



ANALYSIS OF STUDENTS' WRITTEN SCIENTIFIC ARGUMENT GENERATE AND EVALUATION SKILLS

(ÖĞRENCİLERİN YAZILI BİLİMSEL ARGÜMAN OLUŞTURMA VE DEĞERLENDİRME BECERİLERİNİN İNCELENMESİ)

Safiye ASLAN¹

ABSTRACT

Arguments are often used in science classes. Students encounter arguments in two ways. Teachers present argument to students and ask students produce argument in science classes. This study examined students' written arguments and compared classes of high school 9th-, 10th-, 11th-, and 12th-year students (n = 165), who constructed 495 written arguments related to the issues of chemical reaction, melting and dissolution, and nature of matter from the point of components of the Toulmin's Argument Pattern such as claim, evidence, warrant and the quality of these components. Then 14 written arguments were evaluated by eight university students. The research findings are as follows: The skills of making arguments depends on the subject, while the students are successful in making a claim they are insufficient in making justification and showing evidence, it is not right to make a generalization regarding the correlation between the students' increased learning and mental development level and skills to make arguments, the students have insufficient skills in testing the connection between claim and justification and in defining whether the justification provides appropriate support for the claim.

Keywords: Science education, generate written argument, evaluate argument.

ÖZET

Argümanlar fen sınıflarında sıklıkla kullanılır. Öğrencilerin fen sınıflarında argümanla karşılaşma biçimleri çoğunlukla; kendilerine öğretmenleri tarafından argüman sunulması ve kendilerinden argüman üretilmesinin istenmesi şeklindedir. Bu çalışmada öğrencilerin yazılı argüman yapılandırma ve sunulan argümanı değerlendirme becerileri incelenmiştir. Bu amaçla lise 9., 10., 11. ve 12. sınıf öğrencilerinin (n=165) kimyasal tepkimeler, erime ve çözünme, maddenin doğası konularıyla ilgili yapılandıkları 495 yazılı argüman, Toulmin Argüman Modeli'nde yer alan iddia, gerekçe, delil bileşenleri ve bu bileşenlerin kalitesi açısından incelenmiş ve sınıflar arası bir karşılaştırma yapılmıştır. Ardından bu yazılı argümanlardan 14 tanesinin, 8 üniversite öğrencisi tarafından değerlendirilmesi sağlanmıştır. Araştırmanın bulguları; argüman oluşturma becerisinin konu içeriğine bağlı olduğunu, öğrencilerin iddia oluşturmada başarılı iken gerekçe ve delil oluşturmada yetersiz olduklarını, öğrencilerin artan öğrenim ve zihinsel gelişim seviyeleri ile argüman oluşturma becerileri arasında artan bir ilişki olduğu yönünde genelleme yapılamayacağını, öğrencilerin argüman değerlendirirken iddia-gerekçe bağlantısını test etmede ve gerekçenin iddia için uygun destek sağlayıp sağlamadığını belirlemede yetersiz olduklarını göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Fen eğitimi, yazılı argüman oluşturma, argüman değerlendirme.

¹ Yrd. Doç. Dr., Aksaray Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü, Fen Bilgisi Eğitimi.

E-posta: safiyeaslan@gmail.com

SUMMARY

Introduction

There are some differences between science and other fields such as history or geography (Osborne, 2002). These differences stem from the construction of scientific knowledge within the content of science. This difference seen in the construction of the scientific knowledge has affected science education and given rise to new paradigms in science instruction. In this respect, a new vision of science learning and teaching was determined to be a provision of opportunities for students to engage in science through inquiry (Carin & Bass, 2001, p.7). Inquiry means various ways used by scientists to analyze the natural world. Inquiry includes not only experimental processes but also cognitive processes (The National Research Council, 1996, p. 23; Choi, Notebaert, Diaz & Hand, 2010).

In recent years, many studies have been conducted on argumentation as it has an important place among inquiry activities (von Aufschnaiter, Erduran, Osborne & Simon, 2008; Okumuş & Ünal, 2012; Demircioğlu & Uçar, 2012; Khishfe, 2012; Ryu & Sandoval, 2012, Günel, Kingır & Geban, 2012). Argumentation is an evaluation and social interaction process in which components making up the argumentation come together and arguments are evaluated (Simon, Erduran & Osborne, 2006; Nussbaum, 2011). This process also fosters the goal of educating science literate individuals, which is one of the fundamental goals of science education (Norris & Phillips, 2003).

For a better understanding of argumentation, the first thing to be done is to analyze the concept of argument. An argument is proposed to support or refute a conclusion, model, or hypothesis. In this regard, it is a coordination of theories and evidence (Toulmin, 1958). Claimed to be one of the important characteristics of reasoning and thinking, an argument is used to explain a situation to others and persuade them (Billig, 1987; Driver, Newton & Osborne, 2000). Hence, argument is the primary component of the research conducted by scientists (Zhou, 2010). Moreover, the realization of scientific revolutions and paradigm changes have occurred through arguments. For instance, Lavoisier' perspective of burning phenomenon, Proust and Berthollet's perspective of chemical compounds, and Bohr and Einstein's perspective of quantum mechanics were all introduced through their arguments (Kuhn, 2006; Tez, 2000).

Arguments are frequently used in science classes (Driver et al., 2000). A great amount of researchers on science education prefers Toulmin's Argument Pattern in the analysis of arguments (Erduran, Simon & Osborne, 2004; Bell & Linn, 2000; Sampson & Clark, 2008). According to Toulmin's viewpoint, argument has three main components such as claim, data and warrant (Osborne, Erduran, & Simon, 2004). Claim means the sentences that can be expressed as an idea, a thesis or a standard which can be called as the main assumption of an argument (Sampson & Clark, 2008). The data are the phenomena, samples, or observations which support the claim. Warrant is the statements which make connections between evidence and claim and show how evidence supports the claim. That is, it means the

rules and principles which are used to justify the relationship between the claim and the evidence (Tümay & Köseoğlu, 2011; Tippett, 2009; Simon, 2008; Driver et. al., 2000; van Eemeren et al., 1996). In addition to these components, Toulmin states that the argument can include backings strengthening the motive, rebuttals indicating under which circumstances the claim does not hold true and qualifiers indicating the circumstances under which the claim holds true (Russell, 1983; van Eemeren et al., 1996; Driver et. al., 2000; Simon et. al., 2006; Kaya & Kılıç, 2008). The first three components included in Toulmin's Argument Pattern are present in the structure of all arguments. In this regard, the claim is the basis of all arguments. The provision of the evidence related to the claim is of great importance in the construction of a scientific argument (Bazerman, 1988) because the justification of the claim is important for the quality of the argument (Osborne et. al., 2004).

Purpose

The use of argumentation in science classes makes it possible to understand how an argument is constructed and evaluated. In order to draw the attention of science educators to this possibility, it is necessary to elicit students' competency about the generation and evaluation of an argument. The present study aims to make some contributions to the understanding of incentives given for the use of argumentation and students' epistemological ideas to conduct argument generations and evaluation practices (Sandoval & Reiser, 2004). In this regard, the present study seeks answers to the following questions:

- a) How is the quality of the arguments generated by 9th, 10th, 11th and 12th grade high school students in relation to claim, evidence, and justification components?
- b) Do the grade level and content affect students' constructing acceptable arguments?
- c) How are students' argument evaluation skills?

Method

Model

The present study employs descriptive case analysis approach to determine the students' written argument construction and evaluation skills. Hence, the study is based on qualitative research techniques.

Participants

The first stage of the study included 52 ninth graders, 38 tenth graders, 42 eleventh graders, and 33 twelfth graders from different high schools in Turkey. A total of 495 written arguments were collected from 165 students. The second stage of the study composed of 8 pre-service science teachers (2 first-year students, 2 second-year students, 3 third-year students and 1 fourth-year student).

Data Collection

The present study consists of two stages. In the first stage of the study, high school students constructed written arguments about the topics of chemical reactions, nature of matter, melting and dissolution. Then these arguments were evaluated to determine whether they include the components of evidence, claim,

and warrant proposed in Toulmin's Argument Pattern and how the quality of these components is. As these topics are the fundamental topics of science education and the students have learned them since their elementary education, the same argument content was used for all the grades. In order to help students construct their arguments, written argument construction materials designed under the guidance of two experts working in the field of science education and argumentation and including questions such as the ones presented below were used;

“What kind of claim would you propose at the end of this observation?”

“What are your reasons?”

“Which one(s) of the given claims do you support or do you have a different claim?”

“What evidence do you use to support your claim?”

After completing the data collection and data analysis parts of the first stage of the study, the second stage was initiated.

At the second stage of the study, 14 of the written arguments generated by the high school students were selected, and they were analyzed by the pre-service science teachers. For this purpose, semi-structured interview technique was employed. In this way, written argument evaluation skills of the pre-service science teachers were evaluated.

Data Analysis

Many researchers tried to use Toulmin's Argument Pattern (1958) to evaluate student arguments, but they concluded that this model is not sufficient to evaluate the quality of an argument (Driver, Newton & Osborne, 2000; Zohar & Nemet, 2002). Other researchers developed some alternative criteria and frameworks to evaluate student arguments (Bell & Linn, 2000; Zohar & Nemet, 2002; Osborne et. al., 2004; Sandoval & Reiser, 2004; Sampson & Clark, 2008, Nussbaum, 2011). In the present study, on the other hand, an analysis framework developed by means of a literature review to evaluate student arguments in terms of claim, evidence, and warrant components was used (Çalık, Ayas & Ünal, 2006; Şahin & Çepni, 2011). To establish the reliability of the written arguments, the data were encoded twice at two months interval. By using the reliability formula proposed by Miles and Huberman (1994), the consistency between the codings was checked. In each check, the reliability rate was found to be above 70%, and this result was agreed to be sufficient for analysis reliability (Miles and Huberman, 1994, p. 64). The analysis of the data was conducted with SPSS program package, and the results are presented as frequencies (f) and percentages (%).

Findings

The findings of the study reveal that 84.6% of the arguments constructed by the 9th graders related to the topic of chemical reactions were found to be correct in terms of the selection of the claim, 48.1% of them have an acceptable warrant, and 7.7% of the warrants completely support the claim. When the arguments constructed by the 10th graders were examined, it was found that 94.7% of them

selected the claim correctly, and 71.1% of them have an acceptable warrant. However, only 5.3% of the warrants proposed by the arguments completely support the claim. Out of the arguments constructed by the 11th graders, 78.5% were found to be correct in terms of the selection of the claim, 50% of the arguments have an acceptable warrant, and only 2.4% of the warrants proposed by the arguments completely support the claim. In all the arguments constructed by the 12th graders, the claim was correctly selected, and 97% of these arguments have an acceptable warrant. However, only 9.1% of the warrants proposed by the arguments completely support the claim.

When the arguments constructed in relation to the concepts of melting and dissolution were examined, it was found that 76.9% of the arguments have scientifically correct claims, 17.3% of them have an acceptable warrant, and the warrants of only 1.9% of the arguments completely support the claim. Out of the arguments constructed by the 10th graders, 81.5% have scientifically correct claims, and 21% of the arguments constructed have an acceptable warrant; yet, the warrants of only 5.3% of the arguments completely support the claim. When the arguments constructed by 11th graders were examined, it was found that 73.8% have scientifically correct claims, and 28.6% of the arguments have an acceptable warrant. However, the warrants of only 4.8% of the arguments completely support the claim. When the arguments constructed by the 12th graders were examined, it was found that 97% have scientifically correct claims, and 15.1% of them have an acceptable warrant; yet, the warrants of only 3% of the arguments completely support the claim.

The last written argument constructed by the high school students is related to the nature of the matter. In this regard, 75% of the arguments constructed by the 9th graders have correctly selected claims, and 44.2% of the claims are supported with acceptable evidence. However, only 7.7% can explain how the evidence supports the claim. While half of the students could not generate evidence to support their claims, most of those generating evidence could not make a connection between the claim and evidence. When the arguments constructed by the 10th graders were examined, it was found that 79% of them have correctly selected claims, and the evidence proposed by 62.2% of the arguments is acceptable. The evidence proposed by 55.3% of the arguments can completely support the claim. When the warrants of the arguments were examined, it was found that only 10.6% of them are acceptable. The warrant of the half of the acceptable arguments can completely account for the relationship between the evidence and the claim. Out of the third written argument of the 11th grade students, 90.5% were found to have correctly selected claims, and 61.9% of them have acceptable evidence. The evidence completely supports the claim only in 57.1% of the arguments. When the warrants of the arguments were examined, it was found that only 7.1% have an acceptable warrant. The warrants of all the arguments having an acceptable warrant can completely account for the relationship between the evidence and the claim. Out of the arguments constructed by the 12th graders, 78.8% selected their claims correctly, the evidence of 54.3% is acceptable, and the evidence completely supports the claim in 42.2% of the

arguments. When the warrants of the arguments were examined, it was observed that only 9.1% of them have an acceptable warrant. In 6.1% of the arguments, the warrant can completely explain the connection between the evidence and the claim.

The data concerning the pre-service teachers' evaluations of the written arguments presented to them were completely collected as qualitative data. These data are presented in the full version of the manuscript.

