



An Experimental Study On The Development of Pre-Service Science Teachers' Conceptual Understanding in Chemistry Through The Argumentation¹

Cem BÜYÜKEKŞİ², Özlem AYDIN ŞENGÜLEÇ³, Eralp BAHÇIVAN⁴, Soner YAVUZ⁵

Received: 23 June 2017, Accepted: 16 October 2017

ABSTRACT

In learning environments where the interaction between learners is enhanced through the use of argumentation, students will have a stronger conceptual understanding, regardless of the age group, as they will justify their own arguments and / or will take account of opposing views. For this reason, the importance of using argumentation in science education has been frequently emphasized by researchers in recent years. This study is conducted to investigate the effect of the Argumentation on the conceptual understanding of Science Teacher candidates through boiling concept, which may involve misconceptions because of misunderstanding fundamental concepts such as heat temperature and phase change. Experimental design and convenient sampling is applied in the study. Sample of the study is 52 1st grade Elementary Science Education students, who enrolled General Chemistry Laboratory and Physics Laboratory courses at Bülent Ecevit University. 25 students are randomly assigned for experimental group and 27 students are randomly assigned for control group. Both groups are assigned with Predict-Observe-Explain (POE) activity, however experimental group also treated with argumentation, which have four parts as individual-pre, in group, between groups, individual-post, used as data collection tool. As a result of analysis made, a further increase was observed in the experimental group at the scientific level of the participants' reasoning than the control group.

Keywords: Argumentation, Conceptual Understanding, Boiling.

EXTENDED ABSTRACT

Purpose and Significance

Many science educators accept the argument as origin of the philosophy of science. Argumentation has effective role for advancement and development of scientific knowledge, so it is crucial for science teaching. Argumentation, which is highly emphasized for science education, seems to be used with 3 different approaches in the literature: 1) argumentation for science learning, 2) science learning for argumentation, and 3) science-community relationship for argumentation. Researchers, who accept the first approach, concentrate more on the conceptual understanding of the students than on the analytical understanding of the argument, and they are guiding the students to interact with each other in order to create a learning environment to have dialogic interaction. The topics, in which the argument is used, should be an appropriate and discussable nature for the use of scientific data. Boiling concept is suitable to apply argumentation, because it is familiar concept, as it is a part of daily life; however, there are many misconceptions about the concept. This study is conducted to investigate the effect of the Argumentation on the conceptual understanding of Science Teacher candidates through boiling concept, which may involve misconceptions because of misunderstanding fundamental concepts such as heat temperature and phase change.

Methods

¹ A part of this article was presented as an abstract paper at the 12th National Science and Mathematics Education Congress in Trabzon-Turkey on September 28th-30th, 2016 at Karadeniz Technical University.

² Res. Assist., Bülent Ecevit University, Ereğli Faculty of Education, buyukeksi@hotmail.com

³ Res. Assist., Bülent Ecevit University, Ereğli Faculty of Education, ozlem1812@yahoo.com

⁴ Assoc. Prof. Dr., Abant İzzet Baysal University, Faculty of Education, eralpbahcivan@gmail.com

⁵ Prof. Dr., Bülent Ecevit University, Ereğli Faculty of Education, yavuz@beun.edu.tr

Experimental design and convenient sampling is applied in the study. Sample of the study is 52 1st grade Elementary Science Education students, who enrolled General Chemistry Laboratory and Physics Laboratory courses at Bülent Ecevit University. 25 students are randomly assigned for experimental group and 27 students are randomly assigned for control group. Both groups are assigned with Predict-Observe-Explain (POE) activity, however experimental group also treated with argumentation, which have four parts as individual-pre, in group, between groups, individual-post, used as data collection tool. Argu forms, which have four parts as individual-pre, in group, between groups, individual-post, used as data collection tool. Individual-pre argu forms are assigned to control group, then experiment is performed, finally individual-post argu forms are assigned to control group. On the other hand, experimental group is also assigned with in group and between group argu forms at the end of experiment. Students' claims and justifications are coded as scientific and non-scientific by researchers individually.

Results

The fact that participants in the experimental group participating in the argumentation process succeeded in producing more scientific justifications than in the control group is in line with the results of the argumentation method used in science learning environments in the related literature that both students' ability to produce scientific reasoning can be improved and conceptual understanding levels can be improved. In the process of argumentation for experimental group, two groups were able to produce two sets of scientific justifications. At the end of the inter-group discussion section, this number increased to three groups. More effective results were obtained in the all-class discussion section of the argument than in the small-group discussion section. Argumentation is beneficial for development of the conceptual understanding of the participants by creating a dialogic environment. In this study, for Group-4, although the group does not produce a scientific justification at the end of the argumentation process, participant, who has opportunity to write the reason in its last "individual-end" form, can produce a scientific justification. In order for the argumentation process to succeed, it is important to consider the creation of heterogeneous groups by examining the initial answers given by the participants while creating the argument groups. It is crucial that researchers, who implement and manage the argumentation process, should have active role in the process, and should know how they should guide the participants.

Fen ve Teknoloji Öğretmen Adaylarının Argümantasyon Yoluyla Kimyadaki Kavramsal Anlamalarının Geliştirilmesi Üzerine Deneysel Bir Çalışma¹

