



Organik Kimya Kavramlarının Öğretiminde Düşünce Deneyleri Temelli Argümantasyonun Lise Öğrencilerinin Eleştirel Düşünme Becerilerine Etkisi

The Effect of Thought Experiments-Based Argumentation on High School Students' Critical Thinking Skills in Teaching Organic Chemistry Concepts

Gülseda EYCEYURT TÜRK^a, Mustafa TÜYSÜZ^b, Ümmüye Nur TÜZÜN^c

^aCumhuriyet Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Kimya Eğitimi Anabilim Dalı, Sivas, Türkiye.

^bVan Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı, Van, Türkiye.

^cMilli Eğitim Bakanlığı, Ankara, Türkiye

Öz

Bu araştırmanın amacı, temel organik kimya kavramlarının öğretiminde düşünce deneyleri temelli argümantasyon öğrenme yaklaşımının 12. sınıf lise öğrencilerinin eleştirel düşünme becerileri üzerine etkisi olarak belirlenmiştir. Çalışmada nitel araştırma modeli seçilmiştir. Araştırmaya gönüllülük esasına göre 15, 12. sınıf öğrencisi katılmıştır. Öğrencilerin yapılandıkları argümanlar ve süreç değerlendirme amaçlı gözlem notları veri toplama araçları olarak kullanılmıştır. Veriler içerik analiziyle çözümlenmiştir. Verilerin analizi sonucunda temel organik kimya kavramlarının öğretiminde düşünce deneyleri temelli argümantasyon öğrenme yaklaşımının öğrencilerin argüman yapılandırma vasıtasıyla eleştirel düşünme becerilerini geliştirdiği bulunmuştur. Düşünce deneyleri temelli argümantasyon öğrenme yaklaşımının öğrencilerin eleştirel düşünme becerileri üzerine etkisinin araştırılmasının farklı konulardaki uygulamaları araştırmanın önerisi olarak sunulabilir.

Abstract

The aim of the study was to investigate the impact of thought experiments-based argumentation learning approach on 12th-grade high school students' critical thinking skills in teaching basic organic chemistry concepts. Qualitative research design was conducted and 15, 12th grade high school students participated in the research voluntarily. Data were analyzed by content analysis. Arguments constructed by the students and field notes evaluating the whole process were used as data collecting tools. As a result of the analysis of the data, it was found that thought experiments-based argumentation in teaching basic organic chemistry concepts enhanced students' critical thinking skills via argument construction. As a recommendation of this research, the impact of thought experiments-based argumentation learning approach on students' critical thinking skills on different subjects could be suggested.

Anahtar Kelimeler

Kimya öğretimi
organik kimya
düşünce deneyleri
argümantasyon
eleştirel düşünme

Keywords

Chemistry teaching
organic chemistry
thought experiments
argumentation
critical thinking

Extended Summary

In most of the countries, studies have been conducted to integrate critical thinking in science teaching programs with the awareness of the biringing up citiziens who could construct plausible decisions. Somehow this goal is not implemented properly in the classrooms. One of the reasons is that teachers do not have a clear idea of critical thinking since the meaning attributed to critical thinking in different contexts is not clear (Vieira, Tenreiro-Vieira, and Martins, 2011). Norris and Ennis (1989, cf., West, 1994, p.3) described critical thinking as “reasonable and reflective thinking that is focused upon deciding what to believe or do.” According to Derry et al. (2000, cf., Joung, 2003, p. 33), “critical thinking includes the process of building an argument for a position and developing supportive evidence or counter arguments in response to a previous argument.” Over many years argumentation has been a teaching method for making students critical thinkers (Freeley and Steinberg, 2005). Referring argumentation as a teaching method, it would be useful to make a distinction between argument and argumentation concepts. Argument refers to the substance of claims, data, warrants and backings that contribute to the content of an argument; whereas argumentation relates to the process of assembling these components, in other words of arguing (Simon, Erduran, and Osborne, 2006, p. 237). Toulmin’s argument pattern (2003) includes five elements which are the claim, data, warrants, backings and rebuttals. A thought experiment could be reconstructed as an argument on the basis of Toulmin argument pattern components. ‘The analysis and appraisal of a thought experiment will involve reconstructing it explicitly as an argument, so that “a good thought experiment is a good argument, a bad thought experiment is a bad argument” (Norton, 1991, cf., Gendler, 1998, p. 400). “To make the thought experiment term explicit, a thought experiment is to make a judgement about what would happen if the particular state of affairs described in some imaginary scenario were actually to obtain” (Norton, 1996, cf., Gendler, 1998, p. 398). In the light of these information, for a proper chemistry teaching “Why some students do not learn chemistry?” question could be asked. The students struggle but are insufficient to understand chemical concepts correctly because of the chemical concepts’ submicroscopic nature (Nakhleh, 1992). “If we want to teach the students chemistry properly, our commonly used teaching strategies are not sufficient,” (Erduran, 2009, p. 13). Many chemistry educators emphasized argumentation as a core teaching method (Tumay and Koseoglu, 2011). Lessons involving argument should require students to engage in discussion and debate in small groups. Offering students the opportunity to participate in argument, opposing and supporting each other, promotes critical thinking and improves their information, beliefs, and reasoning (Quinn, 1997, cf., Osborne, Erduran, Simon and Monk, 2001). Thus, the aim of the study was to investigate the impact of thought experiments-based argumentation learning approach on 12th-grade high school students’ critical thinking skills in teaching basic organic chemistry concepts. For this purpose, case study based qualitative research was selected. A case study enables researchers to investigate an issue in depth (Buyukozturk, et al., 2010, p.20). The study was conducted on 15 high school students throughout 28 lessons guided by worksheets making students argue thought experiments parallel with organic chemistry unit’s targets. Student constructed arguments and students’ field notes evaluating the whole process were used as data collecting tools. Three researchers checked data collecting tools’ validity and reliability. Content analysis was utilized for the data gathered.

Before the application process, it was explained to the students what thought experiment, argumentation and argument concepts referred to them. During the application seven thought experiments parallel with organic chemistry unit’s targets were argued in big class discussion after of which the students reconstructed each of the thought experiments as argument patterns individually according to Toulmin argument pattern (2003) throughout four lessons per a thought experiment. At the end of the application, the students evaluated the whole process.

At the end of the investigation, it was found that for teaching organic chemistry thought experiments based argumentation learning approach enhanced students’ critical thinking skills. According to Cambridge Thinking Skills Syllabus (2011) and Lim’s (2011) research, constructing an argument scientifically correct helps students becoming critical thinkers. Thus, it played a vital role to make students reconstruct thought experiments as argument patterns scientifically correct and coherent with Toulmin argument pattern (2003) in this study. The students reconstructed each of the seven thought experiments as argument patterns (f:5, f:6, f:6, f:8, f:9, f:6, f:7). The process was evaluated as successful because 1/3 of the students reconstructed each of the seven thought experiments as argument patterns scientifically correct and coherent with Toulmin argument pattern (2003). An example of a reconstruction of a thought experiment as an argument was introduced below:

Twin earth paradox: Suppose a twin earth. In this twin earth, everybody and everything has a twin. The only difference in the twin earth is that the gas using as fuel formed by the formula of XYZ instead of CH₄. It’s known that XYZ has all of CH₄’s characteristics. Classify twin earth’s fuel as the organic or inorganic compound. (Adapted

Putnam's twin earth thought experiment.)

Argument of S4 (student coded by 4): XYZ is an organic compound (claim). XYZ has all of CH₄'s characteristics (data). Because of XYZ's formation looks like CH₄'s (warrant). If XYZ has all of CH₄'s characteristics, then it must consist of C, H and O atoms, and then it is an organic compound (backing). If XYZ is inorganic ... (rebuttal). At the end of the research, it was also found from students' evaluations that student criticizing their own and others thinking strategies helped them becoming critical thinkers and understanding the concepts properly and entertainingly. This finding supported by Tumay and Koseoglu's research (2011, p. 105-106) stated as "Students educated in argumentation based lessons are capable of criticizing claims and warrants in discussions for making decisions for daily life problems."

