasyon modelinin epistemoloji sorularının hipoteze bağlılık, güvenilirlik ve gerekçelendirme temalarıyla ilgili açıkça fark edilmektedir. Çeşitli argümantasyon modellerini karşılaştırmalı olarak inceledikleri çalışmalarında Aktamış ve Hiğde (2015), Toulmin argüman modelinin doğrudan olmasa dahi alan bilgisini dikkate aldığını ve iddianın gerekçelendirilmesi bağlamında standart bir yapı sunduğunu belirtmiştir.

Çalışmadan elde edilen bir diğer bulgu, her ne kadar alan yazında argümantasyon eğitimlerinin hedef kitle özelliklerinden bağımsız yaratıcılığı olumlu etkilediğini rapor eden çalışmalar olsa da (Demir, 2014; Karacalı & Özkan, 2021; Küçük Demir & İşleyen, 2015; Uçar & Deniz Çeliker, 2018) bu çalışmada yaratıcılık temalı bilimsel bilgiye yönelik anlayış sorularında eğitim öncesi ve

sonrası bir farklılık oluşmamasıdır. Argümantasyonun yaratıcılık üzerine olumlu etkilerini bildiren çalışmalarda ortak olarak argümantasyonun yaratıcılığın özellikle niceliksel olarak öne sürülen fikir sayısı şeklinde ifade edilen akıcılık ve öne sürülen fikirlerin kapsadığı disiplin sayısı olarak ifade edilen esneklik alt boyutları üzerinde istatistiksel olarak anlamlı etkiler oluşturduğu rapor edilmiştir (Karacalı & Özkan, 2021; Küçük Demir & İşleyen, 2015). Bu çalışma kapsamında yer alan argümantasyon etkinliklerinde argümantasyon bileşenlerinin tanıtılmasına odaklanıldığından geliştirilen etkinlikler için hazırlanan çalışma yapılarında yarı açık uçlu çalışma yapıları tercih edilmiştir. Bu kapsamda öğretmenler kendilerine çalışma yapılarında sunulan ve belli bir disipline ait (çoğunlukla fizik) problem cümleleri ya da hipotezler üzerinden argümantasyon sürecine dâhil olduklarından yaratıcılık temalı sorulardan elde edilen bulgularda herhangi bir gelişme gözlenmemiş olabilir.

## Sonuç ve Öneriler

Gerçekleştirilen bu çalışma, TPAB temelli argümantasyon eğitiminin fen bilimleri öğretmenlerinin bilimsel bilgiye yönelik hem genel anlayışlarını hem de hipoteze bağlılık, gerekçelendirme ve güvenilirlik temalarında bilimsel bilgi anlayışını olumlu bir şekilde etkilediğine kanıt oluşturmaktadır. Her ne kadar çalışma kapsamında bilimsel bilgi anlayışlarına yönelik elde edilen verilerin sınırlılıkları olsa da, çalışmanın sonuçları TPAB modelinin bilimsel bilgi anlayışı konusunda etkililiğine katkı sunması açısından değerlidir. Ayrıca çalışma, bilimsel bilgiye yönelik anlayış gelişiminde mesleki gelişim eğitimlerinin potansiyelini de ortaya koymaktadır. Buradan hareketle, sonraki çalışmalarda bilimsel bilgiye yönelik anlayış gelişiminde farklı kuramları, pedagojileri konu edinen mesleki gelişim eğitimleri düzenlenebilir. Ayrıca söz konusu eğitimin etkililiğine yönelik daha derin bilgiler elde etmek amacıyla, bilimsel bilgi anlayışlarını belirlemeye yönelik veri toplama araçlarında çeşitliliğe gidilebilir.