Cem BÜYÜKEKŞİ², Özlem AYDIN ŞENGÜLEÇ³, Eralp BAHCIVAN⁴, Soner YAVUZ⁵

Başvuru Tarihi: 23 Haziran 2017, **Kabul Tarihi:** 16 Ekim 2017

ÖZET

Argümantasyon kullanılarak öğrenenler arasındaki etkileşimin arttırıldığı öğrenme ortamlarında, hangi yaş grubundan olursa olsun öğrenciler kendi iddialarını gerekçelendirecekleri ve/veya karşıt görüşleri dikkate alacakları için daha güçlü bir kavramsal anlamaya sahip olacaklardır. Bu sebeple, Fen eğitiminde argümantasyon kullanmanın önemi araştırmacılar tarafından son yıllarda sıkça vurgulanmaktadır. Argümantasyonun, Fen Bilgisi öğretmen adaylarının kavramsal anlamaları üzerine etkisini incelemeyi amaçlayan bu çalışma; ısı, sıcaklık, hal değişimi gibi temel kavramların eksik öğrenilmesinden dolayı birçok kavram yanlışlarının görüldüğü kaynama konusunda yürütülmüştür. Araştırmada deneysel desen kullanılmıştır. Çalışmanın katılımcıları olarak, uygun örneklem yöntemi ile Bülent Ecevit Üniversitesi'nde Genel Kimya ve Fizik laboratuvarı derslerine devam eden 1. Sınıf 52 Fen Bilgisi öğretmen adayı seçilmiştir. Çalışmada kaynama konusunda 27 öğrenciden oluşan kontrol grubuna "tahmin-gözle-açıkla" aktivitesi gerçekleştirilmiş; 25 öğrenciden oluşan deney grubuna ise argümantasyon tabanlı "tahmin-gözle-açıkla" aktivitesi gerçekleştirilmiştir. Veri toplama aracı olarak "Bireysel-ilk, Grup-İç, Gruplar-arası ve Bireysel-son" olarak isimlendirilen 4 bölümden oluşan argü-formlar kullanılmış, deney ve kontrol grubuna bu argü-formların farklı bölümleri uygulanarak toplanan veriler araştırmacılar tarafından analiz edilmiştir. Yapılan analizler sonucunda, katılımcıların gerekçelerinin bilimsellik düzeylerinde deney grubunda, kontrol grubuna göre daha fazla artış gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Argümantasyon, Kavramsal anlama, Kaynama.

1. Giriş

Argüman iddia, veri, gerekçe gibi unsurlardan oluşan bir ürün olarak kabul edilirken, argümantasyon bu unsurların oluşturulma ve bir bütün haline getirilme süreci olarak kabul edilmektedir (Simon, Erduran & Osborne, 2006). Birçok fen eğitimcisi argümantasyonu bilim felsefesinin (philosophy of science) temeli olarak kabul etmektedir (Newton, Driver & Osborne, 1999). Bilimsel bilginin gelişiminde bilim insanların karşıt görüşlere (counter-claim/argument) yönelik geliştirmiş olduğu çürütmeler (Popper, 1959) ve birbirleri arasında yaptığı tartışmalar (Kuhn, 1962) hayati bir öneme sahiptir. Bu açıdan bakıldığında argümantasyonun bilimsel bilginin ilerlemesi ve gelişmesi için sahip olduğu etkin rol, fen eğitimi için kullanılmasının gerekliliğini de gözler önüne sermektedir. Bunun yanında argümantasyon daha güçlü kavramsal anlamayı sağlayan ve karşılıklı etkileşimin olduğu bir öğrenme ortamı yaratmaktadır (Asterhan & Schwarz, 2007; Newton, Driver & Osborne, 1999). Ayrıca, öğrenciler bilimsel bilginin epistemik kökenlerini, bilimsel dilin ve bilim insanların eylemlerinin öğrenme ortamlarına dâhil edilmesi ile daha doğru anlayabileceklerdir (Newton, Driver & Osborne, 1999). Argümantasyon bu bağlamda, bilimsel dilin ve uygulamaların merkezi öneme sahip olduğu öğrenme ortamlarını mümkün kılmaktadır. Günümüzde, fen eğitimcileri kavramsal değişimin gerçekleşmesinin öğrenme ortamlarında diyalogik etkileşim ile gerçekleşeceğini iddia etmektedirler. Diyalogik etkileşim en yalın haliyle çok sesli bir sosyal öğrenme ortamı olarak tarif edilebilir (Driver, Newton & Osborne, 2000). Böyle bir öğrenme ortamı içerisinde bütün katılımcılar kendi iddialarını dile getirme, diğer iddiaları değerlendirme ve karar almak fırsatına sahip olacaklardır. Argümantasyon, bu anlamda öğretmenin tek taraflı bir şekilde kendi bildiği doğruları öğrencilere yüklemeye çalıştığı bir öğrenme ortamından ziyade diyalogik etkileşimin arttığı ve bu yolla kavramsal değişimin daha kalıcı izli olduğu bir öğrenme ortamı sağlamaktadır (Bricker

¹ Bu makalenin bir kısmı 28-30 Eylül 2016 tarihlerinde Karadeniz Teknik Üniversitesi'nde düzenlenen "12. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresinde" özet bildiri olarak sunulmuştur.

² Arş. Gör., Bülent Ecevit Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, buyukeksi@hotmail.com

³ Arş. Gör., Bülent Ecevit Üniversitesi, Ereğli Eğitim Fakültesi, ozlem1812@yahoo.com

⁴ Doç. Dr., Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, eralpbahcivan@gmail.com

⁵ Prof. Dr., Bülent Ecevit Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, yavuz@beun.edu.tr

& Bell, 2008; Nielsen, 2011; Zhou, 2010). Son olarak fen eğitimcileri argümantasyonun öğrencilerin iletişim becerilerini geliştirdiğini iddia etmektedirler (Cavagnetto, 2010).