Discussion

Argument Construction

The findings of the present study indicate that the arguments constructed by the high school students in relation to chemical reactions are more successful than the arguments constructed in relation to the nature of the matter and melting and dissolution. This can be interpreted as argument construction is related to the content of topic. Another remarkable point in argument construction is that while a high majority of the students can construct scientifically correct claims, they are mostly incompetent in the construction of evidence to support their claims. The same finding is also reported by other studies (Bell and Linn, 2000; Osborne et. al., 2004; Duschl, 2000). There can be two main sources of the problems experienced by the students in constructing arguments. The first one is the lack of understanding of particularly microscopic phenomena (Goodwin, 2002) in the content of the chemistry explained by using macroscopic, microscopic and symbolic levels (Özmen, Ayas & Coştu, 2002; Childs ve Sheehan, 2009; Sirhan, 2007; Wu, Krajcik & Soloway, 2001; cited in Özmen et. al., 2002). Therefore, the students may not have accurate information about the topics of chemical reactions, the nature of the matter, melting and dissolution. Accordingly, they may not create correct relations between the concepts. The second and more important one is that the students may not have been exposed to learning environments in which they could question and revise their understanding of these concepts, and witness their refutation; that is, they may not have been exposed to argumentation settings where they could face what they constructed in their minds. This may have resulted in the lack of understanding of the components making up the argument such as claim, evidence and justification, their functions, their relations with each other, and their coordination with each other.

Argument Evaluation

Argument evaluation skill is related to cognitive and social skills possessed by individuals. When a written argument is presented, an individual is expected to test claim-cause connection and determine whether the cause provides appropriate support for the claim. Moreover, she/he is expected to determine whether the evidence supports the claim and assign a value to evidence (such as strong and acceptable or weak and unacceptable) (Larson, Britt & Kurby, 2009).

Within the context of the present study, argument evaluation skills of 8 pre-service teachers were evaluated, and the first notable point is the inexperience they felt when they encountered the argument first. They did not pay attention to the points that should be taken into consideration while evaluating an argument. When

the students were asked questions about the components of the argument or their attention was drawn to the statements in the argument, the students revised the argument and focused more on it. Another notable point is that the students do not have enough experience and knowledge about the functions, the value, and the use of the components of the argument such as claim, evidence, and warrant.

Therefore, it is seen that even if they have required knowledge about the topic, they experience difficulties in constructing strong justification and evidence to support the claim and in establishing claim-cause connection. Another significant issue in argument evaluation is that the students evaluating the arguments have some erroneous and deficient concepts about the topic at hand. Hence, they can support the incorrect information presented in the arguments.

Another notable point in the present study is that the students can think more critically about the arguments during the argument evaluation process when they are provided with guidance or asked questions. Herrenkohl and Guerra (1998) emphasized the same issue in their study and reported that the group which asked questions and checked the reports of others performed better. These results indicate that students should be provided with experiences for construction and evaluation of arguments.

Conclusion

The findings of the study show that the students experience problems in constructing arguments and evaluating the arguments presented to them. Some of these problems establish correct connections between the evidence and the claim, generating warrant to support the claim and estimating the value of the warrant. The present study proved that without giving proper argument construction and evaluation training, the constructed arguments are primarily based on the students' own opinions, tendencies, and prior immature concepts (Cavagnetto, 2011). The argument construction process gets students to think about their critical thinking and cognitive skills and personal conceptions and to reflect on their opinions (Cavagnetto, 2011). Therefore, there is a need for argumentation-based science instruction to provide students with opportunities to construct argument and evaluate them in science classes. In this regard, students can be informed about the place of argumentation in the establishment of scientific knowledge (Newton, Driver & Osborne, 1999), and an image can be created in the minds of the students about the issue by giving samples about argumentation processes. In this way, students can be made more aware of the components of an argument (de Berg, 2006). Furthermore, students can be asked to propose a claim based on the data they have collected and to generate justifications and supports for their claims. The students can be encouraged to share their arguments with each other and to evaluate each other's arguments.

GİRİŞ

“Çalışma” ifadesi hem fen bilimleri hem de tarih, coğrafya veya İngilizce gibi diğer alanlar için yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak fen çalışma ile örneğin tarih çalışma arasında farklılıklar vardır (Osborne, 2002). Bu farklılık fen bilimlerinin doğasından, başka bir ifadeyle fen içeriğindeki bilginin yapılandırılmasındaki farklılıktan kaynaklanır. Bilimsel bilginin yapılandırılmasındaki bu farklılık, fen eğitimine de yansımış ve feni öğretme konusunda yeni paradigmaların oluşmasına neden olmuştur. Bu bağlamda fen öğrenme ve öğretmede yeni vizyon; öğrencilerin araştırma ve sorgulamaya dayalı olarak fenle ilgilenmelerine fırsatlar sunma şeklinde belirlenmiştir (Carin & Bass, 2001: 7). Bilimsel araştırma ve sorgulamanın esasları şu şekilde tarif edilebilir:

“Bilimsel araştırma ve sorgulama, bilim insanlarının doğal dünyayı incelemek için kullandıkları çeşitli yolları ve çalışmalarından ürettikleri delile dayalı açıklamalar önermeyi ifade eder. Araştırma ve sorgulama, öğrencilerin bilim insanlarının doğal dünyayı nasıl inceledikleriyle ilgili bir anlayış geliştirmelerini sağlayan aktiviteler olduğu kadar, bilimsel fikirlerle ilgili bilgi ve anlayışlarını geliştiren aktiviteler olarak da ifade edilir. Araştırma ve sorgulama; gözlemler yapmayı, sorular sorabilmeyi, bilinenin ne olduğunu görmek için kitap ve diğer bilgi kaynaklarının incelenmesini, soruşturmanın planlanmasını, deneysel deliller ışığında bilinenlerin gözden geçirilmesini, verileri toplamak, analiz etmek ve yorumlamak için araçları kullanmayı, cevaplar, açıklamalar ve tahminler önermeyi ve sonuçları paylaşmayı içeren çok yönlü bir etkinliktir. Araştırma ve sorgulama; varsayımların belirlenmesini, eleştirel ve mantıksal düşünmenin kullanımını, alternatif açıklamalar hakkında düşünmeyi içerir (The National Research Council, 1996: 23).”

Bilimsel araştırma ve sorgulama aktiviteleri, geleneksel fen öğretiminde kullanılan aktivitelerden farklıdır. Geleneksel fen öğretiminde; öğretmen müfredat programı dahilinde yer alan konuları ders kitabını temel kaynak olarak anlatır. Öğrenciler sınıfta çoğunlukla dinleyici pozisyonundadır ve soru sorulduğu zaman cevap verirler. Nadiren öğrenciler de öğretmene soru sorarlar. Ders kapsamında yapılan deneyler, çoğunlukla doğrulayıcı deney niteliğindedir. Deneyler ya gösteri deneyi şeklinde öğretmen tarafından açıklanarak yapılır ya da deneyin basamakları açıkça belirtilir ve öğrencilerden verilen basamakları takip ederek deneyi yapmalarını istenir. Bu çalışmalar çoğunlukla el becerilerine dayalı aktivitelerdir. Ancak bilimsel araştırma ve sorgulamada yer alan aktiviteler el becerilerine dayalı aktivitelerden ziyade, zihinsel becerilere dayalı aktiviteleri içerir. Bunlar feni konuşma, tartışma, yazma veya okuma olarak ifade edilebilir (Choi, Notebaert, Diaz & Hand, 2010).

Son yıllarda bilimsel araştırma ve sorgulama aktiviteleri arasında çok önemli bir yere sahip olan argümantasyon ile ilgili pek çok araştırma bulunmaktadır (von Aufschnaiter, Erduran, Osborne & Simon, 2008; Okumuş & Ünal, 2012; Demircioğlu & Uçar, 2012; Khishfe, 2012; Ryu & Sandoval, 2012, Günel, Kınır &

Geban, 2012). Argümantasyon, argümanı oluşturan bileşenlerin bir araya gelme sürecidir (Simon, Erduran & Osborne, 2006). Argümantasyon, argümanların yapılandırıldığı ve değerlendirildiği bir düşünme ve sosyal etkileşim süreci olarak da düşünülebilir (Nussbaum, 2011). Bu süreç aynı zamanda bilimsel okuryazarlığı da destekler. Çünkü temel bilimsel okuryazarlığın içeriğinde bilimsel bir argümanı anlama ve yorumlama becerisi de yer almaktadır (Norris & Phillips, 2003). Bir argümanı anlama ve yorumlama becerisi yalnızca sunulan bir argümanı değerlendirmeyi içermez. Bu durumun bir sonraki adımı argüman üretebilmektir. İlkokul öğrencilerinin bile argüman yapılandırmak için fikirlerini konuşabildikleri ve delil kullanabildikleri düşünüldüğünde (Harlow & Otero, 2003), argümanın ne olduğu ve nasıl yapılandırıldığı sorusu önemli hale gelmektedir.

Argüman

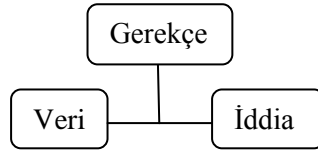
Argüman, açıklayıcı bir sonucu, modeli ya da tahmini desteklemek veya çürütmek için ortaya atılır. Bu bağlamda teorilerin ve kanıtların bir koordinasyonudur (Toulmin, 1958). Argüman, muhakeme ve düşünmenin önemli bir özelliğidir (Billig, 1987). Bir durumu başkalarına anlatmak ve onları ikna etmek için kullanılır (Driver, Newton & Osborne, 2000). Bu nedenle argüman, bilim insanlarının çalışmalarının öncelikli bileşenidir (Zhou, 2010). Ayrıca bilimsel devrimlerin ve paradigma değişmelerinin gerçekleşmesi bilimsel argümanlar aracılığıyla olmuştur. Örneğin; Lavoisier ve filojistoncular yanma olayındaki, Proust ve Berthollet kimyasal bileşiklerin kütleleri, Bohr ve Einstein kuantum mekaniği konusundaki farklı bakış açılarını, ileri sürdükleri argümanlarla ortaya koymuşlardır (Kuhn, 2006; Tez, 2000).

Argümanlar fen sınıflarında yaygın olarak kullanılır. Öğretmenler öğrencilere bir konunun akla yatkınlığını göstermek için bilimsel açıklamalar içeren argümanlar sunarlar. Geleneksel sınıflarda öğretmen argümanı kendisi yapılandırır ve delilleri kendisi sıralar. Öğrencilerin dinleyici pozisyonunda olduğu bu durum, sorgulama becerilerinin kazandırılmasına katkı sağlamaz. Öğrencilerin muhakeme becerisi kazanmaya, belirli bir iddiayı desteklemek için nedenler sunmaya, akranlarını ikna etmeye, sorular sormaya, alternatif bakış açılarıyla ilgilenmeye ve ne bildiklerini ortaya koymaya ihtiyaçları vardır (Driver et al., 2000). Öğrencilerin bu deneyimleri yaşayabilmelerini sağlayabilmek için öncelikle onlara argüman yapılandırma ve değerlendirme fırsatları sağlanmalıdır. Bu nedenle fen sınıflarında, bilimsel açıklamalarda delilin nasıl seçileceği, nasıl delil oluşturulacağı, bir konuyla ilgili açıklamaları değerlendirirken hangi ölçütlerin kullanılacağı konularına odaklanılmalıdır (Duschl & Osborne, 2002).

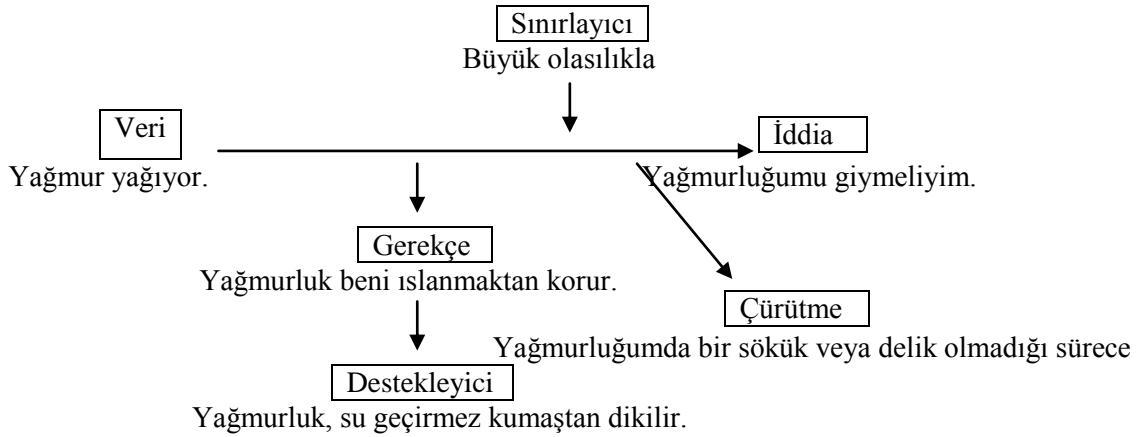
Toulmin Argüman Modeli

Toulmin'in argüman modeli, argümanları analiz etmede kullanılan ve fen eğitimi ile ilgili pek çok araştırmada kullanımı tercih edilen modeldir (Erduran, Simon & Osborne, 2004; Bell & Linn, 2000; Sampson & Clark, 2008).

Toulmin'in bakış açısına göre argümanın üç temel bileşeni vardır (Osborne, Erduran, & Simon, 2004).