As a recommendation of this research, the impact of thought experiments-based argumentation learning approach on students' critical thinking skills on different subjects could be suggested.

1. Giriş

21. yüzyılla birlikte ülkeler bireylerden yaratıcılık, eleştirel düşünme, problem çözme ve işbirlikçi çalışma gibi becerilere sahip olmalarını beklemektedir. Bu beklenti her alanda olduğu gibi fen eğitiminde de önemli bir yere sahiptir (Tümekaya, 2011). Bu bakımdan, son yıllarda gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler fen müfredatlarına eleştirel düşünmeyi entegre etmek için çalışmalar yapmaktadır. Her nasılsa bu amaç sınıflarda uygun biçimde uygulanamamaktadır (Vural ve Kutlu, 2004). Bunun sebeplerinden biri farklı bağlamlarda eleştirel düşünmeye atfedilen anlamın açık olmamasından dolayı, öğretmenlerin eleştirel düşünme hakkında net bir fikrinin olmamasıdır (Vieira, Tenreiro-Vieira ve Martins, 2011). Norris ve Ennis (1989, akt., West, 1994, s.3) "eleştirel düşünmeyi neye inanacağına ya da ne yapacağına karar vermeye odaklanan makul ve yaratıcı düşünme" olarak tanımlarken, Derry ve diğerleri (2000, akt., Joung, 2003, s.33) eleştirel düşünmeyi "durum için argüman yapılandırma ve argümana delil, destek ya da karşı argüman geliştirme" olarak tanımlamışlardır.

Araştırmacılar öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerini geliştirmek için birçok öğretim yaklaşımı üzerinde çalışmaktadır. Bu yaklaşımlardan argümantasyon eleştirel düşünmeyi öğretmede önemli yöntemlerden biri olmuştur (Freley ve Steinberg, 2005). Çünkü bilime katkı sağlayan bilginin üretilmesi ve bunun bilim insanları tarafından kabul görmesinde, argümantasyon etkinlikleri önemli bir yere sahiptir (Kaya ve Kılıç, 2008). Alan yazında argümantasyonun birçok tanımı yapılmıştır. Bunlardan biri, bir çok araştırmacı tarafından sonucu, iddiayı destekleme ya da çürütme için delil ve teori koordinasyonu olarak tanımlanmıştır (Erduran ve Msimanga, 2014; Erduran ve Yan, 2009; Suppe, 1998, akt., Osborne, Erduran ve Simon, 2004). Bir başka ifadeyle argümantasyon, iddianın veri, destek, delil gibi temellerle geçerlenmesi süreci olarak görülebilir (Toulmin, 2003). Toulmin (2003, s. 90-96) bir argümanı oluşturan bileşenleri; "iddia (ortaya atılan sav), veri (iddiayı temellendiren durumlar), gerekçe (iddia ve veriyi ilişkilendiren ifadeler), destek (gerekçenin teminatı), çürütme (gerekçenin geçerliğinin bir tarafa konduğu durum)" şeklinde sıralamıştır.

Fen öğretim ortamları argümantasyon temelinde yapılandırılırken öğrencilerin hazırbulunuşluğuna ve konunun doğasına uygun bir argümantasyon stratejisinin seçimi de önemlidir. Literatürde ifadeler tablosu, kavram haritası, deney raporu, yarışan teoriler, argüman yapılandırma, tahmin et-gözlemle-açıkla, bir deney tasarımı gibi argümantasyon stratejileri mevcut olmakla birlikte düşünce deneyleri de argümantasyon sürecinde kullanılabilir bir stratejidir (Osborne, Erduran ve Simon, 2004; Tüzün, 2016). Sembolik mantığın biçimsel metotları ve kavramsal kaynaklarınca desteklenen bir argüman, bir düşünce deneyinin kurgulayıcısıdır (Ireson, 2005). İyi bir düşünce deneyi iyi bir argüman, kötü bir düşünce deneyi kötü bir argümandır (Norton, 1991, akt., Gendler, 1998). Düşünce deneyleri hem argüman hem de günlük yaşam bağlamında yaygın bir sonuç çıkarma aracıdır (Georgiou, 2005). Bazı deneyler karmaşık bir laboratuvar sürecinde değil zihnin laboratuvarında yürütülür (Brown, 1991). Hayali bir senaryoda tarif edilen belirli bir durumun gerçek olması halinde ne olacağı hakkında bir yargıya varma düşünce deneyi olarak tanımlanır (Norton, 1996, akt., Gendler, 1998). Reiner'e göre (1998) bir düşünce deneyi; varsayıma dayanan bir dünya, bir hipotez, zihinsel olarak gerçekleştirilen bir deney, geçmiş deneyimlere ve mantığa dayalı sonuçlar, bu sonuçlara dayalı bir karar bileşenlerini içerir. Bir düşünce deneyi dünya hakkında bilgilenmemizi sağlarken, fiziksel deneyler gibi deneysel veri sonuçlarına dayanmadığından tanımlanabilir bir argüman kaynaklıdır (Norton, 1991). Düşünce deneylerinin argüman olarak yeniden kurgulanması süreci ise öğrencilerin birbirlerinin düşünme stratejilerini kritik etmesi suretiyle onların eleştirel düşünebilmelerinin ve anlamlı öğrenmelerinin geliştirilmesi şeklindedir. Bütün bu bilgiler ışığında düşünce deneyleri temelli argümantasyon: Bir argüman modeli temelinde iddiayı destekleme ya da çürütme amacıyla gerekçe sunma sürecinde argümantasyon stratejisi olarak düşünce deneyi kullanmadır. Düşünce deneyleri temelli argümantasyon öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerinden: Düşünce deneyindeki varsayımları zihinlerinde senaryolaştırma sürecinde örtük varsayımların farkına

varma becerisini, düşünce deneyini argüman olarak yeniden yapılandırma sürecinde ise argüman yapılandırma becerisini geliştirir (Tüzün, 2016). (Eleştirel düşünme becerilerinden örtük varsayımların farkına varma becerisi ve argüman yapılandırma becerisi Cambridge Düşünme Becerileri Programında - Cambridge Thinking Skills Syllabus - (2011) ve Lim'in (2011) araştırmasonda tanımlanmış eleştirel düşünme becerileri içerisinde yer almaktadır.)

Fen bilimlerinin doğası gereği öğrenilmesi ve öğretilmesi zor alanlarından birisi de kimyadır. Özellikle kimya konuları içerisinde öğrenciler tarafından öğrenilmesi zor bulunan konulardan birisi de organik kimyadır (Kurbanoglu ve Taşkesenligil, 2002). Bu yüzden öğrencilerin organik kimya kavramlarını öğrenmelerinde yaşadıkları zorlukların nedenleri irdelenmesi gerekmektedir. Bu yüzden ilk başta sorulması gereken soru “Neden bazı öğrenciler organik kimyayı öğrenemez?” şeklinde olmalıdır. Nakhleh (1992) bu soruya cevap olarak, bazı öğrencilerin çaba göstermelerine rağmen, kimyayı anlamada başarılı olamamalarının sebebini kimyanın tanecikli doğasını zihinlerinde bilimsel olarak doğru bir biçimde resmedememelerine bağlamıştır. Bunu biraz daha özele indirirsek örneğin öğrencilerin organik kimya kavramlarını zihinlerinde doğru olarak yapılandırmamalarının sebeplerinden biri, bir molekülün stereokimyasına dair zihinlerinde bir resim oluşturamamalarıdır (Kurbanoglu ve Taşkesenligil, 2002). Öğrencilerin kimya kavramlarını zihinlerinde bilimsel olarak doğru bir şekilde yapılandırabilmeleri için kimya öğretim ortamları maddenin tanecikli doğası temelinde yapılandırılmalıdır. “Eğer biz kimya eğitimcileri olarak öğrencilere kimyanın ne ile ilgili olduğunu öğretmek istiyorsak; şu anki sınırlı yaklaşımlarımız yeterli değildir”, (Erduran 2009, s. 13). Yapılan bazı araştırmalar öğrencilerin kimya kavramlarını bilimsel olarak doğru bir biçimde zihinlerinde yapılandırabilmeleri için düşünme becerilerinin geliştirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır (örneğin Lim, 2011). Bu yüzden öğrencilerin kimya öğretiminde düşünme becerilerinin geliştirilmesinde birçok öğrenme yaklaşımı geliştirilmiştir (Erduran ve Yan, 2009; Kuhn ve Udell, 2007). Bu öğrenme yaklaşımlarından biri de düşünme deneyleri temelli argümantasyon öğrenme yaklaşımıdır (Tüzün, 2016). Eğer kimya öğrenme ortamları öğrencileri temel kimya kavramları üzerinde iddiada bulunma, savunma, karşı çıkma, sorgulama gibi süreçleriyle ilişkilendirecek biçimde yapılandırılırsa onların düşünme becerilerine pozitif yönde katkı sağlayacağı beklenilmektedir (Maloney ve Simon, 2006; Osborne, Erduran, Simon ve Monk, 2001).