Çalışma ayrıca TPAB temelli argümantasyon eğitiminin katılımcı öğretmenlerin bilimsel bilgiye yönelik anlayış temalarından “güvenirlilik,” “hipoteze bağlılık” ve “gerekçelendirme” alanlarında gelişim sağlasa da, yaratıcılık temalı sorular bağlamında bilimsel bilgiye yönelik anlayışlarda bir değişikliğe yol açmadığını ortaya koymuştur. Bu sonuç, yaratıcılık gelişimi için yalnızca belirli (önceden hazırlanmış ve sınırlandırılmış bir yönergeye bağlı) pedagojilerin kullanımının yeterli olmadığını göstermesi açısından önemlidir. Bu durumda gerçekleştirilen eğitimin bu noktalar açısından gözden geçirilmesi düşünülmektedir. Buradan hareketle sonraki çalışmalarda, öğretmenlerin daha açık uçlu çalışma yapılarıyla argümantasyon sürecine dâhil olmaları sağlanabilir. Bu yolla öne sürdükleri başlangıç iddiasını gerekçelendirmek üzere öğretmenler farklı disiplinlerdeki bilimsel ilkeleri, verileri, çürütücüleri vb. kullanarak yaratıcı düşüncelerini geliştirebilirler.

**Destek ve Teşekkür Beyanı:** Bu çalışma, 115B427 proje numarası ile TÜBİTAK-4005 Bilim ve Toplum Yenilikçi Eğitim Uygulamaları kapsamında desteklenen projenin bir bölümünden üretilmiştir. Çalışmamızı destekleyen Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu'na (TÜBİTAK) ve ayrıca Türkiye'nin dört bir yanından gelecek çalışmamıza katılım sağlayan öğretmenlere teşekkür ederiz.

**Etik Komite Onayı:** Bu çalışma için etik komite onayı Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Etik Kurulundan (Tarih: 01.12.2014, No: 14) alınmıştır.

**Hakem Değerlendirmesi:** Dış bağımsız.

**Yazar Katkıları:** Fikir - G.Ü.Ç.; Tasarım - G.Ü.Ç., M.K.; Denetleme - G.Ü.Ç.; Kaynaklar - G.Ü.Ç., M.K., A.B.; Veri Toplanması ve/veya İşlenmesi - G.Ü.Ç., M.K., A.B., E.Ö.; Analiz ve/veya Yorum - G.Ü.Ç., M.K.; Literatür Taraması - G.Ü.Ç., M.K., A.B., E.Ö.; Yazıyı Yazan - G.Ü.Ç., M.K.; Eleştirel İnceleme - G.Ü.Ç.

**Çıkar Çatışması:** Yazarlar, çıkar çatışması olmadığını beyan etmişlerdir.

**Finansal Destek:** Bu çalışma, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu tarafından 115B427 proje numarası ile desteklenmiştir.

**Ethics Committee Approval:** Ethics committee approval was received for this study from the Ethics Committee of Dokuz Eylül University Institute of Educational Sciences (Date: 01.12.2014, No: 14).

**Peer-review:** Externally peer-reviewed.

**Author Contributions:** Concept - G.Ü.Ç.; Design - G.Ü.Ç., M.K.; Supervision - G.Ü.Ç.; Resources - G.Ü.Ç., M.K., A.B.; Data Collection and/or Processing - G.Ü.Ç., M.K., A.B., E.Ö.; Analysis and/or Interpretation - G.Ü.Ç., M.K.; Literature Search - G.Ü.Ç., M.K., A.B., E.Ö.; Writing Manuscript - G.Ü.Ç., M.K.; Critical Review - G.Ü.Ç.

**Declaration of Interests:** The authors declare that they have no competing interest.

**Funding:** This study was supported by the Scientific and Technological Research Council of Turkey with the project number 115B427.

