



## Bilim Eğitiminde Düşünce Deneyleri Temelli Online Argümantasyonla Lise Öğrencilerinin Eleştirel Düşünme Becerilerinin Geliştirilmesi\*

MAKALE

<http://dergipark.gov.tr/jotcsc>

Ümmüye Nur TÜZÜN<sup>1</sup> , Fitnat KÖSEOĞLU<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Millî Eğitim Bakanlığı, Türkiye

<sup>2</sup>Gazi Üniversitesi

**Öz:** Bu çalışmada, bilim eğitiminde düşünce deneyleri temelli online argümantasyonla lise öğrencilerinin eleştirel düşünme becerilerinin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Araştırma, Ankara'da bir ortaöğretim kurumunun dokuzuncu sınıfında okuyan 11 öğrenciyle, online grup üzerinden bir durum çalışması olarak yürütülmüştür. Uygulama sürecinde öğrenciler online grup üzerinden düşünce deneylerini argüman olarak yeniden kurgulamışlar, kendilerinin ve diğerlerinin düşünme stratejilerini kritik etmişler, argümanlara karşı yeni argümanlar sunmuşlardır. Online gruptaki argümantasyon sürecinden elde edilen verilerin ve ayrıca bu sürecin öğrenci gözünden değerlendirilmesi ile ilgili verilerin analizinde kapsam geçerliği, alan eğitiminde uzman üç fen eğitimcisi tarafından kontrol edilerek sağlanmıştır. Veri toplama araçlarının güvenilirliği ise aynı üç fen eğitimcisinin veri analizi sırasında aralarındaki %95 uyum ile sağlanmıştır. Veriler içerik analiziyle çözümlenmiştir. Araştırmada, düşünce deneyleri temelli online argümantasyon süreci sonunda öğrencilerin düşüncelerini yeni argümanlar olarak yeniden kurgulayabilme, kendilerinin ve diğerlerinin düşünme stratejilerini kritik ederek birbirlerinin argümanlarına karşı yeni argümanlar sunmak suretiyle eleştirel düşünme becerilerinin geliştiği bulunmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Online argümantasyon, düşünce deneyleri, eleştirel düşünme, bilim eğitimi

### Enhancing High School Students' Critical Thinking Skills through Thought Experiments Based Online Argumentation in Science Education

**Abstract:** The purpose of this research is to enhance high school students' critical thinking skills through thought experiments based online argumentation in science education. The research was conducted with 11 ninth grade students educating at a high school in Ankara through an online group on the basis of case-study. During the online application, students reconstructed the thought experiments as arguments, criticized their own and others' thinking strategies, presented counter-arguments against

\*Ümmüye Nur Tüzün'ün doktora çalışmasının bir parçası olan bu çalışmanın birinci versiyonu, Mayıs 2015 tarihinde International Congress on Education for Future' da bildiri olarak sunulmuştur.

arguments. Online group argumentation and student process evaluation were used as data collecting tools and their content validity was checked by three science educators. The same educators' coding and categorizing consistency, which was determined as 95 percentages, was used for reliability. Content analysis was utilized. At the end of the research, it was found that thought experiments based argumentation enhanced students' critical thinking by the help of reconstruction the thought experiments as arguments, criticizing their own and others' thinking strategies and presentation counter-arguments against others' arguments.

**Keywords:** Online argumentation, thought experiments, critical thinking, science education

## GİRİŞ

Son yıllarda fen müfredatlarına eleştirel düşünmeyi entegre etmek için yapılan çalışmaların yoğunlaştığı bilinmektedir (Vieira, Tenreiro-Vieira ve Martins, 2011). Fen eğitiminin amaçlarından biri de eleştirel düşünmeyi geliştirmedir. Ancak eleştirel düşünmeyi geliştirmek için takip edilebilecek belirli bir yöntem bulunmamasına rağmen özellikle fen eğitiminde argümantasyon tabanlı öğretimlerin eleştirel düşünme becerilerinin geliştirilmesiyle ilişkilendirildiği görülmektedir (West, 1994, s. iii). İlgili alanyazında, bireylerin argümantasyon yapabilme becerileri geliştikçe eleştirel düşünme becerilerinin de gelişeceği ve bu bireylerin bilgiyi daha verimli olarak kullanabilecekleri vurgulanmaktadır (Freeley ve Steinberg, 2005, s. 1). Eleştirel düşünme neye inanacağına ya da ne yapacağına karar vermeye odaklanan makul ve yansıtıcı düşünebilme sürecidir (Norris ve Ennis'ten aktaran West, 1994, s. 3). Karar veren bir bireyin nitelikli ve gerekçelendirilmiş kararlar alabilme becerisi, o bireyin eleştirel düşünme becerisine bağlıdır. "Argümantasyon" ise bilindiği gibi gerekçeler ortaya koyarak bu gerekçelerin dayandıkları verilerle ilişkilendirilmek suretiyle iddiaların kanıtlanma sürecidir (Toulmin'den aktaran Tümay, 2008, ss. 8-9). Bir başka ifadeyle argümantasyon, sonucu destekleme ya da sonucu çürütme için delil ve teori koordinasyonudur (Erduran ve Msimanga, 2014; Erduran ve Yan, 2009; Suppe'dan aktaran Osborne, Erduran ve Simon, 2004). Günümüzde özellikle argümantasyon temelli öğretim yaklaşımlarıyla ilgili çalışmalarda, bir argümanın iddia (ortaya atılan sav), veri (iddiyayı temellendiren durumlar), gerekçe (iddia ve veriyi ilişkilendiren ifadeler), sınırlayıcı (iddiayla ilgili verilerin kalitesini gösteren ifadeler), çürütme (gerekçenin geçerliğinin bir tarafa konduğu durum) ve destek (gerekçenin teminatı) olmak üzere beş bileşenden oluştuğu (Toulmin, 2003) görüşü esas alınarak argümantasyon süreçleri incelenmektedir. Diğer taraftan argümantasyon süreçlerinde, düşünce deneylerinin de önemli bir yeri olduğu görülmektedir. Çünkü düşünce deneyleri hem argüman hem de günlük yaşam bağlamında yaygın bir sonuç çıkarma aracı olduğu gibi (Lattery, 2001; Georgiou, 2005) bir düşünce deneyi, hayali bir senaryoda tarif edilen bir durumun gerçek olması halinde ne olacağı konusunda bizi bir yargıya da ulaştırır (Gendler, 1998). Düşünce deneyi, aklın

laboratuvarında gerçekleştirilir ve yeni bilimsel bilgilerin yapılandırılmasında önemli rol oynar (Brown, 1991). Düşünce deneyi, gerçekte yürütülemeyen deneysel bir süreç üzerinde düşündürmektir; yine de bu düşünce süreci sonunda bazı sonuçların elde edilmesi olasıdır (Janis, 1991).Düşünce deneylerinde sonuç çıkarılırken ayrıntıların üzerinde düşünülmesi ve onların irdelenmesi gerektiği için bu tip deneylerin aslında argümanlardan ibaret olduğu da söylenebilir (Norton, 1991).