Alan yazında düşünce deneyleri temelli argümantasyon öğrenme yaklaşımının eleştirel düşünme becerilerini nasıl geliştirdiğine dair yapılan bir araştırmada öğrencilerin örtük varsayımların farkına varma, argüman yapılandırma, bilgi seçimi ve sentezini içeren nedensel durum yapılandırma becerilerinin geliştirilmiş olduğu görülmüştür (Tüzün, 2016). İlgili araştırmada öğrenciler düşünce deneylerinin varsayımlarını açığa çıkarmış, düşünce deneyini argüman olarak yeniden yapılandırmış ve de verilen düşünce deneylerinden analiz-sentez süreçleriyle yeni bir düşünce deneyi yapılandırmış, bu sayede eleştirel düşünebilmişlerdir. Argümantasyon eğitimi temelli yapılan araştırmalara bakıldığında ise Demirel (2016), araştırmada fen konulu argümantasyon etkinliklerinin sekizinci sınıf öğrencilerinin tartışma isteklerini artırdığını bulmuştur. Benzer bir araştırmada, fen konulu argümantasyon etkinliklerinin altıncı sınıf öğrencilerinin birbirlerinin düşünme stratejilerini izleme vasıtasıyla akrandan öğrenme sağladığı vurgulanmıştır (Kabataş Memiş, 2014). Bir başka araştırmada ise, fen argümantasyon etkinliklerinin öğretmen adaylarının eleştirel düşünmesini geliştirdiği bulunmuştur (Kabataş Memiş, 2017). Zohar ve Nemet (2002) araştırmalarında genetik öğretiminde argümantasyondan faydalanmış ve öğrencilerin düşünmeyi düşündüklerini bulmuşlardır. Öğrencilere sosyobilimsel konularda argümantasyon sürecini ve eleştirel düşünmeyi öğretmek amaçlı araştırma ise, öğrencilerin eleştirel düşünme soruları yapılandırmaları ve zamanla argümanlarının gelişmesi ile sonuçlanmıştır (Nussbaum ve Edwards, 2011). West (1994) sözlü iletişimde argümantasyonun eleştirel düşünme becerilerine etkisini nicel modellerle araştırmış, argümantasyon eğitimi verilen deney grubu öğrencilerinin ‘veri yorumu’ ve ‘argüman’ alt testlerinde daha başarılı olduklarını bulmuştur. Deveci (2009) ve Gültepe (2011) temel kimya kavramlarını esas aldıkları araştırmalarında argümantasyonun öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerini geliştirdiğini bulmuşlardır.

Bu araştırmada ise 12. sınıf öğrencilerine organik kimya kavramlarının düşünce deneyleri temelli argümantasyon öğrenme yaklaşımıyla öğretilmesinin; öğrencilerin birbirlerinin düşünme stratejilerini kritik etmelerinin; onların eleştirel düşünme becerilerine etkisi araştırılmıştır. Alan yazında organik kimya konusunda öğrencilerin birbirlerinin düşüncelelerini, algılarını ve yanlış kavramalarını tartışmalarının onların kavram başarı testi puanlarını artırdığı yönünde araştırma (Lyle ve Robinson, 2003) olmasına rağmen bu araştırmanın farkı öğrencilerin organik kimya konulu düşünce deneylerini argüman olarak yeniden kurgulamasıdır. Alan yazında organik kimya kavramlarının öğretiminde düşünce deneyleri temelli argümantasyon yaklaşımını odak noktası alan bir araştırmaya rastlanılmadığından bu araştırmayla alan yazındaki bu boşluğa katkı sağlanacağı düşünülmektedir. Bu bağlamda araştırmanın problem cümlesi; “Bazı organik kimya kavramlarının öğretiminde düşünce deneyleri temelli argümantasyon öğrenme yaklaşımının 12. sınıf lise öğrencilerinin eleştirel düşünme becerileri üzerine etkisi nedir?” biçiminde yapılandırılmıştır.

2. Yöntem

Araştırmanın Deseni

Bu çalışmada birbirine bağlı sistemler olarak; düşünce deneyleri temelli argümantasyon öğrenme yaklaşımının 12. sınıf öğrencilerinin eleştirel düşünme becerilerini geliştirmeye etkisi nitel araştırma desenlerinden durum çalışması kullanılarak derinlemesine incelenmiştir. Nitel araştırma desenlerinden durum çalışması; “bir ya da birden fazla olayın, ortamın, programın, sosyal grubun ya da diğer birbirine bağlı sistemlerin derinlemesine incelendiği yöntem” olarak tanımlanmaktadır (Büyüköztürk, vd., 2010, s. 20). Bu çalışmada da ‘öğrencilerin yapılandırdıkları argümanlar ve süreci değerlendirdikleri gözlem notları derinlemesine incelenmiştir.’

Araştırmanın Katılımcıları

Nitel çalışmada sadece analitik ve bağlamsal genellemeler yapılabileceğinden, istatistikî genellemeler yapılamayacağından, araştırmanın evreni ve örneklemini yerine araştırmanın katılımcılarından bahsedilmiştir. Bu araştırmanın katılımcıları 2016-2017 öğretim yılında Ankara’da bir ortaöğretim kurumunda öğrenim gören 15 tane 12. sınıf öğrencisidir. Nitel çalışmalarda, araştırmanın inandırıcılığı ve okuyucuya doğru bir bakış açısı sunabilmek adına, araştırmanın katılımcılarının ve araştırmanın bağlamının ayrıntılı betimlemesine yer verilir. Araştırmanın katılımcılarının belirlenmesinde kriter öğrencilerin gönüllü olmalarıdır. Katılımcılar daha öncesinde araştırmanın uygulama sürecine benzer bir öğrenim görmemişlerdir. Ortaöğretim kurumunun türünden kaynaklı olarak araştırmanın bütün katılımcıları kızdır. Araştırmanın katılımcıları ortaöğretim kurumunun bilişim bölümü öğrencileridir, orta başarı düzeyi ve orta sosyoekonomik düzeyde sahiptirler.

Veri Toplama Araçları

Araştırmanın veri toplama araçları düşünce deneylerini argüman olarak yeniden kurgulatan öğretim dizini çalışma yaprakları ve öğrencilerin süreci değerlendirdikleri gözlem notlarıdır. Öğretim dizini çalışma yaprakları ortaöğretim 12. sınıf kimya öğretim programında (2013) yer alan organik kimyaya giriş ünitesi kazanımlarına entegre biçimde yapılandırılmış düşünce deneylerini argüme ettirmektedir. Veri toplama araçlarının kapsam geçerliği alan eğitiminde uzman üç fen öğretmeni tarafından kontrol edilmiştir ve güvenilirliği ise aynı uzmanların verileri kodlama ve kategorilemeleri arasındaki %95 tutarlık ile belirlenmiştir.

