



Fen Bilgisi Öğretmenliği 3. Sınıf Öğrencilerinin Basınç-Kaynama Noktası İlişkisine Yönelik Düşünceleri: Bir TGA Uygulaması

Thoughts About Pressure-Boiling Point of 3rd Grade Students Studying in The Department of Science Teaching: A POE Application

Canan LAÇİN-ŞİMŞEK^a, Aysun ÖZTUNA-KAPLAN^a, Alper ÇORAPÇIGİL^b, Muhammet Emin MISIR^a

^aSakarya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı, Sakarya, Türkiye.

^bAkdeniz Üniversitesi Eğitim Fakültesi Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı, Antalya, Türkiye

Öz

Bu araştırmada, Tahmin-Gözlem-Açıklama (TGA) aracılığıyla Fen Bilgisi Öğretmenliği 3. sınıf öğrencilerinin basınç-kaynama noktası ilişkisine yönelik bilgi düzeyleri ve kavram yanlışlarının tespit edilmesi amaçlanmıştır. Çalışma grubunu Sakarya Üniversitesi Eğitim Fakültesi'nde 2015-2016 eğitim öğretim yılında Fen Bilgisi Öğretmenliği programının 3. sınıfında öğrenim görmekte olan 33 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Suyu buzla kaynatma deneyi üzerinden yapılan TGA uygulaması ile veriler toplanmıştır. Veri toplama kaynaklarını TGA formları ve uygulama esnasında yapılan sınıf içi tartışma kayıtları oluşturmaktadır. Yapılan çalışmada, öğretmen adaylarının basınç ve kaynama noktası ile ilgili tam olarak bir ilişki kuramadıkları ve gözlemlerinde en çok erlendeki yoğunlaşmaya odaklandıkları ortaya çıkmıştır. Ayrıca, öğretmen adaylarının çalışmanın tahmin, gözlem ve açıklama basamaklarının tümünde problem yaşadıkları gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler

basınç
kaynama
tahmin-gözlem-açıklama
(TGA)

Keywords

pressure
boiling
predict-observe-explain
(POE)

Abstract

In this study, it was aimed to determine the knowledge levels and conceptual misconceptions about pressure-boiling point relation of 3rd grade students through Predict-Observe-Explain (POE). Sample of the study constitutes 33 students who are studying 3rd grade students in the Science Education Department in Sakarya University Education Faculty in the 2015-2016 academic year. The data were collected by POE (Predict, Observe, Explain) application which was carried out via water boiling experiment with ice. Data collection sources are composed of POE forms and class discussion records during the application. In the study conducted, it was found that the students did not have a full relationship with pressure and boiling point and they are most focused on condensation in their observations. Moreover, it was observed that the students had problems with all of the steps of prediction, observation and explanation of the application used in the study.

Extended Summary

Purpose of the study: In this study, it was aimed to determine the level of knowledge about the relationship between pressure and boiling point of third grade students of Science Teacher Education Department through POE. The reason for choosing the boiling topic is that many researchers have discovered that there are many misconceptions about this concept in the researches.

It was found that students made a relation between the boiling point and the mass and/or the temperature of the heater, and thought that increasing the heat given during boiling would increase the temperature of the liquid (Şendur, Güllü, 2008), boiling is necessary at evaporation, boiling takes place at the surface of the liquid, boiling could occur at any temperature (Kırıkkaya & Pekmez, 2008), boiling is a chemical phenomenon, the boiling point is a constant point (Coştu, Ayas & Ünal, 2007).

For this reason, in this research, unlike previous studies, the relation of boiling to pressure was studied and it was tried to determine how classroom discussions affected conceptual development.

Accordingly, the sub-problems in this study were determined as following;

What are the thoughts that students put forward in the prediction stage of the POE application?

How do the students explain what they observed in the POE application?

What are the findings and misconceptions in student explanations?

Method: In this study, it was aimed to reveal the knowledge levels about the effect of the pressure on the boiling point related to the boiling event which students frequently observe and experience in their daily life. For this reason, the applied phenomenological approach to reveal the situations we are aware of but in which we do not actually have a detailed and in-depth understanding (Holstein & Gubrium, 1996; Mayring, 2000; Yıldırım & Şimşek, 2013) has been adopted. The sample of the study 33 students who are studying in the 3rd grade of the Science Teacher Program of a state university in the academic year of 2015-2016. As data collection tool during POE application, discussion records in the class and forms which students wrote individually were used. Data were collected within the scope of Special Teaching Methods-I lesson. By course content, it was done an activity in order to teach students POE. During the data collection phase, "Boiling Water with Ice" experiment was carried out through POE. Some of the data obtained during the research (expressions in the TGA form) were coded by closed coding; the other part (classroom discussions) was coded by open coding and subjected to content analysis.

Findings: *Findings for the Explanations of the Students in the "Predict" Phase*

As a result of the analysis of the obtained data, it was seen that students did not have any relation to the pressure and boiling point except for the two students in "Predict", the first stage of POE. The students based their predictions on the state change mostly. Ice melting (31-frequency), which is a fairly naive estimate of the state change, has come to the forefront. This prediction follows condensation, vaporization, boiling, crystallization, ice evaporation. As for two students were treated under a separate code, as they confused the condensation and the evaporation and expressed the condensation as evaporation. Another theme with a lot of frequencies is "water related".

Then the most commonly referred explanation is decrease of the temperature of the water in this theme. As for the other three themes are related to pressure, density difference and erlenmeyer. When classroom discussions were examined, it was seen that ice melting, evaporation and condensation are in the center of the discussions.

Findings of Students Explanations in relation to Observing and Information Phase: In the second phase of the POE, "Observation", it was seen that students were surprised at the re-boiling of water. In the POE forms, all students except the 23-coded student stated that they observed water boiling. 23-coded student observed that "after a while, the bubbles have started to flow out of the water". However, in classroom discussions, four students occasionally state that the event they observe is not a boil, which it looks like boiling, or even "fake boiling".

In the description stage, it was seen that the students had difficulties in explaining the reason for their observations. In discussions within the class, different explanations were made by the students, but they have not been able to explain the cause of the observed event.

At the point where the discussions are clogged and correct explanation are not made, the researchers have led discussions by asking questions such as what is boiling, on what conditions it occurs, and what affect the boiling point. As a result of these discussions, the definition of boiling and the factors affecting boiling were discussed, and then they were asked to relate the observed phenomena to their explanations. After completing the discussions, the students filled in the explanation part of the POE form. When examining the forms, it was seen that 11 students were correct, 11 students were lacking in their explanations and 11 students gave wrong answers. Although the students had filled out the POE forms after the class discussion, it was seen that the number of correct explanations was low.

Attentive Situations During Research In POE forms and classroom discussions, it was seen that the students have been using some incorrect statements while explaining their ideas. The findings obtained during the research are as follows:

-When the erlenmeyer turns upside down, they defined the part left on the water as space.

- Students had confusion about vapor pressure and external pressure concepts.
- Failure to define internal pressure and external pressure concepts.
- Misconception about that evaporation starts at a certain temperature.
- Misconception about that there is air in the bubbles during boiling.
- Unstable relative to the boiling point / pressure change as the sea level goes up and relating the pressure change to the temperature
- The attribution of human traits to non-human entities. (Anthropomorphism).
- Considering that the observed event was not actually a boil
- Try to explain the events that students observed, generally, by relating them to the topics they learned in the near past.

Discussion and Result: When the estimates of students' predictions during the prediction phase of the POE application used were examined, it was seen that they were only interested in heat exchange by considering the effect of ice melting.