İddia, argümanın temel (ana) önermesi diyebileceğimiz bir fikir, tez ya da standart olarak ifade edilen cümlelerdir (Sampson & Clark, 2008). İddiayı destekleyen olgu, örnek veya gözlemler veriyi, delil ile iddia arasında bağ kurulmasını sağlayan ve delilin iddiayı nasıl desteklediğini gösteren ifadeler, başka bir deyişle iddia ve delil arasındaki ilişkiyi haklı çıkarmak için kullanılan kurallar veya prensipler de gerekçeyi gösterir (Tümay & Köseoğlu, 2011; Tippett, 2009; Simon, 2008; Driver ve diğ., 2000; van Eemeren et al., 1996). Toulmin daha karmaşık argümanların bu bileşenlerin yanında, gerekçeyi güçlendiren destekleyiciler, iddianın hangi şartlar altında doğru olmayacağına işaret eden çürütmeler ve iddianın geçerli olduğu koşulları belirten sınırlayıcılar içerebileceğini ifade etmiştir (Russell, 1983; van Eemeren et al., 1996; Driver ve diğ., 2000; Simon ve diğ., 2006; Kaya & Kılıç, 2008). Toulmin argüman modeli aşağıdaki gibi gösterilebilir;



Toulmin argüman modelinde yer alan ilk üç bileşen bütün argümanların yapısında bulunur. Bu bağlamda iddia, bütün argümanların temelidir. İddia ile ilişkili delil sunma ise bilimsel bir argüman oluşturmak için kritik öneme sahiptir (Bazerman, 1988). Çünkü iddiayı haklı çıkarma, argüman kalitesi açısından önemlidir (Osborne ve diğ., 2004).

Çalışmanın Amacı

Fen sınıflarında argümantasyonun kullanılması, argümanın nasıl yapılandırıldığının ve değerlendirildiğinin öğrenilmesine fırsat tanır. Bu fırsatı fen eğitimcilerinin dikkatine sunmak için öğrencilerin argüman üretme ve değerlendirme konusundaki yeterliliklerinin ortaya konulması gerekir. Bu çalışmayla, argüman üretme ve değerlendirme pratikleri yapabilmek için fen

sınıflarında argümantasyonun kullanımı konusundaki teşviklere katkı sağlama amaçlanmıştır. Ayrıca öğrencilerin iddia oluşturmak için veriyi nasıl kullandıklarını, verinin öğrenciler için neyi gösterdiğini, iddiayı haklı çıkarmak için ne çeşit delil kullandıklarını incelemek, öğrencilerin epistemolojik fikirlerini anlamaya da katkı sağlar (Sandoval & Reiser, 2004). Bu bağlamda çalışmada aşağıdaki sorulara cevap aranmıştır:

- Lise 9., 10., 11. ve 12. sınıf öğrencilerinin ürettikleri argümanlar iddia, delil, gerekçe bileşenleri ve bu bileşenlerin kalitesi açısından nasıldır?
- Sınıf düzeyi ve içerik, öğrencilerin kabul edilebilir argümanlar oluşturmalarını etkilemekte midir?
- Öğrencilerin argüman değerlendirme becerileri nasıldır?

YÖNTEM

Araştırma Modeli

Araştırma, öğrencilerin yazılı argüman oluşturma ve değerlendirme becerilerini belirlemeye yönelik betimsel bir durum saptama niteliği taşımaktadır. Bu nedenle araştırma nitel araştırma teknikleri temel alınarak düzenlenmiştir.

Katılımcılar

Çalışmanın ilk aşamasına; Türkiye'deki farklı liselerin 9. sınıflarından 52, 10. sınıflarından 38, 11. sınıflarından 42, 12. sınıflarından 33 öğrenci katılmıştır. Toplamda 165 öğrenciden 495 yazılı argüman toplanmıştır (Tablo 1).

Tablo 1. Öğrenci ve Yazılı Argüman Sayıları

Sınıf	Öğrenci sayısı	Her öğrenciye ait yazılı argüman sayısı	Öğrenci yazılı argümanlarının toplam sayısı
9. sınıf	52	3	156
10. sınıf	38	3	114
11. sınıf	42	3	126
12. sınıf	33	3	99
Toplam	165		495

Çalışmanın ikinci aşamasına; fen bilgisi öğretmenliği 1. sınıfta okuyan 2, fen bilgisi öğretmenliği 2. sınıfta okuyan 2, fen bilgisi öğretmenliği 3. sınıfta okuyan 3 ve sınıf öğretmenliği 3. sınıfta okuyan 1 öğrenci olmak üzere toplam 8 üniversite öğrencisi katılmıştır.

Veri Toplama Aracı

Çalışmanın ilk aşamasında lise öğrencilerinin kimyasal tepkimeler, erime ve çözünme, maddenin doğası konularıyla ilgili yazılı argüman oluşturmaları sağlanmış, ardından oluşturulan argümanların Toulmin'in argüman modelinde yer alan delil, iddia ve gerekçe bileşenlerini içerip içermedikleri ve bu bileşenlerin kalitesi açısından incelenmiştir. Adı geçen konular, fen içeriğinde yer alan temel konular olduğu ve ilköğretimden itibaren öğrenilmeye başlandığı için bütün sınıflar

için aynı argüman içeriği kullanılmıştır. Öğrencilerin argüman oluşturmaya yardımcı olmak için;

“Bu gözlem sonucunda siz nasıl bir iddia ortaya atardınız?”

“Gerekçeleriniz nelerdir?”

“Verilen iddialardan hangisini desteklersiniz veya sizin farklı iddianız var mı?”

“İddianızı hangi delillerle desteklersiniz?”

gibi sorular içeren, fen eğitimi ve argümantasyon konusunda çalışan iki uzmanın görüşü alınarak hazırlanan yazılı argüman oluşturma materyalleri kullanılmıştır (Ek-1, Ek-2). Çalışmanın ilk aşamasının veri toplama ve verileri inceleme kısımları tamamlandıktan sonra ikinci aşamasına geçilmiştir.

Çalışmanın ikinci aşamasında; lise öğrencilerinden elde edilen yazılı argümanlardan 14 tanesi seçilmiş ve bunların lisans öğrencileri tarafından incelenmesi sağlanmıştır. Bunun için yarı yapılandırılmış görüşme tekniği kullanılmıştır. Böylece argüman örneklerini inceleyen öğrencilerin, yazılı bir argümanı değerlendirme becerileri analiz edilmiştir.

Verilerin Değerlendirilmesi

Bu çalışma kapsamında lise öğrencilerinin oluşturduğu argümanlar, Toulmin’in argüman modelinde yer alan delil, iddia ve gerekçe bileşenlerini içerip içermedikleri ve bu bileşenlerin niteliği açısından incelenmiştir. Birçok araştırmacı, öğrenci argümanlarını değerlendirmek için Toulmin’in (1958) argüman modelini kullanmayı denemiş ancak bu modelin bir argümanın kalitesini yargılamak için yeterli olmadığı görüşüne varmıştır (Driver ve diğ., 2000; Zohar & Nemet, 2002). Bazı araştırmacılar ise öğrenci argümanlarını değerlendirmek için alternatif kriterler ve çatılar geliştirmişlerdir (Bell & Linn, 2000; Zohar & Nemet, 2002; Osborne ve diğ., 2004; Sandoval & Reiser, 2004; Sampson & Clark, 2008, Nussbaum, 2011). Bu çalışmada ise öğrencilerin oluşturduğu argümanların iddia, delil ve gerekçe bileşenlerinin kalitesini değerlendirmek için literatür dikkate alınarak yapılandırılan bir analiz çatısı kullanılmıştır (Çalık, Ayas & Ünal, 2006; Şahin & Çepni, 2011). Bu çatı ve yazılı argümanlardan değerlendirme örnekleri aşağıda sunulmuştur.

İDDİA DEĞERLENDİRME	
A) Seçime dayalı iddia	B) Öğrenci tarafından yapılandırılan iddia
İddia seçimi doğru: Seçilen iddia bilimsel olarak doğru. Ör: <i>Ali'nin iddiasını destekliyorum.</i> Ör: <i>Maddenin yapısı tanecikli ve boşlukludur.</i>	Doğru iddia: Bilimsel olarak doğru yapılandırılan iddia. Ör: <i>Buz suya atılınca eridi, şeker ise çözüldü.</i>
İddia seçimi hatalı: Seçilen iddia bilimsel olarak yanlış. Ör: <i>Alper'in iddiasını destekliyorum.</i> Ör: <i>Maddenin yapısı süreklidir.</i>	Hatalı iddia: Bilimsel olarak yanlış yapılandırılan iddia.
İddia seçimi yok: İddia seçimi yapılmamış.	İddia yok: Herhangi bir iddia yapılandırılmamış.
Bir kavram yanılgılı iddia: Bilimsel olarak kısmen doğru fakat aynı zamanda bir kavram yanılgısı içeren ifadeler. Ör: <i>Madde tanecikli yapıdadır ancak boşluklu yapıda değildir.</i>	Bir kavram yanılgılı iddia: Bilimsel olarak kısmen doğru fakat aynı zamanda bir kavram yanılgısı içeren ifadeler.

<i>Ör: Katı maddeler için iddia 1 (maddenin yapısı süreklidir), sıvı ve gaz maddeler için iddia 2 (maddenin yapısı tanecikli ve boşlukludur) geçerlidir.</i>	<i>Ör: Buz ve şeker suda çözündü. Ör: Buz da şeker de eridi.</i>
--	--

DELİL DEĞERLENDİRME

Öğrenci tarafından sunulan delil

Güçlü delil: İddiayı bütün yönleriyle destekler.

Ör: Rutherford'un yaptığı α saçılma deneyi.

Ör: Maddenin katı, sıvı, gaz halinde bulunabilmesi, gazların yayılabilmesi.

Zayıf delil: İddiayı bir yönüyle destekler.

Ör: Katı, sıvı ve gazların arasındaki boşluklar farklıdır.

Ör: Maddeler atomlardan oluşur. Bu yüzden taneciklidir. Ayrıca aralarında boşluklar vardır.

Delil yok: Herhangi bir delil sunulmamış.

İlgisiz delil: İddia ile ilişkisi olmayan veya önceki çalışmalara veya doğaya atıfta bulunarak genel ifadelerle sunulan delil. (Ör: "Önceden yapılan bilimsel deneyler" gibi)

Ör: Maddelerin yapısında boşluk ve tanecik vardır.

Ör: Bilim insanlarının atom modelleri ve çalışmalarına dayanarak söylüyorum. Bu bilgiler tüm dünya tarafından kabul edilmiştir.

Bir kavram yanlış delil: İddiayı kısmen destekler fakat aynı zamanda bir kavram yanlışlığı içerir.

Ör: Katı maddelerde boşluk yoktur o yüzden sıkıştırılmazlar. Sıvı ve gaz maddelerde ise boşluk olduğu için sıkıştırılabilirler.

Ör: Madde atomlardan oluşur ve tanecikli yapıdadır. Zaten yoğunluk atomların birbirlerine yakınlık oranlarıdır.

Kavram yanlış delil: Bilimsel olarak yanlış olan delil.

Ör: Maddenin yapısı sürekli olmasaydı boşluk olsaydı katı maddelerin şekli olmazdı.

Ör: Maddenin geçirgen olmaması.

GEREKÇE DEĞERLENDİRME

Öğrenci tarafından yapılandırılan gerekçe

Güçlü gerekçe: İddiayı bütün yönleriyle destekler.

Ör: Buz suyla aynı maddeler ancak fiziksel halleri farklı. Buz sudan ısı alarak hal değiştirdi.

Şeker ise sudan farklı maddedir ama yapısı suda çözünmeye uygundur. Moleküler halde çözündü.

Ör: İnce altın levhaya gönderilen α taneciklerinin büyük bir kısmının levhadan geçmesi, az bir kısmının geri dönmesi bu iddiayı (maddenin yapısı tanecikli ve boşlukludur) desteklemektedir.

Zayıf gerekçe: İddiayı bir yönüyle destekler.

Ör: Buzun suya atıldığında erimesi bir hal değişimidir. Fakat şeker suda çözündü.

Ör: Tepkime denklemi denkleştirilmemiştir.

Gerekçe yok: Herhangi bir gerekçe yapılandırılmamış.

İlgisiz gerekçe: İddia ile ilgisi olmayan veya iddiayı tekrar eden ifadeler.

Ör: Su molekülü oluşmuş.

Ör: Ders kitaplarında böyle yazıyor ve bize böyle öğretildi.

Bir kavram yanlış gerekçe: İddiayı kısmen destekler fakat aynı zamanda bir kavram yanlışlığı içerir.

Ör: Buz kovalent bağlı bileşiktir, suda iyonlarına ayrılmaz. Sadece atomları arasındaki bağlar kopar. Şeker ise polar olduğundan suda (polar) çözünür. Yani çok küçük parçacıklar halinde dağılır.

Ör: 2 H ve 2 O atomu girmiş, 2 H ve 1 O atomu çıkmış. Denklem denkleştirilmemiştir. Ürün sıvı olmalı, denklemde gaz verilmiş, su sıvıdır.

Kavram yanlış gerekçe: Yanlış bilimsel bilgi.

Ör: Suyun yapısında 2H ve 1O atomu vardır. Bu yüzden denklem $H_2 + O \rightarrow H_2O$ olmalı.

Ör: Buz suda kimyasal yapılarına ayrılmadığı için eridi. Şeker kimyasal yapılarına ayrıldığı için çözüldü.

Yazılı argümanların analizinde güvenilirliği sağlamak için veriler, araştırmacı tarafından iki ay ara ile üç kez kodlanmıştır. Yapılan kodlamaların güvenilirliği için Miles ve Huberman'ın (1994) önerdiği; Güvenirlik = Görüş birliği / (Görüş birliği + Görüş ayrılığı) x 100 formülü kullanılmıştır. Birinci ve ikinci kodlama için yapılan hesaplamada güvenilirlik %96, ikinci ve üçüncü kodlamalar için ise %100 bulunmuştur. Güvenirlik hesabının %70'in üzerinde olması, veri analizi açısından güvenilirliğin sağlandığını göstermektedir (Miles & Huberman, 1994). Verilerin analizi SPSS paket programı kullanılarak yapılmış ve sonuçlar frekans (f) ve yüzde (%) olarak verilmiştir.