Veri Toplama Süreci

Araştırma ortaöğretim 12. sınıf kimya öğretim programında (2013) yer alan ‘organik kimyaya giriş’ ünitesi kazanımlarına paralel biçimde yürütülmüştür. Araştırmanın uygulaması, düşünce deneylerini tartıştıran öğretim dizini çalışma yaprakları temelinde 28 ders saati süreyle yürütülmüştür. Araştırmanın uygulama sürecinden önce öğrenciler düşünce deneyi, argümantasyon ve argüman kavramlarıyla ilgili bilgilendirilmişlerdir. Uygulama sürecinde öğrenciler yedi adet düşünce deneyi argüme etmişlerdir ve her bir düşünce deneyinin bilimsel tartışması için dört ders saati ayrılmıştır. Öğrenciler önce Toulmin (2003, ss. 90-96) argüman modeli bileşenleri -veri, iddia, gerekçe, destek, çürütme- temelinde bütün sınıfın katıldığı büyük grup tartışması şeklinde düşünce deneyini bilimsel olarak tartışmışlar; birbirlerinin düşünme stratejilerini kritik etmişlerdir. Daha sonra ise bireysel olarak çalışma yaprağına Toulmin argüman modeli bileşenleri temelinde düşünce deneyini argüman olarak yeniden kurgulamışlardır. Bu süreç yedi düşünce deneyinin her biri için yürütülmüştür. Uygulama süreci sonunda ise öğrenci gözünden bütün araştırma sürecinin değerlendirilmesi sağlanmıştır.

Verilerin Analizi

Verilerin analizinde içerik analizi kullanılmıştır. Veri toplama araçlarından elde edilen veriler kodlandıktan sonra kategoriler oluşturulmuş ve frekans-yüzde hesapları yapılmıştır. Ayrıca tersten içerik analizi de yapılmıştır (Erickson, 2004). Tersten içerik analizi araştırmanın güvenilirliğinin de teminatıdır. Bu çalışmada organik kimya öğretiminde düşünce deneyleri temelli argümantasyon öğrenme yaklaşımının kullanılması vasıtasıyla 12. sınıf öğrencilerinin eleştirel düşünme becerilerinin geliştirilmesi sürecinde; öğrencilerin eleştirel düşüncelerinin geliştirilmesindeki kriter onların bilimsel olarak doğru ve Toulmin argüman modeli (2003) bileşenlerini içeren (iddia, veri, gerekçe, destek, çürütme) argüman yapılandırabilmeleridir. Verilerin analizinde, bilimsel olarak doğru olan ifadeler Toulmin argüman modeli bileşenleri temelinde kodlanarak kategoriler oluşturulmuştur. Öğrencilerin bilimsel olarak doğru bir biçimde argüman yapılandırmasının onların eleştirel düşünme becerilerinin geliştirdiğinin dayanak noktası ise Cambridge Düşünme Becerileri Programı (Cambridge Thinking Skills Syllabus) (2011) ve Lim’in (2011) çalışmasıdır. Bu çalışmada öğrencilerin uygulama öncesindeki ön eleştirel düşünme becerileri ve uygulama sonrasındaki son eleştirel düşünme becerileri ölçülmüştür. Çalışmada öğrencilerin uygulama sürecindeki eleştirel düşünme becerilerinin gelişiminin takibi yapılmıştır. Tüzün’ün (2016) çalışmasına benzer olarak bu çalışmada da eleştirel düşünme becerilerinin gelişiminin takibi öğren-

cilerin argüman yapılandırma becerilerinin takibi ile yapılmıştır.

3. Bulgular ve Yorumlar

Verilerin analizi sonucu elde edilen bulgular: öğrencilerin argüman yapılandırma becerileri ve öğrencilerin süreci değerlendirmesi başlıklarıyla verilmiştir.

Öğrencilerin Argüman Yapılandırma Becerileri

Öğrencilerin her bir düşünce deneyine ait yapılandıkları argümanlar, bilimsel olarak doğru olmasına göre ve de Toulmin (2003) argüman modeli bileşenleri (veri, iddia, gerekçe, destek, çürütme) temelinde kodlanmış, kodlar revize edilerek kategoriler oluşturulmuş ve frekans-yüzde hesapları yapılmıştır. Öğrencilerin yapılandıkları argümanların bileşenlerine ait kategoriler ve frekans-yüzdeler Tablo 1’de gösterilmiştir. Tablo 1’de iddia “İ” harfi ile, veri “V” harfi ile, gerekçe “G” harfi ile, destek “D” harfi ile, çürütme “Ç” harfi ile, frekans “F” harfi ile, yüzde “%” sembolü ile gösterilmiştir.

Tablo 1 incelendiğinde birinci düşünce deneyinde öğrencilerin %47’sinin (f:7), ikinci düşünce deneyinde %73’ünün (f:11), üçüncü düşünce deneyinde %73’ünün (f:11), dördüncü düşünce deneyinde %67’sinin (f:10), beşinci düşünce deneyinde %73’ünün (f:11), altıncı düşünce deneyinde %47’sinin (f:7) ve yedinci düşünce deneyinde %60’ının (f:9) bilimsel olarak doğru argüman yapılandığı görülmektedir. Hem bilimsel olarak doğru hem de Toulmin argüman modelinin bütün bileşenlerini (iddia, veri, gerekçe, destek, çürütme) içeren argüman yapılandıran öğrenciler birinci düşünce deneyinde %33 (f:5), ikinci düşünce deneyinde %40 (f:6), üçüncü düşünce deneyinde %40 (f:6), dördüncü düşünce deneyinde %53 (f:8), beşinci düşünce deneyinde %60 (f:9), altıncı düşünce deneyinde %40 (f:6) ve yedinci düşünce deneyinde %47’dir (f:7).

Tablo 1. Öğrencilerin bilimsel olarak doğru bir biçimde yapılandıkları argümanların bileşen analizi

Düşünce Deneyi	f ve %						toplam
	V	İV	İVG	İVÇ	İVGÇ	İVGDC	
1.Organik - anorganik bileşik ayırt edebilme düşünce deneyi	1 %7	-	1 %7	-	-	5 %33	7 %47
2.Karbon allotropları düşünce deneyi	3 %20	-	-	-	2 %13	6 %40	11 %73
3.Organik bileşiklerin Lewis formülü düşünce deneyi	1 %7	2 %13	-	1 %7	1 %7	6 %40	11 %73
4.Organik bileşiklerin hibrit orbitalleri düşünce deneyi	2 %13	-	-	-	-	8 %53	10 %67
5.Organik bileşiklerin molekül geometrileri düşünce deneyi	-	1 %7	-	-	1 %7	9 %60	11 %73
6.Organik bileşiklerin fonksiyonel grupları düşünce deneyi	-	1 %7	-	-	-	6 %40	7 %47
7.Organik bileşiklerde izomerlik düşünce deneyi	-	-	-	-	2 %13	7 %47	9 %60

Verilerin analizinin yorumlanmasında alan eğitiminde uzman üç fen eğitimcisi bilimsel olarak doğru ve Toulmin argüman modelinin bütün bileşenlerini içeren biçimde yapılandırılmış argümanların %33’ü (toplam frekansın 1/3’ü) geçtiği durumda düşünce deneyinin argüman olarak yeniden kurgulanması sürecini başarılı bulma kriteri koymuşlardır. Hem bilimsel olarak doğru hem de Toulmin argüman modelinin bütün bileşenlerini içeren argümanların her bir düşünce deneyi için %33’ü geçtiği (%33, %40, %40, %53, %60, %40 ve %47) bulunduğundan öğrencilerin düşünce deneylerini argüme edebildikleri, düşünce deneylerini argüman şeklinde yeniden kurgulayabildikleri yani eleştirel düşüncelerine katkı sağladığı söylenebilir.

Tablo 1’de verilen bulguların güçlendirilmesi amacıyla ve de nitel araştırmaların ayrıntılı betimlenmesi doğası gereği çalışma yapılarından elde edilen her bir düşünce deneyine ait argüman ve analizine dair örnekler aşağıda sunulmuştur. Ayrıca bilimsel olarak doğru olmayan argümanların nasıl tespit edildiği ve neden analiz sürecine alınmadığına dair örnekler de aşağıda belirtilmiştir:

Düşünce Deneyi 1: Organik ve anorganik bileşikleri ayırt edebilme düşünce deneyi

Ortaöğretim 12. sınıf kimya öğretim programı kazanımı: Anorganik ve organik bileşikleri ayırt eder.