Although they are undergraduates, they have not been able to foresee and claim what might be in a closed system. Students were found to do such a simple thought-provoking and limited estimates. It was surprising for the students to start boiling again during the observation phase. Even a student stated that it looks like boiling, or it is a "fake boiling".

When asked to explain the reasons for their observations from the students, they did not touch the pressure-boiling relation in the first place. It has been seen that they try to explain the factors such as the condensation of the steam in the erlen, the melting of the ice, the heating of the water, the decrease of the temperature of the water. When the explanations made, it was seen that there were still students with difficulties to understand the situation.

It has been determined that each idea raised during discussions caused confusion in their heads and that it was even more difficult to explain the situation.

Although the researchers attempted to gather students around scientific knowledge in accordance with the principles of the constructivist approach and through the use of skeptical inquiry, the expressions in the description of POE forms were unsatisfactory.

A number of misconceptions has been identified in the study. These are that only a heat source must be present for boiling, and that evaporation begins at a certain temperature, and the fact that there is air in the bubbles during boiling.

Similar misconceptions have also been reached in their studies in the studies of Kırıkkaya and Güllü, 2008; Lacin-Simsek, 2007; Sender, Soil and Molasses, 2008; Köseoğlu, Tümay and Kavak (2002); Köse, Coştu and Keser (2003), Coştu, Ayas and Unal, (2007); Akgün, Gönen and Yılmaz (2009); Karşlı and Ayas (2013).

1. Giriş

Fen eğitiminin temel amaçlarından biri, günlük hayatta karşılaşılan olguları anlayabilen, olgular arasındaki ilişkileri fark edebilen fen okuyazarı bireyler yetiştirmektir. Bu ise, fen kavramlarının doğru olarak öğrenilmesi ile mümkündür. Ancak yapılan birçok çalışmada, öğrencilerin temel fen kavramlarını dahi anlamakta zorlandıkları tespit edilmiştir (Driver, Squires, Rushworth ve Wood-Robinson, 1994; Duit, 1995; Laçın-Şimşek, 2007; Osborne ve Freyberg, 1985). Bu noktada, etkili bir kavram öğretiminin gerekliliği karşımıza çıkmaktadır.

Kavram öğretiminde, kavramın öğrenci zihninde yapılandırılması amaçlanmaktadır. Yeni bir kavramın öğrenimi esnasında, bireyler daha önce edinmiş oldukları kavramları kullanmakta ve önceki kavramlarla yenileri arasında bağlantı kurmaktadır. Bu bağlantıların yanlış kurulması konuların yanlış öğrenilmesine ve öğrenmenin niteliğinin düşmesine sebep olmaktadır. En yaygın ifadesiyle, kavram yanılgısı olarak isimlendirilen bu hatalı öğrenmeler, eğitimin her aşamasında karşımıza çıkmaktadır. Bilimsel tanımlarından farklı olarak yapılanmış olan bu yanılgılar, değişime oldukça dirençlidirler (Bilgin ve Geban, 2001; Campanario, 2002; Driver, 1989; Fetherstonhaugh ve Treagust, 1992; Harlen, 1993; Treagust, Duit ve Fraser, 1996). Bu yüzden bu yanılgıların tespiti ve giderilebilmesi için, özel olarak düzenlenmiş eğitim öğretim ortamlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu noktada, kavram yanılgılarının tespit ve giderilmesi için kavramsal değişim yaklaşımları gündeme gelmektedir.

Kavramsal değişim, ilk olarak Posner, Strike, Hewson ve Gertzog (1982) tarafından ortaya atılmıştır. Bu yaklaşım Piaget'in tanımladığı özümleme, düzenleme ve dengeleme süreci üzerine kurulmuş olan bir yaklaşımdır. Buna göre, kavram öğretimi esnasında, öğrencilerin ne bildiğinden yola çıkılarak, onların zihninde yeni bilgiler yapılandırılmaya başlanır. Posner ve arkadaşlarına (1982) göre, kavramsal değişimin gerçekleşebilmesi için öncelikle bireyin sahip olduğu bilginin kendisinde bir hoşnutsuzluk yaratması gerekir. Yeni bilgi, birey için anlaşılır, makul, anlamlı ve verimli olmalıdır. Bundan dolayı kavramsal değişim için planlanmış bir öğretim ortamında, öncelikle bireyin ön bilgisi ortaya çıkarılır (Pine, Messer ve John, 2001). Öğrencilerin hangi bilgiler arasında hatalı bağlantılar kurduğuna bakılır. Bu hataları giderecek şekilde yöntem ve tekniklere başvurulur. Günümüzde kavramsal değişim yaklaşımlarında kullanılan tekniklerden bazıları şunlardır; kavramsal değişim metinleri (Berber ve Sarı, 2009; Carlsen ve Andre, 1992; Demircioğlu, Demircioğlu ve Aydın, 2016; Wang ve Andre, 1991), düzeltici metinler (Alvermann ve Hynd, 1989; Buehl, Alexander, Murphy ve Sperl, 2001; Hynd, 2001), kavram haritaları (Novak ve Gowin, 1990), kavram karikatürleri (Keogh ve Naylor, 1999) ve Tahmin-Gözlem-Açıklama (TGA) (Damanhuri, Treagust, Won ve Chandrasegaran, 2016; Kearney, 2004).

Bu çalışmada, kavramsal değişim sağlamak için TGA kullanılmıştır. Bu teknik, tahmin, gözlem ve açıklama aşamalarından oluşup ismini bu aşamaların baş harflerinden almaktadır. Tekniğin uygulanışı sırasında, öncelikle bir durum betimlenerek, ne gözlemleyecekleri ile ilgili olarak öğrencilerin tahmin yapmaları istenir. Daha sonra betimlenen işlem gerçekleştirilir ve öğrencilerin gözlemlemeleri sağlanır. Açıklama aşamasında ise tahmin ve gözlem arasındaki farklılıkların irdelenip öğrencilerin bilgiyi yeniden ve doğru bir şekilde yapılandırması sağlanır. Bu irdemeler öğrencilerin kavramı nasıl yapılandırdıkları hakkında birçok fikir verir (Atasoy, 2002). Araştırmacılar, TGA'nın özellikle fen derslerinde kullanımında, olayların doğasının sorgulanmasını sağladığı için öğrencilerin motivasyonunu yükselttiğini, kendi fikirlerindeki değişimin farkına varmalarını sağladığını ve bu sayede öğrenmeyi (Kabapınar, Sapmaz ve Bıkmaz, 2003; Köseoğlu, Tümay ve Kavak, 2002) ve fen kavramlarının anlaşılmasını arttırdığını (Liew, 2004) ifade etmişlerdir.

TGA ile ilgili yapılmış çalışmalarda, tuzun suda çözünmesi (Kibirige, Osodo ve Tlala, 2014), asit, baz (Kala, Yaman ve Ayas, 2013), elektrokimya (Karamustafaoğlu ve Mamlok-Naaman, 2015); enzimler (Bilen, Özen ve Köse, 2016), ısı ve sıcaklık (Ayvacı ve Durmuş, 2016), kaynama (Köseoğlu, Tümay ve Kavak, 2002), fotoelektrik (Ayvacı, 2013), sıvıların ısınması ve genleşme (Liew ve Treagust, 1995), kaldırma kuvveti (Radovanovic ve Slisko, 2013), kuvvet ve hareket (Kearney, Treagust, Yeo ve Zadnik, 2001) gibi konularının ele alındığı görülmektedir. Ayrıca TGA ile farklı yöntem ve tekniklerin karşılaştırıldığı çalışmalarda bulunmaktadır. Temel fen becerilerini kazanmada, üretici öğretimsel teknik (generative instructional strategy-GIS) ile TGA karşılaştırılmış, TGA'nın daha etkili olduğu bulunmuştur (Adebayo ve Olufunke, 2015). Kavramsal değişim metniyle TGA'nın karşılaştırıldığı bir diğer çalışmada ise, kavramsal değişim metninin daha etkili olduğu bulunmuştur (Akgün ve Deryakulu, 2007). Son zamanlarda, TGA etkinlikleri bilgisayar simülasyonları üzerinden de uygulanmaya başlanmış, (Akpınar, 2014; Kearney, 2004; Sesen, 2013; Tao ve Gunstone, 1999) ve kavramların anlaşılmasında etkili olduğu tespit edilmiştir.