Sınırlılıklar

Çalışma kapsamında yer alan öğrenci sayısı, sınırlıdır. Ayrıca çalışmada kimya içeriğinde yer alan üç konu ile ilgili (kimyasal tepkimeler, erime ve çözünme, maddenin doğası) oluşturulan yazılı argümanlar incelenmiştir.

BULGULAR

1. aşama:

Çalışmaya katılan öğrencilerin yapılandığı yazılı argümanlar (EK-1), yukarıda verilen “değerlendirme çatısı” kullanılarak değerlendirilmiştir.

Tablo 2. Lise Öğrencilerinin Oluşturduğu Yazılı Argümanların İddia, Delil ve Gerekeç Bileşenlerinin Frekans ve Yüzdeleri

		9. Sınıflar		10. Sınıflar		11. Sınıflar		12. Sınıflar		
		f	%	f	%	f	%	f	%	
1. Yazılı Argüman										
Argüman yok		-	-	-	-	2	4,8	-	-	
İddia	Geçerli İddia	İddia seçimi doğru	44	84,6	36	94,7	33	78,5	33	100
	Geçersiz iddia	İddia seçimi hatalı	7	13,5	2	5,3	7	16,7	-	-
		İddia seçimi yok	1	1,9	-	-	-	-	-	-
	Toplam		52	100	38	100	40	95,2	33	100
Gerekeç	Geçerli gerekeç	Güçlü gerekeç	4	7,7	2	5,3	1	2,4	3	9,1
		Zayıf gerekeç	21	40,4	25	65,8	20	47,6	29	87,9
		Toplam	25	48,1	27	71,1	21	50	32	97
	Kısmen geçerli gerekeç	Bir kavram yanlış gerekeç	3	5,8	4	10,5	3	7,1	-	-
		İlgisiz gerekeç	8	15,4	1	2,6	9	21,4	-	-
Geçersiz gerekeç	Gerekeçesi yok	3	5,7	-	-	1	2,4	1	3	
	Kavram yanlış gerekeç	13	25	6	15,8	6	14,3	-	-	
Toplam		27	51,9	11	28,9	19	45,2	1	3	
2. Yazılı Argüman		f	%	f	%	f	%	f	%	

Argüman yok		3	5,8	2	5,3	-	-	1	3
İddia	Geçerli iddia	40	76,9	31	81,5	31	73,8	32	97
	Geçersiz iddia	9	17,3	5	13,2	10	23,8	-	-
	Hatalı iddia	-	-	-	-	1	2,4	-	-
Toplam		49	94,2	36	94,7	42	100	32	97
Gerekçe	Geçerli gerekçe	1	1,9	2	5,3	2	4,8	1	3
	Güçlü gerekçe	8	15,4	6	15,7	10	23,8	4	12,1
	Zayıf gerekçe	9	17,3	8	21	12	28,6	5	15,1
	Kısmen geçerli gerekçe	1	1,9	2	5,3	1	2,4	-	-
	Geçersiz gerekçe	15	28,8	16	42,1	13	30,9	15	45,5
	İlgisiz gerekçe	16	30,8	5	13,1	9	21,4	10	30,3
Toplam		40	76,9	28	73,7	30	71,4	27	81,9
3. Yazılı Argüman		f	%	f	%	f	%	f	%
Argüman yok		3	5,8	1	2,6	-	-	4	12,1
İddia	Geçerli iddia	39	75	30	79	38	90,5	26	78,8
	Kısmen geçerli iddia	4	7,7	1	2,6	1	2,4	-	-
	Geçersiz iddia	1	1,9	-	-	-	-	1	3
	İddia seçimi hatalı	5	9,6	5	13,2	3	7,1	2	6,1
	Kavram yanlış iddia	-	-	1	2,6	-	-	-	-
Toplam		49	94,2	37	97,4	42	100	29	87,9
Delil	Geçerli delil	21	40,4	21	55,3	24	57,1	14	42,2
	Zayıf delil	2	3,8	3	7,9	2	4,8	4	12,1
	Toplam	23	44,2	24	62,2	26	61,9	18	54,3
	Kısmen geçerli delil	2	3,8	-	-	-	-	-	-
	Geçersiz delil	-	-	1	2,6	2	4,8	-	-
	İlgisiz delil	20	38,5	11	29	13	30,9	6	18,2
Toplam		26	50	13	34,2	16	38,1	11	33,4
Gerekçe	Geçerli gerekçe	4	7,7	2	5,3	3	7,1	2	6,1
	Zayıf gerekçe	-	-	2	5,3	-	-	1	3
	Toplam	4	7,7	4	10,6	3	7,1	3	9,1
	Geçersiz gerekçe	18	34,6	9	23,7	10	23,8	9	27,3
	İlgisiz gerekçe	26	50	24	63,1	28	66,7	17	51,5
Toplam		45	86,5	33	86,8	39	92,9	26	78,8

Lise öğrencilerinin kimyasal tepkimeler konusu ile ilgili oluşturdukları 1. yazılı argümanlar incelendiğinde; 9. sınıf öğrencilerinin argümanlarının %84,6'sının iddia seçiminin doğru, %48,1'inin kabul edilebilir gerekçeye sahip olduğu ve

gerekçelerin %7,7'sinin iddiayı tüm yönleriyle desteklediği görülmektedir. Geçersiz gerekçeli argümanların bazıları ise kavram yanlışlığı içermektedir. Bu kavram yanlışlıkları; suyun oluşum tepkimesinin " $H_2 + O \rightarrow H_2O$ olması gerekir." , " H_2, O_2 tepkimeye girerse H_2O_2 oluşması gerekir", " $H_2 + O_2$ olsaydı 2'ler sadeleşir. HO olurdu.", "*Hidrojen molekülünden 1, oksijen molekülünden 2 tane olması gerekir.*", "*Su sıvıdır, tepkimede gaz diye gösterilmiş (suyun kimyasal tepkimelerde sadece sıvı halde bulunması gerekiyormuş düşüncesini gösteren)*" şeklindedir.

10. sınıf öğrencilerinin oluşturduğu 1. yazılı argümanların %94,7'sinin iddia seçimi doğru ve argümanların %71,1'i kabul edilebilir gerekçeye sahiptir. Ancak gerekçelerin yalnızca %5,3'ü iddiayı tüm yönleriyle desteklemektedir. Argümanlardan bazılarının ise kavram yanlışlığı içerdiği görülmektedir. 9. sınıf öğrencilerinde de görülen bu kavram yanlışlıkları şöyledir: "*Su gaz değil sıvıdır.*", " $H_2 + O \rightarrow H_2O$ olması gerekir."

11. sınıf öğrencilerinin oluşturduğu 1. yazılı argümanların %78,5'inin iddia seçimi doğrudur. Oluşturulan argümanların %50'si kabul edilebilir gerekçeye sahiptir. Argümanların yalnızca %2,4'ünün gerekçesi iddiayı tüm yönleriyle desteklemektedir. Geçersiz gerekçeli argümanlardan bazılarında 9. ve 10. sınıf öğrencilerinde de görülen " $H_2 + O \rightarrow H_2O$ olması gerekir." yanlışlığı ile molekül ve atom kavramlarının birbirinin yerine kullanıldığı "*Kimyasal denklemde giren molekül sayısı ile çıkan molekül sayısı aynıdır.*" şeklinde yanlışlıklar yer almaktadır.

12. sınıf öğrencilerinin oluşturduğu 1. yazılı argümanların ise tamamının iddia seçimi doğrudur. Bu argümanların %97'si kabul edilebilir gerekçeye sahiptir. Ancak argümanlardan yalnızca %9,1'inin gerekçesi iddiayı tüm yönleriyle desteklemektedir. 12. sınıf öğrencilerinin oluşturduğu 1. yazılı argümanlarda kavram yanlışlıkları bulunmamaktadır.

Erime ve çözünme kavramlarıyla ilgili 2. yazılı argümanlar incelendiğinde; 9. sınıfların oluşturduğu argümanlardan %76,9'unun bilimsel olarak doğru iddiaya, %17,3'ünün kabul edilebilir bir gerekçeye sahip olduğu görülmektedir. Argümanlardan %1,9'unun gerekçesi iddiayı tüm yönleriyle desteklemektedir. Oluşturulan argümanların bazılarında "*Buz suya atılınca iyonlarına ayrılmaz, sadece atomları arasındaki bağlar kopar.*", "*Buz suda çözündü.*", "*Buz da şeker de suda çözündü.*", "*Çözününce yapı taşına kadar ayrışır.*" şeklinde kavram yanlışlıkları yer almaktadır.

10. sınıf öğrencilerinin oluşturduğu 2. yazılı argümanların %81,5'inin iddiası bilimsel olarak doğrudur. Oluşturulan argümanların %21'i kabul edilebilir gerekçeye sahiptir ve argümanların yalnızca %5,3'ünün gerekçesi iddiayı tüm yönleriyle desteklemektedir. 2. yazılı argümanların incelenmesi sırasında karşılaşılan kavram yanlışlıkları "*Buzun erimesi fiziksel, şekerin çözünmesi kimyasal olaylardır.*", "*Şeker suda çözündü. Şeker sıcak suyun içine atılsaydı erirdi.*", "*Buz suda eridiği için tekrar meydana gelmez. Şeker suda çözündüğü için kimyasal bileşenlerine ayrıldı.*", "*Buz suda kimyasal yapılarına ayrılmadığı için eridi. Şeker kimyasal yapılarına ayrıldığı için çözündü.*", "*Şeker de buz gibi eridi, hal değiştirdi.*" şeklindedir.

11. sınıf öğrencilerinin oluşturduğu 2. yazılı argümanların %73,8'inin iddiası bilimsel olarak doğrudur. Oluşturulan argümanların %28,6'sı kabul edilebilir gerekçeye sahiptir. Argümanların gerekçesi incelendiğinde, yalnızca %4,8'inin gerekçesi iddiayı tüm yönleriyle desteklemektedir. Geçersiz gerekçeli bazı argümanlarda "Şeker de buz gibi katıdır ancak ısı alınca erimez. Bu yüzden şeker suya konulunca çözüldü.", "Şeker eridi.", "Buz çözüldü.", "Şeker de buz da kristal yapıdadır. Kristalin erimesi değil çözünmesi daha mantıklı olur.", "Şeker suda iyonlarına ayrışır.", "Şeker kovalent bağlı olduğundan suda erir.", "Kimyasal bağların kopmasıyla madde hal değiştirir.", "Halk dilinde buz ve şeker eridi diye kullanılır ama bunlar kimyasal olarak çözünür.", "Buz daha sonra eski haline geri dönebildiği için erir, şekerse çözüldükten sonra tekrar eski halini alamadığı için çözünür." şeklinde kavram yanlışları yer almaktadır.



12. sınıf öğrencilerinin oluşturduğu 2. yazılı argümanların %97'sinin iddiası bilimsel olarak doğrudur. Argümanların %15,1'i kabul edilebilir gerekçeye sahiptir. Gerekçelerin ise yalnızca %3'ü iddiayı tüm yönleriyle desteklemektedir. 2. yazılı argümanların bir tanesinde "Şeker hiçbir zaman erimez." şeklinde genellemeye dayalı bir kavram yanlışlığı yer almaktadır.

Lise öğrencilerinin oluşturduğu 3. yazılı argümanın içeriği maddenin doğası ile ilgilidir. Bu kısımda 9. sınıf öğrencilerinin %75'inin iddia seçimleri doğrudur. Öğrencilerin %44,2'si iddialarını kabul edilebilir bir delille desteklemekte ancak yalnızca %7,7'si delilin iddiayı nasıl desteklediğini açıklayabilmektedir. Öğrencilerin yarısı iddialarını destekleyecek delil üretemezken, delil üretenlerin büyük çoğunluğu iddia ile delil arasında bağ kuramamaktadır. 3. yazılı argümanlarda belirlenen kavram yanlışları ise şöyledir: "Katı maddeler için iddia 1 (maddenin yapısı sürekli), sıvı ve gaz maddeler için iddia 2 (maddenin yapısı tanecikli ve boşlukludur) geçerlidir.", "Madde tanecikli fakat duruma göre değişebilir. Maddenin yapısı aynı zamanda sürekli de olabilir.", "Katı maddelerde boşluk yoktur o yüzden sıkıştırılmazlar.", "Eğer boşluk olmasaydı bütün maddelerin katı olması gerekirdi."

10. Sınıf öğrencilerinin oluşturduğu 3. yazılı argümanların %79'unun iddia seçimi doğru ve %62,2'sinin delili kabul edilebilirdir. Argümanların %55,3'ünün delili, iddiayı tüm yönleriyle desteklemektedir. Argümanların gerekçesine bakıldığında, yalnızca %10,6'sının kabul edilebilir gerekçeye sahip olduğu görülmektedir. Kabul edilebilir gerekçeye sahip argümanların yarısının gerekçesi, delil ile iddia arasındaki ilişkiyi tüm yönleriyle ifade etmektedir. 3. yazılı argümanlardan bazıları "Maddenin yapısı sürekli.", "Maddenin olması için sürekli olması gerekir.", "Maddenin yapısı sürekli olmasaydı, boşluk olsaydı katı maddelerin şekli olmazdı.", "Madde tanecikli ancak boşluklu değildir.", "Maddeler bir bütün ve düzen içinde görünürler. Bu yüzden madde bütünseldir." şeklinde kavram yanlışları içermektedir.