İkiz dünya paradoksu: Dünyanın aynısı ikiz bir dünya olduğunu varsayalım. Bu ikiz dünyada gerçek dünyadaki herşeyin ve herkesin bir ikizi var. Yalnız tek fark, ikiz dünyada yakıt olarak kullanılan gaz, CH₄ moleküllerinden değil de XYZ moleküllerinden oluşuyor. XYZ, CH₄ molekülünün bütün özelliklerini taşıyor. İkiz dünyadaki yakıtımızı organik ya da anorganik bileşik olarak sınıflayınız. (Putnam'ın ikiz dünyası düşünce deneyinden uyarlanmıştır.)

Ö4 kodlu öğrencinin argümanı: XYZ organik (iddia). XYZ, CH₄'ün bütün özelliklerini taşıyor (veri). XYZ'nin yapısı CH₄'e benzediği için organik (gerekçe). XYZ, CH₄'ün bütün özelliklerini taşıyorsa C, H, O atomlarını içerir, organik özelliğe sahiptir (destek). XYZ anorganik bileşiktir (çürütme). Benzer şekilde, Ö6 kodlu öğrencinin argümanı: XYZ organik (iddia). CH₄ ile aynı özellikleri gösterir (veri). Yapısında C varsa organik olabilir (gerekçe). Yapısında C olup olmadığını analiz ederiz (destek). Yapısında C olması illaki organik olması anlamına gelmez (çürütme) şeklinde bilimsel olarak doğru bir argüman oluşturmuştur. Bu katılımcıdan farklı olarak Ö5 kodlu öğrencinin argümanı: XYZ'yi organik ya da anorganik olarak sınıflayamam. X, Y, Z elementlerini bilmiyorum. X, Y, Z'yi analiz etmem lazım. X, Y, Z'yi analiz ettikten sonra sınıflandırma yapabilirim. Böyle bir (düşünce) deneyi yapmasaydım (iddiaya karşı iddia). Ö5 kodlu öğrencinin argümanının bilimsel olarak doğru kabul edilmeyişi ve analiz sürecine alınmayışının sebebi; öğrenci düşünce deneyinin varsayımsal dünyasını zihninde oturtamadığından düşünce deneyini organik, anorganik sınıflama yapabilme adına bir sonuca bağlayamamıştır.

Düşünce deneyi 2: Karbon allotropları düşünce deneyi

İlgili kazanım: Karbon allotroplarının özelliklerini yapılarıyla ilişkilendirir.

Başka gezegen fullerenleri: Dünyada K katkılanan C₆₀ fullereni 18 kelvinde süperiletken hale geçmektedir. NASA tarafından başka bir gezegende keşfedilen bir elementin; C₆₀ fullereninin iletim bandına bağlı olmaksızın ve düşük sıcaklık gereksizsin iletkenliğini potasyuma oranla çok daha fazla artırdığını varsayın. Bu durumu nanoteknolojik olarak yorumlayınız.

Bilimsel olarak doğru bir argüman oluşturan katılımcılardan, Ö2 kodlu öğrencinin argümanı: C₆₀ fullereni süperiletken olur (iddia). C₆₀ fullerenine X elementi katıldım (veri). İletim bandının iletkenliği arttı (gerekçe). Teknolojide kullanılır (destek). Böyle bir X elementi olmazsa (çürütme). Yine, Ö5 kodlu öğrencinin argümanı: Nanoteknoloji çalışma kalitesi artar (iddia). X elementi ile C₆₀ fullerenine daha iyi katkılama yapmamız (veri). Çünkü yeni (katkılanan) C₆₀ fullereni daha iletken oldu (gerekçe). Böyle bir (düşünce) deneyi yapmasaydık (iddiaya karşı iddia) (çürütme) şeklindedir. Farklı olarak, Ö13 kodlu öğrencinin argümanı incelendiğinde: C₆₀ fullereni süper iletken olmayabilir. C₆₀ fullereni 18 Kelvinde süperiletken hale geçmektedir. Yeni katkılama (C₆₀ fullereninin) süperiletken olduğunu göstermez. (Süperiletkenlik) iletim bandına bağlıdır. (Süperiletkenlik için) düşük sıcaklık olmalıdır. Deneyi kendi içinde çürüttüm. Ö13 kodlu öğrencinin argümanının bilimsel olarak doğru kabul edilmeyişi ve analiz sürecine alınmayışının sebebi; öğrenci düşünce deneyinin varsayımsal dünyasını zihninde canlandıramamıştır.

Düşünce Deneyi 3: Organik bileşiklerin Lewis formülü düşünce deneyi

İlgili kazanım: Kovalent bağlı türlerin Lewis formüllerini yazar.

Başka gezegen atomları I: Uzayın bir yerlerinde yeni bir gezegen keşfedildiğini varsayalım. Bu gezegende keşfedilen X atomunun son kabuğunda 4 elektronu olduğu ve H atomu ile XH₄ bileşiğini oluşturduğu bulunduğu göre XH₄'ün Lewis formülünü yorumlayınız.

Ö2 kodlu öğrencinin argümanı: (iddia). (veri). CH₄ apolar olduğundan XH₄ de apolardır (gerekçe). CH₄ suda çözünmez bu yüzden XH₄ de suda çözünmez (destek). Böyle bir (düşünce) deneyi yapmasaydım (iddiaya karşı iddia) (çürütme). Başka bir katılımcı ise, Ö3 kodlu öğrencinin argümanı: (iddia). (veri). Yapısının benzerliği (gerekçe). (Lewis) formülünün de benzer olması (destek). Böyle bir (düşünce) deneyi yapmasaydım (iddiaya karşı iddia) (çürütme) şeklinde doğru bir bilimsel argümandır. Bundan farklı olarak Ö9 kodlu öğrencinin argümanı: Uzayda bir gezegenin olması. Uzayın olduğunu biliyoruz. Uzaydaki gezegen X atomu ile XH₄ bileşiğini oluşturabilir. Çünkü X atomu vardır. Böyle bir (düşünce) deneyi yapmasaydım (iddiaya karşı iddia). Ö9 kodlu öğrencinin argümanının bilimsel olarak doğru kabul edilmeyişi ve analiz sürecine alınmayışının sebebi; argümanın kimyasal yanlış kavrama içermesinin yanı sıra, argümanın Lewis formülü yazma kazanımını içermemesidir.

Düşünce Deneyi 4: Organik bileşiklerin hibrit orbitalleri

İlgili kazanım: Tek, çift ve üçlü bağların oluşumunu hibrit ve atom orbitallerini kullanarak yorumlar.

Maksimum yerçekimi I: Dünyanın aynısı ikiz bir dünya olduğunu varsayalım. Bu ikiz dünyada sadece yerçekiminin farklı olduğunu ve dünyadakinden çok büyük olduğunu hayal edelim. İkiz dünyada C₂H₄ molekülünün hibrit orbitallerinin geometrilerini yorumlayınız.

Ö2 kodlu öğrencinin argümanı: Hibrit orbitallerin şekli değişir (iddia). Hibrit orbitallerin lobları yerçekimine yönelir (veri). Molekülün geometrisi düzgün üçgenden sapar (gerekçe). Belki başka bir hibrit türü (de) olabilir (destek). Böyle bir (düşünce) deneyi olmasaydı (iddiam geçerli olmayacaktı) (çürütme). Diğer bir katılımcı olan Ö11 kodlu öğrencinin argümanı: Hibrit orbitallerin simetrisi bozulur (iddia). (Çok büyük) yerçekimine karşı (hibrit orbitaller) dirençsiz (veri). Hibrit orbitallerin şekilleri değişir (gerekçe). (Hibrit orbitaller) yerçekimine yönelir (destek). Böyle bir (düşünce) deneyi yapmasaydık (iddiaya karşı iddia) (çürütme) şeklinde doğru bir bilimsel argüman oluşturmuşlardır. Katılımcılardan Ö1'in argümanı incelendiğinde, bilimsel olarak doğru kabul edilmemiş ve analiz sürecine alınmamıştır. Çünkü öğrenci düşünce deneyinin varsayımsal dünyasını zihninde canlandıramamıştır ayrıca argüman kendi içerisinde tutarlı değildir. Öğrencinin argümanı ise şu şekildedir: İkiz dünya yoktur. İkiz dünya olsaydı yerçekimi dünyadakinden farklı olmazdı. Hibrit orbitaller aynı olurdu. İkiz dünyanın yerçekiminin farklı ve büyük olduğunu biliyorum. İkiz dünya vardır (çürütme).