Bu çalışmada, TGA aracılığıyla, Fen Bilgisi Öğretmenliği 3. sınıf öğrencilerinin basınç-kaynama noktası arasındaki ilişki ile ilgili bilgi düzeylerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Kaynama konusunun seçilmesinin nedeni, yapılan araştırmalarda bu kavramla ilgili birçok kavram yanılgısının bulunduğu tespit edilmiş olmasıdır. Öğrencilerin kaynama noktası ile kütle ve/veya ısı miktarı arasında ilişki kurdukları, kaynama esnasında verilen ısının artırılmasının sıvının

sıcaklığını artıracaklarını (Şendur, Toprak ve Pekmez, 2008), buharlaşma için kaynamanın gerekli olduğunu, kaynamanın sıvının yüzeyinde gerçekleştiğini, kaynamanın her sıcaklıkta olacağını (Kırıkkaya ve Güllü, 2008), kaynamanın kimyasal bir olay olduğunu, kaynama noktasının değişmez bir nokta olduğunu (Coştu, Ayas ve Ünal, 2007) düşündükleri tespit edilmiştir. Kaynama ile ilgili kavram yanlışlarını içeren çok sayıda çalışma olmasına karşın, kaynamayı etkileyen faktörlerle ilgili öğrencilerin bilgi düzeyleri ve kavram yanlışlarını konu edinen çalışmaların az olduğu görülmüştür. Bu sebeple bu çalışmada önceki çalışmalardan farklı olarak kaynamanın basınç ile ilişkisi ele alınmış, sınıf içi tartışmaların kavramsal gelişimi nasıl etkilediği belirlenmeye çalışılmıştır. Sınıf içi tartışmalara yer verilmesinin nedeni, öğrenmenin sosyal bir süreç olması ve bilginin öğrencinin zihninde kendi bireysel çabalarıyla yapılandırılması kadar arkadaşlarının da bu konuda etkili olduğu (Kearney, Treagust, Yeo ve Zadnik, 2001; Kearney, 2004) kabulüdür.

Araştırmanın Amacı

Bu çalışmada, Tahmin-Gözlem-Açıklama (TGA) aracılığıyla Fen Bilgisi Öğretmenliği 3. sınıf öğrencilerinin basınç-kaynama noktası ilişkisine yönelik bilgi düzeyleri ve kavram yanlışlarının tespit edilmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda çalışmanın alt problemleri şu şekilde belirlenmiştir;

1. Öğrencilerin TGA etkinliğinin tahmin aşamasında ileri sürdükleri düşünceler nelerdir?
2. Öğrencilerin TGA etkinliğinde gözlemedikleri olayı nasıl açıklamaktadırlar?
3. Öğrenci açıklamalarında ulaşılan tespitler ve kavram yanlışları nelerdir?

2. Yöntem

Araştırma Modeli

Bu çalışma, fenomenolojik bir araştırmadır. Fenomenolojik araştırmalar olayların varlığını inceleme ve tanımlama yöntemi olup bireylerin öznel tecrübeleri ile ilgilenir ve onların olaylara yükledikleri anlamlara odaklanır (Baş ve Akturan, 2008). Böylece gerçekte farkında olunan ancak ayrıntılı ve derinlemesine bir anlayışa sahip olmadığımız durumlar ortaya çıkarılır (Holstein ve Gubrium, 1996; Mayring, 2000; Yıldırım ve Şimşek, 2013). Bu çalışmada da, öğrencilerin gerek günlük hayatlarında gerekse eğitimleri gereği sıkça gözlemedikleri ve deneyimledikleri kaynama olayı ile ilgili olarak kaynama noktasını etkileyen faktörlerden basıncın etkisine yönelik bilgi düzeyleri ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır.

Çalışma Grubu

Bu çalışmanın araştırma grubunu, 2015-2016 eğitim öğretim yılında Sakarya Üniversitesi Eğitim Fakültesi'nde Fen Bilgisi Öğretmenliği programının 3. sınıfında öğrenim gören 33 öğrenci oluşturmaktadır. Araştırmacılar derslerine girdikleri öğrencilerle çalışmayı gerçekleştirmiş olup uygun örneklem üzerinden verilerini toplamışlardır.

Veri Toplama Araçları

Bu araştırmanın birincil veri toplama aracı, TGA uygulaması esnasında öğrencilerden yazılı olarak alınan formlardır. Bu formlar, öğrencilerin bireysel olarak düşüncelerini yazabilecekleri tahmin, gözlem ve açıklama kısımlarından oluşmaktadır.

İkincil veri kaynağı olarak uygulamaya ilişkin sınıf içinde yapılan tartışmalar kullanılmıştır. Tüm bu TGA uygulaması öğrencilerin izni alınarak kamera ile kayıt altına alınmıştır.

Verileri Toplama Süreci

Bu çalışmanın verileri Özel Öğretim Yöntemleri-1 dersi kapsamında toplanmıştır. Dersin içeriği gereği kavram öğretimi ve kavram yanlışlarının giderilmesine yönelik yöntem ve tekniklerin işlenmesi esnasında TGA anlatılmış ve uygulamanın anlaşılması amacıyla bir örnek etkinlik yapılmıştır. Veri toplama aşamasında ise TGA aracılığıyla "Suyu Buzla Kaynatma" deneyi gerçekleştirilmiştir. Bu uygulamaya ilişkin aşamalar şu şekildedir:

1. TGA uygulaması olarak, "Suyu Buzla Kaynatma" adlı deney yapılmıştır.
2. Deney işlemleri TGA basamaklarına uygun olacak şekilde gerçekleştirilmiştir.
3. Tahmin aşaması için, öncelikle, öğrencilere durum betimlenmiş ve ne gözlemleyeceklerine ilişkin tahminleri alınmıştır.
4. Öğrencilerin tahminlerinin gerekçeleri sorulmuş ve not etmeleri istenmiştir.
5. Daha sonra, deney gerçekleştirilmiş ve öğrencilerin gözlem yapmaları sağlanmıştır.
6. Öğrencilerin yaptıkları gözlemi ve gözlemlerine ilişkin açıklamalarını TGA formuna yazmaları sağlanmıştır.

