

Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Organik Kimyada Modelleme Destekli TGA Etkinliklerine Yönelik Görüşleri: Rezonans Konusu

(Pre-service Science Teachers' Views on Modelling-Supported POE Activities: The Case of Resonance)

Gülten ŞENDUR^a, Merve KAYA, Tarık OTMAN, Ece AKTAŞ, Mustafa KILIÇ

Dokuz Eylül Üniversitesi, Buca Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü Kimya Eğitimi Anabilim Dalı, İzmir
gulten.sendur@deu.edu.tr

Özet

Organik Kimyadaki pek çok kavram içinde, rezonans konusu lisans öğrencilerinin anlamakta zorlandıkları konuların başında gelmektedir. Bu nedenle, lisans düzeyinde yürütülen Organik Kimya derslerine rezonans konusunun anlamlı bir şekilde öğrenilmesi, sonraki öğrenmelerde de istenilen düzeylere ulaşılması açısından önemlidir. Bu bağlamda, bu araştırma ile Genel Kimya IV (Organik Kimya) dersi kapsamında yer alan rezonans konusunda öğretmen adaylarının aktif olarak sürece katıldıkları modelleme destekli Tahmin-Gözle Açıkla (TGA) etkinliklerinin geliştirilmesi ve bu etkinliklerin öğretmen adaylarının görüşleri ışığında değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Araştırma, nitel bir araştırmadır. Araştırmanın örneklemini, 2017-2018 öğretim yılında Ege bölgesindeki bir eğitim fakültesinin Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalında Genel Kimya-4 dersini alan 37 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Araştırmada veri toplama aracı olarak, öğretmen adaylarına yapılan uygulamaya yönelik görüşlerini belirlemek amacıyla 7 açık uçlu sorudan oluşan form uygulanmıştır. Araştırma sürecinde, “Benzen” “Fenol” “Nitrobenzen” “Benzaldehit” ve “p-nitrofenol” moleküllerin rezonans yapıları incelenmiş olup, öğretim 3 haftada (6 ders saati) tamamlanmıştır. Öğretimin tamamlanmasının ardından, öğretmen adaylarına açık uçlu sorular uygulanmış ve uygulanan etkinliklere yönelik görüşleri bu form aracılığı ile toplanmıştır. Araştırmada, açık uçlu soruların analizi içerik analizi doğrultusunda yapılmıştır. Analiz sonuçlarından, öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğunu, geliştirilen etkinliklerin rezonans kavramını anlamalarına kolaylık sağladığını ifade ettikleri belirlenmiştir. Öğretmen adayları aynı zamanda, geliştirilen bu etkinlikleri dikkat çekici ve akılda kalıcı olarak nitelendirmişlerdir.

Anahtar Kelimeler: Modelleme, Organik Kimya, Rezonans, TGA

Abstract

Among several concepts in Organic Chemistry, the case of resonance is one of the primary subjects in which undergraduate students have a difficulty to understand. Learning the subject of resonance in Organic Chemistry lessons that are conducted at the level of bachelor degree in a significant way is important for reaching to a satisfactory level in the next learnings as well. In this context, the research aims to develop modelling-supported Predict-Observe-Explain (POE) activities in which pre-service teachers participate actively concerning the case of resonance, which is included within the scope of the General Chemistry IV (Organic Chemistry) lesson and to evaluate these activities in the light of pre-service teachers' views. The research is a qualitative research. Sample of the research consisted of 37 pre-service teachers receiving the General Chemistry IV lesson in the Department of Science Education at a faculty of education in the Aegean region during the 2017-2018 academic year. In the research, a form consisting of seven open-ended questions aiming to determine the pre-service teachers' views on the application was applied as a data collection tool. In the research process, resonance structures of “Benzene”, “Phenol”, “Nitrobenzene”, “Benzaldehyde” and “p-nitrophenol” molecules were analyzed and the teaching was completed in three weeks (six course hours). After completing the teaching, open-ended questions were applied to the pre-service teachers and their views on the activities were collected via that form. In the research, analysis of the open-ended questions was performed according to content analysis. From the results of the analysis, it was determined that a great majority of the pre-service teachers stated that resonance activities helped them understand the concept of resonance better. Also the pre-service teachers specified the activities as attention grabbing and catchy.