Fen eğitiminde kullanılmasının gerekliliği oldukça vurgulanan argümantasyonun, ilgili literatürde 3 farklı yaklaşım ile kullanıldığı görülmektedir: 1) fen öğrenme için argümantasyon, 2) argümantasyon için fen öğrenme ve 3) argümantasyon için fen-toplum ilişkisi (Cavagnetto, 2010). İlk yaklaşımı kabul eden araştırmacılar argümantasyonun analitik olarak doğru anlaşılmasından ziyade öğrencilerin kavramsal anlamasına yoğunlaşmakta ve öğrenme ortamının dialojik etkileşime sahip olması için öğrencilerin birbiriyle etkileşime girebilecekleri yönlendirmelerde bulunmaktadırlar. Argümantasyon tabanlı bilim öğrenme (Keys, Hand, Prain & Collins, 1999) ve argümantasyon tabanlı sorgulayıcı araştırma (Sampson, Grooms & Walker, 2011) bu yaklaşımın örnekleri arasında kabul edilmektedir. Her iki örnekte de çocuklar kavramsal açıdan güçlenmek için akranlarıyla ve öğretici ile tartışmaktadırlar. İkinci yaklaşım ise argümantasyonu doğrudan öğretmek üzerine kurulu bir anlayışa sahiptir. Bu yaklaşıma göre argümantasyon, analitik parçalarının doğru anlaşılması için öğrencilere doğrudan (explicit) öğretilmeli ve argümantasyon becerileri geliştirilmelidir. Argümantasyon becerileri gelişen öğrencilerin ise kavramsal olarak daha güçlü ve doğru bir anlamaya sahip olacakları düşünülmektedir. Son yaklaşım ise fen ve toplumun kesiştiği ve doğası gereği zaten tartışmalı olan konuların (nükleer enerji, GDO'lu ürünler vb.) öğrenme ortamlarına taşınarak argümantasyon becerilerinin geliştirilmesini ve bilim okuryazarlığının desteklenmesini amaçlamaktadır. Yapılan araştırmalar argümantasyonun fen-toplum etkileşiminde görülen tartışmalı konularda bilimsel konulara göre daha rahat yapılabildiğini göstermektedir (Osborne, Erduran, Simon, 2004), çünkü öğrencilerin argümantasyonu tartışmalı olmayan bilimsel konularda uygulayabilmek için gerekli becerilere sahip olmadıkları ya da zorlandıkları görülmektedir (Sampson & Clark, 2011). Belli farklılıklara sahip bu yaklaşımların aynı zamanda bazı ortak özellikleri de vardır. Argümantasyonun kullanıldığı konuların bilimsel verilerin kullanımına uygun ve tartışılabilir bir doğası olmalıdır (Berland & Hammer, 2012). Dialojik etkileşimli bir ortamda uygulanmalıdır (Reznitskaya, 2012). Öğretmen yönlendirici sorularla ya da müdahalelerle sınıf/grup içindeki bilimsel tartışmaların sürdürülebilirliğine katkıda bulunmaya çalışmalıdır (Cavagnetto & Hand, 2012; Nussbaum & Sinatra, 2003). Öğrenenlerin sınıf içerisindeki tartışmalarının hem öncesinde hem de sonrasında kendi argümanlarını yeniden yazmaları ya da gözden geçirmeleri talep edilmelidir (Keys, Hand, Prain & Collins, 1999; Sampson, Grooms & Walker, 2011) ve karşıt görüşlere yönelik çürütmeler geliştirmesi desteklenmelidir (Asterhan & Schwarz, 2007; Erduran, Simon, Osborne, 2004).

Ausubel'e (1968) göre öğrenmeyi etkileyen en önemli faktör, öğrencinin hali hazırda ne bildiğidir. Bu bağlamda temel kavramların ne derecede öğretildiği öğrenme etkinliğini direkt olarak etkileyecektir. Temel kavramlara gereken önemin verilmemesi, kimya eğitimindeki olası engellerden biri olarak karşımıza çıkmaktadır (Nakhleh, 1992). Kaynama olayına dair kavram yanlışları ısı, sıcaklık, hal değişimi gibi temel kavramların eksik öğrenilmesine dayanmaktadır (Driver, vd., 1985). Kaynamaya dair yanlışların başında buharın havadan oluşması ve hal değişimine sadece sıcaklığın etki etmesi gelmektedir (Johnson, 1968). Kaynamanın en temel tanımı "Sıvının buhar basıncının açık hava basıncına eşit olduğu sıcaklığa kaynama noktası denir (Ebbing ve Gammon, 2010)" ele alındığında kaynamaya dair temel kavramların 'buhar basıncı ve sıcaklık' olduğu söylenebilir. Yapılan çalışmalar, öğrencilerin kaynama olayında sıcaklığa odaklandığını ve temel kaynama tanımını göz ardı ettiklerini göstermektedir (Osborne ve Cosgrove, 1983; Bar ve Travis, 1991; Paik, 2015).

Bu anlamda yukarıda belirtilen alanyazın ışığında bu çalışmanın amacı argümantasyonun bir öğretim metodu olarak kullanıldığı laboratuvar dersinde Fen Bilgisi öğretmen adaylarının kaynama konusundaki kavramsal anlamaları üzerine etkisinin incelenmesidir. Bununla birlikte, bu çalışmada, kaynama konusunda sahip olunan kavramsal anlama göz önünde bulundurulduğunda hem "tahmin-gözle-açıkla" (TGA) öğretim yönteminin kullanıldığı kontrol grubundaki hem de "argümantasyon tabanlı-tahmin-gözle-açıkla" (ARGU-TGA) öğretim yönteminin kullanıldığı deney grubundaki katılımcılara katkı sağlayacaktır. Çalışmada aşağıdaki araştırma sorularına cevap aranacaktır.

1. Argümantasyon bir öğretim yöntemi olarak fen bilgisi öğretmen adaylarının kaynama konusundaki kavramsal anlamalarına nasıl etki eder?
2. Katılımcıların iddialarına yönelik sundukları gerekçelerinin bilimsellik düzeyleri deney ve kontrol grubu açısından nasıl bir değişim göstermektedir?

2. Yöntem

Bu araştırmada argümantasyonun bir öğretim metodu olarak kavramsal anlama üzerine etkisini ölçebilmek adına, deneysel desen kullanılmıştır. Çalışmada kaynama konusunda kontrol grubuyla TGA aktivitesi gerçekleştirilmiş; deney grubuyla ise ARGU-TGA aktivitesi gerçekleştirilmiştir.