7. Gözlemlerinin nedenleri sınıfça tartışılmıştır.

Verilerin Analizi

Öğrencilerin TGA formları öncelikle Ö1, Ö2...şeklinde numaralandırılmış, sınıf içi tartışmalardan örnek olarak alınan söylemlerin sahibi olan öğrencilerin ise isimleri değiştirilerek sunulmuştur. Formlarda öğrencilerin ismi alınmadığından sınıf içi tartışmalarla eşleştirilememiştir. Ardından TGA formlarının *tahmin* kısımları ve transkript edilen sınıf içi tartışmalar açık kodlama yoluyla kodlanarak içerik analizine tabi tutulmuştur. TGA formunun *açıklama* kısmındaki ifadeler ise kapalı kodlama yoluyla betimsel olarak analiz edilmiştir. Betimsel analiz için belirlenen kodlar ve açıklamaları şu şekildedir:

Doğru (D): Tam açıklama

Eksik (E): Doğru ancak yeterli gerekçelendirilmenin olmadığı açıklama

Yanlış (Y): Yanlış açıklama

Öğrencilerden beklenen “Tam açıklama (D)” şu şekildedir; “*Tıpa ile kapattığımız erlenin içinde kaynama noktasına yakın sıcaklıkta su ve bir miktar buhar bulunmaktadır. Ters çevirdiğimiz erlenin üzerine buz koyduğumuzda erlenin içerisindeki buhar yoğunlaşmaya başlayacak, basıncı düşecek ve su kaynayacaktır.*”

3. Bulgular

Öğrencilerin Tahmin Aşamasına İlişkin Açıklamalarına Yönelik Bulgular

Elde edilen verilerin analizi sonucunda, öğrencilerin TGA'nın ilk aşaması olan “Tahmin” evresinde, iki öğrenci hariç basınç ve kaynama noktası ile ilgili herhangi bir ilişki kuramadıkları görülmüştür. Yaptıkları tahminlerde, yoğunlukla buzun erimesi, suyun sıcaklığının düşmesi, yoğunlaşma ve buharlaşma üzerinde durmuşlardır. Tablo 1’de yapılan tahminlerden elde edilen kodlar ve bu kodların sıklıkları ifade edilmiştir.

Tablo 1. Tahminlerden elde edilen kodlar ve bu kodların sıklıkları

Tema	Kod	Sıklık
Hal değişimi	Buzun erimesi	31
	Yoğunlaşma	10
	Buharlaşma	6
	Buharlaşma=Yoğunlaşma	2
	Kaynama	4
	Kristallenme	2
	Buzun buharlaşması	1
Suyla ilgili	Sıcaklığın düşmesi	11
	Kabarcık oluşumu	2
	Kaynamanın durması	2
	Su miktarının sabit kalması	1
Yoğunluk farkı	Sıcak suyun yukarı çıkması	2
	Soğuk suyun aşağı inmesi	2
Erlenle ilgili	Erlenin ısınması	1
	Tıpanın açılması	1
	Erlenin genleşmesi	1
Basınç	İç basınç dış basınç eşitliği	2

Yapılan analizler sonucunda öğrencilerin gerçekleştirecek deneyle ilgili tahminlerini en fazla sıklıkla hal değişimine dayandırdıkları görülmektedir. Hal değişimi ile ilgili olarak da oldukça naif bir tahmin olan buzun erimesi (31 sıklık) ön plana çıkmıştır. Bu tahmini yoğunlaşma, buharlaşma, kaynama, kristallenme ve buzun buharlaşması takip etmektedir. İki öğrenci ise yoğunlaşma ile buharlaşmayı karıştırarak yoğunlaşmayı buharlaşma olarak ifade ettiklerinden ayrı bir kod altında ele alınmıştır.

Sıklığı fazla olan bir diğer tema da “suyla ilgili” olandır. Bu temada en sık ifade edilen açıklama ise suyun sıcaklığının düşmesidir. Diğer üç tema ise basınç, yoğunluk farkı ve erlenle ilgilidir.

Öğrencilerin yaptıkları tahminleri ve gerekçelerine ilişkin bazı örnekler şu şekildedir;

“Su kaynamaya devam eder. Erlenin üstündeki buz erimeye başlar. Isı alışverişi sıcaktan soğuğa doğru olur çünkü. Ters çevirsek de kaynamaya devam eder. Moleküllerin kinetik (hareket) enerjilerinden dolayı iç basınç dış basınca eşitleniyor. Dış basıncı düşürdük.” (Ö9, Basınç, Buzun erimesi, Kaynama)

“Su bir süre sonra buzun etkisiyle biraz buharlaşır. Yavaş yavaş suyun sıcaklığı düşmeye başlar. Sıcak bir cisme dışarıdan ondan sıcaklığı daha az madde konulduğunda sıcaklığı biraz düşer. Ama bu ısının düşmesi buharlaşması biraz zaman alır.” (Ö1, Buharlaşma=Yoğunlaşma, Sıcaklığın düşmesi)

“Sıcak su yukarı doğru çıkmak isteyecek ve suyun sıcaklığıyla buz erimeye başlayacaktır. Kaynamış olan suyun buharıyla buz eriyecektir. Sıcaktan soğuğa bir ısı akışı olacaktır ve kaynayan suyun yoğunluğu azalacağından yukarı çıkmak ister, buz erir.” (Ö27, Buharlaşma, Buzun erimesi, Sıcak suyun yukarı çıkması)

“Erlenin içindeki su buharlaşarak üst kısma çıktığında yukarıdaki soğuk cisimle karşılaştığında damlacıklar oluşur: Belki biraz kristallenme olur. Hava yeryüzünden gökyüzüne buharlaşır. Orada soğuk ortamla karşılaşır ve yağmur yağar” (Ö18, Yoğunlaşma, Kristallenme)

“Buharda yoğunlaşma olur. Çabuk sürede su soğur. Suyun içerisinde küçük küçük kristaller olabilir. Arada kalan boşlukta buhar olacağı için ve direkt soğukla etkileşme olacağı için suyun içerisinde bir anda kristaller olacağını düşünüyorum.” (Ö30, Sıcaklığın düşmesi, Yoğunlaşma, Kristallenme)

“Ters çevrilen erlenin içindeki sıcak su ile buz arasında ısı alış-verişi olacak ve buz erimeye başlayacak. İlk başta buz buhar ve su damlacıkları şeklinde bir değişim olacak. Isı alış-verişi sıcaktan soğuğa doğru olacak. Buz ile sıcak su arasında sıcaklık farkından dolayı, buz ısı alacak, buharlaşmaya ve erimeye başlayacaktır.” (Ö12, Buzun erimesi, Buzun buharlaşması)

Sınıf içi tartışmalar incelendiğinde de tartışmaların odağında buzun erimesi, erlen içerisinde buharlaşma ve yoğunlaşmanın olduğu görülmektedir. Aşağıda tahmin aşamasıyla ilgili sınıf içi tartışma kayıtlarından alınan bir kesit yansıtılmıştır.

Araştırmacı: Erleni aldık. Ağzını tıpayla kapattık. Ters çevirdik. Üzerine buz torbasını koyduk. Ne gözlemleriz?

Selim, Gamze, Berna: Buz erimeye başlar.

Berna: Suyun sıcaklığı düşer.

Araştırmacı: Farklı düşüncesi olan var mı?

Ahmet, Derya: Buharlaşma olur.

Araştırmacı: Başka fikri olan?

Beril: Onu ters çevirdiğimizde yukarıda boşluk oluyor ya. Oradan ... hani ... buhar mı demeliyim. Böyle buharlı olacak. Ora sıcak olacak kaynamadan dolayı. Üstüne de buz koyduğumuz zaman orada soğukluk olduğu için o tabanında damlacıklar oluşacak.

Araştırmacı: Peki neden öyle düşünüyorsun?

Beril: Buhar aniden soğutunca zaten su buharı o. Tekrar damlacık oluşuyor.

Selim: (Arkadaşını destekleyerek) Hocam oradaki buhar soğuğu görünce yoğunlaşacak, suya dönüşecek. Orda damlalar halinde düşecek diye düşünüyorum.

Araştırmacı: Peki erlen içerisindeki suya bir şey olabilir mi?

[sessizlik]

Gamze: Bence içindeki su kaynamaya devam eder.

Araştırmacı: Neden?

Gamze: Bunu soracağınızı biliyordum. [İki arkadaş aralarında gülüşürler] Kaynaması lazım. Moleküller devam ediyor çarpışmaya. Onların kinetik enerjisi var.

Araştırmacı: Gamze farklı bir şey söylüyor. İçindeki su kaynamaya devam eder diyor. Katılır mısınız Gamze'ye?