## Kaynaklar

- Akkoç, H., Özmentar, M. F., Bingölbali, E., Demir, S., Baştürk, S., & Yavuz, İ. (2012). *Matematik öğretmen adaylarına teknolojiye yönelik pedagojik alan bilgisi kazandırma amaçlı program geliştirme*. TÜBİTAK-SOBAG 107K531 numaralı araştırma projesi raporu. Retrieved from <https://ap.p.trdizin.gov.tr/proje/TVRFU1UZzQ/matematik-ogretmen-adaylari-ana-teknolojiye-yonelik-pedagojik-alan-bilgisi-kazandirma-amacli-program-gelistirme>
- Akpınar, Y., Ardaç, D., & Er-Amuce, N. (2012). *Görsel yönden zenginleştirilmiş çoklu temsil ortamlarında argümantasyon yöntemiyle fen öğrenimi*. TÜBİTAK-SOBAG 109K566 numaralı araştırma projesi raporu. Retrieved from <https://docplayer.biz.tr/8778418-Gorsel-yonden-zenginlestirilmis-coklu-temsil-ortamlarinda-argumantasyon-yontemiyle-fen-ogrenimi-proje-no-109k566.html>
- Aktamış, H., & Hiğde, E. (2015). Fen eğitiminde kullanılan argümantasyon modellerinin değerlendirilmesi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 35, 136-172.
- Aktaş, İ., & Özmen, H. (2020). Investigating the impact of TPACK development course on pre-service science teachers' performances. *Asia Pacific Education Review*, 21(4), 667-682. [CrossRef]
- Aldağ, H. (2006). Toulmin tartışma modeli. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 15(1), 13-33.
- Bağ, H., & Çalık, M. (2017). İlköğretim düzeyinde yapılan argümantasyon çalışmalarına yönelik tematik içerik analizi. *Eğitim ve Bilim*, 42(190), 281-303.
- Butchart, S., Forster, D., Gold, I., Bigelow, J., Korb, K., Oppy, G., & Serrenti, A. (2009). Improving critical thinking using web based argument mapping exercises with automated feedback. *Australasian Journal of Educational Technology*, 25(2), 268-291.
- Chai, C. S., & Koh, J. H. L. (2017). Changing teachers' TPACK and design beliefs through the scaffolded TPACK lesson design model (STLDM). *Learning: Research and Practice*, 3(2), 114-129. [CrossRef]
- Davies, W. M. (2009). Computer-assisted argument mapping: A rationale approach. *Higher Education*, 58(6), 799-820. [CrossRef]
- Demir, S. (2014). *Bilimsel tartışma ve araştırmaya dayalı tasarlanan laboratuvar programının, fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılıklarına etkisi* (Tez No: 372301) [Doktora tezi, Marmara Ünivesitesi-İstanbul]. Yükseköğretim Kurumu Başkanlığı Tez Merkezi.
- Ecevit, T. (2018). *Argümantasyon destekli araştırma-sorgulamaya dayalı öğretim uygulamalarının fen öğretmen eğitimindeki etkililiği* (Tez No: 515518) [Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi-Ankara]. Yükseköğretim Kurumu Başkanlığı Tez Merkezi.