2.1. Örneklem

Çalışmanın katılımcıları olarak, uygun örneklem yöntemi ile Bülent Ecevit Üniversitesi'nde Genel Fizik ve Kimya laboratuvarı derslerine devam eden 1. sınıf 52 Fen Bilgisi öğretmen adayı seçilmiştir. Deney ve kontrol gruplarının oluşturulmasında seçkisiz örneklem yöntemi kullanılmıştır ve kontrol grubu 27 katılımcıdan oluşurken; deney grubu ise 4 kişilik 1 grup, 6 kişilik 1 grup ve 5 kişilik 3 grup olmak üzere toplam 5 grup ve 25 öğrenciden oluşmaktadır.

2.2. Veri toplama aracı

Çalışmada, veri toplama aracı olarak araştırmacılar tarafından geliştirilen argü-formlar kullanılmıştır. Argü-formlar araştırmacılar tarafından kapsam geçerliği açısından onaylandıktan sonra; "bireysel-ilk, grup içi, gruplar arası ve bireysel-son" olarak adlandırılmış ve 4 farklı bölüm halinde hazırlanmıştır.

ARGU-TGA aktivitesi gerçekleştirilen 25 kişilik deney grubuna 4 farklı bölüm halinde düzenlenen Argü-formlardan önce "bireysel-ilk" formu verilmiş. Gösteri deneyi yapıldıktan sonra "grup-İçi, gruplar arası ve bireysel-son" bölümlerinden oluşan Argü-formlar verilmiştir.

TGA aktivitesinin yapıldığı 27 kişilik kontrol grubuna da önce "bireysel-ilk" formu verilmiş ve gösteri deneyi yapıldıktan sonra ise sadece "bireysel-son" Argü-form verilmiştir.

2.3. Verilerin Analizi

Çalışma sonunda, veri toplama aracı olarak kullanılan argü-formlarla elde edilen katılımcılara ait iddia ve gerekçeler nitel olarak analiz yapılmak üzere araştırmacının verileri dijital ortamda toplanmıştır.

Kaynama konusunda, deney ve kontrol grubundaki katılımcıların iddialarına yönelik sundukları gerekçelerinin hem bilimsellik düzeylerindeki değişimi hem de yine her iki grup açısından karşılaştırılmasını tespit etmeye yönelik; araştırmacılar tarafından önce bireysel olarak katılımcıların sundukları gerekçeler "bilimsel" ve "bilimsel olmayan" şeklinde kodlanmış daha sonra da bu kodlama süreci araştırmacılar tarafından %90'ın üzerinde uzlaşma sağlanıncaya kadar ortak olarak devam etmiştir. "Bilimsel" ve "bilimsel olmayan" şeklinde kodlanan katılımcı gerekçelerinden bazı öne çıkan örnekler Tablo-1'de sunulmuştur.

Tablo 1

Bilimsellik Düzeylerine Göre Kaynama Konusunda İddialara Yönelik Sunulan Örnek Gerekçeler

Bilimsel Olmayan	Bilimsel
Çünkü iç basınç ile suyun içindeki basınç eşitlenmiştir.	Sıvı buhar basıncının = Açık hava basıncı eşit olduğu durumda kaynama gerçekleşir.
İç basınç ve sıvı yüzeyine etkiyen basınç birbirine eşit olduğunda kaynama gerçekleşir.	Buz konularak kabın (cam balonun) içindeki boş kısımdaki basıncı düşürdük ve sıvı buhar basıncına eşitlenince kaynama oldu.
Dış basınç = atmosfer basıncı	İç basınç = dış basınç gerçekleştiği zaman kaynama olur.
Buz koyunca dış basınç ve cam balonun dışındaki basıncı birbirine eşitlemiş olduk.	Cam balonun içindeki su buharının basıncı ile cam balonun içindeki boş kısmının basıncı eşitlenince kaynama gerçekleşir.

3. Bulgular

"Argümantasyon bir öğretim yöntemi olarak fen bilgisi öğretmen adaylarının kaynama konusundaki kavramsal anlamalarına nasıl etki eder?" araştırma sorusunun alt sorusuna yönelik bulgular aşağıda verilmiştir.

Katılımcıların kaynama ile ilgili soruda gösteri deneyindeki gözlemleri sonucunda gördükleri olayı açıklamaya yönelik sundukları gerekçelerinin bilimsellik düzeylerindeki değişimi kontrol grubu ve

argümantasyon sürecini geçiren deney grubu açısından tespit etmeye yönelik olarak hazırlanan alt araştırma sorusu için elde edilen veriler aşağıda Tablo-2’de gösterilmiş ve deney grubundaki toplam 5 grup A,B,C,D ve E olarak isimlendirilmiştir.

Tablo 2

Kaynama Sorusuyla İlgili Bilimsel Gereke Üretebilen Katılımcı Sayısı

		Bilimsel Gereke Üretebilen Katılımcı Sayısı			
		Bölüm-1: Bireysel-ilk	Bölüm-2: Grup-İçi	Bölüm-3: Gruplar-arası	Bölüm-4: Bireysel son
Deney grubu	Grup A	-	-	4	3
	Grup B	-	5	5	4
	Grup C	-	-	-	-
	Grup D	-	-	-	1
	Grup E	-	6	6	3
Deney grubu toplam		-	11	15	11
Kontrol grubu		-			3

Tablo-2 incelendiğinde deney grubunda toplam beş grupta argü-formların ilk bölümü olan “bireysel-ilk” formunda hiçbir katılımcı kaynama ile ilgili sorulan soruya yönelik ne doğru cevap verebilmiş ne de sorunun doğru cevabına ilişkin bilimsel bir gereke üretebilmiştir. Tablo-2’ye kontrol grubu açısından bakıldığında aynı durum yine bu gruptaki 27 kişi için de geçerlidir.