[uzun bir sessizlik]

Nihal: Sıcaklık bir süre sonra düşecek. Sıcaklık düşünce kaynaması durur bir süre sonra.

Araştırmacı: Peki kaynamaya başlar mı Gamze'nin dediği gibi?

Nihal: Sanmıyorum. Çünkü dışarıda soğuk hava var. Buz olmasa bile içerdeki sıcaklıkla dışarıdaki sıcaklık bir değil. Böylece sıcaklık düşmeye başlayacak. Düşünce de kaynama sürmez.

Araştırmacı: *Evet sizler neler diyorsunuz? Hangi arkadaşınıza katılıyorsunuz?*

[kendi aralarında konuşurlar]

Tartışmanın devamında da öğrenciler yine aynı görüşler etrafında toplanmışlardır. Üç öğrenci kaynama olacağını ifade etmişlerdir, ancak sınıf içerisinde bu fikir şaşkınlıkla karşılanmıştır ve desteklenmemiştir. Bu üç öğrenciye tahminlerinin gerekçeleri sorulduğunda ise bilimsel bir açıklama ile fikirlerini destekleyememişlerdir. Bu öğrencilerin bir önceki yıl Özel Öğretim Yöntemleri-1 dersini aldıkları ve ders içerisinde bu örneği tartıştıkları belirlenmiştir. Daha öncesinde uygulamayı tartışmış olmalarına rağmen halen bilimsel bir açıklama getirememeleri dikkat çekicidir.

Öğrencilerin Gözlem ve Açıklama Aşamalarına İlişkin Açıklamalarına Yönelik Bulgular

TGA'nın ikinci aşaması olan "Gözlem" evresinde öğrencilerin suyun tekrar kaynamasına oldukça şaşırdıkları görülmüştür. TGA formlarında, 23 kodlu öğrenci hariç bütün öğrenciler suyun kaynadığını gözlemlediklerini belirtmişlerdir. 23 kodlu öğrenci ise gözlemini "Bir süre sonra suyun içinden baloncuklar çıkmaya başladı" ifade etmiştir. Ancak, sınıf içi tartışmalarda dört öğrenci zaman zaman gözlemledikleri olayın aslında bir kaynama olmadığını, kaynama gibi göründüğünü hatta "yalancı kaynama" olduğunu söylemiştir. Örneğin, İdil "Şey olabilir mi hocam? Hani mürekkepli bir deney yapmıştık ya sıcak su yukarı çıkıyordu bu da onun gibi bir hava akımı oluşuyor. *Yani kaynama değil bu. Konveksiyon muydu? [Emin olmadan yanındaki arkadaşına sorarak]*" şeklindeki söylemiyle gerçekleşen olayın gerçekte bir kaynama olmadığını iddia etmektedir.

Açıklama evresinde öğrencilerin gözlemlerinin nedenini açıklamakta bir hayli zorlandıkları görülmüştür. Sınıf içinde yapılan tartışmalarda, öğrencilerden farklı açıklamalar gelmiş ancak gözlemlenen olayın nedenini açıklayabilen olmamıştır. Sadece Aydan "*Basıncı düşüncü kaynama noktası da düşüyor ya burada da onun gibi bir şey var bence*" demiştir fakat devamında iddiasını bilimsel olarak açıklayamamıştır.

Gözlemlendiği olayı iç-dış basınç kavramlarına dayandırarak açıklamaya çalışan Beril ise "Şimdi getirene kadar zaten basıncı en yüksek haldeydi birazcık geçince basıncı çevirdik düştü, ama kapalı bir sistem yaptık, çevirdik içindeki basınç o sırada korunuyor, eee .. tepeden daha basıncı daha az olan yani buzu koyduk, bu sefer içindeki hani etrafında şey yaparak dengelemeye çalıştı. İç basınçla dış basıncı eşit olunca o sırada kaynama diyorsak o sırada bir kaynama oluştu." şeklinde bir ifadede bulunmuştur. Beril'e iç ve dış basınçtan neyi kastettiği sorulduğunda, iç basıncı sıvının basıncı, dış basıncı ise buzun yaptığı basınç olarak betimlemiştir. Bu durum sınıfta tartışmaya neden olmuş ve uzun süre doğru açıklamaya ulaşmada güçlük çekilmiştir.

Tartışmaların tıkandığı ve doğru açıklamanın gelmediği noktada araştırmacılar kaynamanın ne olduğu, hangi şartlarda gerçekleştiği, kaynama noktasını nelerin etkilediği gibi sorular yönelterek tartışmaları yönlendirmişlerdir. Bu tartışmalar sonucunda kaynamanın tanımı ve kaynamayı etkileyen faktörler üzerinde konuşulmuş ve ardından gözlemledikleri olayı yaptıkları açıklamalarla ilişkilendirmeleri istenmiştir. Öğrenciler, tartışmalar tamamlandıktan sonra, TGA formunun açıklama kısmını doldurmuşlardır. Öğrencilerin açıklama aşamasına ilişkin kodlamaları Tablo 2'de yansıtılmıştır.

Tablo 2. Öğrencilerin yaptıkları açıklamalardan elde edilen kodlamalar

Kod	Öğrenci	Örnek İfade
D	Ö5, Ö7, Ö10, Ö17, Ö18, Ö20, Ö22, Ö27, Ö28, Ö29, Ö30	Sıvının iç basıncının kabın içindeki dış basınca eşit olduğunda kaynama olur. Kaynamayı safsızlık ve basınç etkiler. Basıncı değiştirmek için buz kullandık. Erlenin üzerine buz koyarak gazın basıncını azaltmış olduk, suyun iç basıncıyla eşit oldu ve kaynama oldu (Ö20). Kaynamayı basınç ve safsızlık etkiler. Burada buzu, basıncı değiştirmek için kullandık. Kapalı sistem ile ısı alışverişi yaptı. Buzu koyduğumuzda dış basıncı azalttık, bir süre sonra iç basınç ile dış basınç eşitlendi ve kaynama olayı meydana geldi (Ö27).
E	Ö3, Ö8, Ö9, Ö12, Ö13, Ö15, Ö19, Ö23, Ö26, Ö32, Ö33	Buzu koyduğumuzda erlenin içindeki buhar buzun etkisiyle soğumaya başladı ve o kapalı sistemdeki kaynama şartlarını tamamladığı için su kaynamaya başladı (Ö3).
Y	Ö1, Ö2, Ö4, Ö6, Ö11, Ö14, Ö16, Ö21, Ö24, Ö25, Ö31	Ağız kapalı erlenin üzerine buz koyduğumuzda erleni soğuttuk ve içerideki basınç dış basınca eşit olduğundan kaynama devam etti (Ö16).

Tablo 2'de görüldüğü gibi 33 öğrencinin 11'i doğru açıklamada bulunmuştur. Eksik açıklamada bulunan 11 öğrencinin ifadelerinde kavramların karıştırıldığı ya da açıklamaların net olmadığı görülmüştür. Öğrenciler TGA formlarını sınıf içi tartışmanın ardından doldurmalarına rağmen doğru açıklamada bulunanlarının sayısının az olduğu görülmüştür.

Araştırma Süresince Dikkat Çeken Durumlar

TGA formları ve sınıf içi tartışmalarda öğrencilerin fikirlerini açıklarken doğru olmayan bir takım ifadelere başvurdukları görülmüştür. Bunların bir kısmı kavramların anlamını bilmemelerinden, bir kısmı kavramları yanlış kullanmalarından (terminolojik), bir kısmı ise kavram yanlışlarına sahip olmalarından kaynaklanmaktadır. Araştırma süresince ulaşılan tespitler şunlardır:

-Öğrencilerin erlen ters çevrildiğinde suyun üzerinde kalan kısmı boşluk olarak tanımlamaları. Öğrenciler bu alanın boş olmadığını bilmelerine rağmen konuşmalarında sıklıkla boşluk ifadesini kullanmışlardır. Bu durum günlük hayatta kullanılan dilden kaynaklı bir alışkanlık olarak değerlendirilebilir.