- Ekinci, N. (2017). Examining the relationships between epistemological beliefs and teaching and learning conceptions of lower-secondary education teachers. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(1), 344–358. [CrossRef]
- Erduran, S., Ardaç, D., & Yıkmacı-Güzel, B. (2006). Learning to teach argumentation: Case studies of pre-service secondary science teachers. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 2(2), 1–14. [CrossRef]
- Firat, S., Gürbüz, R., & Doğan, M. F. (2016). Öğrencilerin bilgisayar destekli argümantasyon ortamında olasılıksal tahminlerinin incelenmesi. *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 24, 906–944.
- Fraenkel, J. R., & Wallen, N. E. (1996). *How to design and evaluate research in education* (3rd ed). Mcgraw-Hill, Inc.
- Giri, V., & Paily, M. U. (2020). Effect of scientific argumentation on the development of critical thinking. *Science and Education*, 29(3), 673–690. [CrossRef]
- Güler, Z. (2020). Öğretmen adaylarının epistemolojik inançları ve bazı sosyobilimsel konulardaki yazılı argümantasyon becerileri arasındaki ilişkinin incelenmesi (Tez No: 666843) [Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi-Balıkesir]. Yükseköğretim Kurumu Başkanlığı Tez Merkezi.
- Gümrah, A., & Kabapınar, F. (2010, February 4–8). *Designing and evaluating a specific teaching intervention on chemical changes based on the notion of argumentation in science* [Paper presentation]. 2nd World Conference on Educational Sciences (WCES), Istanbul, Turkey.
- Günel, M., Akkuş, R., & Özer Keskin, M. (2010, Eylül 23–25). *Argümantasyon tabanlı bilim öğrenme yaklaşımının hizmetiçi eğitim programları yoluyla ilköğretim seviyesindeki öğretmen pedagojisi, öğrenci akademik başarısı, beceri ve tutumlarına olan etkisinin araştırılması* [Sözlü bildiri]. IX. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, İzmir, Türkiye.
- Günel, M., Akkuş, R., & Özer Keskin, M. (2013). *Argümantasyon tabanlı bilim öğrenme yaklaşımının hizmetiçi eğitim programları yoluyla ilköğretim seviyesindeki öğretmen pedagojisi üzerine ve öğrenci akademik başarı, beceri ve tutumlarına olan etkisinin araştırılması*. TÜBİTAK-SOBAG Tarafından Desteklenen 109K539 numaralı araştırma projesi.
- Günel, M., Kınır, S., & Geban, Ö. (2012). Argümantasyon tabanlı bilim öğrenme (ATBÖ) yaklaşımının kullanıldığı sınıflarda argümantasyon ve soru yapılarının incelenmesi. *Eğitim ve Bilim*, 37(164), 316–330.
- Harris, J. B., & Hofer, M. J. (2011). Technological pedagogical content knowledge (TPACK) in action: A descriptive study of secondary teachers' curriculum-based, technology-related instructional planning. *Journal of Research on Technology in Education*, 43(3), 211–229. [CrossRef]
- Hashweh, M. Z. (1996). Effects of science teachers' epistemological beliefs in teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(1), 47–63. [CrossRef]
- Henderson, J. B., & Osborne, J. F. (2019). Using computer technology to support the teaching and learning of argumentation in chemistry. In S. Erduran (Ed.), *Argumentation in chemistry education: Research, policy and practice* (Advances in Chemistry Education Series No.2 pp:79-105), 79–105. Cambridge: The Royal Society of Chemistry. [CrossRef]
- Hornig, R. Y., Lu, P. H., Chen, P. H., & Hou, S. H. (2013). The effects of argumentation on scientific knowledge inquiry skills. *International Journal of Science Education*, 35(16), 2784–2800. [CrossRef]
- Johnson, R. H., & Blair, J. A. (1994). Informal logic: Past and present. In R. Johnson (Ed.), *New essays in informal logic* (pp. 32–51). Vale Press.
- Karacalı, K., & Özkan, M. (2021). Fen laboratuvarında kullanılan argümantasyon odaklı öğretim yaklaşımının öğrencilerin akademik başarılarına, sorgulayıcı öğrenme becerilerine ve yaratıcılıklarına etkisi. *AHI Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22(2), 599–645. [CrossRef]
- Karasar, N. (2011). *Bilimsel araştırma yöntemi*. Nobel yayın dağıtım.