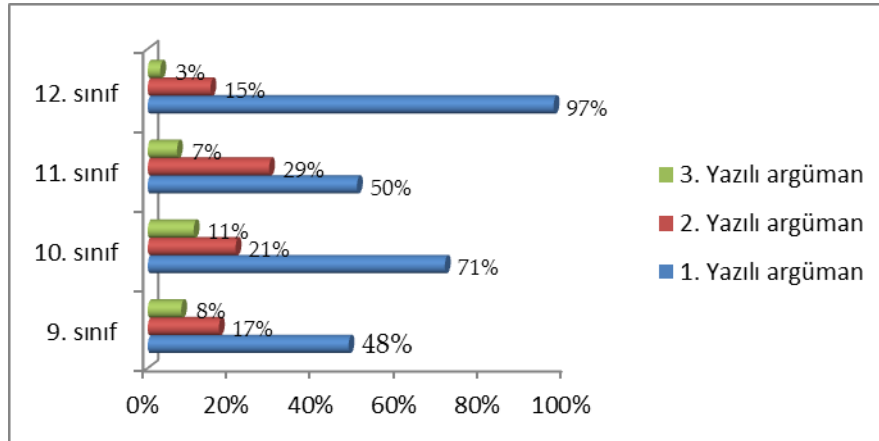
11. Sınıf öğrencilerinin 3. yazılı argümanlarının %90,5'inin iddia seçiminin doğru olduğu görülmektedir. Oluşturulan argümanların %61,9'u kabul edilebilir delile sahiptir. Argümanların %57,1'inin delili, iddiayı tüm yönleriyle desteklemektedir. Argümanların gerekçesine bakıldığında, yalnızca %7,1'inin kabul

edilebilir gerekçeye sahip olduğu görülmektedir. Kabul edilebilir gerekçeye sahip argümanların tümünün gerekçesi, delil ile iddia arasındaki ilişkiyi tüm yönleriyle ifade etmektedir. 3. yazılı argümanların bazılarında yer alan kavram yanlışları ise şöyledir: “Madde tanecikli ve sürekli yapıdadır.”, “Madde tanecikli yapıdadır.

Uygun geometride birleşirse boşluk olur, birleşmezse boşluk olmaz.  ve  gibi.”, “Çoğu katı maddelerin tanecikleri arasında boşluk yoktur. Bu yüzden geçirgen değildir.”, “Maddenin yapısı sürekli.”

12. Sınıf öğrencilerinin oluşturduğu 3. yazılı argümanların ise %78,8’inin iddia seçimi doğru, %54,3’ünün delili kabul edilebilir ve %42,2’sinin delili iddiayı tüm yönleriyle desteklemektedir. Argümanların gerekçesine bakıldığında, yalnızca %9,1’inin kabul edilebilir gerekçeye sahip olduğu görülmektedir. Argümanların %6,1’inin gerekçesi, delil ile iddia arasındaki ilişkiyi tüm yönleriyle ifade etmektedir. 3. yazılı argümanların bir tanesinde “Madde hem tanecikli ve boşluklu hem de sürekli yapıdadır” şeklinde bir kavram yanlışlığı yer almaktadır.

Araştırmaya katılan öğrencilerin yapılandırdıkları yazılı argümanların, argümanın tüm bileşenleri açısından kabul edilebilir olması durumu için sınıflar arası karşılaştırma Grafik 1’deki gibidir.



Grafik 1: Lise Öğrencileri Tarafından İddia, Delil ve Gerekçe Bileşenleri Açısından Kabul Edilebilir Olarak Yapılandırılmış Argümanların Yüzdesi

2. aşama:

Çalışmanın 2. aşamasına katılan 8 lisans öğrencisinin, 14 yazılı argümanı değerlendirmeleri şöyledir:

Episod 1: Fen bilgisi öğretmenliği 3. sınıf öğrencisi Ö1, 12. sınıf öğrencisinin oluşturduğu bir argümanı değerlendirdi.

1. Argüman (EK-2)

“Kağıdın yanması olayı kimyasal bir değişimdir (iddia). Tüm yanma olayları geri dönüşümü olmadığı için ve kimyasal yapısı bozulduğu için kimyasal bir değişimdir (gerekçe).”

Ö1: Bu yazılanlara katılıyorum, doğru.

Araştırmacı: Gerekçe iddiayı destekliyor mu?

Ö1: Evet.

Araştırmacı: “Kağıdın yanması kimyasal bir değişmedir (iddia). Tüm yanma olayları geri dönüşümlü olmadığı için ve kimyasal yapısı bozulduğu için kimyasal bir değişmedir (gerekçe).”

Kimyasal değişmeyi geri dönüşümlülükle açıklamasını doğru buluyor musun?

Ö1: Evet.

Araştırmacı: Geri dönüşümü olan kimyasal değişmeler olabileceğini düşündün mü?

Ö1: Olabilir. Böyle tepkimeler hatırlıyorum ama geri dönüşümlü tepkimelerde aynı maddeyi, aynı miktarda tam olarak elde edebilir miyiz bilemiyorum. Bu yüzden doğrudur.

Yukarıdaki diyalog dikkate alındığında Ö1'in, kendisine sunulan 1. argümanı değerlendirirken geri dönüşümlü değişmeleri fiziksel değişme (buzun erimesi ve sıvı hale geçmesi, sıvı haldeki suyun donarak tekrar buz haline dönüşebilmesi gibi örneklere dayanarak), geri dönüşümlü olmayan değişmeleri ise kimyasal değişme (çürüyen elmanın tekrar eski haline gelememesi gibi örneklere dayanarak) olarak değerlendirme gibi literatürde de sık karşılaşılan bir yanlış kavramaya sahip olduğu görülmektedir. Bu nedenle yazılı argümanda yer alan aynı yanlış kavramaya dayalı gerekçeyi desteklemektedir. Ayrıca bu argümanla ilgili öğrenciye yöneltilen sorudan, öğrencinin geri dönüşümün yalnızca maddenin cinsi bakımından değil miktarı bakımından olması gerektiğini düşündüğü sonucu çıkmaktadır. Böylesi bir değişimin fiziksel değişme olarak nitelendirilebileceği sonucu bir başka yanlış kavramaya işaret etmektedir.

2. Argüman (EK-1)

“ $H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(g)}$ (veri). Bu denklemde hata vardır (iddia). Denklem denkleştirilmemiştir. 2 oksijene karşılık 1 oksijen oluşmuştur. Denklem denk olmadığı için denkleştirilmesi gerekir (gerekçe).”

Ö1: Bu ifadeler katılıyorum, doğru.

Araştırmacı: Denklemde hata olduğu yönündeki iddianın gerekçesi seni ikna etti mi? Yani sence bu gerekçe yeterli mi?

Ö1: Evet ikna edici. Bence yeterli bir gerekçe.

Araştırmacı: Gerekçe burada nedir? Bir defa da sen tekrar eder misin?

Ö1: Denklem denkleştirilmesi gerekir.

Araştırmacı: Neden?

Ö1: Girenler ve çıkanlar eşit olmalıdır.

Araştırmacı: Girenler ve çıkanlar hangi açıdan eşit olmalıdır?

Ö1: Maddenin kaybolmayışı. Yani kütleleri. Kütlelerin korunumu kanunu vardı. Ona göre.

Araştırmacı: Aynı konuyla ilgili şu argümanı inceler misin?

3. Argüman (EK-1)

“ $H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(g)}$ (veri). Bu denklemde hata vardır (iddia). Kimyasal tepkimelerde giren madde miktarı daima korunur. Girenlerin kütlesi=Ürünlerin kütlesi. Kütlelerin korunumu kanununa göre. O yüzden denklem denkleştirilmeli. $H_2 + 1/2O_2 \rightarrow H_2O$ olmalı (gerekçe).”

Araştırmacı: Sence hangi argümanın gerekçesi daha güçlü?

Ö1: İkisini karşılaştırdığımda 3. argüman.

Ö1 yukarıda verilen 2. argümanın iddiasını doğru, gerekçesinin ise ikna edici ve yeterli olduğunu söylemiştir. Öğrencinin gerekçenin iddiayı bir yönüyle desteklediğinin farkına varabilmesi ve daha güçlü bir gerekçeye ulaşabilmesi için sorular yöneltmiştir. Ardından aynı iddianın daha güçlü bir gerekçe tarafından desteklendiğini gösteren 3. argüman verilmiştir. Öğrencinin 2. ve 3. argümanları karşılaştırarak güçlü gerekçenin farkına varması sağlanmıştır.

Episod 2: Fen bilgisi öğretmenliği 2. sınıf öğrencisi Ö2, 10. sınıf öğrencisinin oluşturduğu argümanı değerlendirdi.

4. Argüman (EK-1)

“İçinde su bulunan iki beherden birine tuz, diğerine ise buz parçaları atıldı ve her ikisi de bir süre sonra gözden kayboldu (veri). Tuz suda çözüldü. Buz da suda sıcaklık eşitlenene kadar eridi (iddia). Çünkü tuz + ve – iyonlar halinde çözünen bir elektrolittir ve çok iyi çözünür. Buzun erimesi ise ısı alışverişine kadar gerçekleşir (gerekçe).”

Ö2: İddiayı ve gerekçeyi doğru buluyorum.

Araştırmacı: Gerekçe iddiayı haklı çıkaracak nitelikte mi?

Ö2: Evet, bence öyle.

Araştırmacı: Bu argümanda hatalı ifade var mıdır?

Ö2: Hayır, hepsi doğru.

Episod 2’de Ö2 kendisine verilen 4. argümanda iddianın doğru, gerekçenin ise iddiayı haklı çıkaracak nitelikte ve yeterli olduğunu ifade etmiştir. Ancak argümanın gerekçe kısmında yer alan *“Buzun erimesi ısı alışverişine kadar gerçekleşir.”* ifadesi yanlış bir ifade olmasına rağmen, Ö2 tarafından bu duruma dikkat çekilmemiştir.

Episod 3: Fen bilgisi öğretmenliği 3. sınıf öğrencisi Ö3, 10. sınıf öğrencisinin oluşturduğu argümanı değerlendirdi.

5. Argüman (EK-1)

“Maddenin yapısı tanecikli ve boşlukludur (iddia). Bunu da mikroskop yardımıyla inceleyip görebiliriz. Maddenin tanecikler arası boşluk arttıkça düzensizlikleri de artar (delil). İddiamı desteklemek amacıyla bu tür deneylerin işe yarayacağını düşünüyorum. Ayrıca iddiamın doğruluğunu ispatlamak için bu delilleri yazdım (gerekçe).”

Ö3: Bence iddia doğru.

“Bunu da mikroskop yardımıyla inceleyip görebiliriz. Maddenin tanecikler arası boşluk arttıkça düzensizlikleri de artar.” Burada yeterli delil yok.

Araştırmacı: Biraz daha açıklar mısınız?

Ö3: Yani burada örnekler verilebilirdi?

Araştırmacı: Ne gibi örnekler verilebilirdi? Sen verebilir misin?

Ö3: Hımm. Biraz düşüneyim. Şu an aklıma gelmiyor ama örnekler verilirse iyi olurdu.

Araştırmacı: Peki. Gerekçeyi nasıl değerlendirirsin?

Ö3: "İddiamı desteklemek amacıyla bu tür deneylerin işe yarayacağını düşünüyorum. Ayrıca iddiamın doğruluğunu ispatlamak için bu delilleri yazdım."
Hımm... Gerekçesini doğru buluyorum. Deliller ispatlamak için yazılır.

Araştırmacı: Sence yeterli mi?

Ö3: Yeterli.

Episod 3'de Ö3 maddenin doğası ile ilgili kendisine sunulan argümanda delilin yetersizliğinin farkına vardı. Ancak kendisinin, iddiayı destekler nitelikte delil üretmediği görülmektedir. Bu durum Ö3'ün yeterli bilimsel bilgiye sahip olmamasından veya konuyla ilgili bilgilerini ve deneyimlerini 'bir iddiayı destekleyecek delil' haline nasıl dönüştüreceğini bilememesinden kaynaklanıyor olabilir.

Burada Ö3'ün delilin önemi konusunda bir farkındalığa sahip olduğu ancak delil üretme konusunda sıkıntı yaşadığı görülmektedir. Öğrencinin gerekçeyi değerlendirışinden; gerekçenin ne işe yaradığı ve gerekçenin önemi konusunda bilgi sahibi olmadığı anlaşılmaktadır.

Episod 4: Fen bilgisi öğretmenliği 1. sınıf öğrencisi Ö4, 9. sınıf öğrencisinin oluşturduğu argümanı değerlendirdi.

6. Argüman (EK-2)

"Suyun donması fiziksel bir değişmedir (iddia). Su donduktan sonra geri eski haline dönebilir (gerekçe)."

"Meyvelerin uzun süre durunca çürümesi kimyasal bir değişmedir (iddia). Yapısında bozulma olur. Bozulma olunca geri eski haline dönemez (gerekçe)."

Öğrenci: İfadeleri doğrudur.

Araştırmacı: Olayların fiziksel veya kimyasal değişme olarak ifade edilmesinin gerekçesinin geri dönüşümlülüğe bağlanması, bilimsel olarak iddiayı destekleyen bir gerekçe midir?

Öğrenci: Evet. Değişim geçirdikten sonra madde eski haline gelebiliyorsa fiziksel, gelebiliyorsa kimyasal değişme geçirdi diyebiliriz.

Ö4'den bir başka argümanı incelemesi istenmiş ve 10. sınıf öğrencisinin oluşturduğu şu argüman verilmiştir:

7. Argüman (EK-1)

"Buz eridi, şeker çözüldü (iddia). Çünkü buz eridi, suya karıştı. Şeker ise çözüldü. Biraz beklediğimizde suyun dibinde az da olsa şeker görebiliriz (gerekçe)."

Araştırmacı: Bu ifadeleri değerlendirebilir misin?