- Öğrencilerin buhar basıncı ile dış basınç kavramlarını karıştırmaları
- İç basınç ve dış basınç kavramlarını tanımlayamama
- Buharlaştırmanın belli bir sıcaklıkta başlaması yanılıgısı
- *Kaynama esnasındaki kabarcıkların hava olduğu yanılıgısı*: Bu düşünce ile ilgili olarak sınıf içi tartışmalar devam ederken, Aydan düşünceyi desteklemek için “havasız bir ortamda ne ses iletiliyor, ne başka bir şey, suyun altında da ses iletildiğine göre hava vardır bence içinde, kaynama esnasında hava çıkıyordu” demiştir. Bu ifadeye, konu ile ilgili olmamasına rağmen sesin iletimi ile ilgili kavram yanlışları ortaya çıkmıştır. Öğrenci, sesin iletimini sadece hava ile ilişkilendirmektedir.
- Deniz seviyesinden yukarıya çıkıldıkça kaynama noktası/basınç değişimiyle ilgili kararsız kalınması ve basınç değişimini sıcaklıkla ilişkilendirmeleri
- *Gözlemlenen olaylara insani özellikler yüklenmesi (Antropomorfizm)*: Ö31 kodlu öğrencinin formunda “*Kaynama bir sıvının iç basıncının dış basınca eşit olmasıdır. Biz buzla erlenin içindeki havanın sıcaklığını düşürerek dış basıncı düşürmüş olduk. Sıvının iç basıncı da düşen dış basınca eşit olmak isteyecek...*” şeklindeki ifadesi bu duruma örnek olarak verilebilir.
- *Gözlemlenen olayın aslında bir kaynama olmadığı düşünülmesi*: Ö2 kodlu öğrencinin formunda “*Su soğurken basınç kaybedecek ve suyun üzerindeki basınç ortamdan çekildiği için su buharlaşmaya başlayacaktır ve oluşan bu buharlaşma kaynama görüntüsü yaratacaktır.*” şeklindeki ifadesi bu duruma örnek olarak verilebilir.
- Öğrencilerin gözlemledikleri olayı açıklamak için genellikle en yakın zamanda öğrendikleri konuyla ilişkilendirerek açıklama yapmaya çalıştıkları görülmüştür. Bununla ilgili örnek olarak uygulamadan kısa süre önce derste yapılan ve yoğunluk farkı sebebiyle sıvıların yer değiştirmesine dayalı “su volkanı” deneyi verilebilir. Öğrenciler açıklamalarını yaparken bu deneye atıf yaparak bilimsel açıklamada bulunmaya çalışmışlardır. Bu da kavramların tam olarak öğrenilmediğinin ve karıştırıldığının bir göstergesidir.

4. Tartışma Ve Sonuç

“Suyu buzla kaynatma” deneyinin kullanıldığı TGA uygulamasının tahmin aşamasında öğrencilerin yaptıkları tahminler incelendiğinde sadece, buzun erlende yapacağı etkiyi ele alarak ısı alışverişi üzerinde durdukları görülmüştür. Genellikle yorumları, erlen içindeki suyun buharlaşacağı, erlende bir yoğunlaşma olacağı, poşet içindeki buzun eriyeceği şeklinde olmuştur. Yapılan tahminlerin oldukça basit ve sınırlı olduğu görülmüştür. Lisans öğrencileri olmalarına rağmen, kapalı bir sistem içerisinde neler olabileceği ile ilgili bir öngörü ve iddiaları olamamaktadır. Öğrencilerin böyle basit ve sınırlı tahminler yapmaları düşündürücü bulunmuştur.

Gözlem aşamasında kaynamanın tekrar başlaması öğrenciler için şaşırtıcı bir durum olmuştur. Öyle ki, gördükleri karşısında şaşırarak bir öğrenci, gözlemlerinin yalancı bir kaynama olduğunu bile ifade etmiştir. Öğrencilerden gözlemlerinin nedenini açıklamaları istendiğinde, ilk etapta basınç-kaynama ilişkisine değinmedikleri, erlen içindeki buharın yoğunlaşması, buzun erimesi, suyun ısı vermesi, suyun sıcaklığının düşmesi gibi etkenler üzerinden açıklama yapmaya çalıştıkları görülmüştür. Araştırmacıların erlenin içinde ne olabileceği ile ilgili sordukları soruların ardından öğrencilerin buzun, erlenin içindeki hava-buhar karışımına etkisi üzerine yorum yapıp kaynamayı açıklamaya çalıştıkları görülmüştür. Yine de sonuca ulaşma, bilimsel olarak açıklama yapma konusunda oldukça zorlanmışlardır.

Açıklamalar yapılırken, durumu kavrayan öğrencilerin yanı sıra anlamakta hala zorlananların bulunduğu görülmüştür. Tartışmalar esnasında ortaya atılan her fikirle kafalarının karıştığı ve olayı açıklamakta daha da zorlandıkları tespit edilmiştir. Her ne kadar araştırmacılar yapılandırmacı yaklaşımın esaslarına uygun olarak ve sokratik sorgulama yoluyla öğrencileri bilimsel bilgi etrafında toplamaya çalışsalar da TGA formlarının açıklama kısmındaki ifadeler tatmin edici olmamıştır. Bununla ilgili olarak eğitim sisteminde bu kavramların ele alınışıyla ilgili bir takım sorunlara değinilebilir. Kaynama konusu anlatılırken, kaynama genellikle buhar basıncı ve dış basınç ilişkisiyle verilmekte ve dış basınç, sadece atmosfer basıncı olarak ele alınmaktadır. Ayrıca kaynama, genellikle su örneği üzerinden verilmekte (Coştu, 2002),

sadece sıcaklıkla ilişkilendirilmekte ve deniz seviyesinde ele alınmaktadır. Bu da eğitim içerisinde verilen örneklerin, kavramların anlamlarının daralmasına ve öğrencilerin olayları farklı durumlara transfer etmelerine, günlük hayatla ilişki kurmalarına engel olmaktadır. Bu çalışmada da beklenen sonucun elde edilememesinin önündeki en büyük engelin bu olduğu düşünülmektedir. Çünkü sözü edilen sebeplerden dolayı öğrenciler çalışmada yer alan deney mekanizmasını zihinlerinde oturtamamışlardır.

Ayrıca kaynamanın sadece iç basıncın dış basınca eşit olması olarak da tanımlanması sorunlu olarak görülmektedir. Çünkü bu çalışmada görüldüğü gibi, öğrencilerin kaynamanın ne demek olduğunu rahatlıkla tanımlamalarına rağmen bir sistem üzerinde açıklamaları gerektiğinde iç basıncı-buhar basıncı- ve dış basıncı belirlemede zorlandıkları görülmektedir. TGA uygulaması sonunda öğrencilere, “İç basınç ve dış basınç derken neyi kastediyorsunuz? sorusu sorulmuş, öğrencilerin, bu deney için dış basıncı atmosfer basıncı iç basıncı ise sıvının behere yaptığı basınç olarak tanımladıkları tespit edilmiştir. Canpolat ve Pınarbaşı'nın (2012) yaptıkları çalışmada da, öğrencilerin iç basınç ve buhar basıncı kavramları ile ilgili önemli yanlışlar içinde buldukları tespit edilmiştir. Öğrencilerin öğrendikleri kavramları bilmelerine rağmen, bunları yorumlamakta güçlük çektikleri Coştu (2002) çalışmasında da görülmüştür.