TGA yönteminin kullanıldığı argümantasyon süreci içerisindeki deney grubunda, kaynama ile ilgili sorulan soruya ilişkin gösteri deneyi gerçekleştikten sonra; katılımcıların Bölüm-2 grup-İçi tartışmalarından sonra grupça ortak olarak sundukları gerekçeler bilimsellik düzeyi açısından incelendiğinde grup-2 ve grup-5’teki toplam 11 katılımcının bilimsel gereke ürettiği Tablo-2’den çıkarılan bir diğer bulgudur.

Tablo-2’deki deney grubunda, argümantasyonda dialogik etkileşim için gerçekleştirilen bir diğer tartışma biçimi olan bölüm 3 gruplar-arası tartışma bölümünün sonunda, tüm grupların birbiriyle olan fikir alışverişleri neticesinde grup İçi tartışmanın olduğu bölüm 2’ye göre bilimsel gereke üretebilen grup sayısı 3’e, katılımcı sayısı ise 15’e yükseltilmiştir.

Hem deney hem kontrol grubuna süreç sonunda ortak olarak verilen ve katılımcılardan bireysel olarak sorulan soruya ilişkin iddia ve gerekçelerini tekrar ifade etmeleri istenen bölüm 4 bireysel son argü-formlarında, deney grubunda toplam 11 katılımcının doğru iddiaya yönelik bilimsel gereke üretebilirken; yalnızca TGA aktivitesi uygulanan kontrol grubunda ise sadece üç katılımcı sorulan soruya yönelik bilimsel gereke sunabilmiştir.

Sonuç olarak tablo 2’deki deney ve kontrol grubundaki katılımcıların iddialarına yönelik sundukları gerekçelerinin bilimsellik düzeylerindeki değişim birlikte incelendiğinde; argümantasyon sürecine katılan deney grubundaki katılımcıların kontrol grubundakilere göre daha fazla bilimsel gerekçeler ürettiklerini görülmüştür. Öte yandan kontrol grubundaki öğrencilerin, iddialarına yönelik bilimsel gereke üretirken oldukça zorlandıkları da gözlenmiştir.

Bununla birlikte deney grubundaki argümantasyon süreci araştırmacılar tarafından her grup açısından derinlemesine incelenmiş ve süreç boyunca her grup ve her katılımcı için üretilen gerekçelerin bilimsellik düzeylerindeki değişimini gösteren tablo 3 oluşturulmuştur. Tablo 3 gruplar ve katılımcıları bazında incelendiğinde aşağıdaki bulgulara ulaşılmıştır.

a) Grup A: Gözlem sonrası grup-İçi tartışma ile bilimsel gereke üretemezken; gruplar-arası tartışma ile bilimsel gereke üretebilir hale gelmişlerdir. Aynı zamanda grubun tüm üyeleri de argümantasyon sürecinin sonunda tek başlarına son gerekçelerini yazma fırsatı verildiğinde hepsi bilimsel gereke yazabilmişlerdir.

Grup-İçi tartışma sonu Grup-A ortak kararı:

- *Cam balonun içindeki sıvının sıcaklığı buza geçerken sıcaklık artar ve kaynamaya başlar. Fakat kaynarken soğumaya başlar.*

Gruplar-arası tartışma sonu Grup-A ortak kararı:

- Kaynamanın olması için iç basıncın dış basınca eşit olması gerekir. Cam balonun içindeki su soğurken basınç kaybeder ve suyun üzerindeki basınç ortamdan çekildiği için su kaynamaya başlar. Buharlaşırken kaynama görüntüsü verir. Fakat kaynarken soğumaya devam edecektir.

b) Grup B: Grup-içi tartışma ile bilimsel gerekçe üretebilir hale gelmişlerdir.

Grup-içi tartışma sonu Grup-B ortak kararı:

- Suyun kaynaması için buhar basıncının dış basınca eşit olması gerekir. Bu düzenekte cam balonun ağzı kapalı olduğu için dış basıncı cam balonun içindeki su buharları yapar. Cam balona buz dokundurduğumuzda su buharının yaptığı basınç azalır ve kaynama başlar.

Grup B yukarıda görüldüğü gibi gözlem sonrası yapılan ilk tartışmada, grup-içi tartışmada grupça bilimsel gerekçeye ulaşabilmişken grup üyelerinden 1 katılımcı en son verilen "bireysel-son" formunda bilimsel gerekçesini yazamamıştır.

Bölüm 4- Bireysel son, Katılımcı A-4:

- İç hava basıncı düştüğünden dolayı kaynamıştır.

c) Grup C: Ne grup-içi tartışma ne de gruplar-arası tartışma sonucunda grup olarak bilimsel gerekçe üretememişlerdir. Aynı zamanda argü-formların son bölümü bölüm 4 bireysel-son'da grubun hiçbir üyesi de bilimsel gerekçe yazamamıştır.

Grup-içi tartışma sonu Grup-C ortak kararı:

- Şişedeki su sıcak olduğu için ateşten alındığı anda soğumaya başlar. Cam balonun su sıcak olduğu için genleşmiş haldedir. Sıcak suyun hacmi cam balon tıpa ile kapatıldığında buhar basıncını kaybeder. Buz ise ortamın soğuma hızını artırır. Böylece kaynama gözlenir.

Gruplar-arası tartışma sonu Grup-C ortak kararı:

- Gerekçemiz aynı.

Bölüm 4- Bireysel son, Katılımcı C-1:

- Cam balondaki su sıcak olduğundan ateşten aldığımız anda genleşmeye ve soğumaya başlar. Tıpayı taktığımızda su soğumaya başlar ve buhar basıncını kaybeder. Buz sopuma hızını arttırdığından kaynamaya başlar.

Bölüm 4- Bireysel son, Katılımcı C-2:

- Cam balondaki su kaynayınca ve tıpayı kapattığımızda basınç artar. Buzu dokundurduğumuzda soğuk olmasından dolayı kaynamaya başlar.