Yukarıda kısaca açıklanan eleştirel düşünme becerileri-argümantasyon-düşünce deneyleri ilişkisi göz önüne alındığında, bu konuda fen alanı öğretmenlerinin örnek uygulamalara ihtiyaç duyduğu açıkça görülmektedir. Konuyla ilgili alanyazına baktığımızda argümantasyon-düşünce deneyleri odaklı çalışmaların oldukça az olduğu görülmektedir. Örneğin, düşünce deneylerinin problem çözme amaçlı kullanımıyla ilgili bir çalışmada, öğrenciler birbirlerinin düşünme süreçlerini takip edebilmek için sesli düşünme ve geriye dönük sorgulama stratejilerini kullanmışlardır (Dönertaş-Kösem ve Özdemir, 2014). Ancak fen öğretiminde düşünce deneylerinin entegre edildiği bir argümantasyon sürecinin doğrudan bir öğretmen tarafından online olarak uygulandığı bir araştırma örneğinin olmadığı tespit edilmiştir.Bu makalenin amaçlarından biri, öğrencilerin eleştirel düşünme becerileri ile argümantasyon tabanlı öğretim yaklaşımının ilişkisi konusunda öğretmenlerimizin farkındalığını geliştirerek onların argümantasyonun fen öğretiminde önemine dikkatlerini çekmek ve onlara öğrencilerinin de ilgisini çekebilecek nitelikte bir online uygulama örneği sunmaktır.

Eleştirel düşünme becerisinin geliştirilmesi açısından diyalektik argümantasyon, bireylerin başka bireylerin düşünme stratejisini de anlamasını sağlayacak önemli bir sosyal diyalogdur (Rieke ve Sillars, 2001. s. 12). Bu süreç fen sınıflarında yürütülebileceği gibi internetin öğrencilerin günlük yaşamına girdiği günümüzde, onların ilgisini çekecek şekilde online olarak da yürütülebilir. Nitekim Joung (2003), eğitim teknolojilerine giriş bağlamında üniversite öğrencileriyle yürüttüğü üç haftalık nicel araştırmasında, yüksek düzey işbirlikli online tartışma ile düşük düzey online tartışmanın karar verme, eleştirel düşünme ve karşılıklı etkileşim yapılarına etkisini araştırmıştır. Araştırma sonunda, yüksek düzey işbirlikli online tartışmaların düşük düzey online tartışmalara göre eleştirel düşünmeyi daha çok geliştirdiği ve daha eleştirel, dinamik etkileşimli yapıların kullanımının arttığı bulunmuştur. Benzer şekilde, sekizinci sınıf öğrencileriyle anlam yapılandırma üzerine yürütülen bir çalışmada, öğrencilerin eleştirel düşüncelerini geliştirmek için pedagojik araç olarak online tartışma forumları kullanılmış ve eleştirel düşünme dilinin kullanımı ile eleştirel düşünme cevap seviyeleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmuştur (Cook, 2008).Ayrıca Fettahlıoğlu ve Kaleci (2015) tarafından 30 fen bilgisi öğretmen adayı ile yürütülen bir çalışmada, online

argümantasyonun eleştirel düşünme becerilerini geliştirmedeki etkisi araştırılmıştır. Matematik öğretmen adaylarının online argümantasyonla eleştirel okuma düzeylerinin incelendiği başka bir çalışmada ise sekiz haftada öğretmen adaylarının eleştirel okuma düzeylerinin geliştiği belirtilmektedir (Çelik ve diğerleri, 2017). Nükleer enerji konusunda yedinci sınıf öğrencileriyle yapılan bir çalışmada, üç hafta süren online argümantasyon süreci sonunda öğrencilerin akademik başarı ve sosyal duyarlılığının arttığı bulunmuştur (Kırbağ-Zengin ve diğerleri, 2011).

Bu çalışmada, lise öğrencilerine yönelik düşünce deneylerini esas alarak online argümantasyon yaklaşımı ile uygulanan bir bilim öğretim süreci ve bu sürecin öğrencilerin eleştirel düşünme becerileri üzerine etkisini araştırmak amaçlanmıştır. Çalışma, bu konuda ilgili alanyazında yapılan ilk örneklerden olduğundan, düşünce deneyleri-argümantasyon-eleştirel düşünme becerisi ilişkilerinin incelendiği daha ileri araştırmaların yapılması için ülkemizdeki bilim eğitimcilerine esin kaynağı olacaktır. Ayrıca çalışmada ayrıntılı olarak betimlenen online argümantasyon uygulamasının, öğretmenlerin pedagojik alan bilgisine katkı sağlayacağı ve öğrencileriyle bu konuda yapacakları çeşitli uygulamalar için yararlanabilecekleri örnek bir etkinlik olacağı düşünülmektedir.

## YÖNTEM

### Araştırmanın Tasarımı

Bu çalışmada, bilim eğitiminde özellikle son zamanlarda önemle üzerinde durulmakta olan düşünce deneyleri esas alınarak online argümantasyonla lise öğrencilerinin eleştirel düşünme becerilerinin geliştirilme süreci, nitel araştırma tekniklerinden durum çalışması kullanılarak derinlemesine incelenmiştir. Bilindiği gibi bir ya da daha fazla olayın, ortamın, programın, sosyal grubun derinlemesine incelendiği araştırmalar durum çalışmasıdır (Büyüköztürk ve diğerleri, 2010, s. 20).

### Araştırmanın Katılımcıları

Araştırmanın katılımcıları, Ankara'da bir devlet ortaöğretim kurumunda dokuzuncu sınıfta kimya dersini alan 11 lise öğrencisi olup katılımcıların belirlenmesinde ölçüt örnekleme kullanılmıştır. Çalışmaya katılan öğrencilerin ortaöğretim kurumunun bilişim bölümünde olmaları ve gönüllü katılım sağlamaları katılımcılarının belirlenmesinde kullanılan ölçütlerdir. Bilişim bölümünde dokuzuncu sınıfta öğrenim gören ve sekizi kız, üçü erkek olan katılımcılar; 15 yaşında, orta düzeyde akademik başarıya sahip ve orta sosyoekonomik düzeyde ailelere mensuptur ve her birinin evinde bilgisayar ve internet bağlantısı mevcuttur. Araştırmanın uygulama süreci, makalenin yazarlarından biri olan araştırmacı öğretmen rehberliğinde kendi sınıf öğrencileriyle yürütülmüştür. Araştırmayı yürüten öğretmen, alan eğitiminde uzman ve orta sosyoekonomik düzeydedir.

Araştırmanın bağlamını teşkil eden ortaöğretim kurumu ise il merkezinde, ulaşım sıkıntısından ve trafik gürültüsünden uzak, yeterli dersliğe sahip, yemek ve sportif etkinlikler adına yeterlidir. Ayrıca araştırmanın bağlamını teşkil eden ortaöğretim kurumu, tablet uygulaması teknik donanımına sahip değildir.

### **Veri Toplama Araçları**

Araştırmada, online argümantasyon sürecinde kaydedilen veriler ve ayrıca uygulamanın sonunda öğrencilerin yaşadıkları bu online argümantasyon sürecine dair kendi görüşlerini yine online olarak tartışarak değerlendirmeleri ile ilgili kayıtlar veri kaynağı olarak kullanılmıştır. Bu çalışmada üzerinde argümantasyon yapılacak araç metinler, yukarıda açıklanan hususlar göz önüne alınarak özellikle düşünce deneyleri ile ilgili olarak geliştirilmiştir. Online süreç, öğrencilerin kendilerine sunulan yedi düşünce deneyi üzerinde etkili bir argümantasyon süreci yaşamalarını sağlayacak şekilde, öğretmen tarafından yönlendirilip yönetilmiştir. Online argümantasyon sürecinde kullanılan düşünce deneyleri, öğrencilerin daha çok ilgisini çekeceği ve onların ön bilgi birikimine daha uygun olacağı düşüncesinden hareketle, aynı öğretmenin daha önce 11. sınıf öğrencileriyle düşünce deneyleri temelli argümantasyon konusunda yürüttüğü başka bir çalışma sürecinde öğrencileriyle birlikte ürettikleri düşünce deneylerinden de esinlenerek hazırlanmıştır. Ayrıca söz konusu düşünce deneyleri geliştirilirken ortaöğretim kimya dersi öğretim programı, kimya bilimi ünitesi kazanımları ve Reiner'in (1998) düşünce deneyi bileşenleri (varsayıma dayanan bir dünya, bir hipotez, zihinsel olarak yürütülen bir deney, geçmiş deneyimlere ve mantığa dayalı sonuçlar, bu sonuçlara dayalı bir karar) esas alınmıştır. Online argümantasyon sürecinde kullanılan ve bulgular başlığında da ayrıntısı verilen bu yedi düşünce deneyinin başlıkları şöyledir: 1-Alternatif Altın Düşünce Deneyi, 2-Gizemli Okyanuslar Düşünce Deneyi, 3-İlginç Semboller Düşünce Deneyi, 4-İlginç Semenderler Düşünce Deneyi, 5-Alternatif Atomlar Düşünce Deneyi, 6-Yapay Su Düşünce Deneyi, 7-Tehlikeli Kayaçlar Düşünce Deneyi.