- Kaya, O. N., Doğan, A., & Kılıç, Z. (2005). University students' attitudes towards chemistry laboratory: Effects of argumentative discourse accompanied by concept mapping. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(2), 201–213.
- Kaya, O. N., & Kılıç, Z. (2008). Etkin bir fen öğretimi için tartışmacı söylev. *AHI Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9, 89–100.
- Keçeci, G., Kırılmazkaya, G., & Kırbacı Zengin, F. (2011). Mayıs. *İlköğretim öğrencilerinin genetiği değiştirilmiş organizmaları online argümantasyon yöntemi ile öğrenmesi* [Sözlü bildiri]. 6th International Advanced Technologies Symposium (IATS), Elazığ, Türkiye.
- Kiili, C. (2013). Argument graphs as a tool for promoting collaborative online reading. *Journal of Computer Assisted Learning*, 29(3), 248–259. [CrossRef]
- Kınır, S., Geban, Ö., & Günel, M. (2011). Öğrencilerin kimya derslerinde argümantasyon tabanlı bilim öğrenme yaklaşımının kullanılmasına ilişkin görüşleri. *Selçuk Üniversitesi Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Dergisi*, 32, 15–28.
- Kırbacı Zengin, F., Keçeci, G., Kırılmazkaya, G., & Şener, A. (2011, Eylül 22–24). *İlköğretim öğrencilerinin nükleer enerji sosyo-bilimsel konusunu online argümantasyon yöntemi ile öğrenmesi*. 5th International Computer & Instructional Technologies Symposium (ICITS), Elazığ, Türkiye.
- Koehler, M. J., & Mishra, P. (2005). Teachers learning technology by design. *Journal of Computing in Teacher Education*, 21(3), 94–103. [CrossRef]
- Koehler, M., & Mishra, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge (TPACK)? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1), 60–70. [CrossRef]
- Köseoğlu, F., Altun, Y., Ünlü, P., Tümay, H., & Taşar, M. F. (2011). *Bilimin doğası öğretimi: Bilim felsefesi ve bilim tarihine dayanarak bilimsel argüman oluşturma ve akıl yürütme öğretimine yönelik bir öğretmen mesleki gelişim paketinin hazırlanması*. TÜBİTAK-SOBAG Tarafından Desteklenen 108K086 numaralı araştırma projesi.
- Küçük Demir, B., & İşleyen, T. (2015). The effects of argumentation based science learning approach on creative thinking skills of students. *Educational Research Quarterly*, 39(1), 49–82.
- Kuhn, D. (1991). *The skills of argument*. Cambridge University Press.
- Kuhn, D. (1993). Science as argument: Implications for teaching and learning scientific thinking. *Science Education*, 77(3), 319–337. [CrossRef]
- Lemke, J. L. (1990). *Talking science: Language, learning, and values*. Ablex.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2018). *Fen bilimleri dersi (3,4,5,6,7,8. Sınıflar) öğretim programı*. Milli Eğitim Bakanlığı. Retrieved from <https://mu.fredat.meb.gov.tr/Dosyalar/201812312311937-FEN%20B%C4%B0L%C4%B0MLER%C4%B0%20C3%96%C4%9ERET%C4%B0M%20PROGRAMI2018.pdf>
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record: The Voice of Scholarship in Education*, 108(6), 1017–1054. [CrossRef]
- Moore, W. (2013). *The use of evidence in Young adolescents' argumentation* [Doctoral Thesis]. Columbia University. Retrieved from <https://www.semanticscholar.org/paper/The-Use-of-Evidence-in-Young-Adolescents-Moore/004be0238e1b78c165acb29d31e747d1df7a29ea>
- Namdar, B., & Salih, E. (2017). Fen bilgisi öğretmen adaylarının teknoloji destekli argümantasyona yönelik görüşleri. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17(3), 1384–1410. [CrossRef]
- Ogunniyi, M. B., & Hewson, M. G. (2008). Effect of an argumentation-based course on teachers disposition towards a science-indigenous knowledge curriculum. *International Journal of Environmental and Science Education*, 3(4), 159–177.
- Özdem Köse, Ö. (2019). *Teknoloji destekli argümantasyon uygulamalarının 7. Sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına, kavramsal anlamalarına ve tutumlarına etkisi: Kuvvet ve Enerji* (Tez No: 584262). [Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi-İstanbul]. Yükseköğretim Kurumu Başkanlığı Tez Merkezi.
- Ryder, J., & Leach, J. (2008). Teaching about the epistemology of science in upper secondary schools: An analysis of teachers' classroom talk. *Science and Education*, 17(2–3), 289–315. [CrossRef]