Bölüm 4- Bireysel son, Katılımcı C-3:

- Çünkü cam balon tıpa ile kapatıldığında genleştiğinden dolayı buhar basıncı düşer. Buz ortamın sıcaklığını arttıracığından kaynama gözlenir.

Bölüm 4- Bireysel son, Katılımcı C-4:

- Cam balona buz dokundurulunca eriyeceğini düşündüm, ama su kaynamaya başladı. Cam balondaki tıpa kapanınca buhar basıncı düşüyor. Buz ortamın sıcaklığını azaltıyor.

Bölüm 4- Bireysel son, Katılımcı C-5:

- Buz ortamın soğuma hızını arttırıp, kaynamayı gözlememizi sağlıyor.

Tablo 3

Katılımcıların Argümantasyon Sürecinde Kaynama Sorusuyla İlgili Gerekçelerinin Bilimsellik Düzeylerinin Değişimi

Grup	Katılımcı	BÖLÜM-1: Bireysel-ilk		BÖLÜM-2: Grup-içi	BÖLÜM-3: Gruplar-arası	BÖLÜM-4: Bireysel-son
		İlk İddiasının BD	İlk Gerekçesinin BD	Grup Gerekçesinin BD	Grup Gerekçesinin BD	Son Gerekçesinin BD
A	A-1	BO	BO	BO	B	B
	A-2	BO	BO			B
	A-3	BO	BO			B
	A-4	BO	BO			B
B	B-1	BO	BO	B	B	B
	B-2	BO	BO			B
	B-3	BO	BO			B
	B-4	BO	BO			B
	B-5	BO	BO			BO
C	C-1	BO	BO	BO	BO	BO
	C-2	BO	BO			BO
	C-3	BO	BO			BO
	C-4	BO	BO			BO
	C-5	BO	BO			BO
D	D-1	BO	BO	BO	BO	BO
	D-2	BO	BO			B
	D-3	BO	BO			BO
	D-4	BO	BO			BO
	D-5	BO	BO			BO
E	E-1	BO	BO	B	B	B
	E-2	BO	BO			BO
	E-3	BO	BO			B
	E-4	BO	BO			B
	E-5	BO	BO			BO
	E-6	BO	BO			BO

BD: Bilimsellik düzeyi, B: Bilimsel, BO: Bilimsel olmayan

d) Grup D: Hem gözlem sonrası hem de grup-içi ve gruplar-arası tartışmalar sonucunda bilimsel gerekçe üretememişlerdir.

Grup-içi tartışma sonu Grup-D ortak kararı:

- *Isı alışverişinden kaynaklanan kinetik enerji değişimden dolayı iç enerjinin artması durumunda kaynamaya başladı. İspirtonun ısıttığı tarafa buz koyulduğu için de kaynamaya başlamış olabilir. Çünkü aynı yerden ısı-alışverişi olmuştur. Ayrıca kaynama nedeni buz ve buhar basıncı arasında ilişki olabilir. Ortamdaki basınç suyun kaynamasında etkili olmuş olabilir.*

Gruplar-arası tartışma sonu Grup-D ortak kararı:

- *Cam balon tıpayla kapatıldığı için buhar basıncı düşer. Buzun soğutma hızı artar ve kaynama gözlemlenir.*

Ancak, grup üyelerinden 1 katılımcı en son verilen "bireysel-son" formunda bilimsel gerekçe yazabilmiştir.

Bölüm 4- Bireysel son, Katılımcı D-2:

- *Cam balonun tıpasını kapattık. İçeride oluşan buhar basıncının buzu koyduğumuzda değiştiğini düşünüyorum. Burada yaptığımız deneyde buzu koyunca basıncı değiştirdik. Çünkü buz buhar basıncını etkiledi ve suyun kaynama noktası düştü.*

e) Grup E: Grup-içi tartışma ile bilimsel gerekçe üretebilir hale gelmişlerdir.

Grup-içi tartışma sonu Grup-E ortak kararı:

- *Suyun normal şartlarda kaynaması için iç basıncın dış basınçla eşit olması gerektiğini biliyoruz. Su ocaktan alındığı andan itibaren soğumaya başlar genişmiş halde bulunan su sürekli basınç kaybeder ve bunu kaynama şeklinde gösterir.*

Ancak grup üyelerinden 3 katılımcı en son verilen "bireysel-son" formunda bilimsel gerekçesini yazamamıştır.

Bölüm 4- Bireysel son, Katılımcı E-2:

- *Kaynaması duran suyun ağzını kapatıp ters çevirdikten sonra içeride oluşan basınçla ve ısınmış suyun genişmesiyle üstüne konulan buzun etkisi altında su tekrardan kaynamaya başlamıştır.*

Bölüm 4- Bireysel son, Katılımcı E-5:

- *Su kaynadığında iç basınç artmıştı. Buz koyarak dışarıdaki dış basıncı azalttık. Artan iç basınç azalan dış basınçla birbirlerini eşitledikleri için kaynama gözlemledik.*

Bölüm 4- Bireysel son, Katılımcı E-6:

- *İspirto ocağının altını kapattıktan sonra kaynama durdu su soğumaya başladı cam balonu ters çevirip buz dokundurduğumuzda genişleyen havanın basıncı azaldı ve su kendini kaynama olarak gösterdi. Aslında su soğudu.*

4. Sonuç ve Tartışma

Tablo 2 ve Tablo 3'ten elde edilen tüm bulgular birlikte değerlendirildiğinde aşağıdaki sonuçlar göze çarpmaktadır.