### **Veri Toplama Süreci**

Araştırmaya katılan öğrenciler ortaöğretim kurumunda bilişim sistemleri bölümünde okumaktadırlar, ancak daha öncesinde online öğretim deneyimleri yoktur. Dolayısıyla online argümantasyon sürecinden önce, katılımcılarla "google groups" uygulaması kullanılarak 11 kişilik bir online grup kurulmuş ve öğrenciler tarafından belirlenen çeşitli günlük olaylarla ilgili online deneme çalışmaları yapılmıştır. Ayrıca veri toplama sürecinden önce okulda öğrencilere düşünce deneyleri, argümantasyon ve Toulmin argüman modelinin (2003) temel kavramlarına dair iki ders saati süreyle yüz yüze örnekler sunularak gerekli eğitim verilmiştir. Online argümantasyon uygulamasına ise katılımcılar evlerinden yedi etkinlik için yedi ders saatine karşılık gelen süre boyunca katılmışlardır.

Online argümantasyon süreci, grup üzerinden verilerin kaydedilmesi suretiyle yürütülmüştür. Uygulama sırasında, öğretmen argümantasyon sürecinin verimli olmasını sağlayacak şekilde öğrencilere rehberlik ederek doğrudan yönlendirme yapmadan süreci yönetmeye çalışmıştır. Örneğin online argümantasyon sürecinde öğrencilerin ilgili iddialarını, verilerini, gerekçelerini ortak bir iddiada buluşturup özetleyerek öğrencilerin süreçte birbirlerinin düşünme süreçlerinin takibinden kopmamalarını sağlamıştır. Ya da online argümantasyon sürecinde öğrencileri, zaman zaman arkadaşlarının argümanları için karşı iddialar sunarak çürütme yapabileceklerini hatırlatarak bu konuda onları yüreklendirmeye çalışmıştır. Bu uygulama sürecinde katılımcı öğrenciler, online grup üzerinden argümantasyonla Toulmin argüman modelinin (2003) bileşenlerini (iddia, veri, gerekçe, destek, çürütme) esas alarak yedi adet düşünce deneyini yeniden yapılandırmışlardır. Katılımcılar kendilerinin ve diğerlerinin düşünme süreçlerini, iddialarına gerekçe sunarak ve birbirlerinin argümanlarına karşı argümanlar sunarak takip etmişlerdir. Katılımcılar, online argümantasyon sürecini değerlendirirken de görüşlerini online olarak ifade etmişlerdir. Öğrencilerin yaşadıkları süreçle ilgili görüşleri alınırken özellikle öğrencilere esneklik sağlama amacıyla açık uçlu sorulardan oluşan matbu bir form verilmemiş olup sadece öğretmen tarafından yaşadıkları bu uygulama sürecinin iyi ve zayıf yönlerini belirterek süreci tartışıp değerlendirmeleri istenmiştir. Ayrıca bu süreçte öğretmen süreci eğlenceli bulup bulmadıkları konusunda sorularda yöneltmiştir.

### **Verilerin Analizi**

Öğrencilerin online grup üzerinden yürüttükleri tartışmanın argümanları yazılı metin haline getirilmiş ve veriler içerik analiziyle çözümlenmiştir. Veriler kodlanmış, kategoriler oluşturulmuş daha sonra da frekans hesapları yapılmıştır. Ayrıca kategorilerin bütün kodları kapsama durumu yani tersten içerik analizi kontrolü de yapılmıştır (Erickson, 2004). Veri toplama araçlarının kapsam geçerliği özellikle ortaöğretim kimya dersi öğretim programı, kimya bilimi ünitesi kazanımları ve Reiner'in (1998) düşünce deneyi bileşenlerine uygunluğu dikkate alınarak alan eğitiminde uzman üç fen eğitimcisi tarafından kontrol edilerek sağlanmıştır. Verilerin analizinin güvenilirliği ise alan eğitiminde uzman üç fen eğitimcisinin verileri kodlama ve kategorilere yerleştirmeleri arasındaki %95 uyum ile sağlanmıştır.

Online argümantasyon sürecinde elde edilen verilerle ulaşılan öğrenci argümanlarının kodlanmasında Toulmin argüman modelinin bileşenleri (2003) yani iddia, veri, gerekçe, destek ve çürütme ifadeleri kod olarak alınmıştır. Argümanların kategorilenmesinde ise literatürde Erduran, Simon ve Osborne'un (2004) argüman analizinde kullandığı seviyelerin her biri kategori olarak kullanılmıştır. Buna göre:

Seviye 1 kategorisi, sadece iddia kodunu içermektedir.

Seviye 2 kategorisi, iddia kodunun yanı sıra veri kodunu, gerekçe kodunu ya da destek kodunu içermektedir.

Seviye 3 kategorisi, seviye 2 kategorisi kodlarının yanı sıra zayıf çürütme kodunu içermektedir.

Seviye 4 kategorisinin seviye 2 kategorisi kodlarının yanı sıra çürütme kodunu içermesi gerekmektedir.

Seviye 5 kategorisinin seviye 2 kategorisi kodlarının yanı sıra birden fazla çürütme kodu içermesi gerekmektedir.

(Ayrıca kodlama yapılırken şu hususlar göz önünde bulundurulmuştur: Zayıf çürütme; "Katılmıyorum" gibi gerekçenin geçerliğini bir tarafa koymada sadece itiraz niteliği taşımaktadır. Halbuki çürütme; "... sebebinden dolayı gerekçe geçerli değildir." gibi gerekçenin geçerliğinin bir tarafa konmasında daha temellendirilmiş itiraz sağlar.)

Bu argüman seviyeleri, araştırmanın veri toplama süreci sonunda ulaşılan argümanların analiz sürecinde kodların kategorilenmesinde esas alındığı gibi aynı zamanda online argümantasyonun kalitesinin belirlenmesinde kullanılmıştır. Bir başka ifadeyle öğrencilerin birbirlerinin düşünme stratejilerinin takibini yapıp yapmadığının incelenmesinde ve böylece onların eleştirel düşüncelerinin geliştirilip geliştirilemediğine karar verme sürecinde öğrencilerin argümanlarının kalitesi, bu seviyeler dikkate alınarak incelenmiştir.

### **Araştırmanın Etiği**

Araştırma öncesinde Ankara Valiliği Millî Eğitim Müdürlüğü'nden araştırmanın yürütülmesiyle ilgili araştırma izni alınmıştır. Araştırma öncesinde öğrencilere araştırma süreci hakkında gerekli bilgi ayrıntılı şekilde verilerek araştırma sırasında istedikleri zaman araştırmadan çekilebilecekleri belirtilmiştir.

## **BULGULAR VE YORUM**

Araştırma sürecinde elde edilen verilerin içerik analiziyle çözümlenmesiyle ulaşılan bulgular, online argümantasyonun kalitesinin belirlenmesi ve öğrencilerin süreci değerlendirmeleri olmak üzere iki başlık altında yorumlanarak aşağıda verilmiştir.