Düşünce Deneyi 5: Organik bileşiklerin molekül geometrileri düşünce deneyi

İlgili kazanım: Moleküllerin geometrilerini merkez atomu orbitallerinin hibritleşmesi esasına göre tahmin eder.

Maksimum yerçekimi II: Dünyanın aynısı ikiz bir dünya olduğunu varsayalım. Bu ikiz dünyada sadece yerçekiminin farklı olduğunu ve dünyadakinden çok büyük olduğunu hayal edelim. İkiz dünyada CH₄ molekülünün, molekül geometrisini yorumlayınız.

Ö1 kodlu öğrencinin argümanı: CH₄ molekülünün tetrahedral yapısı bozulur (iddia). İkiz dünyadaki yerçekiminin dünyadakinden fazla olduğunu biliyorum (veri). İkiz dünyada yerçekiminin fazla olması CH₄'ün molekül geometrisini etkiler (gerekçe). Yerçekimi hibrit orbitallerin şekilleri üzerinde etkilidir (destek). İkiz dünyada CH₄'ün yapısı bozulmasaydı (iddiam geçerli olmayacaktı) (çürütme). Benzer şekilde Ö2 kodlu öğrencinin argümanı: CH₄ molekülünün geometrisi tetrahedralden biraz sapar (iddia). Yerçekiminin çok fazla olması sebebiyle hibrit orbitallerin şekli kayar (veri). Aşırı yerçekimi hibrit orbitallerin (şekli) üzerinde vakum etkisi yapar (gerekçe). Belki sp³ hibrit türü bile değişebilir (destek). Böyle bir (düşünce) deneyi olmasaydı (iddiam geçerli olmayacaktı) (çürütme) olarak doğru bir bilimsel argüman oluşturmuşlardır. Bu katılımcılardan farklı olarak, Ö5 kodlu öğrencinin argümanı: CH₄ molekül geometrisi tetrahedralden sapmaz. Yerçekiminin çok fazla olması hibrit orbitallerin şeklini bozamaz. Molekül geometrisi bozulmaz. Yerçekimi çok fazla olduğu için hibrit orbitallerin üzerine vakum etkisi yapsa da bir şey değişmez. Böyle bir (düşünce) deneyi yapmasaydık (iddiaya karşı iddia). Ö5 kodlu öğrencinin argümanının bilimsel olarak doğru kabul edilmeyişi ve analiz sürecine alınmamasının sebebi; öğrenci hibrit orbitallerin şeklinin neden bozulmayacağını gerekçelendirememiştir.

Düşünce Deneyi 6: Organik bileşiklerin fonksiyonel grupları düşünce deneyi

İlgili kazanım: Organik bileşikleri fonksiyonel gruplarına göre sınıflandırır.

Başka gezegen atomları II: Uzayın bir yerlerinde yeni bir gezegen keşfedildiğini varsayalım. Bu gezegende keşfedilen X atomunun son kabuğunda 4 elektronu olduğu ve yarıçapının C atomundan küçük olduğu bulunduğu göre X₂H₅OH ve XH₃OXH₃ moleküllerinin bağ uzunluklarını C₂H₅OH ve CH₃OCH₃'e göre yorumlayınız.

Bilimsel olarak doğru bir argüman oluşturan katılımcılardan Ö3 kodlu öğrencinin argümanı: C-H ve C-O'nun bağ uzunlukları, X-H ve X-O'dan uzundur (iddia). X'in yarıçapının daha küçük olması (veri). X atomunun (C atomuna göre diğer atomlarla) daha iyi etkileşmesi sonucu bağın da kısalması (gerekçe). O-H bağ uzunluğunun değişmemesi (destek). Böyle bir (düşünce) deneyi yapmasaydık (iddiaya karşı iddia) (çürütme). Ö4 kodlu öğrencinin argümanı ise: XH ve XO bağ uzunlukları, CH ve CO bağ uzunluklarından kısadır (iddia). X atomunun son kabuğunda 4 elektron vardır, X'in yarıçapı C atomundan küçüktür (veri). X atomunun yarıçapı C atomundan kısa olduğu için O ve H atomu (ile) daha güçlü etkileşir (gerekçe). X atomunun yarıçapı küçük olduğu için çekirdeğinin çekim gücü daha kuvvetli olabilir (destek). Böyle bir (düşünce) deneyi yapmasaydım (iddiaya karşı iddia) (çürütme). Bilimsel olarak yanlış argüman oluşturan katılımcılardan Ö1'in argümanı: X-H ve X-O bağ uzunlukları (ile) C-H ve C-O bağ uzunlukları aynıdır. X atomunun çekim kuvveti ve yarıçapı, C atomunun çekim kuvveti ve yarıçapıyla aynıdır. X'in yarıçapı küçük ama gezegende bağ uzunluğuna etki eden faktörler farklıdır. X ve C atomlarının yaptıkları bağların uzunlukları aynıdır. X'in yarıçapı bü-

yükse (çürütme). Bu öğrencinin argümanının bilimsel olarak doğru kabul edilmeyişi ve analiz sürecine alınmayışının sebebi; öğrenci düşünce deneyinin varsayımsal dünyasını zihninde canlandıramamıştır ayrıca argüman kendi içerisinde tutarlı değildir.

Düşünce Deneyi 7: Organik bileşiklerde izomerlik düşünce deneyi

İlgili kazanım: Organik bileşiklerde farklı tipte izomerleri ayırt eder.

Başka gezegen atomları III: Uzayın bir yerlerinde yeni bir gezegen keşfedildiğini varsayalım. Bu gezegende keşfedilen X atomunun son kabuğunda 4 elektronu olduğu ve yarıçapının C atomundan küçük olduğu bulunduğu göre, X₅H₁₂ izomerlerinin bağ uzunluklarını C₅H₁₂ izomerlerine göre yorumlayınız.

Ö10 kodlu öğrencinin argümanı: Yeni izomerlerin bağ uzunlukları (eskilerinkinden) farklıdır (iddia). X atomunun yarıçapı küçük, çekim kuvveti fazladır (veri). X atomunun yarıçapı küçük olduğundan (bağ yaptığı) atomlar (ile) daha iyi etkileşir, (yarıçap kısalır) (gerekçe). (Eski moleküllerin iskelet formülleriyle bağ uzunluklarının gösterimi). (Yeni moleküllerin iskelet formülleriyle bağ uzunluklarının gösterimi) (destek). Böyle bir (düşünce) deneyi yapmasaydık (iddiaya karşı iddia) (çürütme). Farklı olarak katılımcılardan Ö14'ün argümanı: Yeni izomerlerin bağ uzunlukları daha kısadır (iddia). X atomunun yarıçapı daha kısa (veri). X atomunun yarıçapı daha kısa, çekirdeğin(in) bağ elektronlarını çekim kuvveti daha iyi, bağlar daha kısa (gerekçe). (Yeni moleküllerin iskelet formülleriyle bağ uzunluklarının gösterimi, daha kısa) (destek). İzomerlik kavramı geçerliğini yitirse (çürütme). Ö1 kodlu öğrencinin argümanı: Yeni izomerlerin bağ uzunlukları uzundur. X atomunun yarıçapı büyüktür. X atomunun yarıçapı büyük olduğundan atomlar arası etkileşim kötüdür. Atomlar birbirine yaklaşamaz. X atomunun yarıçapı küçükse (çürütme). Bu katılımcının argümanının bilimsel olarak doğru kabul edilmeyişi ve analiz sürecine alınmayışının sebebi; öğrenci düşünce deneyinin varsayımsal dünyasını zihninde canlandıramamıştır.