Keywords: Modelling Organic Chemistry, POE, Resonance,

Giriş

Organik kimya öğrencilerin sadece kavram, olgu ya da tepkimeleri yorumlamalarını değil, aynı zamanda moleküler yapıdaki değişimlerin, nelere neden olabileceğini de sorgulamalarını gerektiren bir derstir (Graulich, 2015). Nitekim, öğrenciler organik kimyada birbiri ile ilişkili çok sayıda bilimsel bilgi, sembolik gösterim ile karşılaşmakta ve öğrencilerin bunları anlamlı bir yapı içerisinde anlamlandırmaları gerekmektedir. Organik kimyanın kendine özgü olan bu doğası, farklı öğrenim seviyelerindeki pek çok öğrencinin Organik Kimya derslerinde kavramsal olarak zorlanmalarına neden olmuştur (Cruz-Ramirez de Arellano ve Towns, 2014; Flynn, 2015).

Rezonans konusu lisans öğrencilerinin, Organik Kimya derslerinde anlamakta zorlandıkları konulardan biridir. Pek çok molekülün fiziksel özellik, kimyasal reaktivite ve yapısı üzerinde rezonansın etkilerinin olması, bu konunun Organik Kimyadaki önemini arttırmıştır (Betancourt-Perez, Olivera, ve Rodríguez, 2010). Rezonans konusu aynı zamanda, spektroskopi, ürünlerin dağılımı, aromatiklik ve tepkime mekanizmaları gibi organik kimyanın üst düzey konularının anlaşılmasında son derece önemli bir yere sahiptir. Bu nedenle, lisans düzeyinde yürütülen Organik Kimya derslerine rezonans konusunun anlamlı bir şekilde öğrenilmesi, sonraki öğrenmelerde de istenilen düzeylere ulaşılması açısından önem taşımaktadır. Buna karşın alan yazındaki araştırmalar incelendiğinde, rezonans konusunun öğretimi ile ilgili çalışmaların daha çok analogilerle sınırlı olduğu görülmektedir (Silverstein, 1999; Lin, 2007). Bu açıdan, öğrencilerin analogiler yerine başka modeller üzerinden rezonans konusunu anlamalarına yardımcı olacak öğrenme ortamlarının oluşturulmasına ihtiyaç duyulduğu anlaşılmaktadır.

Bu bağlamda, bu araştırma ile Genel Kimya IV(Organik Kimya) dersi kapsamında yer alan rezonans konusunda öğretmen adaylarının aktif olarak sürece katıldıkları modelleme destekli Tahmin-Gözle Açıkla (TGA) etkinliklerinin geliştirilmesi ve bu etkinliklerin öğretmen adaylarının görüşleri ışığında değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaç ışığında, çalışmada “Fen Bilgisi öğretmen adaylarının Genel Kimya IV(Organik Kimya) dersi kapsamında yer alan rezonans konusuna ilişkin uygulanan, modelleme destekli TGA etkinliklerinde ilişkin görüşleri nedir?” sorusuna yanıt aranmıştır.

Yöntem

Araştırma, nitel bir araştırmadır. Araştırma yöntemi, bireylerin deneyimleri ve bunların yorumlanması ile ilgili olması nedeniyle nitel araştırma olarak tercih edilmiştir(Orhan, 2010).

Örneklem

Araştırmanın örneklemi, 2017-2018 öğretim yılında Ege bölgesindeki bir eğitim fakültesinin Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalında Genel Kimya-4 (Organik Kimya) dersini alan 37 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Öğretmen adaylarının, tamamı araştırmaya gönüllü olarak katılmışlardır.

Veri toplama Aracı

Araştırmada veri toplama aracı olarak, öğretmen adaylarına yapılan uygulamaya yönelik görüşlerini belirlemek amacıyla 7 açık uçlu sorudan oluşan form uygulanmıştır.

Araştırma Süreci

Araştırma sürecinde, ilk olarak fen bilgisi öğretmen adaylarına uygulanacak modellemeye destekli TGA yöntemi hakkında bilgi verilmiştir. Ardından, sınıf ortamında etkinliklerin uygulamasına geçilmiştir. Etkinlikler uygulanırken, öncelikle öğretmen adaylarının 5-6 kişiden oluşan gruplara ayrılması sağlanmış ve ardından, öğretmen adaylarına çalışma yaprakları dağıtılarak modelde gösterilen moleküller ile ilgili tahminlerde bulunmaları istenmiştir. Grupların, kendi içlerinde tahminlerde bulunmalarının ardından bunları sınıf ortamında

açıklamaları sağlanmıştır. Gözlem aşamasında ise, model üzerinde ilgili molekülün rezonans sınır formülleri gösterilmiştir. En son aşama ise, grupların tahmin ve gözlemleri arasındaki farkları sınıf ortamında tartışmaları ile sonlanmıştır. Araştırma sürecinde, “Benzen” “Fenol” “Nitrobenzen” “Benzaldehit” ve “p-nitrofenol” moleküllerin rezonans yapıları incelenmiş olup, öğretim 3 haftada (6 ders saati) tamamlanmıştır. Öğretimin tamamlanmasının ardından, öğretmen adaylarına açık uçlu sorular uygulanmış ve uygulanan etkinliklere yönelik görüşleri bu forma aracılığı ile toplanmıştır.