### **Online Argümantasyonun Kalitesinin Belirlenmesi**

Öğrencilerin online grup vasıtasıyla düşünce deneylerini argüman biçiminde yeniden kurgulamaları, kendilerinin ve diğerlerinin düşünme stratejilerini kritik ederek argümana karşı argümanlar oluşturmaları sürecinde elde edilen veriler, Toulmin argüman modelinin

bileşenleri (2003) esas alınarak analiz edilmiş; veri, iddia, gerekçe, destek ve çürütme şeklinde kodlanmıştır. Daha sonra iddia, seviye 1; iddia ve veri, gerekçe ya da destek seviye 2; seviye 2 ve zayıf çürütme, seviye 3; seviye 2 ve çürütme, seviye 4; seviye 2 ve birden fazla çürütme, seviye 5 olarak alınarak kategoriler oluşturulmuştur (Erduran, Simon ve Osborne, 2004). Bu kategorilere dayanarak hesaplanan frekanslar Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. *Online argümantasyon kalitesi\**

<b>Düşünce Deneyi</b>	<b>Online Argümantasyon Kalitesi, f</b>					<b>Toplam</b>
	<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>	<b>S4</b>	<b>S5</b>	
1	19	16	2	10	2	49
2	51	13	5	18	-	87
3	41	30	3	6	-	80
4	46	21	1	8	1	67
5	39	10	1	3	-	53
6	7	5	-	-	-	12
7	10	3	-	4	-	17

*Tabloda seviye 1 S1, seviye 2 S2, seviye 3 S3, seviye 4 S4, seviye 5 S5, frekans f ile gösterilmiştir.*

Tablo 1 incelendiğinde seviye 1 argümanlarının frekansları (f: 19, 51, 41, 46, 39, 7, 10) ile seviye 2 argümanlarının frekanslarının (f: 16, 13, 30, 21, 10, 5, 3), seviye 4 argümanları frekanslarından (f: 10, 18, 6, 8, 3, 0, 4) daha yüksek olduğu görülmektedir. Seviye 1 ve seviye 2 kategorilerinin frekanslarının, seviye 4 kategorisi frekanslarına göre yüksek olması sebebiyle, öğrencilerin düşünce deneyleri temelli online argümantasyon sürecinde düşünce deneylerini argüman olarak yeniden yapılandırabildikleri; düşünce deneyine dair iddia, veri, gerekçe ve destek sunabildikleri yani kendi düşünme stratejilerini takip edebildikleri söylenebilir. Ancak seviye 4 kategorisinin frekanslarının, seviye 1 ve seviye 2 kategorilerinin frekanslarına göre yüksek olmaması, öğrencilerin kendi gerekçelerine çürütme oluşturabilme ya da argümana karşı argüman sunabilme veya karşı argümana karşı argüman oluşturabilme becerilerinin yüksek olmadığına işaret eder. Burada seviye 1, seviye 2 ve seviye 4 kategorilerinin frekanslarının kıyaslanması birbirine göre bağıl olarak yapılmıştır. Bütün bu bulgulara dayanarak öğrencilerin kendilerinin veya diğerlerinin düşünme stratejilerini kritik edebilme becerilerinin yani eleştirel düşünebilme becerilerinin orta düzeyde olduğu söylenebilir.

Öğrencilerin argümantasyon becerilerinin hangi düzeyde olduğunun daha iyi anlaşılması için online argümantasyon sürecinde kullanılan düşünce deneyleri ve ayrıca her bir düşünce deneyi ile ilgili öğrencilerin argümanlarına, bu argümanların seviyelerinin tespitine ve öğretmenin argümantasyon sürecindeki rolüne örnek teşkil eden bazı



ifadeler, süreçle ilgili metinden alınarak aşağıda verilmiştir. Bu örnekler, aynı zamanda öğrencilerin birbirlerinin düşünme stratejilerini de takip edip anlayabildiklerini ve eleştirel düşünme becerilerinin geliştirilmesi açısından sosyal bir diyalog içinde olduklarını yani etkili bir diyalektik argümantasyon süreci yaşadıklarını göstermektedir.

1. *Alternatif Altın Düşünce Deneyi: Uzayda bir yerlerde dünya ile benzer özellikleri gösteren alternatif bir gezegenin olduğunu, bu gezegende de insan ırkına benzer bir ırkın yaşadığını varsayınız. Bu ırkın, uzun yıllar boyunca her şeyi altına çevirme ile uğraştığını ve de bunu başardıklarını varsayınız. İrkin, bir dizi tepkimeler sonucu elde ettiği altın yüzeysel, işlevsel özellikler, yoğunluk, örgüsel yapı ve verdiği tepkimeler bakımından dünya altınına benzemesine rağmen atom numarası ve kütle numarası dünya altınından çok farklıdır ve bu alternatif gezegendeki altın, atom numarası ve kütle numarası bakımından dünyadaki başka bir elemente de benzememektedir. Dünya altını ile alternatif gezegen altınının aynı, benzer veya farklı olduğuna dair neler söylersiniz?*

... Ö1 kodlu öğrencinin argümanı: Yapısı farklı olduğu için (veri), dünyadaki altınla başka gezegendeki altın farklıdır (iddia) (seviye2).

... Ö8 kodlu öğrencinin argümanı: Fiziksel olarak aynıdırlar (iddia) (seviye 1).

... Ö1 kodlu öğrencinin argümanı: Ben Ö8'e katılmıyorum (zayıf çürütme) (seviye 3).

(Ö1 kodlu öğrenci eğer burada Ö8 kodlu öğrenciye neden katılmadığını gerekçelendirebilseydi iddiaya karşı iddia sunmuş olacak yani bir çürütme yapılandırılmış olacaktı. Burada sadece hemfikir olmadığını belirttiği için bu argüman zayıf çürütme olarak kodlanmıştır.)

... Araştırmacı öğretmen, öğrencilerden kendine çürütme sunmalarını istiyor: "Her iki altın da aynıdır çünkü işlevsel özellikleri benziyor. Beni bir çürütün o vakit bakalım..."

... Ö5 kodlu öğrencinin argümanı: Ama kimyasal olarak farklıdırlar, bu yüzden farklı maddelerdir (çürütme) (seviye 4).

... Ö2 kodlu öğrencinin argümanı: Ama yapısal özellikleri aynı olmadığı için farklıdır (çürütme). Mesela hormonlu bir domatesle hormonsuz bir domates aynı mıdır? (çürütme) (seviye 5).

... Ö6 kodlu öğrencinin argümanı: (Atom numarası farklı.) Atom numarası çekirdeğin elektronla çekim kuvvetini değiştirdiği için aynı değildir (çürütme) (seviye 4).

(Online argümantasyonda diyalogun bütünselliği içersinde kodlama ve kategorileme yapılması çok önemlidir. Çünkü burada diyalogun bütününe değil de sadece Ö6 argümanına bakan biri argümanı veri ve iddia olarak kodlayacak, kategorilemeyi de seviye 2 olarak yapacak, bu şekilde yanılgıya düşmüş olacaktır. Burada Ö6 kodlu öğrencinin argümanının çürütme olarak kodlanmasındaki sebep araştırmacı öğretmenin kaşı iddiasına karşı iddia yapılandırıyor olmasıdır.)

Ö1 kodlu öğrencinin argümanı: Ö6 çok güzel açıkladı (Ö6'nın ifadesine katılıyorum.) (iddia) (seviye 1).