Öğrencilerin Süreci Değerlendirmesi

Araştırmanın uygulama süreci sonrasında öğrenci gözünden araştırma sürecinin değerlendirilmesi amacıyla öğrenci gözlem notlarından elde edilen veriler içerik analizi tekniğiyle çözümlenmiştir. Öğrenci gözlem notlarında ortak sınıflamalar yapılarak kod ve kategoriler oluşturulmuş daha sonra da frekans-yüzde hesapları yapılmıştır. Elde edilen bulgular Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2 incelendiğinde öğrenci gözünden sürecin değerlendirilmesi organik kimya öğretiminde düşünce deneyleri temelli argümantasyon öğrenme yaklaşımının: Anlamli öğrenme (f:12), kavram imajı edinme (f:1) ve probleme dayalı öğrenme (f:1) sağladığı, eğlenerek öğrenme(f:14), derse aktif katılım (f:2), araştırma yapma (f:1) edindirdiği ve kendi düşünme stratejilerini kritik edebilme (f:12), diğerlerinin düşünme stratejilerini kritik edebilme (f:9) yani eleştirel düşünebilme kazandırdığı şeklindedir.

Tablo 2. Öğrencilerin süreci değerlendirilmesi

Kategoriler	Kodlar	f	%
Öğrenme çıktıları	Anlamli öğrenme	12	%80
	Kavram imajı edinme	1	%7
	Probleme dayalı öğrenme	1	%7
Tutum bakımından çıktılar	Eğlenerek öğrenme	14	%93
	Derse aktif katılım	2	%13
	Araştırma yapma	1	%7
Eleştirel düşünme çıktıları	Kendi düşünme stratejilerini kritik edebilme	12	%80
	Diğerlerinin düşünme stratejilerini kritik edebilme	9	%60
toplam		15	%100

Tablo 2'de verilen bulguların güçlendirilmesi amacıyla ve de nitel araştırmaların ayrıntılı betimlenmesi doğası gereği öğrencilerin süreci değerlendirdikleri gözlem notlarından alıntı ve analiz örnekleri aşağıda sunulmuştur:

Ö7 kodlu öğrencinin gözlem notlarından alıntı: Düşünce deneyi ile canlandırma yaptık ve o konuya ait eleştiriler yaptık (kendi düşünme stratejilerini kritik edebilme). Ö9 kodlu öğrencinin gözlem notlarından alıntı: Eğlenceliydi (eğlenerek öğrenme kodu). Birbirimizin fikirlerini çürüttük (diğerlerinin düşünme stratejilerini kritik edebilme kodu). Düşünce deneyi yaparken ezberlememe gerek kalmadı çünkü örneklerle anlattığımız için daha akılda kalıcı oldu (anlamli öğrenme kodu). Ö11 kodlu öğrencinin gözlem notlarından alıntı: Sınıfın kararlarını dinlemek, ortak

düşünmek ya da zıt düşünmek eğlenceliydi (diğerlerinin düşünme stratejilerini kritik edebilme kodu) (eğlenerek öğrenme kodu)

4. Tartışma

Bu araştırmada lise öğrencilerinin öğrenmede zorluk çektikleri organik kimya kavramları düşünce deneyleri temelli argümantasyon öğrenme yaklaşımıyla öğretilmiş; öğrenciler düşünce deneylerini argüman olarak yeniden kurgulamışlardır, bu sürecin elde edilen bulgulara göre onların eleştirel düşünme becerilerine pozitif yönde katkı sağlandığı söylenebilir. Bu bulgu alan yazında argümantasyon öğrenme yaklaşımıyla öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerinin geliştirildiği yönündeki bulgularla örtüşmektedir (Deveci, 2009; Gültepe, 2011). Bu araştırmanın alan yazından farkı öğrencilerin argümantasyonla eleştirel düşünme becerilerinin geliştirilmesi sürecinde organik kimya düşünce deneylerini argüman olarak yeniden kurgulamalarıdır. Düşünce deneyleri temelli argümantasyon yaklaşımının öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerini geliştirdiği bulgusuna dayanak noktası olarak öğrenciler düşünce deneylerini argüman olarak yeniden kurgulamadan önce bütün sınıfın katıldığı büyük grup tartışmasıyla birbirlerinin düşünme stratejilerini takip etmelerinin onların daha nitelikli argüman oluşturmalarına katkı sağlaması sunulabilir. Zaten fen eğitiminin amacı, açıklama yapılandırma için argüman kullanımını araştırma ve öğrencinin argümantasyon yollarını anlamasını ve kullanmasını sağlamaktır (Osborne ve Young'dan akt., Osborne, Erduran ve Simon, 2004). Bu durum, Tümay ve Köseoğlu'nun (2011), bilimsel tartışmaların gerçekleştiği sınıflarda yetişen öğrencilerin tartışmalarda öne sürülen iddiaları ve gerekçeleri eleştirerek bilinçli kararlar verebileceği ifadesiyle desteklenmektedir. Ayrıca yapılan tartışmalar sonucu öğrencilerin organik kimya düşünce deneylerini Toulmin'in argüman modeline göre derinlemesine düşünerek yeniden yapılandırmalarının onların eleştirel düşünme becerilerinin gelişimlerine katkı sağlamış olabileceği yönündedir. Bu durum öğrenci gözünden sürecin değerlendirilmesi bulgularıyla da örtüşmektedir.

Diğer yandan öğrencilerin organik kimya kavramları ile ilgili düşünce deneylerini argüman olarak yeniden kurgulamadan önce bütün sınıfın katıldığı büyük grup tartışmaları yürütmeleri, öğrencilerin argümantasyonun hem epistemolojik hem de sosyal yapısını deneyimlemelerini sağlamıştır. Epistemik olarak yapılandırdıkları argüman vasıtasıyla öğrenciye olgunun farklı bakış açıları sağlanmıştır. Sosyal açıdan ise öğrencilere diyalektik - çoklu fikirlerin yarıştığı - tartışmayı destekleyen sosyal bir bağlam yapılandırılmıştır. Epistemik ve sosyal vurgu Osborne, Erduran ve Simon'ın (2004) araştırmalarında da öne çıkan unsurlardır.

Araştırma sonunda öğrenci gözünden sürecin değerlendirmesiyle ilgili bulguların ışığında, öğrencilerin kendilerinin ve diğerlerinin düşünme stratejilerini kritik edebildikleri, eleştirel düşünebildikleri söylenebilir. Bu durumun nedeni olarak eğer bireyler kendinin ve diğerlerinin bakış açılarını koordine edebilirlerse eleştirel düşünme becerilerine olumlu katkı sağlarlarken diğerlerinin bakış açılarını göz ardı ettiklerinde ise yapılandırdıkları argümanın zayıf bir argüman olduğu dolayısıyla onların ilgili kavrama ilişkin dar bir eleştirel bakış açısına sahip oldukları söylenebilir. Bir başka ifadeyle eleştirel düşünebilmek, güçlü argüman yapılandırabilmek, istenen bakış açısını savunduğun değil, rakibinin bakış açısını zayıflattığın argüman olarak ifade edilmektedir (Kuhn ve Udell, 2007). Dahası, öğrenci gözünden sürecin değerlendirmesi bazı organik kimya kavramlarının öğretiminde düşünce deneyleri temelli argümantasyonun öğrencilerin anlamlı ve eğlenerek öğrenmelerini desteklediği şeklindedir. Benzer biçimde Kaya ve Kılıç (2008) da araştırmalarında fen sınıflarında argümantasyonun öğrencilerin anlamlı öğrenmesini, araştırma kabiliyetlerini ve bilimin nasıl işlediğiyle ilgili görüşlerini geliştirdiğini tartışmışlardır.