- Ryu, S., & Sandoval, W. A. (2012). Improvements to elementary children's epistemic understanding from sustained argumentation. *Science Education*, 96(3), 488–526. [CrossRef]
- Sarıtepeci, M. (2021). Modelling the effect of TPACK and computational thinking on classroom management in technology enriched courses. *Technology, Knowledge and Learning*. [CrossRef]
- Scheuer, O., Loll, F., Pinkwart, N., & McLaren, B. M. (2010). Computer-supported argumentation: A review of the state of the art. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 5(1), 43–102. [CrossRef]
- Sengul, O., Enderle, P. J., & Schwartz, R. S. (2020). Science teachers' use of argumentation instructional model: Linking PCK of argumentation, epistemological beliefs and practice. *International Journal of Science Education*, 42(7), 1068–1086. [CrossRef]
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4–14. [CrossRef].
- Simon, S. (2008). Using Toulmin's argument pattern in the evaluation of argumentation in school science. *International Journal of Research and Method in Education*, 31(3), 277–289. [CrossRef]
- Toulmin, S. (1958). *The uses of argument*. Cambridge University Press.
- Trust, T. (2018). Why do we need technology in education? *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 34(2), 54–55. [CrossRef]
- Uçar, C., & Deniz Çeliker, H. (2018). *Bilimsel yaratıcılığın geliştirilmesi: Argümantasyon tabanlı öğrenme* [Sözlü bildiri]. Uluslararası Eğitim Bilimleri Sempozyumu.
- Uluçınar Sağır, Ş., & Kılıç, Z. (2013). The effect of argumentation based teaching on the understanding levels of primary school students about the nature of science. *Hacettepe University Journal of Education*, 44, 308–318.
- Uluçınar, S., & Kılıç, Z. (2012). Analysis of the contribution of argumentation-based science teaching on students success and retention. *Eurasian Journal of Physics and Chemistry Education*, 4(2), 139–156.
- Ünal Çoban, G. (2009). Modellemeye dayalı fen öğretiminin öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerine, bilimsel süreç becerilerine, bilimsel bilgi ve varlık anlayışlarına etkisi: 7. sınıf Işık ünitesi örneği. (Doktora tezi), Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Ünal Çoban, G., Ateş, Ö., & Kaya Şengören, S. (2011). Epistemological views of prospective physics teachers. *International Online Journal of Educational Sciences*, 3(3), 1224–1258.
- Ünal Çoban, G., Akpınar, E., Baran, B., Kocagül Sağlam, M., Özcan, E., & Kahyaoğlu, Y. (2016). The evaluation of "technological pedagogical content knowledge based argumentation practices" training for science teachers. *Education and Science*, 41(188), 1–33. [CrossRef]
- Walker, J. P. (2011). *Argumentation in undergraduate chemistry laboratories* [Doctoral Thesis, Florida State University]. Retrieved from <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2011PhDT>
- Walton, D. (1996). Argumentation schemes for presumptive reasoning. *Lawrence Erlbaum*.
- Weiss, K. A., McDermott, M. A., & Hand, B. (2021). Characterising immersive argument-based inquiry learning environments in school-based education: A systematic literature review. *Studies in Science Education*, 1–33. [CrossRef]
- Yanpar Yelken, T., Sancar Tokmak, H., Özgelen, S., & İncikabı, L. (2013). *Fen ve matematik eğitiminde teknolojik pedagojik alan bilgisi temelli öğretim tasarımları* (1. Baskı). Anı Yayıncılık.
- Yanti, M., Riandi, R., & Suhandi, A. (2019). How does teachers' TPACK affect student's activity? In W. Strielkowski (Ed.), *Advances in social science, education and humanities research 4th Asian Education Symposium (AES)*. Retrieved from <https://www.atlantis-press.com/proceedings/aes-19/125940302>.