2. *Gizemli Okyanuslar Düşünce Deneyi: Uzayda bir yerlerde dünya ile benzer özellikleri gösteren bir gezegenin keşfedildiğini, bu gezegenin okyanuslarında sürekli patlamalar gerçekleştiğini ve de bu okyanusların sürekli renk değiştirdiğini varsayınız. Bu gezegene araştırma amaçlı giden bilim insanları okyanuslardan aldığı numuneyi incelemek için kimyanın alt disiplinlerinden hangisini kullanırlar? Nedenlerini açıklayarak birbirinizi ikna ediniz.*

... Ö6: (Kimyanın alt disiplinlerinden) tekstil kimya kullanılır (iddia) (seviye 1).

Araştırmacı öğretmen, online argümantasyon sürecini tetiklemek için öğrencilerden Ö6 kodlu öğrencinin iddiası için çürütme sunmalarını istiyor.

Ö2: (Analitik kimya kullanılır.) Analitik kimya: Kimya biliminin belirli bir maddenin kimyasal bileşenlerinin ya da bileşenlerinden bir bölümünün niteliğinin ve niceliğinin belirlenmesini inceleyen koludur (çürütme) (Ö6 kodlu öğrencinin argümanına karşı argüman) (seviye 4).

Ö4: Analitik kimya kullanılır. Analitik kimya 'Numunede ne var?', 'Ne kadar var?' gibi soruların cevabını bulmamızda işe yarar (çürütme) (Ö6 kodlu öğrencinin argümanına karşı argüman) (seviye 4).

Ö8: Analitik kimya kullanılır. Analitik kimya araştırma için vardır (zayıf çürütme) (Ö6 kodlu öğrencinin argümanına karşı zayıf argüman) (seviye 3).

(Burada Ö6 kodlu öğrenci ifadesinin doğru olmadığı, öğretmenin süreci yönlendirme adına bütün gruptan çürütme istemesiyle belirtilmiştir. Ayrıca Ö2, Ö4 ve Ö8 kodlu öğrencilerin

*analitik kimya açıklamaları Ö6 kodlu öğrencinin argümanına karşı argüman özelliği taşımasından dolayı çürütme olarak kodlanmış ve seviye 4 olarak kategorilenmiştir.)*

3. *İlginç Semboller Düşünce Deneyi: Uzayda bir yerlerde dünya ile benzer özellikleri gösteren bir gezegenin keşfedildiğini varsayınız. Bu gezegende bir zamanlar madencilikle uğraşan insan ırkına benzer bir ırk yaşamıştır ve bu ırk bu gezegendeki elementlere çeşitli semboller vermiştir. Gezegene araştırma amaçlı giden bilim insanları üzerlerinde sembolleri olan elementlerden numuneler almıştır. Dünyada yapılan analizler sonucu elementlerin dünya elementlerine benzemediği, yeni elementler olduğu bulunmuştur. Gezegende bir zamanlar yaşamış olan ırkın yaptığı sembolizasyonu nasıl çözersiniz?*

... Ö6: Elementlerin yapısını inceleyip kendi dilimizde yorumlar yaparak (veri) belki o sembolleri anlayabiliriz (iddia) (seviye 2).

Ö2: Olabilir (iddia) (seviye 1).

Ö3: Eğer sen kendince bakarsan o sembolün anlamını anlamazsın ki... (çürütme) (Ö6 kodlu öğrencinin argümanına karşı argüman) (seviye 4).

Ö3: Bilimsel bilgi sosyal ve kültürel bağlamdan etkilenir.(Bilimin doğası boyutuna da vurgu yapıyor.).

4. *İlginç Semenderler Düşünce Deneyi: Meksika'da yeni bir semender türünün keşfedildiğini varsayınız. Bu semender türünün organizmasında da periyodik sistemde bulunmayan element türlerinin keşfedildiğini varsayınız. Bilim insanlarının bu element türlerini nasıl sınıflayacağına ve nasıl sembolize edeceğine dair fikir yürütünüz.*

... Ö3: Elementlerin yapılarını analiz etmeliyiz. Analiz olmadan sınıflama olmaz (iddia) (seviye 1).

Ö9: Ö3'e katılıyorum (iddia) (seviye 1).

Ö11: Atomların elektronlarına göre (veri) sınıflandırabiliriz (iddia) (seviye 2).

... Ö9: Element sembolizasyonunda semenderin isminin kısaltması kullanılabilir (iddia) (seviye 1).

... Araştırmacı Öğretmen: Ben diyorum ki bu yeni keşfedilen elementleri periyodik sisteme yerleştirmede kafama göre yazarım. Beni bir çürütün bakalım.

Ö4: Olmaz. Proton sayısına göre yazmalıyız (çürütme) (seviye 4).

Ö3: Yazamazsınız çünkü (yazdığınız vakit periyodik sistem) düzensiz olur (çürütme) (seviye 4).

Ö9: Yazamazsınız çünkü periyodik sistemin bir kuralı ve uyumu var. Yazarken bu uyuma uydurmanız gerekir (çürütme) (seviye 4).

*5. Alternatif Atomlar Düşünce Deneyi: Uzayda bir yerlerde yeni bir gezegenin keşfedildiğini, bu gezegende keşfedilen atomların çekirdeklerinin +, - ve nötr taneciklerden oluştuğunu, çekirdeğin etrafında da - yüklü taneciklerin bulunduğunu varsayınız. Bu atoma ait yapılacak numaralamalar, sembolizasyonlar vb. için ne söylersiniz?*

... Ö9: Çekirdekteki eksileri (hesaba) katarak yeni bir numara oluşturur, atom numarası, kütle numarası gibi (veri)7 sembolize ederiz (iddia) (seviye 2).

... Ö8: Atomlar dünyadakilerden farklı olduğu için (veri) analiz yapılarak numaralama, sembolizasyon vb. yapılır (iddia) (seviye 2).

Ö8: Dünya ile alternatif gezegen atomlarının elektronları sayıca eşit olamaz çünkü her atomun elektron sayısı farklıdır, kendine özgüdür (çürütme) (seviye 4).

*6. Yapay Su Düşünce Deneyi: Küresel ısınmaya alternatif olarak bilim insanlarının doğadan ayırttıkları H<sub>2</sub> ve O<sub>2</sub> moleküllerinden sürekli olarak H<sub>2</sub>O sentezlediklerini varsayınız. İçtiğimiz su ile bilim insanlarının sentezlediği H<sub>2</sub>O aynı mıdır?*

... Ö1: Hayır (iddia) (seviye 1).

... Ö4: Formülleri aynı (veri) ama içtiğimiz suda başka şeyler, kimyasallar olabilir (iddia). İçtiğimiz su saf su, arı su olmayabilir (gerekçe) (seviye 2).

Ö1: İçtiğimiz su saf değildir (iddia). İçilecek hale gelmesi için (arıtım aşamasında) bazı maddeler katılıyor (gerekçe) (seviye 2).

*7.Tehlikeli Kayaçlar Düşünce Deneyi: Uzayda bir yerlerde terk edilmiş bir gezegenin keşfedildiğini varsayınız. Araştırma amacıyla bu gezegene giden bilim insanları farklı kayaçların üzerinde farklı farklı renklerde işaretlerin olduğunu keşfetmişlerdir. Bilim insanları kayaçlardan aldıkları numuneleri analiz ettiklerinde bu kayaçlarda dünyadakinden farklı farklı radyoaktif atomların varlığını tespit etmişlerdir. Buna göre kayaçların üzerindeki farklı renklerdeki işaretleri nasıl yorumlarsınız?*

... Ö8: Güvenlik işaretleri olabilirler (iddia) (seviye 1).

... Araştırmacı öğretmen online argümantasyon sürecini tetiklemek için öğrencilere işaretlerin radyasyonun neyini temsil ettiğini sorar.

Ö4: Derecesini (iddia) (seviye 1).

Ö1: Ölüme yol açtığını (iddia) (seviye 1).

Ö6: Işınlardan zararlarını (iddia) (seviye 1).