Öğrenci: Bu çok sık gözlenen bir olayın sonucu. İddiası tabi ki doğrudur.

Araştırmacı: Gerekçesi?

Öğrenci: Gerekçesi de doğru.

Araştırmacı: Sence gerekçe iddiayı destekler nitelikte mi?

Öğrenci:...(sessizlik) Sanırım pek değil gibi.

Araştırmacı: Sence nasıl olmalıydı?

Öğrenci: ??? Bilmiyorum.

Episod 4'de Ö4, fiziksel ve kimyasal değişme konusuyla ilgili kendisine verilen argümanı değerlendirirken; Ö1 gibi fiziksel ve kimyasal değişmeyi geri dönüşümlülüğe bağlayan gerekçeye destek vermektedir. Bu durum Ö1 gibi Ö4'ün de

aynı yanlış kavramaya sahip olduğunu göstermektedir. Erime ve çözünme konusunu içeren bir başka argümanı incelediğinde ise argümanın iddia ve gerekçesini doğru bulduğunu ifade etmektedir. Ancak gerekçe iddiayı destekler nitelikte değildir. Öğrencinin bunu fark etmesi amacıyla ‘gerekçenin iddiayı destekler nitelikte olup olmadığı’ sorulmuştur. Bu soru öğrencinin gerekçe hakkında şüpheye düşmesine ve gerekçeyi yeniden gözden geçirmesine sebep olmuştur. Ancak gerekçe ile ilgili net bir fikir ileri sürememiştir. Erime ve çözünme gibi ilköğretim kademelerinden itibaren işlenen ve günlük yaşamda sıkça gözlenen bir konuyla ilgili lisans düzeyindeki bir öğrencinin yeterli bilgiye sahip olacağı düşünülmektedir. Ancak buradaki asıl problem, öğrencinin bilgilerini organize etme ve iddiayı haklı çıkaracak gerekçe formatında sunabilme olabilir. Bu durum ise öğrencinin yeterince sorgulama ortamına maruz kalmadığını ve deneyim yaşamadığını ima etmektedir. Episod 5: Fen bilgisi öğretmenliği 2. sınıf öğrencisi Ö5, 9. sınıf öğrencisinin oluşturduğu argümanı değerlendirdi.

8. Argüman (EK-1)

“Buz suya atılınca eridi, şeker suya atılınca çözüldü (iddia). Doğru olan bu olduğu için (gerekçe).”

Öğrenci bu argümanı değerlendirmiş ve yazılı olarak şu şekilde değiştirmiştir: “Buz suya atılınca eridi, şeker suya atılınca çözüldü (iddia). Buz ile su arasındaki sıcaklık farkından dolayı (suyun hal değişim grafiği) buzun erimesi gerekir. Şeker ve su bir çözelti oluşturur. Bu yüzden şeker suda çözünür (gerekçe).”

Ö5, kendisine verilen

9. Argüman (EK-1)

“Maddenin yapısı tanecikli ve boşlukludur (iddia). Maddenin bütün hallerinin tanecikli olduğunu biliyoruz. Ve katıdan gaz haline geçtikçe arasındaki boşlukların arttığını öğrendik (delil). Daha önceden öğrendiğimiz için (gerekçe).”

şeklindeki bir başka yazılı argüman örneğini ise şu şekilde değiştirmiştir:

“Maddenin yapısı tanecikli ve boşlukludur (iddia). Maddenin bütün hallerinin tanecikli olduğunu biliyoruz. Ve katıdan gaz haline geçtikçe arasındaki boşlukların arttığını öğrendik (delil). Kimya kitaplarında bu konuyla ilgili görüşler bu yönde olduğu için (gerekçe).”

Episod 5’de Ö5 ‘erime ve çözünme, maddenin doğası’ konularıyla ilgili iki argümanı yazılı olarak değerlendirmiştir. İlk argümanda (8. Argüman) gerekçenin ilgisizliğinin farkına varmış ve iddiayı haklı çıkaracak nitelikte gerekçe sunmuştur. İkinci argümanda (9. Argüman) ise iddia ve delili aynen kabul etmiş, gerekçeyi değiştirmiştir. Ancak Ö5’in oluşturduğu gerekçe de argümanda yer alan gerekçenin benzeridir ve ikisi de bir otoriteye (öğretmen, ders kitabı vs.) örnek veya açıklama yapmaksızın genel bir ifade ile atıf yapmayı içermektedir (ilgisiz gerekçe). Ö5, değerlendirdiği ilk argüman için iddiayı haklı çıkaracak gerekçe sunabilmiş ancak ikinci argüman için iddia ve delil arasında bağlantı kuracak gerekçe sunamamıştır. Bu durum Ö5’in, maddenin doğası ile ilgili yeterli bilimsel bilgiye sahip olamayışından, delili değerlendirme, delile değer biçme konusunda problem

yaşamından, bilgilerini koordine etme ve iddia ve delil arasında bağlantı kuran bir gerekçe haline dönüştürme deneyimine sahip olmamasından kaynaklanabilir.
Episod 6: Fen bilgisi öğretmenliği 1. sınıf öğrencisi Ö6, 11. sınıf öğrencisinin oluşturduğu argümanı değerlendirdi.

10. Argüman (EK-2)

“Kömürün yanması kimyasal değişmedir (iddia). Yanma olayları kimyasaldır (gerekçe)”.

Ö6: Bence ifadeler şöyle olmalıydı: *“Kömürün yanması kimyasal değişmedir (iddia). Maddenin iç yapısında değişme olmuştur (gerekçe).”*

Araştırmacı: Maddenin iç yapısı ile neyi kastediyorsun?

Ö6: İç yapısı. İç yapısı ile atomlar, moleküller.

Araştırmacı: Maddenin iç yapısında değişme olur derken maddeyi oluşturan atom veya moleküllerde mi değişiklik olur? Bunu mu kastediyorsun?

Ö6: Hayır. Ama genel bir ifade. Böyle öğrenmiştik.

Araştırmacı: Bu durumu başka nasıl ifade edebilirsin?

Ö6:(Sessizlik) Aklıma gelmiyor. Bilemiyorum.

Ö6, kendisine verilen ve 10. sınıf öğrencisi tarafından oluşturulan argüman örneğini ise şöyle değerlendirmiştir:

11. Argüman (EK-1)

“ $H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(g)}$ denkleminde hata vardır (iddia). Denklem denkleştirilmemiştir (gerekçe).”

Ö6: Bence denklemi nasıl denkleştirdiğini gösterseydi daha iyi olurdu. *“ $H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(g)}$ denkleminde hata vardır (iddia). Denklem denkleştirilmemiştir. $H_{2(g)} + 1/2O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(g)}$ (gerekçe).”*

Araştırmacı: Kimyasal tepkimeyi niçin denkleştiririz?

Ö6: ??????...(sessizlik) Bilmiyorum. Kimyasal hesaplamalarda tepkimeleri denkleştiriyoruz.

Episod 6'da Ö6, kimyasal değişme ve kimyasal tepkimelerin denkleştirilmesi konularıyla ilgili iki argümanı değerlendirmiştir (10. ve 11. Argüman). Her iki argümanda da öğrenci, iddiayı doğru bulmuş, gerekçeyi ise değiştirmiştir. Argümanda yer alan gerekçeler güçlü gerekçe olmamasına rağmen, öğrencinin oluşturduğu gerekçeler de güçlü gerekçeler değildir. Öğrencinin oluşturduğu gerekçeler üzerinde düşünmesini sağlamak için öğrenciye sorular sorulduğunda öğrencinin oluşturduğu gerekçelerin ezbere bilgiye dayalı olduğu, konuyla ilgili derinlemesine bir bakış açısını yansıtmadığı görülmektedir.

Episod 7: Fen bilgisi öğretmenliği 3. sınıf öğrencisi Ö7, 10. sınıf öğrencisinin oluşturduğu argümanı değerlendirdi.

12. Argüman (EK-1)

“Maddenin yapısı tanecikli ve boşlukludur (iddia). Maddenin yapısı sürekli değildir. Çünkü madde hal değiştirir. Bu sebepten dolayı bütünselliğini kaybeder (delil). Mikroskopla incelenerek öğrenilir (gerekçe).”

Ö7: İfadelerde herhangi bir problem yok, iyi. Delili de mantıklı.

Araştırmacı: “*Bu sebepten dolayı bütünselliğini kaybeder.*” ifadesini değerlendirir misin?

Ö7: Madde örneğin katı halden sıvı hale geçerken bütünselliğini kaybeder.

Araştırmacı: Burada bütünsellik neyi kastediyorsun?

Ö7: Bütün olarak görmeyi.

Araştırmacı: Görünüşte bütünsel olarak görmeyi mi?

Ö7: Evet.

Araştırmacı: Şayet madde hal değiştirdiğinde bütünselliğini kaybediyorsa o zaman maddenin bütünsel yapıda olması gerekmez mi?

Ö7: Evet. O zaman “*maddenin yapısı bütünseldir*” iddiasını seçmesi gerekirdi. Burada bir karışıklık var. Ama katıdan sıvıya geçince bütünsel görünümünü kaybeder.

Araştırmacı: Yapı ile görünüm, yani maddenin yapısı ile maddenin görünümü aynı şeyler mi?

Ö7: Anlıyorum. Maddenin yapısı boşluklu ve tanecikli ancak görünümü sürekli olabilir. Burada kavram yanılgısına düşülebiliyor.

Araştırmacı: Bu konudaki fikrini, neden argümanı değerlendirirken ifade etmedin?

Ö7: Yazdıkları mantıklı geldi. Belki de dikkat etmedim. Siz sorunca tekrar düşünme fırsatım oldu.

Araştırmacı: Gerekçeyi nasıl değerlendirirsin?

Ö7: Açıkçası gerekçe ne işe yarar tam bilmiyorum. Bana doğru geldi.

Episod 7’de Ö7 ile argüman değerlendirme sürecinde, maddenin doğasıyla ilgili daha derin bir anlayışa ulaşmak için yönlendirmeye dayalı bir diyalog gerçekleştirilmiştir. Ö7’nin maddenin görünüşte bütünsel olabileceği ancak yapısının boşluklu ve tanecikli olduğu bilimsel bilgisine ulaşması için sorularla yönlendirilmiştir. Çelişki gibi görünen bu durumu Ö7, argümanı değerlendirirken fark etmemiş ancak kendisine yöneltilen sorularla maddenin doğasıyla ilgili bu ayrımın farkına varmıştır. Bu episod, öğrencinin olguları nasıl değerlendirmesi gerektiği ve farklı durumlar için bilgilerini nasıl kullanacağı ile ilgili deneyim yaşamaya ihtiyacı olduğunu göstermektedir. Yine bu episodda Ö7, delili değerlendirebilse de gerekçeyi değerlendirememiştir. Zaten Ö7, gerekçenin ne işe yaradığı ile ilgili yeterli anlayışa sahip olmadığını açıkça ifade etmiştir.

Episod 8: Sınıf öğretmenliği 3. sınıf öğrencisi Ö8, 10. sınıf öğrencisinin oluşturduğu argümanı değerlendirdi.

13. Argüman (EK-1)

$H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(g)}$ denkleminde hata vardır (iddia). Denklem denkleştirilmemiştir. Ayrıca H_2O gaz değil, sıvıdır (gerekçe).

Ö8: Evet denklemde hata var. Gerekçesine katılıyorum.

Araştırmacı: Neden?

Ö8: Denklemde oksijen molekülü O_2 şeklinde gösteriliyor. Ürünlerde H_2O oluşmuş. Yani tek oksijen var. O yüzden.

Araştırmacı: Gerekçenin devamı ile ilgili ne düşünüyorsun?

Ö8: Katılıyorum. Yanlış yazılmış, (s) yazmalıydı. Çünkü su sıvıdır.

Ö8'e yine 10. sınıf öğrencisinin oluşturduğu başka bir argüman örneğini incelemesi istendi.

14. Argüman (EK-1)

İçinde su bulunan iki bardaktan birine şeker, diğerine buz parçaları atıldığında buz eridi, şeker ise çözüldü (iddia). Buz sadece hal değiştirdi, şeker ise çözüldü (gerekçe).

Ö8: Bu ilköğretimden itibaren öğrendiğimiz bir şey. Tabi ki iddia da gerekçede doğru.

Araştırmacı: Sence gerekçe iddiayı desteklemek için yeterli mi?

Ö8: Aslında biraz daha açıklayabilirdi.

Araştırmacı: Nasıl?

Ö8: Buz ve su arasındaki sıcaklık farkından dolayı buz erir gibi.

Araştırmacı: Başka ne ilave edebilirdi?

Ö8: Başka açıklamaya gerek yok. Benim söylediklerimle birlikte yeterli.

Araştırmacı: Şeker ile ilgili gerekçeyi nasıl değerlendirirsin? Yeterli mi?

Ö8: Şeker suda çözünür, bunu biliyoruz zaten. Çayımıza attığımız şekerde çözünür.

Episod 8'de Ö8'e kimyasal tepkimeler ve erime-çözünme konularıyla ilgili argümanlar verilmiştir. İlk argümanda Ö8 iddiayı doğru bulmuştur. Argümanda yer alan ve zayıf gerekçe olarak değerlendirilen gerekçeyi, yine zayıf bir destekleyici ile desteklemiştir. Ayrıca argümanda yer alan kimyasal tepkimelerde suyun daima sıvı olması gerektiği gibi bir yanlış kavramayı doğru bulmuş ve desteklemiştir. Bu durum Ö8'in de aynı yanlış kavramaya sahip olduğunu göstermektedir. Ö8'in ikinci argümanı değerlendirildiğinde erime konusuyla ilgili doğru bilimsel bilgilere sahip iken, çözünme konusuyla ilgili derinlemesine bilgiye sahip olmadığı görülmektedir.