- Deney ve kontrol olmak üzere her iki gruptaki katılımcıların, kendilerine sorulan kaynama ile ilgili sorunun gösteri deneyini gözlemledikleri halde gözlem sonucuna yönelik gerekçe üretirken bilimsel, kavramsal açıdan yaşadıkları zorluklar, kaynama konusunda alana özgü sahip oldukları yetersiz bilgileri gözler önüne sermektedir.
- Argümantasyon sürecine katılan deney grubundaki katılımcıların, kontrol grubundakilere göre daha fazla sayıda bilimsel gerekçe üretebilmeyi başarmış olması, ilgili literatürdeki fen öğrenme ortamlarında kullanılan argümantasyon yöntemi ile hem öğrencilerin bilimsel gerekçe üretebilme becerilerinin arttırılabildiği hem de kavramsal anlama düzeylerinin geliştirilebildiğine yönelik

sonuçlarla paralellik göstermektedir. (Asterhan & Schwarz, 2007; Driver, Newton & Osborne, 2000; Newton, Driver & Osborne, 1999).

- Argümantasyon sürecinde, deney grubu için grup-içi tartışma bölümü sonunda iki grup bilimsel gerekçe üretebilir seviyeye gelmiş; gruplar-arası tartışma bölümü sonunda ise bu sayı üç gruba çıkmıştır. Diğer bir deyişle, argümantasyonun tüm-sınıf tartışması bölümü ile küçük-grup tartışması bölümüne göre daha etkili sonuçlar alınmıştır. Argümantasyonda dialojik ortam yaratılarak katılımcıların kavramsal anlamalarında gelişim hedeflenmektedir ve bu sonuçlar bu çalışmada dialojik ortam yaratılması adına düzenlenen grup-içi ve gruplar-arası tartışma ortamları ile literatürde ifade edilen dialojik etkileşimin avantajları bakımından katılımcılara katkı sağlandığını göstermektedir. (Bricker & Bell, 2008; Nielsen, 2011; Zhou, 2010)
- Öte yandan kavramsal değişim literatüründe belirtilen kavramların hemen değişmeyeceği sonucu (Clement, 1993; Zhou, 2010), bu çalışmada Grup B ve E için grup-içi ya da gruplar-arası tartışma süreçleri sonunda grupça bilimsel ve ortak bir gerekçede uzlaştıklarını belirtmelerine rağmen; yine de en son verilen "bireysel-son" formunda bilimsel gerekçesini yazamayan katılımcıların varlığı ile bir kez daha gözlemlenmiştir.
- Eğitim ortamlarında, grup çalışmalarında sosyal becerileri, kendini yazılı ve sözlü ifade etme becerileri çekinik kalan öğrencilere, bireysel olarak kendini ifade etme fırsatı verilmesi gerekliliği bilinmektedir. Bu çalışmada Grup-4 için, argümantasyon süreci sonunda grupça bilimsel bir gerekçe üretmemelerine rağmen kendisine en son verilen "bireysel-son" formunda gerekçesini yazma fırsatı verildiğinde; tek başına bilimsel gerekçe üretebilen katılımcı olması bu gerekliliğin önemini bir kez daha gözler önüne sermektedir.

5. Öneriler

Argümantasyonun fen bilgisi öğretmen adaylarının kaynama konusundaki kavramsal anlamalarına etkisinin deneysel olarak araştırıldığı bu çalışmayla elde edilen bulgular ve sonuçlar birlikte değerlendirilerek bazı önerilerde bulunulmuştur:

- Çalışma kapsamında fen bilgisi öğretmen adaylarına kimya laboratuvarında uygulanan, kaynama ile ilgili ilgi çekici bir sorunun kullanıldığı argümantasyona dayalı TGA aktivitesi ile katılımcıların kontrol grubuna nazaran kavramsal anlamaları bakımından alınan olumlu veriler ışığında; argümantasyon ve argümantasyona dayalı öğretim metodları, alana özgü kavramların öğretilmesi, geliştirilmesi ve var olan bilgi eksikliklerin tamamlanması ayrıca yanlış kavramsal anlamaların da bireylerin süreçte katıldıkları dialojik ortamlardaki sosyal öğrenme ile daha rahat düzeltilmesi amacıyla özellikle fen laboratuvar uygulamalarında tercih edilebilir.
- Aynı zamanda argümantasyon sürecinin başarılı olabilmesi için argümantasyon grupları oluşturulurken katılımcıların verdikleri ilk cevaplar incelenerek heterojen gruplar oluşturulmaya dikkat edilmelidir.
- Argümantasyon sürecini uygulayan ve yöneten araştırmacıların süreç içerisindeki rollerinin ne olacağı ve katılımcılara yönelik yapacakları yönlendirmelerinin nasıl olması gerektiği büyük önem taşımaktadır. Çünkü yapılan bu uygulama sonucunda özellikle sorunun ilk soruluşunda beklenen cevabın (gösteri deneyinin sonucunun) katılımcılardan gelmemesi durumunda araştırmacı sürece katılmadığında ve doğru bir yönlendirme yapmadığında deney ve kontrol grubu açısından iddiaların ve gelebilecek olası ilk gerekçelerin bilimsellik düzeylerinin ve dolayısıyla argümantasyonun etkisinin sağlıklı bir biçimde değerlendirilemediği gözlemlenmiştir.
- Kavramsal değişim açısından bakıldığında, hem kavram öğretiminin ya da var olan kavramlara ait yanlışların değişiminin kısa bir süre içerisinde gerçekleşmesi beklenmediğinden buna yönelik tespitlerin yapılabilmesi yani kavramların gerçekten öğrenilip öğrenilmediğinin sağlıklı biçimde kontrol edilebilmesi için; hem de kendini yazılı veya sözlü ifade etme becerisi, iletişim becerisi gibi sosyal beceriler yönünden zayıf kalan katılımcılardaki kavramsal değişimin derinlemesine belirlenmesi için argümantasyon süreci sonunda öğrenenlerin kendilerini tek başlarına bireysel olarak ifade etmeleri sağlanmalıdır.