## Extended Abstract

**Purpose:** We use technology in a range of everyday activities from financial affairs to food order. Increasing rate of technology also affects instructional activities. Inclusion of technology into learning environment requires teachers to have knowledge and competencies in both content and pedagogy and technology. Teachers reflect their technology and content knowledge in the context of pedagogies proposed by curriculum. Argumentation is one of these pedagogies to explore the nature of scientific knowledge. Starting from this, the emphasis on technology integration and argumentation process in curriculums constituted the origin of the study. This study is originally based on some aspects: This study allows teachers to create argumentation-based learning environment using various educational technologies rather than using only one software or web tool. Activities in this study use simple and cheap materials and present learning experiences where argumentation and technology, art-based practices, and field trips integrate. Further, this study is not only based on writing argumentation activities, rather it includes using argumentation as knowing way, teaching-learning, and assessment tools. Toulmin's Argument Pattern (TAP) proposed related to the components of a valid, solid, and persuasive scientific knowledge was preferred in the study. Toulmin's Argument Pattern shows how scientific knowledge constructed with information about experimental data, scientific principles, supplemental evidence, and conditions that the claim is acceptable and invalid. From this point, argumentation is seen closely related to epistemology, which is a branch of philosophy about scientific knowledge. Briefly, the aim of this study is to answer the problem "How do TPACK-based argumentation practices affect science teachers' understanding about scientific knowledge?"

**Methods:** This study was based on one group pretest–posttest design, which is one of weak experimental design. Study group comprises 37 science teachers selected based on purposive sampling. Data were collected through "Open-ended Questions towards Scientific Knowledge" which includes seven dialog-based questions in different contents based on the themes, theory-ladenness, justification, reliability, and creativity. Obtained data were analyzed through "Assessment Rubric for Open-ended Questions towards Scientific Knowledge." Reliability of rubric in the data analysis was found as 70% for pretest and 76% for posttest. Descriptive statistics and non-parametric tests were used for data analysis.

**Results:** Findings indicated that science teachers' understanding about scientific knowledge was more on the importance of scientific thinking despite being unable to have a sound understanding (level 2) before and after the training. However, rate of understanding that could not differentiate scientific thoughts and actions from each other (level 1) was decreased, while rate of understanding addressing the importance of scientific actions and thoughts besides differentiating them (level 3) was increased after the training. Another finding was that science teachers developed more in reliability and theory ladenness factors of understanding about scientific knowledge. Detailed analysis showed that in justification theme, while the rate of level 3 understanding did not change before and after the training, level 1 understanding evolved into level 2 understanding after the training. In reliability theme, 38% of science teachers' understanding at level 1 modified to level 2 understanding in posttest. In theory-ladenness theme, while the rate of level 2 understanding did not change, the decrease in the rate of level 1 understanding reflected on as the increase in the rate of level 3 understanding. In creativity theme, the distribution of levels of understanding was nearly same before and after the training. Another salient finding was that there was level 0 understanding in posttest. When examined, it was seen that there was only one teacher having level 0 understanding and this was due to leaving the questions blank not giving wrong or irrelevant answer. Further, it was also found that TPACK-based argumentation practices had statistically significant medium impact on science teachers' understanding of scientific knowledge.

**Discussion, Conclusion and Suggestions:** This study reported that teachers' understanding of scientific knowledge was more on level 2 before and after the training, but the rate of level 3 understanding increased and the rate of level 1 understanding decreased after the training, and there was statistically significant difference in understanding of scientific knowledge before and after the training. This may be stemmed from activities focused solely on argumentation in the first days of training. In the training, there were activities especially on experiencing the process of observation, data collection, making claim and presentation; conceptualizing the nature of scientific knowledge and arguments based on the construct and validity of claims and counter-claims; introducing the argumentation process; and reinforcing the awareness for learning by argumentation. Another finding was that science teachers developed more in reliability and theory-ladenness themes. The reason for this may be due to use of Toulmin Argument Pattern (TAP) only in all argumentation activities in the training because TAP is related to justification of knowledge. From this point, use of TAP clearly expresses the developments in reliability, justification, and theory-ladenness themes of understanding of scientific knowledge.