TARTIŞMA ve SONUÇ

Argüman Yapılandırma

Bu çalışmada ortaöğretim 9., 10., 11. ve 12. sınıf öğrencilerinin oluşturdukları argümanlar iddia, delil, gerekçe bileşenleri ve bu bileşenlerin kalitesi açısından incelenmiş ve sınıflar arası bir karşılaştırma yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar; kimyasal tepkimeler konusuyla ilgili kabul edilebilir bir argüman oluşturmada 12. sınıf öğrencilerinin en başarılı (%97), 9. sınıf öğrencilerinin ise en az başarılı (%48) olduklarını göstermektedir. 10. sınıf öğrencilerinin 11. sınıf öğrencilerinden daha başarılı olmaları (%71; %50); kimyasal tepkimeler konusuyla ilgili kabul edilebilir bir argüman oluşturmada, ilave ders deneyimlerinin argüman oluşturma becerilerini arttırdığı yönünde yapılabilecek bir genellemeye engel olmaktadır. Argümanlar incelendiğinde tüm sınıfların öğrencilerinin kimyasal tepkimeler konusuyla ilgili iddia seçimi konusunda başarılı oldukları ancak iddialarını tüm yönleriyle destekleyemedikleri görülmektedir (Tablo 2). Bu nedenle öğrencilerin büyük çoğunluğunun konuyu derinlemesine bilmedikleri veya başka kavramlar ile arasında bağlantı kuramadıkları söylenebilir. Ayrıca 12. sınıf öğrencileri hariç diğer sınıflardaki öğrencilerden bazılarının, kimyanın en temel

konularından biri olan kimyasal tepkimeler konusuyla ilgili doğru bilimsel bilgilere sahip olmadığı da görülmektedir.

Erime ve çözünme konusuyla ilgili kabul edilebilir bir argüman oluşturmada 11. sınıf öğrencileri en başarılı (%29) iken, 12. sınıf öğrencileri en az başarılı (%15) durumdadır. Erime ve çözünme gibi günlük yaşamda da sıkça gözlenen ve formal eğitimin ilk kademelerinden itibaren fen içeriğinde öğrenilen bir konuyla ilgili tüm sınıfların başarılarının düşük olduğu söylenebilir (Grafik 1). Konuyla ilgili argümanlar incelendiğinde; tüm sınıfların öğrencilerinin iddia oluşturmada başarılı ancak iddialarını destekleyen kabul edilebilir bir gerekçe yapılandırma çoğunlukla başarısız oldukları görülmektedir (Tablo 2). Bu durumun nedeni; öğrencilerin bilgileri arasında uygun ilişkiler kuramayışlarından ve bilgilerini bir iddiayı destekleyen gerekçe formuna dönüştüremeyişlerinden kaynaklanabilir. Elde edilen sonuçlar erime ve çözünme konusuyla ilgili kabul edilebilir bir argüman oluşturmada, 9., 10. ve 11. sınıflar dikkate alındığında ilave ders deneyimlerinin argüman oluşturma becerilerini arttırdığını ancak 12. sınıflar için bu durumun geçerli olmadığını göstermektedir.

Maddenin doğasıyla ilgili kabul edilebilir bir argüman oluşturmada; 10. sınıf öğrencilerinin en başarılı (%11), 12. sınıf öğrencilerinin ise en az başarılı (%3) oldukları görülmektedir (Grafik 1). 9. ve 11. sınıf öğrencilerinin başarıları da dikkate alındığında (%8, %7) tüm sınıfların öğrencilerinin maddenin doğası konusuyla ilgili kabul edilebilir bir argüman oluşturmada problem yaşadıkları söylenebilir. Argümanlar incelendiğinde tüm sınıfların öğrencilerinin büyük çoğunluğunun, konuyla ilgili iddia oluşturmada başarılı ancak iddiayı destekleyen delil üretmede ve delil ile iddia arasındaki ilişkiyi açıklamada başarısız oldukları görülmektedir (Tablo 2). Bu durum, öğrencilerin delil üretmede, iddia ve delil arasında bağlantı kurmada güçlük yaşadıkları şeklinde yorumlanabilir. Ayrıca artan ders deneyiminin, öğrencilerin maddenin doğasıyla ilgili kabul edilebilir bir argüman oluşturmadaki başarılarına katkı sağlamadığı görülmektedir.

Öğrencilerin yapılandıkları her üç yazılı argüman incelendiğinde; öğrencilerin kimyasal tepkimeler konusuyla ilgili kabul edilebilir bir argüman oluşturmada daha başarılı ancak erime ve çözünme, maddenin doğası konularında daha az başarılı oldukları görülmektedir. Bu durumun nedeni konu içeriğine bağlı olabilir. Özellikle öğrencilerin erime ve çözünme konusunda erime ile ilgili kabul edilebilir bilimsel bilgilere sahip oldukları ancak çözünme konusuyla ilgili derinlemesine bilgi sahibi olmadıkları görülmektedir. Ayrıca öğrenciler, maddenin doğası ile ilgili formal eğitimin ilk yıllarından itibaren bilgi, gözlem ve deneyim kazanmaya başlamaktadırlar. Dolayısıyla öğrencilerin maddenin doğasıyla ilgili pek çok bilimsel bilgiye sahip oldukları, ancak bilgilerini koordine etme ve bir argümanın bileşenleri şeklinde sunma konusunda yeterince deneyime sahip olmadıkları söylenebilir.

Bu çalışmanın argüman yapılandırma kısmında elde edilen sonuçları literatürde yer alan bazı çalışmalarla benzerlikler göstermektedir. Kuhn, yaptığı bir araştırmada geçerli bir argümanın temeli olan delil ve teori arasındaki ilişkiyi yapılandırmada ve koordine etmede, pek çok çocuğun ve yetişkinin (özellikle

eğitim düzeyi düşük olan) çok yetersiz olduğu sonucuna ulaşmıştır (Osborne ve diğ., 2004). Bell ve Linn (2000) ışığın doğası konusu ile ilgili öğrenciler tarafından oluşturulan argümanları Toulmin Argüman Modeli'ne dayanarak analiz etmişler ve öğrencilerin iddiayı desteklemek için veri kullandıklarını ancak gerekçe veya destekleyicileri sıklıkla kullanmadıklarını bulmuşlardır. Jimenez-Aleixandre, Rodriguez ve Duschl (2000), lise öğrencilerinin genetik konusu ile ilgili argüman yapılandırırken iddiaya daha fazla ancak iddiayı desteklemek için gerekçeye veya haklı çıkarmaya daha az odaklandıklarını bulmuşlardır. Bu çalışmada da öğrencilerin büyük çoğunluğunun konuyla ilgili bilimsel olarak doğru iddia oluşturabilirken, iddialarını destekleyecek gerekçe yapılandırmada yetersiz oldukları sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca öğrencilerin kavram yanlışlarına sahip oldukları, en fazla kavram yanlışlarına ise 9. sınıf öğrencilerinin sahip olduğu tespit edilmiştir.

Bu çalışmada argüman oluşturma becerileri için yaşlar arası karşılaştırma da yapılmıştır. Yaşlar arası karşılaştırma öğrencilerin zihinsel gelişimlerinin ve ilave ders deneyimlerinin artması durumunda argüman oluşturma becerilerindeki farklılığı ve gelişimi belirleme fırsatı sağlamaktadır. Ancak araştırma sonucu, öğrencilerin artan öğrenim ve zihinsel gelişim seviyeleri ile argüman oluşturma becerileri arasında artan bir ilişkinin olduğuna dair genelleme yapılamayacağını göstermektedir.

Kimyada gerçekleşen olayları temsil etmek için makroskobik, mikroskobik ve sembolik seviyeler kullanılmaktadır (Özmen, Ayas & Coştu, 2002; Childs & Sheehan, 2009; Sirhan, 2007). Öğrencilerin doğrudan gözlem yapabildikleri olaylar, makroskobik süreçteki olaylar olarak değerlendirilir. Mikroskobik seviyede gerçekleşen olaylar; moleküllerin, atomların, teorik kavramların ve modellerin kullanımıyla açıklanır. Sembolik seviyedeki kimya ise semboller, sayılar, formüller ve eşitliklerle gösterilir (Wu, Krajcik & Soloway, 2001; akt. Özmen ve diğ., 2002). Kimya konularından erime ve çözünme, maddenin doğası ve kimyasal tepkimeler konularının anlaşılabilmesi mikroskobik seviyede bir anlayışla mümkündür. Bu konuların anlaşılmasına yönelik yapılan çalışmalar da bu görüşü destekler niteliktedir. Örneğin Goodwin (2002) çalışmasında öğrencilerin erime ve çözünme arasındaki farkı kavrayamadıklarını saptamış, bu durumun nedenini öğrenciler tarafından atom, molekül gibi taneciklerin iyi kavranamamasına bağlamıştır.

Bu çalışmada öğrencilerin bu konularla ilgili ikna edici bir argüman oluşturmamalarının nedeni; maddenin boşluklu ve tanecikli yapısı ile ilgili makul bir anlayışa sahip olmamalarının yanı sıra bu anlayışlarını sorgulayacak, gözden geçirecek, savunacak veya çürütülmesine tanık olacakları öğrenme ortamlarıyla, başka bir ifadeyle zihinlerinde yapılandırdıklarıyla yüz yüze gelmelerini sağlayan argümantasyon ortamlarıyla karşılaşmamış olmaları gösterilebilir. Bu bağlamda öğrencilerle yapılan informal görüşmelerde öğrenciler, argüman oluşturma ve argümantasyon ile meşgul olma deneyimlerini genellikle yaşamadıklarını ifade etmişlerdir.

Argüman oluşturmada karşılaşılan problem; öğrencilerin konuyla ilgili doğru bilimsel bilgilere sahip olmadıklarından, kimyanın ilgili konularıyla ilgili bilgiyi

doğru bir şekilde yapılandıramadıklarından, kavramlar arasında uygun ilişkiler kuramadıklarından kaynaklanabileceği gibi iddia, delil, gerekçe gibi argümanı oluşturan bileşenleri, bu bileşenlerin fonksiyonlarını, birbirleriyle ilişkilerini ve birbirleriyle nasıl koordine edileceğini bilemeyişlerinden de kaynaklanabilir.

Argüman Değerlendirme

Bu çalışmanın ikinci aşamasında 8 lisans öğrencisinden kendilerine verilen yazılı argümanları değerlendirmeleri istendi ve toplamda öğrencilerin 14 argümanı değerlendirmeleri sağlandı.

Argüman değerlendirme becerisi bireylerin sahip olduğu bilişsel ve sosyal becerileriyle ilgilidir. Yazılı bir argüman sunulduğunda okuyucunun iddia-neden bağlantısını test etmesi ve nedenin iddia için uygun destek sağlayıp sağlamadığını belirlemesi beklenir. Ayrıca delilin iddiayı destekleyip desteklemediğini ayırt etmesi, delile değer biçmesi (güçlü ve kabul edilebilir, zayıf veya kabul edilemez gibi) beklenir (Larson, Britt & Kurby, 2009).

Bu çalışma kapsamında 8 lisans öğrencisinin argüman değerlendirme becerileri incelendiğinde dikkat çekici ilk nokta; öğrencilerin argümanla ilk karşılaştıkları zaman yaşadıkları acemiliktir. Argümanı değerlendirirken göz önünde bulundurulması gereken hususlara dikkat etmeyişleridir. Öğrencilere argümanın bileşenleriyle ilgili soru sorulduğunda veya argümanda yer alan ifadelere dikkat çekildiğinde, öğrenci argümanı tekrar gözden geçirmekte ve argümana daha fazla odaklanmaktadır. Bir diğer nokta ise; öğrencilerin iddia, delil, gerekçe gibi argüman bileşenlerinin işlevi, değeri ve kullanımı konusunda yeterli bilgiye ve deneyime sahip olmayışlarıdır. Bu nedenle konuyla ilgili gerekli bilimsel bilgilere sahip olsalar bile güçlü gerekçe ve iddiayı destekleyen delil oluşturmada, üretilmiş delile değer biçmede, iddia-neden bağlantısını kurmada güçlük çektikleri görülmektedir. Bunun yanında öğrencilerle argüman değerlendirme süreci dışında yapılan görüşmelerde öğrencilerin tamamı *“Argüman oluşturma ve argümanın bileşenleri konusunda bilgim yok. Böyle bir deneyimi farkında olarak yaşamadım. Sınıfta arkadaşlarımız bir fikir söylediğinde karşı fikri olan söylüyordu. Nedenini açıklıyordu. Ama bu deneyimi az yaşadık, sadece üniversitede diyebilirim. Genelde dersler anlatım ve ezbere dayalı olarak işlendi. Özellikle lisede.”* görüşlerini ifade etmişlerdir. Argüman değerlendirme sürecinde bir diğer dikkat çekici konu argümanları değerlendiren öğrencilerin konuyla ilgili bir takım yanlış kavramalara sahip olduklarıdır. Bu nedenle argümanlarda yer alan yanlış kavramaları desteklemektedirler.

Çalışmada bir başka dikkat çekici nokta; argüman değerlendirme sürecinde öğrencilere rehberlik yapıldığında veya öğrencilerin sorulara maruz kalmaları sağlandığında daha fazla muhakeme etmeleridir. Herrenkohl ve Guerra (1998)'da çalışmalarında bu konuya dikkat çekmişler, sorulara maruz kalan ve diğerlerinin raporlarını kontrol eden grubun daha yüksek seviye gösterdiğini bulmuşlardır. Bu sonuçlar, öğrencilere argüman oluşturma ve değerlendirme deneyimleri sağlanması gerektiği sonucuna götürmektedir.