Bu araştırmanın sonuçlarına dayanarak, öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerini geliştiren, öğrencileri etkili karar verme becerilerine sahip birey olarak yetiştiren, düşünce deneyleri temelli argümantasyon öğrenme yaklaşımının öğrencilerin eleştirel düşünme becerileri üzerine etkisinin araştırıldığı farklı fen öğretim uygulamaları daha sonraki araştırmalar için araştırma önerisi olabilir. Ayrıca bu araştırmada ortaöğretim kurum türünden kaynaklı olarak katılımcılar kızdır. Bu durum bu araştırmanın sınırlılığdır. Daha sonraki araştırmalar için karma katılımcılarla düşünce deneyleri temelli argümantasyon öğrenme yaklaşımının öğrencilerin eleştirel düşünme becerileri üzerine etkisinin araştırıldığı farklı fen öğretim uygulamaları araştırma önerisi olarak sunulabilir. Yine daha sonraki araştırmalar için düşünce deneyleri temelli argümantasyon öğrenme yaklaşımı sürecinde eleştirel düşünme becerileri üzerinde cinsiyet faktörünün etkisinin araştırıldığı farklı fen öğretim uygulamaları araştırma önerisi olarak sunulabilir.

5. Kaynakça

Brown, J. R. (1991). Thought experiments: A platonic account. T. Horowitz & G. J. Massey (Ed.), *Thought experiments in science and philosophy*, (p. 119-128). Maryland: Rowman & Littlefield.

- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. (2010). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Ankara: Pegem.
- Cambridge International Examinations (CIE) (2011) Thinking Skills Syllabus 9694, <http://www.cie.org.uk> adresinden erişildi.
- Demirel, R. (2016). Argümantasyon destekli öğretimin öğrencilerin kavramsal anlama ve tartışma istekliliklerine etkisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 24(3), 1087-1108.
- Deveci, A. (2009). İlköğretim yedinci sınıf öğrencilerinin maddenin yapısı konusunda sosyobilimsel argümantasyon, bilgi seviyeleri ve bilişsel düşünme becerilerini geliştirmek. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Erduran, S. (2009). Beyond philosophical confusion: Establishing the role of philosophy of chemistry in chemical education research. *Journal of Baltic Science Education*, 8(1), 5-14.
- Erduran, S. & Msimanga, A. (2014). Science curriculum reform in South Africa: Lessons for professional development from research on argumentation in science education. *Education As Change*, 18(S1), S33-S46.
- Erduran, S. & Yan, X. (2009). Minding gaps in Argument: Continuing professional development to support the teaching of scientific inquiry, <https://limerick.academia.edu/SibelErduran> adresinden erişildi.
- Erickson, E. (2004). Demystifying data construction and analysis. *Anthropology and Education*, 35(4), 486-493.
- Freeley, A. J. & Steinberg, D. L. (2005). *Argumentation and debate: Critical thinking for reasoned decision making*. Belmont USA: Thomson Wadsworth.
- Gendler, T. (1998). Galileo and the indispensability of scientific thought experiment. *British Journal for the Philosophy of Science*, 49, 397-424.
- Georgiou, A. (2005). Thought experiments in physics problem-solving: On intuition and imagistic simulation. MS Thesis, University of Cambridge, Cambridge.
- Gültepe, N. (2011). Bilimsel tartışma odaklı öğretimin lise öğrencilerinin bilimsel süreç ve eleştirel düşünme becerilerinin geliştirilmesine etkisi. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Ireson, G. (2005). Einstein and the nature of thought experiments. *School Science Review*, 86(317), 47-51.
- Joung, S. (2003). The effects of high-structure cooperative versus low-structure collaborative design on online debate in terms of decision making, critical thinking, and interaction pattern. Doctoral Dissertation, The Florida State University, Florida.
- Kabataş Memiş, E. (2014). İlköğretim öğrencilerinin argümantasyon tabanlı bilim öğrenme yaklaşımı uygulamalarına ilişkin görüşleri. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 22(2), 401-418.
- Kabataş Memiş, E. (2017). Argümantasyon uygulamalarına katılan öğretmen adaylarının küçük grup tartışmalarına ilişkin görüşleri. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 25(5), 2037-2056.
- Kaya, O. N. ve Kılıç, Z. (2008). Etkili bir fen öğretimi için tartışmacı söylev. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9(3), 89-100.
- Kuhn, D. & Udell, W. (2007). Coordinating own and other perspectives in argument. *Thinking & Reasoning*, 13(2), 90-104.
- Kurbanoglu, N. İ. & Taşkesenligil, Y. (2002, Eylül). *Organik kimyada stereokimya konusunun programlı öğretimi*. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi'nde sunulmuş bildiri, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Lim, L. (2011). Beyond logic and argument analysis: Critical thinking, everyday problems and democratic deliberation in Cambridge International Examinations' Thinking skills curriculum. *Journal of Curriculum Studies*, 43(6), 783-807.
- Lyle, K. S. & Robinson, W. R. (2003). A statistical evaluation: Peer-led team learning in an organic chemistry course. *Journal of Chemical Education*, 80(2), 132-134.
- Maloney, J. & Simon, S. (2006). Mapping children's discussions of evidence in science to assess collaboration and argumentation. *International Journal of Science Education*, 28(15), 1817-1841.
- Nakhleh, M. B. (1992). Why some students don't learn chemistry. *Journal of Chemical Education*, 69, 191-196.
- Norton, J. (1991). Thought experiments in Einstein's work. T. Horowitz & G. J. Massey (Ed.), *Thought experiments in science and philosophy*, (p. 129-144). Maryland: Rowman & Littlefield.
- Nussbaum, E. M. & Edwards, O. V. (2011). Critical questions and argument stratagems: A framework for enhancing and analyzing students' reasoning practices. *The Journal of the Learning Sciences*, 1-46.
- Ortaöğretim 12. Sınıf Kimya Ders Kitabı, <http://www.meb.gov.tr/2016-2017-egitim-ve-ogretim-yilinda-okutulacak-ilk-ve-ortaogretim-ders-kitaplari/duyuru/11971> adresinden erişildi.
- Ortaöğretim Kimya Dersi 9, 10, 11 ve 12. Sınıflar Öğretim Programı, <http://ttkb.meb.gov.tr/www/guncellenen-ogretim-programlari/icerik/151> adresinden erişildi.
- Osborne, J., Erduran, S. & Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 994-1020.

- Osborne, J., Erduran, S., Simon, S. & Monk, M. (2001). Enhancing the quality of argument in school science. *School Science Review*, 83(301), 63-70.
- Reiner, M. (1998). Thought experiments and collaborative learning in physics. *International Journal of Science Education*, 20(9), 1043-1058.
- Simon, S., Erduran, S. & Osborne, J. (2006). Learning to teach argumentation: Research and development in science classroom. *International Journal of Science Education*, 28, 235-260.
- Toulmin, S. (2003). *The uses of argument*. New York USA: Cambridge University.
- Tümay, H. ve Köseoğlu F. (2011). Kimya öğretmen adaylarının argümantasyon odaklı öğretim konusunda anlayışlarının geliştirilmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 8(3), 105-119.
- Tümkiye, S. (2011). Fen bilimleri öğrencilerinin eleştirel düşünme eğilimleri ve öğrenme stillerinin incelenmesi. *Ahi Evran Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12(3), 215-234.
- Tüzün, Ü. N. (2016). Bilim eğitiminde lise öğrencilerinin argümantasyon becerilerinin geliştirilmesi yoluyla eleştirel düşünme becerilerinin geliştirilmesi. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Twin Earth Thought Experiment, <https://www.britannica.com/biography/Hilary-Putnam#ref1204773> adresinden erişildi.
- Vieira, R. M., Tenreiro-Vieira, C. & Martins, I. P. (2011). Critical thinking: Conceptual clarification and its importance in science education. *Science Education International*, 22(1), 43-54.
- Vural, R. A. ve Kutlu O. (2004). Eleştirel düşünme: ölçme araçlarının incelenmesi ve bir güvenilirlik çalışması. *Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 13(2), 189-200.
- West, T. L. (1994). *The effect of argumentation instruction on critical thinking skills*. Doctoral Dissertation, Southern Illinois University, Chicago.
- 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.