... Araştırmacı Öğretmen: Ben bu işaretler gereksiz diyorum. Beni bir çürütün.

Ö1: Gereksiz değil çünkü insan hayatı için bu işaretler var (öğretmenin iddiasına karşı iddia) (çürütme) (seviye 4).

### **Öğrencilerin Süreç ile ilgili Değerlendirmeleri**

Düşünce deneyi temelli online argümantasyonla, lise öğrencilerinin eleştirel düşünme becerilerinin geliştirilmesinin hedeflendiği bu çalışmada, sürecin etkililiğinin öğrenci gözünden değerlendirilmesinin sağlanması amacıyla argümantasyon süreci tamamlandıktan sonra online grup üzerinden öğrencilerin öğretim sürecini değerlendirmeleri istenmiştir. Bu değerlendirme süreciyle ilgili öğrenci görüşleri de online olarak toplanmış ve içerik analizine tabi tutularak elde edilen bulgular Tablo 2’de sunulmuştur. Öğrenciler online grupta sürecin değerlendirilmesi sırasında, aynı kodla ilgili birçok kez vurgu yaptıkları için toplam katılımcı sayısı ve frekansların uyuşmaması normaldir.

Tablo 2. Öğrencilerin süreci değerlendirmeleri ile ilgili bulgular

Kategoriler	Kodlar	F
Akademik boyut	Anlamlı ve kalıcı öğrenme	9
Tutum boyutu	Eğlenerek öğrenme	23
Eleştirel düşünme boyutu	Kritik ederek öğrenme	3

Tablo 2 incelendiğinde, öğrencilerin sürecin etkililiğini değerlendirirken anlamlı ve kalıcı öğrenmeye (f:9), eğlenerek öğrenmeye (f:23), öğrenilen bilginin günlük hayatta kullanılabilirliğini kritik etmeye (f:3) vurgu yaptıkları görülmektedir. Öğrencilerin kendi yaşadıkları üzerinde düşünce geliştirme ve onları ifade edebilme fırsatı bulması önemlidir: Örneğin bu değerlendirme sürecinde öğrencilerden birisi (Ö6) "Burada, olmamış bir şeyi var gibi düşündük, düşünce deneyleri bir senaryodan oluşuyordu, bu olay hakkında düşüncelerimizi geliştirip olabilecek şeyleri yorumladık." şeklinde düşüncesini ifade etmiştir. Bu ifade üzerinde düşünürsek öğrencinin kendine özgü bir düşünce deneyi tanımlayabildiğini ve ayrıca eski bilgilerle yeni bir karara ulaşabilme gibi bir düşünsel beceri sergilediğini görmekteyiz. Bunlar öğrencinin kritik ederek öğrenebildiğini bize göstermektedir.

### SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, lise kimya dersi kapsamında düşünce deneyleri temelli online argümantasyonla öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerini geliştirmeye yönelik bir uygulama süreci araştırılmıştır. Bu süreçte dokuzuncu sınıf öğrencileriyle ders programlarında bulunan "kimya bilimi" konusunda hazırlanmış yedi tane düşünce deneyi üzerinden online grup halinde öğretmenin rehberliğinde bir bilimsel tartışma süreci yürütülerek, öğrencilerin bu düşünce deneyleri ile ilgili yeni argümanlar oluşturabilme, kendilerinin ve diğerlerinin düşünme süreçlerini takip edebilme ve arkadaşlarının düşüncelerini çürütebilme deneyimi yaşamaları sağlanmıştır. Nitekim çalışmanın bulgular başlığında verilenlerden de anlaşılacağı gibi öğrenciler online grup sürecinde düşünce deneyleri üzerinden yeni argümanlar yapılandırabilmişler; kendilerinin ve arkadaşlarının düşünme süreçlerini de takip ederek iddialarının, gerekçelerinin geçerli olmadığı durumları fark etmişler; argümana karşı argümanlar ve gerektiğinde arkadaşlarının argümanlarını çürüten argümanlar öne sürmüşlerdir. Walton'a göre eğer birey rakibinin durumunu göz ardı ederek kendi argümanının rakibinden daha iyi olduğunu düşünürse başarısız olur. Çünkü bu birey argümantasyonun ikili doğasını, yani kendi argümanını desteklemek için rakibinin yorumlarını kullanmayı ve rakibinin argümanındaki zayıflıkları tanımlayarak onu zayıflatmayı göz ardı etmiştir (Aktaran Kuhn ve Udell, 2007). Bu çalışmada öğrencilerin yaşadığı online argümantasyon sürecinde ise öğrenciler kendilerinin ve diğerlerinin düşünme stratejilerini kritik etmeyi deneyimlerken rakibin

argümanına karşı argümanlar oluşturma deneyimleri yaşadıkları için argümantasyonun ikili doğası hakkında da bir deneyim edinmişlerdir. Nitekim tablodaki veriler, öğrencilerin diyalektik bir argümantasyon süreci yaşadıklarını ve yerine göre arkadaşlarının düşüncelerine karşı argümanlar da üretebildikleri anlaşılmaktadır. Öğrencilerin diyalektik argümantasyon sürecinde argüman oluşturma frekanslarının, birbirlerinin argümanlarına karşı argüman sunmalarından daha yüksek olması (Tablo 1) ise onların eleştirel düşünemediğini göstermez; sadece öğrencilerin kendi düşünme süreçlerini, diğerlerinin düşünme süreçlerine göre daha iyi takip edebildiklerini ortaya koyar. Bu bulgulara dayanarak öğrencilerin online grup uygulamasında etkili bir diyalektik argümantasyon süreci yaşadıkları görülmektedir. Sonuç olarak etkili şekilde diyalektik argümantasyon süreci yaşayan bu öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerinin de geliştiği söylenebilir (Rieke ve Sillars, 2001; Cook 2008). Nitekim Vieira, Tenreiro-Vieira ve Martins'in (2011) tarafından yapılan bir çalışmada da, öğrenciler kendilerinin düşünme süreçlerinin ve diğerlerinin düşünme stratejilerinin farkına varma deneyimleri yaşarlarsa (bu çalışmada öğrencilerin yaşadığı duruma benzer şekilde) eleştirel düşünme becerilerinin gelişeceği belirtilmiştir.

Ayrıca araştırmalarda etkili karar verme ve tartışma becerisini geliştirmek için de önce öğrencilerin iddialara delil sağlama becerisinin gelişmesi gerektiği vurgulanmaktadır (Maloney ve Simon, 2006). Tartışma becerisi gelişen öğrencilerin, karar verme becerilerinin de gelişeceği ve ileride kendi hayatlarında daha bilinçli karar veren bireyler olacakları açıktır. Bilim eğitimiyle ilgili bir çalışmada "Bilimsel tartışmaların gerçekleştiği ortamlarda yetişen öğrenci, kavramları zihninde doğru olarak yapılandırmanın yanı sıra günlük yaşamında, kişisel veya toplumsal meselelerde kararlarını verirken açık fikirli, kuşkucu ve sorgulayıcı bir tutumla alternatif açıklamalar üzerinde düşünebilir; tartışmalarda öne sürülen iddiaları ve gerekçeleri kritik ederek bilinçli karar verebilir." ifadesiyle de bu konu vurgulanmaktadır (Tümay ve Köseoğlu, 2011). Bu konuyla ilgili olarak McComas da, 2014 yılında ülkemizde verdiği 'Fen Öğretiminin 6Csi' konulu konferansında, bireylerin kendilerini ilgilendiren toplumsal konularda etkili kararlar alabilmeleri için eleştirel düşünebilen bireyler yetiştirmenin önemi üzerinde durarak fen derslerine argümantasyonla öğretim gibi uygulamaların entegre edilmesi gerektiğini vurgulamıştır. Nitekim bu araştırmada, online argümantasyon sürecinde öğrencilerimiz kendilerinin ve diğerlerinin düşünme stratejilerini kritik ederek iddialarını savunmuşlar ve iddialarında deliller sağlayarak düşünce deneyleriyle ilgili yeni kararlar verme süreci yaşamışlardır.