Verilerin Analizi

Araştırmada, açık uçlu soruların analizi içerik analizi doğrultusunda yapılmıştır. Bu amaç, doğrultusunda kategoriler araştırmacı ve bir uzman tarafından ayrı ayrı oluşturulmuş ve uyuşum yüzdesi %92 olarak hesaplanmıştır (Miles ve Huberman, 1994).

Bulgular

Bu bölümde, araştırmada veri toplama aracı olarak uygulanan açık uçlu sorularının analizinden elde edilen bulgulara sırasıyla yer verilmiştir.

Fen bilgisi kimya öğretmen adaylarına yöneltilen açık sorulardan birincisi olan “rezonans konusunda kullandığımız modelleme destekli TGA etkinlikleri hakkında düşünceleriniz nedir? açıklayınız” sorusuna ait analiz sonuçları Tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo 1. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Geliştirilen Etkinliklere Yönelik Görüşleri

Görüşler	Frekans	Yüzde	Örnek İfade
Modelleme ile gösterimin olması	23	51,1	“Rezonans konusunda, modellemeye dayalı gösterimlerin olması benim açımdan güzeldi”. ÖA-17.
Anlamayı kolaylaştırması	6	13,3	“Yaptığımız bu etkinlikler konuyu daha iyi anlamamıza yardımcı oldu”. ÖA-22
Öğreticilik	6	13,3	“Oldukça öğretici etkinlerdi. Organik kimyada, kimyanın diğer konuları gibi deneysel olarak öğretim pek sağlanamıyordu, ancak bu etkinliklerle tıpkı deneyler gibi görerek, düşünerek, gözlemleyerek öğrenmiş olduk”. ÖA-15
Dikkat çekicilik	4	8,9	“Etkinliğin, şematik olarak gösterimi insanın dikkatini çeken bir tarzdaydı”. ÖA-9
Derse katılımı sağlama	3	6,7	“Bu etkinliğin rezonans konusunu anlamamız için yararlı olduğunu düşünüyorum. Özellikle derse aktif şekilde katılmamız önemliydi”. ÖA-1
Anlamada zorlanılması	2	4,4	“Konuyu öğrenmek için güzel bir yöntem gibi ama konuyu anlamakta bu şekilde zorlandım”. ÖA-6
Dersin verimli olması	1	2,2	“Uygulamaya dayalı etkinlikler olduğundan, derslerin verimli olduğunu düşünüyorum”. ÖA-31

Tablo 1’den, fen bilgisi öğretmen adaylarının çoğunlukla, geliştirilen etkinliklerin modelleme boyutuna vurgu yaptıkları anlaşılmaktadır. Öğretmen adayları aynı zamanda, geliştirilen bu etkinlikleri anlamayı kolaylaştırıcı ve öğretici olarak nitelendirdikleri de belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının yaptıkları açıklamalardan, bu etkinlikleri dikkat çekici, derse katılımı sağlama ve dersin verimli olmasına katkıda bulunma biçiminde olumlu olarak değerlendiren, iki öğretmen adayı ise dersi anlamakta zorlandıklarını belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarının verdikleri bu cevaplar, geliştirilen etkinlikleri çoğunlukla olumlu olarak değerlendirdiklerini göstermektedir.

Fen bilgisi öğretmen adaylarına ikinci olarak ise Bu “etkinliklerin en kolay kısmı neydi? neden? açıklayınız” sorusu yöneltilmiştir. Bu soruya ait öğretmen adaylarının verdikleri cevapların analiz sonuçları Tablo 2’de sunulmuştur.