Kaynaklar

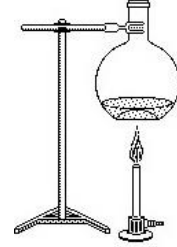
- Asterhan, C. S., & Schwarz, B. B. (2007). The effects of monological and dialogical argumentation on concept learning in evolutionary theory. *Journal of Educational Psychology*, 99(3), 626.
- Ausubel, D. P., Novak, J. D., & Hanesian, H. (1968). *Educational psychology: A cognitive view*. Holt, Rinehart and Winston: New York.
- Bar, V., & Travis, A. S. (1991). Children's views concerning phase changes. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(4), 363-382.
- Berland, L. K., & Hammer, D. (2012). Students' framings and their participation in scientific argumentation. In *Perspectives on scientific argumentation* (pp. 73-93). Springer Netherlands.
- Bricker, L. A., & Bell, P. (2008). Conceptualizations of argumentation from science education and the learning sciences and their implications for the practices of science education. *Science Education*, 92(3), 473-498.
- Cavagnetto, A. R. (2010). Argument to Foster Scientific Literacy A Review of Argument Interventions in K-12 Science Contexts. *Review of Educational Research*, 80(3), 336-371.
- Cavagnetto, A., & Hand, B. (2012). The importance of embedding argument within science classrooms. In *Perspectives on scientific argumentation* (pp. 39-53). Springer Netherlands.
- Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84(3), 287-312.
- Driver, Guesne & Tiberghien. (1985). *Children's Ideas in Science*. Open University Press.
- Ebbing, D., & Gammon, S. D. (2010). *General Chemistry, Enhanced Edition, Cengage Learning*. ISBN 0-53849752-1.
- Erduran, S., Simon, S., & Osborne, J. (2004). TAPping into argumentation: Developments in the application of Toulmin's argument pattern for studying science discourse. *Science education*, 88(6), 915-933.
- Johnson, P. (1998). Children's understanding of changes of state involving the gas state, Part 1: Boiling water and the particle theory. *The International Journal of Science Education*, 20(5), 567-583.
- Keys, C.W., Hand, B., Prain, V., & Collins, S. (1999). Using the science writing heuristic as a tool for learning from laboratory investigations in secondary science. *Journal of Research in Science Teaching*, 36, 1065-1081.
- Kuhn, T. E. (1962). *The structure of scientific revolutions*. University of Chicago Press: Chicago.
- Nakhleh, M. B. (1992). Why some students don't learn chemistry: Chemical misconceptions. *Journal of Chemical Education*, 69(3), 191-196.
- Newton, P., Driver, R., & Osborne, J. (1999). The place of argumentation in the pedagogy of school science. *International Journal of Science Education*, 21(5), 553-576.
- Nielsen, J. A. (2013). Dialectical features of students' argumentation: A critical review of argumentation studies in science education. *Research in Science Education*, 43(1), 371-393.
- Nussbaum, E. M., & Sinatra, G. M. (2003). Argument and conceptual engagement. *Contemporary Educational Psychology*, 28(3), 384-395.
- Osborne, R. J., & Cosgrove, M. M. (1983). Children's conceptions of the changes of state of water. *Journal of research in Science Teaching*, 20(9), 825-838.
- Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of research in science teaching*, 41(10), 994-1020.
- Paik, S. H. (2015). Exploring the role of a discrepant event in changing the conceptions of evaporation and boiling in elementary school students. *Chemistry Education Research and Practice*, 16(3), 670-679.
- Popper, K. (1959). *The logic of scientific discovery*. Hutchinson: London.
- Reznitskaya, A. (2012). Dialogic teaching: Rethinking language use during literature discussions. *The Reading Teacher*, 65(7), 446-456.
- Sampson, V., & Clark, D. B. (2011). A comparison of the collaborative scientific argumentation practices of two high and two low performing groups. *Research in Science Education*, 41(1), 63-97.
- 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.
- Simon, S., Erduran, S., & Osborne, J. (2006). Learning to teach argumentation: Research and development in the science classroom. *International Journal of Science Education*, 28(2-3), 235-260.
- Zhou, G. (2010). Conceptual change in science: A process of argumentation. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 6(2), 101-110.

Ek-1

Kaynama Konusunda Hazırlanan Argü-Formlar

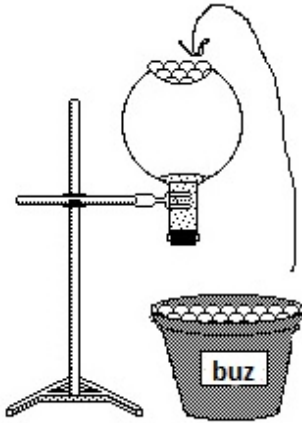
BÖLÜM-1: İLK İDDİANIZ VE GEREKÇENİZ

SORU: Yandaki şekilde verildiği gibi içinde bir miktar su bulunan bir cam balon ısırtı ocağı üzerinde su kaynamaya kadar ısıtılıyor. Kaynamaya başladıktan sonra ocak kapatılıyor. Ocak kapatıldıktan 5-10 saniye sonra, kaynama durur mu devam eder mi?



Daha sonra cam balonun ağzına bir tıpa kapatılıyor. Suyun tekrar kaynamaya başlaması için ne yapılabilir?

Peki sizce Aşağıdaki şekilde verildiği gibi cam balona buz dokundurulsa ne olur?



1. Size verilen soruyla ilgili **iddianız nedir?**

2. Yukarıdaki iddianızla ilgili **gerekçeniz nedir?** (şekil çizerek de anlatabilirsiniz)

BÖLÜM-2: GRUP TARTIŞMASI

1. Verilen soruyla ilgili iddianızı ve gerekçenizi arkadaşlarınızla paylaşıp tartışınız.
2. Tartışmadan sonra **grup olarak iddianızı ve gerekçelerinizi** aşağıya yazınız.

İddiamız:

Gerekçemiz? (şekil çizerek de anlatabilirsiniz)

BÖLÜM-3: DİĞER GRUPLARLA TARTIŞMA

1. Diğer gruplarla tartıştıktan sonra **iddianız ve gerekçenizde değişim varsa** aşağıya belirtiniz.