Fen eğitiminde öğretmenler ve öğrenciler arasında etkili bir iletişimin önemli olduğu bilinmektedir. Öğretmenle öğrenen arasında etkili bir iletişimin sağlanamadığı takdirde

öğrenme de verimli olmayacaktır. (Erduran, Bravo ve Mamlok-Naaman, 2007). Çalışmada, online grupta öğretmen ve öğrenciler arasında argümantasyon süreci monologluktan çıkarak öğrenciler için daha ilgi çekici ve eğlenceli hale gelmiş ve bu durum öğrenciler tarafından da ifade edilmiştir. Nitekim Erduran ve diğerleri (2006), araştırmalarında argümantasyonun monologluktan kurtarılmasının önemli olduğu üzerinde durmuşlardır.

Bu araştırmayla ilgili önemli bir husus da argümantasyon sürecinin öğrenci gözünden değerlendirilmesiaşamasıdır. Bu aşamada, öğrenciler online argümantasyon sürecini değerlendirirken süreçte yaptıklarına geri dönüp kendileri hakkında düşünüp üzerinde tartışarak cevaplar verdiler. Bu süreçle ilgili tartışırken öğrencilerin çok zevk aldıkları gözlemlendiği gibi ayrıca "Bu argümantasyonu böyle birlikte tartışmak da çok iyi oldu." şeklinde ifadelerin öğrenciler tarafından sıkça tekrarlandığı tespit edildi. Bunlara dayanarak değerlendirme sürecinin de onların daha anlamlı ve derinlemesine öğrenmelerine katkı sağladığı sonucu çıkarılabilir. Nitekim Matthews (Aktaran Mamlok-Naaman ve diğerleri, 2005) de derinlemesine öğrenmenin öneminden bahseden bir çalışmada, üzerinde düşünülüp tartışılan konuların derinlemesine öğrenilme ihtimalinin arttığını vurgulamıştır. Ayrıca uygulamaya katılan öğrencilerin okudukları alan bilişim sistemleri olduğundan, bu çalışma sayesinde öğrencilere bölümleriyle ilgili genel becerilerini de kimya dersinde uygulama ve geliştirme fırsatı da sağlanmış oldu.

Günümüzde sadece Türkiye’de değil diğer ülkelerde de, fen derslerinde öğretmenler, argümantasyon temelli öğretim yaklaşımlarını gerekli ve yeterli şekilde kullanamamaktadırlar(Lemke ve Wells’den aktaran Osborne ve diğerleri, 2004). Öyle ki fen alanı mezunu bireyler bile günlük yaşama dair iddialarını savunmada ve iddialarına delil sağlamada yetersiz kalmaktadırlar (Erduran, Ardaç ve Yakmacı Güzel, 2006). Öğretmenlerin argümantasyonun fen öğrenme ve öğretmedeki rolü hakkında farkındalıkları ve bilgileri geliştikçe, onların bu öğretim yaklaşımını derslerinde daha çok kullanacakları açıktır (Erduran ve Msimanga, 2014). Bunlara dayanarak bu araştırmada konu edilen lise öğrencileriyle yürütülen düşünce deneyleri temelli online argümantasyon uygulaması, öğretmenlerimizin argümantasyonla ilgili pedagojik alan bilgilerinin gelişmesine katkı sağlayacağı gibi onların kendi sınıflarıyla yapacakları uygulamalar için de faydalanabilecekleri bir örnek olacaktır. Ayrıca bu araştırmada elde edilen bulgular, bilim eğitiminde online argümantasyon öğretim yaklaşımıyla yeni uygulama örneklerine ihtiyaç olduğunu ve bu konuda yeni araştırmaların yapılmasının öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerinin gelişmesine önemli katkı sağlayacağını düşündürmektedir.



## KAYNAKÇA

- Bailin, S. (2002). Critical thinking and science education. *Science & Education*, 11, 361-375.
- Brown, J. R. (1991). *Thought experiments: A platonic account*. Thought experiments in science and philosophy. T. Horowitz and G. J. Massey (Eds.), 119-128. Maryland: Rowman & Littlefield Publishers.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. (2010). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Ankara: Pegem.
- Carwie, L. (2009). *The effect of computer-supported argument mapping on critical thinking skills of undergraduate nursing students*. Doctoral Dissertation, The University of South Alabama, Tuscaloosa.
- Cook, N. A. (2008). *Online discussion forums: A strategy for developing critical thinking in middle school students*. Doctoral Dissertation, The State University of New York, New York.
- Cooper, R. (2005). Thought Experiments. *Metaphilosophy*, 36(3), 328-347.
- Çelik, T., Gökçe, S., Aydoğan Yenmez, A. ve Özpınar, İ. (2017). Online argümantasyon: Eleştirel okuma özyeterlik algısı. *Dil ve Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 3(2), 117-134.
- Dönertaş-Kösem, Ş. & Özdemir, Ö. F. (2014). The nature and role of thought experiments in solving conceptual physics problems. *Science & Education*, 23(4), 865-895.
- Erduran, S., Ardac, D., and Yakmaci - Güzel B. (2006). Learning to teach argumentation: Case studies of pre-service secondary science teachers. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 2(2), 1-14.
- Erduran, S., Bravo, A. A., and Mamlok - Naaman, R. (2007). Developing epistemology empowered teachers: Examining the role of philosophy of chemistry in teacher education. *Science & Education*, 16(9-10), 975-989.
- Erduran, S., and 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., Simon, S., and Osborne, J. (2004). Tapping into argumentation: Developments in the application of Toulmin's argument pattern for studying science discourse. *Science Education*, 88, 915-933.
- Erduran, S., and Yan, X. (2009). *Minding gaps in Argument: Continuing professional development to support the teaching of scientific inquiry*, retrieved from <https://limerick.academia.edu/SibelErduran>.
- Erickson, E. (2004). Demystifying data construction and analysis. *Anthropology and Education*, 35(4), 486-493

- Fettahliođlu, P. ve Kaleci, D. (2015). *Eleřtirel dűřűnme beceri geliřiminde online argűmantasyon uygulaması*. 17. Akademik Biliřim Konferansında sunulmuř bildiri, Eskiřehir.
- Freeley, A. J., and 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.
- Janis, A. I. (1991). *Can thought experiments fail?* Thought experiments in science and philosophy. T. Horowitz and G. J. Massey (Eds.), 113-118. Maryland: Rowman & Littlefield Publishers.
- 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.
- Kırbađ Zengin, F., Keęeci, G. ve Kırılmazkaya, G. (2011). İlkűretim űđrencilerinin nűkleer enerji sosyobilimsel konusunu online argűmantasyon yűntemi ile űđrenmesi. *Education Sciences*, 7(2), 647-654.
- Kuhn, D., and Udell, W. (2007). Coordinating own and other perspectives in argument. *Thinking & Reasoning*, 13(2), 90-104.
- Lattery, M. J. (2001). Thought experiments in physics education: A simple and practical example. *Science and Education*, 9, 1-13.
- Maloney, J., and 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.
- Mamluk - Naaman, R., Ben - Zvi, R., Hofstein, A., Menis, J., and Erduran, S. (2005). Learning science through a historical approach: Does it affect the attitudes of none - science - oriented students towards science? *International Journal of Science and Mathematics Education*, 3(3), 485-507.
- McComas, W. F. (May, 26, 2014). *Fen ve teknoloji űđretiminin 6C'si*. Fen ve Teknoloji űđretiminde Kullanılan Yeni Modeller konferansı, Maya Okulları, Ankara.
- Norton, J. (1991). *Thought experiments in Einstein's work*. Thought experiments in science and philosophy. T. Horowitz and G. J. Massey (Eds), 129-144. Maryland: Rowman & Littlefield Publishers.
- Ortaűretim Kimya Dersi 9, 10, 11 ve 12. Sınıflar űđretim Programı 2013, <http://ttkb.meb.gov.tr/www/guncellenen-ogretim-programlari/icerik/151> sayfasından eriřilmiřtir.