Çalışmada öğrencilerde bir takım kavram yanlışları tespit edilmiştir. Bunlar kaynamanın olması için ancak bir ısı kaynağının olması gerektiği yanlışlığı, buharlaşmanın belli bir sıcaklıkta başladığı yanlışlığı, kaynama esnasında çıkan kabarcıkların hava olması yanlışlığıdır. Benzer yanlışlara Kırıkkaya ve Güllü, (2008); Laçın-Şimşek, (2007); Şendur, Toprak ve Pekmez, (2008); Köseoğlu, Tümay ve Kavak (2002); Köse, Coştu ve Keser (2003), Coştu, Ayas ve Ünal, (2007); Akgün, Gönen ve Yılmaz (2009); Karlı ve Ayas (2013) çalışmalarında da ulaşılmıştır.

Köseoğlu, Tümay ve Kavak (2002) tarafından yapılan çalışmada, aynı deney kullanılmış ve TGA uygulaması yapılmıştır. Uygulamanın, buhar basıncı, kaynama noktası, kaynama noktasına dış basıncın etkisi konularının öğretilmesinde etkili olduğu gözlemlenmiştir. Bu çalışmada da, TGA'nın yanlış düşünceleri ve kavram yanlışlarını tespit etmede oldukça başarılı olduğu görülmüştür. Ancak, etkinliğin sonunda öğrencilerin bir kısmının gözlemlenen olayın nedenini açıklamada halen yeterli olmadıkları tespit edilmiştir. Bunun nedenlerinden biri olarak yapılan sınıf içi tartışmaların öğrencilerin kafalarını karıştırması olduğu ileri sürülebilir. Çünkü araştırmacıların gözlemlerinde, ortaya atılan her fikirle birlikte, öğrencilerin çoğunluğunun düşüncelerini yeniden gözden geçirdiği, hatta bazılarının yeni fikir üzerinden hemen yorum yapmaya başladıkları gözlemlenmiştir. Diğer yandan öğrencilerin bir kısmının fikirlerini söylemekten çekindiği de görülmüştür. Bu da, kavramların içselleştirilmediğinin bir diğer göstergesi olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışmada, sınıf içi tartışmaların, açıklama kısmında beklenen düzeyde doğru tanımlamaların yapılmasını olumsuz etkilediği söylenebilir ancak bunu destekleyecek birincil veriler sahip olunmaması çalışmanın bir sınırlılığıdır. Coştu, Karataş ve Ayas'ın (2003) yaptıkları çalışmada da, çalışma yapılarının kavram öğretimini sağlama ve kavram yanlışlarını gidermede etkili olduğunu belirlemelerine rağmen, grup çalışmalarının ve öğrenci tartışmalarının istenilen düzeyde gerçekleştirilememiş olduğu görülmüştür. Araştırmacılar bu durumu, öğretmen merkezli öğretim stratejilerine alışkın öğrencilerin, kendilerinin aktif olarak katılımını gerektiren çalışmalara alışkın olmamalarından kaynaklandığı düşündüklerini belirtmişlerdir. Cinici ve Demir'in (2013) yaptıkları çalışmada ise, işbirlikli TGA çalışmalarına yer verilmiş ve grup içi tartışmaların kavram gelişimini olumlu etkilediği tespit edilmiştir. Kearney (2004) yaptığı çalışmada da, TGA'nın küçük grup çalışmalarında etkili olduğu görülmüştür. Kearney, Treagust, Yeo ve Zadnik'in (2001) yaptıkları çalışmada da, TGA uygulamasında küçük grup tartışmalarının bütün sınıfın katıldığı tartışmalardan daha verimli sonuçlar verdiği belirlenmiştir.

5. Öneriler

Bu çalışmada TGA'nın, kavramların anlaşılma düzeyini ortaya çıkarmada oldukça etkili olduğu görülmüştür. Fen kavramları ile ilgili öğrencilerin düşüncelerini, kavram yanlışlarını ve bilgi eksikliklerini ortaya çıkarmada kullanılması tavsiye edilmektedir.

Öğrencilerde kavram daralmasına yol açmamak için kavram açık, net ve anlaşılır şekilde verilmelidir. Kaynama konusu anlatılırken kaynama koşulları ve kaynamayı etkileyen faktörler örnekler üzerinden açıklanarak anlatılmalıdır.

Bu çalışmada, bütün sınıfın katıldığı tartışmalara yer verilmiştir. Küçük grup tartışmalarının yer aldığı çalışmaların yapılarak TGA uygulamasının etkililiği test edilip bununla ilgili öğrenci görüşleri alınabilir.

6. Kaynakça

- Adebayo, F., & Olufunke, B. T. (2015). Generative and predict-observe-explain instructional strategies: Towards enhancing basic science practical skills of lower primary school pupils. *International Journal of Elementary Education*, 4(4), 86-92. doi:10.11648/ijeedu.20150404.12