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar göstermektedir ki; argüman oluşturma ve değerlendirme eğitimi almaksızın yapılandırılan ve değerlendirilen argümanların öğrencilerin kendi fikirlerine, eğilimlerine ve önceki olgunlaşmamış kavramalarına dayalıdır. Argüman yapılandırma süreci eleştirel muhakeme, bilişsel beceriler ile kişisel anlayışı yansıtmayı ve öğrencilerin kendi düşünceleri hakkında düşünmelerini sağlar (Cavagnetto, 2011). Bu nedenle; fen derslerinde öğrencilerin argüman oluşturmaları ve değerlendirmeleri konusunda fırsatlar sağlamak amacıyla argümantasyona dayalı bir fen öğretimi planlanabilir. Bilimsel bilginin kurulmasında argümantasyonun yeri konusunda öğrenciler bilgilendirilebilir (Newton, Driver & Osborne, 1999). Bu amaçla bilim tarihinde yer alan argümantasyon süreçleri ile örnekler verilerek, öğrencilerin zihinlerinde konuyla ilgili imaj oluşması sağlanabilir. Bu örneklerdeki argümantasyon süreçlerinde yapılandırılan argüman ve karşıt argümanlara dikkat çekilerek, bu argümanların bileşenlerine odaklanılabilir (de Berg, 2006). Ayrıca laboratuvar çalışmalarında öğrencilerden, elde ettikleri verilere dayalı olarak iddia ortaya koymaları, bu iddialarını destekleyecek gerekçe ve destekleyici üretmeleri istenebilir. Öğrencilerin oluşturdukları bu argümanları birbirleriyle paylaşmaları ve birbirlerinin argümanlarını değerlendirmeleri sağlanabilir.

KAYNAKÇA

- Bazerman, C. (1988). *Shaping written knowledge the genre and activity of the experimental article in science*. Madison, WI: University of Wisconsin Press.
- Bell, P. & Linn, M. C. (2000). Scientific arguments as learning artifacts: designing for learning from the web with KIE. *International Journal of Science Education*, 22(8), 797-817.
- Billig, M. (1987). *Arguing and thinking: A Rhetorical approach to social psychology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Carin, A. A. & Bass, J. E. (2001). *Teaching science as inquiry* (Ninth edition). New Jersey: Prentice-Hall, Inc., Upper Saddle River.
- Cavagnetto, A. (2011). The multiple faces of argument in school science. *Science Scope*, 35(1), 34-37.
- Childs, P. E. & Sheehan M. (2009). What's difficult about chemistry? An Irish perspective. *Chemistry Education Research and Practice*, 10, 204-218.
- Choi, A., Notebaert, A., Diaz, J. & Hand, B. (2010). Examining arguments generated by year 5, 7, and 10 students in science classrooms. *Research in Science Education*, 40(2), 149-169.
- Çalık, M., Ayas, A. & Ünal, S. (2006) Çözünme kavramıyla ilgili öğrenci kavramalarının tespiti: Bir yaşlar arası karşılaştırma çalışması. *GÜ Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 3(4), 309-322.
- de Berg, K. (2006). What happens when salt dissolves in water? An introduction to scientific argument and counter argument drawn from the history of science. *Teaching Science*, 52(1), 24-27.


- Demircioğlu, T. & Uçar, S. (2012). The effect of argument-driven inquiry on pre-service science teachers' attitudes and argumentation skills. In *4th World Conference on Educational Sciences (WCES-2012)* 02-05 February, Barcelona, Spain.
- Driver, R., Newton, P. & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84, 287-312.
- Duschl, R. A. & Osborne, J. (2002). Supporting and promoting argumentation discourse in science education. *Studies in Science Education*, 38(1), 39-72.
- 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.
- Goodwin, A. (2002). Is salt melting when it dissolves in water?. *Journal of Chemical Education*, 79(3), 393-396.
- Günel, M., Kınır, S. & Geban, Ö. (2012). Argümantasyon tabanlı bilim öğrenme (ATBÖ) yaklaşımının kullanıldığı sınıflarda argümantasyon ve soru yapılarının incelenmesi. *Eğitim ve Bilim*, 37(164), 316-330.
- Harlow, B. D. & Otero, K. V. (2003). An examination of children's scientific argumentation. Retrieved January 15, 2011, from www.colorado.edu/physics/.../papers/.../Harlow_Otero_PERC03.pdf.
- Herrenkohl, L. R. & Guerra, M. R. (1998). Participant structures, scientific discourse and student engagement in fourth grade. *Cognition and Instruction*, 16(4), 431-473.
- Jimenez-Aleixandre, M. P., Rodriguez, A. B. & Duschl, R.A. (2000). "Doing the lesson" or "doing science": argument in high school genetics. *Science Education*, 84(6), 757-792.
- Kaya, O. N. & Kılıç, Z. (2008). Etkin bir fen öğretimi için tartışmacı söylev. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi (KEFAD)*, 9(3), 89-100.
- Khishfe, R. (2012). Relationship between nature of science understandings and argumentation skills: A role for counterargument and contextual factors. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(4), 489-514.
- Kuhn, T. S. (2006). *Bilimsel devrimlerin yapısı* (Çev. Nilüfer Kuyaş). İstanbul: Kırmızı Yayınları.
- Larson, A. A., Britt, M. A. & Kurby, C. A. (2009). Improving students' evaluation of informal arguments. *The Journal of Experimental Education*. 77(4), 339-365.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*. (Second Edition). California: SAGE Publications.
- 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.
- Norris, S. P. & Phillips, L. M. (2003). How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. *Science Education*, 87(2), 224-240.
- NRC (1996). National Science Education Standards. Retrieved March 12, 2012, from http://www.nap.edu/openbook.php?record_id4962&page=23

- Nussbaum, E. M. (2011). Argumentation, dialogue theory, and probability modeling: Alternative frameworks for argumentation research in education. *Educational Psychologist*, 46(2), 84-106.
- Okumuş, S. & Ünal, S. (2012). The effects of argumentation model on students' achievement and argumentation skills in science. In *4th World Conference on Educational Sciences (WCES-2012)* 02-05 February, Barcelona, Spain.
- Osborne, J. (2002). Science without literacy: A ship without a sail? *Cambridge Journal of Education*, 32(2), 203-217.
- Osborne, J., Erduran, S. & Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argument in school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 994-1020.
- Özmen, H., Ayas, A. & Coştu, B. (2002), Fen bilgisi öğretmen adaylarının maddenin tanecikli yapısı hakkındaki anlama seviyelerinin ve yanılgılarının belirlenmesi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 2(2), 507-529.
- Russell, T. L. (1983). Analyzing arguments in science classroom discourse: Can teachers' questions distort scientific authority. *Journal of Research in Science Teaching*, 20, 27-45.
- Ryu, S. & Sandoval, W. A. (2012). Improvements to elementary children's epistemic understanding from sustained argumentation. *Science Education*, 96(3), 488-526.
- Sampson, V. & Clark, D. B. (2008). Assessment of the ways students generate arguments science education: current perspectives and recommendations for future directions. *Science Education*, 92(3), 447-472.
- Sandoval, W. A. & Reiser, B. J. (2004). Explanation-driven inquiry: Integrating conceptual and epistemic scaffolds for scientific inquiry. *Science Education*, 88, 345-372.
- Simon, S. (2008). Using Toulmin's Argument Pattern in the evaluation of argumentation in school science. *International Journal of Research and Method in Education*. 31(3), 277-289.
- 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.
- Sirhan, G. (2007). Learning difficulties in chemistry: An Overview. *Türk Fen Eğitimi Dergisi (TÜFED)*, 4(2), 2-20.
- Şahin, Ç. & Çepni, S. (2011). "Yüzme- batma, kaldırma kuvveti ve basınç" kavramları ile ilgili iki aşamalı kavramsal yapılarıdaki farklılaşmayı belirleme testi geliştirilmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi (TÜFED)*, 8(1), 79-110.
- Tez, Z. (2000) *Bilimde ve sanayide kimya tarihi*. Ankara: Nobel Yayın ve Dağıtım.
- Tippett, C. (2009). Argumentation: The language of science. *Journal of Elementary Science Education*. 21(1), 17-25.
- Toulmin, S. (1958). *The uses of argument*. Cambridge: Cambridge University Press.


- Tümay, H. & Köseoğlu, F. (2011). Kimya öğretmen adaylarının argümantasyon odaklı öğretim konusunda anlayışlarının geliştirilmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi (TUSED)*. 8(3), 105-119.
- van Eemeren, Grootendorst, Henkemans, Blair, Johnson et. al. (1996) *Fundamentals of argumentation theory – A handbook of historical backgrounds and contemporary developments*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- von Aufschnaiter, C., Erduran, S., Osborne, J. & Simon, S. (2008). Arguing to learn and learning to argue: Case studies of how students' argumentation relates to their scientific knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(1), 101-131.
- Zhou, G. (2010). Conceptual change in science: A process of argumentation. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 6(2), 101-110.
- Zohar, A. & Nemet, F. (2002). Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(1), 35-62.

EK 1

$H_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow H_2O_{(g)}$



Ali

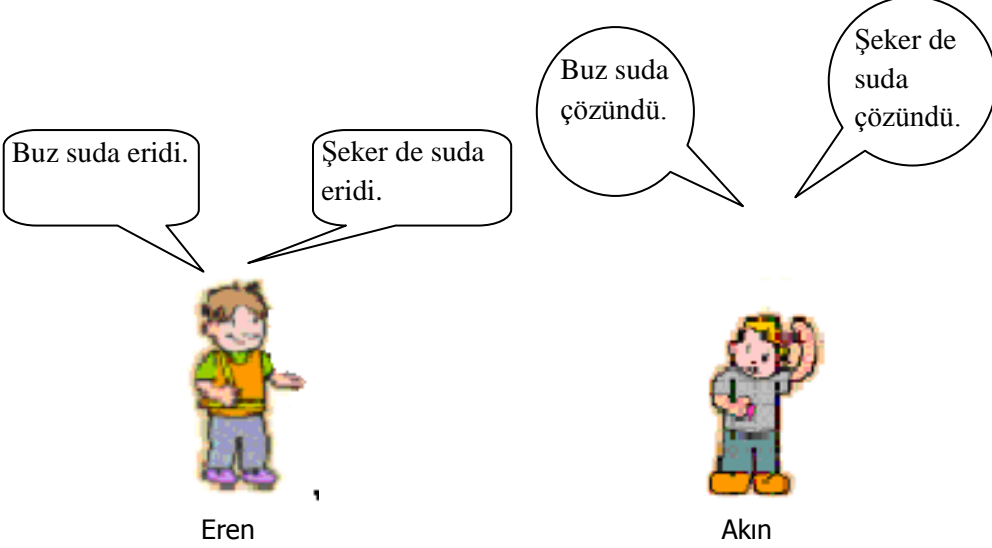


Alper

Sizce Alper ve Ali'den kim haklı?

Cevabınızın gerekçesini yazınız.

Eren ve Akın bir gözlem yaparlar. İçinde su bulunan iki bardaktan birine birkaç buz parçası, diğerine ise bir miktar şeker atarlar. Bir süre gözlem yaptıktan sonra şu şekilde iddia ortaya atarlar:



Sizce kim haklı?

Bu gözlem sonucunda siz nasıl bir iddia ortaya atardınız?

Gerekçeleriniz:

Kimya, evrendeki maddelerin doğasını ve davranışını inceleyen ve böylelikle elde edilen bilgileri insanlığın ihtiyaçlarının karşılanması, huzuru ve mutluluğu için kullanan bir bilim dalıdır. Kimyanın konusu olan maddenin yapısı ile ilgili temel olarak iki iddia ortaya atılmıştır:

İddia 1: Maddenin yapısı süreklidir (bütünseldir).

İddia 2: Maddenin yapısı tanecikli ve boşlukludur.

Siz ortaya atılan bu iddialardan hangisini desteklersiniz veya sizin farklı iddianız varsa yazınız:

Seçtiğiniz ya da sizin yazdığımız iddiayı hangi delillerle desteklersiniz?

Seçtiğiniz ya da sizin yazdığımız iddiayı desteklemek için yazdığınız delilleri, niçin yazdığınızı (gerekçelerini) yazınız:

EK 2

- 10. sınıf öğrencisi Ali sayısal bölümü seçmiştir. Severek seçtiği bu bölümde en çok kimya dersine ilgi duymaktadır. O günlerde Ali, bir kaza sonucu elini yaralar. Kısa bir süre sonra yara iyileşince, sıkça yaşadığı bu olay dikkatini çeker. Bu duruma “değişim” gözüyle bakar ve etrafında meydana gelen değişimleri gözlemlemeye başlar. Gözlemlerini şöyle not alır:

<i>Saçın uzaması</i>
<i>Saçın beyazlaması</i>
<i>Çivinin paslanması</i>
<i>Karın erimesi</i>
<i>Gökkuşağının oluşması</i>
<i>Ağaç yapraklarının sararması</i>

Ali bu değişimlerde farklılık olduğunu sezinler. Ali, bu değişimlerdeki farklılığın nedenlerini anlaması konusunda yardımınızı istemektedir.

Aşağıdaki tabloda değişimlere vereceğiniz isimlerle ve bu değişimleri hangi nedenlere dayandırarak bu şekilde nitelediğinizi açıklayarak Ali’ye yardımcı olunuz.

<i>Değişim isimleri</i>	<i>Değişimin türü</i>		<i>Nedenleriniz (Gerekçeleriniz)</i>
	<i>Fiziksel değişme</i>	<i>Kimyasal değişme</i>	