- Osborne, J., Erduran, S., and Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10),994-1020.
- Reiner, M. (1998). Thought experiments and collaborative learning in physics. *International Journal of Science Education*, 20(9), 1043-1058.
- Reiner, M.,andBurko, L. M. (2003). On the limitations of thought experiments in physics and the consequences for physics education. *Science& Education*,12, 365-385.
- Rieke, R. D., and Sillars, M. O. (2001).*Argumentation and decision making*. New York USA: Longman.
- Simon, S., Erduran, S., and 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. (2008). *Argümantasyon odaklı kimya öğretimi*. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Tümay, H. ve Köseoğlu F. (2011). Kimya öğretmen adaylarının argümantasyon odaklı öğretim konusunda anlayışlarının geliştirilmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 8(3), 105-119.
- Tüzün, Ü. N. (2010). *Düşünce deneyleri kullanılarak yapılandırılan bilimsel tahmin argümanlarının öğrencilerin gazlar konusunu anlamalarına etkisi*.Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Vieira, R. M.,Tenreiro - Vieira, C., andMartins, I. P. (2011). Critical thinking: Conceptual clarification and its importance in science education. *Science Education International*, 22(1),43-54.
- West, T. L. (1994). *The effect of argumentation instruction on critical thinking skills*. Doctoral Dissertation, Southern Illinois University, Chicago.

## EXTENDED SUMMARY

### Purpose

An individual could take plausible decisions if only he/she could think critically. Critical thinking gives opportunities to an individual for analyzing argumentation process on the basis of evaluating its' powerful sides. Critical thinkers could justify an opinion properly (Freeley and Steinberg, 2005). If we want individuals to live in societies proper with citizenship competence, then we must integrate critical thinking to science curriculums (Vieira, Tenreiro-Vieira and Martins, 2011). Critical thinking means what to believe and what to do (Norris and Ennis, cf., West, 1994). In science education, argumentation could be used for enhancing critical thinking (West, 1994). Argumentation means coordinating evidence and theory for justifying a conclusion or rebutting this conclusion (Erduran and Msimanga, 2014; Erduran and Yan, 2009; Suppe, cf., Osborne, Erduran

and Simon, 2004). An argument means claim, data, warrant and backing whereas argumentation means conjoining these components (Simon, Erduran and Osborne, 2006; Toulmin, 2003). Thought experiments, which ask what would happen if a particular scientific scenario occurred, could be used as a strategy throughout an argumentation process (Lattery, 2001) because a thought experiment is a reasoning tool on the basis of an argument (Gendler, 1998; Georgiou, 2005). For assuming science teachers that argumentation is an important teaching strategy for proper science teaching, qualified argumentation applications must be modeled in detail for them. In literature, there are so many researches modeling online argumentation for enhancing students' critical thinking skills (Carwie, 2009; Cook, 2008; Çelik et al., 2017; Fettahlioğlu and Kaleci, 2015; Joung, 2003). But there is no research modeling thought experiments based online argumentation for enhancing students' critical thinking skills. So this research's aim is to enhance high school students' critical thinking skills through thought experiments based online argumentation in science education. By this way, it is planned to make contribution to the gap in the literature.

### **Method**

The research was conducted with 11 high school students on the basis of case study. The research participants were being educated on information systems at the high school and they were volunteers for this research. Online argumentation outputs and students' process evaluation through the online group were utilized as data collecting tools. Thought experiments used in online argumentation were constructed according 'high school chemistry teaching program, 2013 and Reiner's thought experiment components (a hypothetical world, a hypothesis, an experiment conducted at mind's laboratory, logical conclusions and a decision) by a small group of 11<sup>th</sup> grade students who previously had had learning experiences on the basis of thought experiments based argumentation. The application process was the argumentation of seven thought experiments through an online group and then the students evaluated online the whole process. Content analysis was utilized. Codes and categories were constructed and then frequencies were calculated. Cross-content analysis was utilized whether all the categories consisted of all the codes or not (Erickson, 2004). The data collecting tools' content validity was checked by three science educators. The data collecting devices' analysis reliability was provided by the same science educators' coding and categorizing consistency which was calculated as 95 percentages.

### **Results**

The research's findings were stated as 'determining online argumentation's quality' and 'students' process evaluation' titles. For determining scientifically true constructed online

argumentation's quality, Erduran, Simon and Osborne's (2004) argumentation levels were utilized. Level 1 means argument consisted of claim, level 2 argument consisted of claim and data, warrant or backing, level 3 argument consisted of level 2 plus weak rebuttal, level 4 argument consisted of level 2 plus rebuttal and level 5 argument consisted of level 2 plus rebuttals. So it was analyzed as level 1 arguments' frequencies (f: 19, 51, 41, 46, 39, 7, 10) and level 2 arguments' frequencies (f: 16, 13, 30, 21, 10, 5, 3) were much more higher than level 4 arguments' frequencies (f: 10, 18, 6, 8, 3, 0, 4). So it could be said that students could construct arguments consisted of claim and data, warrant or backing but their argument construction consisted of claim and data, warrant, backing and rebuttal was not high. In other words, they could criticize their own thinking strategies but their ability of criticizing the others' thinking strategies was average. An example from the online argumentation process could be seen below:

Interesting Salamanders Thought Experiment: Suppose a new kind of salamander was discovered in Mexico. Suppose new kinds of elements were also discovered over this salamander's organism. How could scientists classify and symbolize these new elements?

...The argument constructed by the student 3: There could not be classification if analysis did not occur (claim) (Level 1).

The argument constructed by the student 9: I agree (weak claim) (Level 1)...

The argument constructed by the student 11: We could classify the atoms (claim) according to their electrons (data) (Level 2)...

... S9: We could use the shortening of the salamander's spice name (claim) (Level 1)...

... Researcher Teacher: I say that I could put these elements in periodic table regardless to any rules. Let's consume me.

S4: It could not be. We must put them according to their proton numbers (rebuttal) (Level 4).

S3: No, you could not. Because if you put them in periodic table regardless to any rules, then the periodic table would be irregular (rebuttal) (Level 4).

S9: No, you could not because periodic table has a rule and harmony. You must take into account this harmony (rebuttal) (Level 4).

Students' process evaluation showed that meaningful and permanent learning (f: 9), enjoyable learning (f: 23) and criticizing the newly adopted information (f: 3) occurred. For example student 6 said "We thought an unoccurred event as occurred (thinking the thought experiment's scenario dimension) and then we made up our thinking for interpreting what would happen for the given scenario (using previous knowledge for making up a decision) (specific thought experiment definition) (criticizing the newly adopted information).

### **Discussion and Conclusion**

As a conclusion it could be said that enhancing high school students' critical thinking skills through thought experiments based online argumentation in science education could be achieved by making students criticize their own and others thinking strategies. So it was made contribution to the gap in the literature. Because when argumentation occurs, students could learn the basic chemical concepts properly and could criticize claims and warrants through an argumentation process so to make plausible decisions (Tümay and Köseoğlu, 2011). This research told in detail for assuming science teachers that argumentation is an important component of science teaching. For further studies, critical thinking skills through thought experiments based online argumentation in science education' researches in different domains could be studied.