- Akgün Ö. E., & Deryakulu D. (2007). Düzeltici metin ve tahmin-gözlem-açıklama stratejilerinin öğrencilerin bilişsel çelişki düzeyleri ve kavramsal değişimleri üzerindeki etkisi. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 40, 17-40.
- Akgün, A., Gönen, S., & Yılmaz, A. (2009). Science teacher candidates' misconceptions and lack of knowledge about the relation between boiling point and vapor pressure. *Education Science*, 4(1), 13-24.
- Akpınar, E. (2014). The use of interactive computer animations based on POE as a presentation tool in primary science teaching. *Journal Science Education Technology*, 23(4), 527-537.
- Alvermann, D. E., & Hynd, C. (1989). Effects of prior knowledge activation modes and text structure on nonscience majors' comprehension of physics. *Journal of Educational Research*, 83, 97-102.
- Atasoy, B. (2002). *Fen Öğrenimi ve Öğretimi*. Ankara: Gündüz Eğitim ve Yayıncılık.
- Ayvacı, H. Ş. (2013). Investigating the effectiveness of predict-observe-explain strategy on teaching photo electricity topic. *Journal of Baltic Science Education*, 12(5), 548-563.
- Ayvacı, H. Ş., & Durmuş, A. (2016). TGA yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının "ısı ve sıcaklık" konusunda akademik başarılarına etkisi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 39, 101-118.
- Baş, T., & Akturan, U. (2008). *Nitel Araştırma Yöntemleri-Nvivo 7.0 ile Nitel Veri Analizi*. İstanbul: Seçkin Yayıncılık.
- Berber, N. C., & Sarı, M. (2009). Kavramsal değişim metinlerinin iş, güç, enerji konusunu anlamaya etkisi. *Selçuk Üniversitesi Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27, 159-172.
- Bilen, K., Özel, M., & Köse, S. (2016). Using action research based on the predict-observe-explain strategy for teaching enzymes. *Turkish Journal of Education*, 5(2), 72-81.
- Bilgin, İ., & Geban, Ö. (2001). Benzeşim (analoji) yöntemi kullanarak lise 2. Sınıf öğrencilerinin kimyasal denge konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20, 26-32.
- Buehl, M. M., Alexander, P. A., Murphy, P. K., & Sperl, C. T. (2001). Profiling persuasion: The role of beliefs, knowledge, and interest in the processing of persuasive texts that vary by argument structure. *Journal of Literacy Research*, 33(2), 269-301.
- Campanario, J. M. (2002). The parallelism between scientists' and students' resistance to new scientific ideas. *International Journal of Science Education*, 24(10), 1095-1110.
- Canpolat, N., & Pınarbaşı, T. (2012). Kimya öğretmen adaylarının kaynama olayı ile ilgili anlayışları: Bir olgubilim çalışması. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(1), 81-96.
- Carlsen, D. D., & Andre, T. (1992). Use of a microcomputer simulation and conceptual change text to overcome student preconceptions about electric circuits. *Journal of Computer-Based Instruction*, 19(4), 105-109.
- Cinici, A., & Demir, Y. (2013). Teaching through cooperative POE tasks: A path to conceptual change. *The Clearing House*, 86, 1-10.
- Coştu, B. (2002). *Ortaöğretim Farklı Seviyelerindeki Öğrencilerin Buharlaştırma, Yoğunlaşma ve Kaynama Kavramlarını Anlama Düzeylerine İlişkin Bir Çalışma*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Coştu, B., Ayas, A., & Ünal, S. (2007). Kavram yanlışları ve olası nedenleri: kaynama kavramı. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 15(1), 123-136.
- Coştu, B., Karataş, F. Ö., & Ayas, A. (2003). Kavram öğretiminde çalışma yapraklarının kullanılması. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(14), 33-48.
- Damanhuri, M. I. M., Treagust, D. F., Won, M., & Chandrasegaran, A. L. (2016). High school students' understanding of acid-base concepts: An ongoing challenge for teachers. *International Journal of Environmental & Science Education*, 11(1), 9-27.
- Demircioğlu, G., Demircioğlu, H., & Aydın, M. A. (2016). Kavramsal değişim metninin ve üç boyutlu modelin 7. Sınıf öğrencilerinin atomun yapısını anlamalarına etkisi. *Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7(2), 70-96. doi: 10.11648/j.ijeedu.20150404.12.
- Driver, R. (1989). Students' conceptions and the learning of science. *International Journal of Science Education*, 11, Special Issue, 481-490.
- Driver, R. A., Squires, A., Rushworth, S. P., & Wood-Robinson, V. (1994). *Making sense of secondary science: Research into children's ideas*. London and New York: Routledge Falmer.
- Duit, R. (1995). *The constructivist view: A fashionable and fruitful paradigm for science education research and practice*. In Constructivism In Education. (L. P. Steffe & J. Gale (Editors), p.271-285. New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- Fetherstonhaugh, T., & Treagust, D. F. (1992). Student's understanding of light and its properties: Teaching to engender conceptual change. *Science Education*, 76(6), 653-672.
- Harlen, W. (1993). *Teaching and Learning Primary Science*. London: Paul Chapman Publishing Ltd.
- Holstein, J. A., & Gubrium, J.F. (1996). *Phenomenology, Ethnomenology and Interpretive Practice*. In *Strategies of Qualitative Inquiry*. Ed. Norman K. Denzin And Yvonna S. Lincoln. London: Sage Publication, 137-158.
- Hynd, C. R. (2001). Refutational texts and the change process. *International Journal of Educational Research*, 35(7), 699-714.
- Kabapınar, F. M., Sapmaz, N. A., & Bıkmaz, F. H. (2003). *Aktif Öğrenme ve Öğretme Yöntemleri, Fen Bilgisi Öğretimi*. Ankara: Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Eğitim Araştırma ve Uygulama Merkezi (EAUM) Yayınları.
- Kala, N., Yaman, F., & Ayas, A. (2013). The effectiveness of predict-observe-explain technique in probing students' understanding about acid-base chemistry: a case for the concepts of pH, pOH, and strength. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 11, 555-574.

- Karamustafaoğlu, S., & Mamlok-Naaman, R. (2015). Understanding electrochemistry concepts using the predict-observe-explain strategy. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education, 11*(5), 923-936.
- Karlı, F., & Ayas, A. (2013). Fen bilgisi öğretmen adaylarının kimya konularında sahip oldukları alternatif kavramlar. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi, 7*(2), 284-313.
- Kearney, M. (2004). Classroom use of multimedia-supported predict-observe-explain tasks in a social constructivist learning environment. *Research in Science Education, 34*, 427-453.
- Kearney, M., Treagust, D. F., Yeo, S., & Zadnik, M. (2001). Student and teacher perceptions of the use of multimedia supported predict-observe-explain tasks to probe understanding. *Research in Science Education, 31*(4), 589-615.
- Keogh, B., & Naylor, S. (1999). Concept cartoons, teaching and learning in science: An evaluation. *International Journal of Science Education, 21*(4), 431-446.
- Kırıkkaya, E. B., & Güllü, D. (2008). Fifth grade students' misconceptions about heat-temperature and evaporation-boiling. *Elementary Education Online, 7*(1), 15-27.
- Kibirige, I., Osodo, J., & Tlala, K. M. (2014). The effect of predict-observe-explain strategy on learners' misconceptions about dissolved salts. *Mediterranean Journal of Social Sciences, 5*(4), 300-310.
- Köse, S., Coştu, B., & Keser, Ö. F. (2003). Fen konularındaki kavram yanlışlarının belirlenmesi: TGA yöntemi ve örnek etkinlikler. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 1*(13), 43-53.
- Köseoğlu, F., Tümay, H., & Kavak, N. (16-18 Eylül 2002). Yapılandırıcı öğrenme teorisine dayanan etkili bir öğretim yöntemi: Tahmin Et-Gözle-Açıkla-Buz ile su kaynatılabilir mi?, *V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*, ODTÜ Eğitim Fakültesi, Ankara.
- Laçın-Şimşek, C. (2007). İlköğretim Öğrencilerin Temel Fen Kavramlarıyla İlgili Düşünceleri. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Liew, C-W., & Treagust, D. F. (1995). A predict-observe-explain teaching sequence for learning about students' understanding of heat and expansion liquids. *Australian Science Teachers Journal, 41*(1), 68-71.
- Liew, C. W. (2004). The Effectiveness of Predict- Observe - Explain Technique in Diagnosing Students' Understanding of Science And Identifying Their Level of Achievement. Science And Mathematics Education Centre. Curtin University of Technology.
- Novak, J.D., & Gowin, D.B. (1990). *Learning How to Learn*. United States of America: Cambridge University Press.
- Osborne, R., & Freyberg, P. (1985). Children's Science. In Roger OSBORNE and Peter FREYBERG (Eds.) *Learning in Science: The Implications of Children's Science*, (5-14). Hong Kong: Heinemann.
- Pine, K., Messer, D., & John, K. S. (2001). Children's misconceptions in primary science: A survey of teachers' views. *Research in Science & Technological Education, 19* (1), 79-96.
- Posner, M. G., Strike, K. A., Hewson, P. W., & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education, 66*(2), 211-217.
- Radovanovic, J. & Slisko, J. (2013). Applying a predict-observe-explain sequence in teaching of buoyant force. *Physics Education, 48*(1).
- Sesen, B. A. (2013). Diagnosing pre-service science teachers' understanding of chemistry concepts by using computer-mediated predict-observe-explain tasks. *Chemistry Education Research and Practice, 14*, 239-246.
- Şendur, G., Toprak, M., & Pekmez, E. Ş. (2008). Buharlaştırma ve kaynama konularındaki kavram yanlışlarının önlenmesinde analogi yönteminin etkisi. *Ege Eğitim Dergisi, 9*(2), 37-58.
- Tao, G., & Gunstone, R.F. (1999). The Process of Conceptual Change in force and Motion during ComputerSupported Physics Instruction. *Journal of Research in Science Teaching, 36*(7), 859-882.
- Treagust, D. F., Duit, R., & Fraser, B. J. (1996). (Eds.). *Improving Teaching and Learning in Science and Mathematics*. New York: Teachers College Press.
- Wang, T., & Andre, T. (1991). Conceptual change text versus traditional text and application questions versus noquestions in learning about electricity. *Contemporary educational psychology, 16*(2), 103-116.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2013). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.