Tablo 2. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Geliştirilen Etkinliklerin Kolay Kısımına Yönelik Görüşleri

Görüşler	Frekans	Yüzde	Örnek İfade
Gözlem yapma	21	53,9	“Gözlem kısmı çünkü olayın nasıl gerçekleştiğini model üzerinden görebiliyoruz”. ÖA- 4
Açıklamanın yapılması	8	20,5	“Gözlem ve tahminleri karşılaştırıp açıklamaktı çünkü konu ile ilgili tüm bilgiler elimizde mevcut”. ÖA-28
Görsellik	6	15,4	“Görsel içerikli olması işimizi kolaylaştırdı”. ÖA- 30
Yük oluşumun anlaşılması	2	5,1	“Elektron hareketi sonucunda (-) ve (+) yüklerin oluşumunu anlamak kolaydı”. ÖA-13
Delokalizasyon olayının anlaşılması	1	2,6	“Delokalizasyon olayında elektron hareketini anlamak kolaydı”. ÖA-11
Cevapsız	1	2,6	-

Tablo 2 incelendiğinde, öğretmen adaylarının geliştirilen etkinliklerin en kolay kısmı olarak gözlem yapma cevabını sıklıkla verdikleri görülmektedir. Bu cevabı sırasıyla, açıklama yapılması ve etkinliklerin görselliğe dayanması cevapları takip etmiştir. Bu cevaplardan da anlaşılacağı üzere, fen bilgisi öğretmen adayları etkinliklerin kolay kısmını gözlemlerin modellemeye dayalı olması olarak nitelendirmişlerdir.

Araştırmada öğretmen adaylarına yöneltilen bir diğer soru ise Bu “etkinliklerin en zor kısmı neydi? neden? açıklayınız” sorusu yöneltilmiş olup, bu soruya ait analiz sonuçları ve öğretmen adaylarının cevaplarına ait alıntılar Tablo 3’de sunulmuştur.

Tablo 3. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Geliştirilen Etkinliklerin En Zor Kısımına Yönelik Görüşleri

Görüşler	Frekans	Yüzde	Örnek İfade
Tahminde bulunma	22	59,5	“Tahmin kısmında moleküllerin rezonans sınır formüllerini çizmek zordu”. ÖA-36
Bazı moleküllerin rezonans sınır formüllerinin oluşturulması	6	16,2	“Halkaya hem elektron verici hem de halkadan elektron çekici gruplar bağlandığında rezonans sınır formüllerinin yazılması”. ÖA- 2
Gözlem yapılması	2	5,4	“Gözlemi dikkatli bir şekilde yapmak gerekiyordu” ÖA-10
Açıklamada bulunulması	2	5,4	Tahmin ile gözlemleri karşılaştırıp, bunun arasındaki farkları açıklamak”. ÖA-16
Delokalizasyon olayı	2	5,4	“Delokalizasyonun nasıl gerçekleştiğini belirlemek zordu”. ÖA- 27
Konu içeriğinin zorluğu	2	5,4	“Konu içeriği zor olduğu için anlamakta zorlandım”. ÖA-33
Zor kısmın olmaması	1	2,7	“Etkinliklerde zor gelen bir kısım yoktu”. ÖA-25

Tablo 3’deki analiz sonuçları fen bilgisi öğretmen adaylarının, gerçekleştirilen etkinliklerin en çok tahminde bulunma kısmında zorlandıklarını göstermektedir. Bu cevabın ardından en sıklıkla verilen diğer cevap ise bazı

moleküllerin rezonans sınır formüllerinin oluşturulması olmuştur.

Fen bilgisi öğretmen adaylarının, geliştirilen etkinliklere yönelik beğendikleri noktaları belirlemek amacıyla “etkinliklerde beğendiğiniz kısımlar var mıdır? varsa nedir?” açıklayınız sorusu yöneltilmiştir. Bu soruya ait analiz sonuçları Tablo 4’de gösterilmiştir.

Tablo 4. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Geliştirilen Etkinliklerde Beğendikleri Kısımlara Yönelik Görüşleri

Görüşler	Frekans	Yüzde	Örnek İfade
Modellemenin olması	20	50,0	<i>“Etkinlikte en beğendiğim kısım, modellemenin olmasıydı. Modelleme ile hem elektron hareket yönünü hem de atomlar üzerinde (+) ve (-) olan yerleri net bir şekilde görebildik”. ÖA- 19</i>
Görsellik	13	32,5	<i>“Elektron hareketlerinin görsel şekilde gösterilmesi çok güzeldi”. ÖA-3</i>
TGA	3	7,5	<i>“Dersin üç aşamada işlenmesi. Tahmin etme, gözlem ve açıklama şekilde dersin devam etmesi”. ÖA-32</i>
Anlatım	2	5,0	<i>“Tahmin ve gözlem arasındaki karşılaştırma yapıp bunu açıklamak öğrenme açısından son derece yararlı bence”. ÖA-7</i>
Delokalizasyon	1	2,5	<i>“Ben delokalizasyon olayını sevdim. Elektron hareketi ve bağların oluşması güzeldi”. ÖA- 18</i>
Cevapsız	1	2,5	-

Tablo 4’deki analiz sonuçlarından, öğretmen adaylarının etkinliklerde en çok modellemenin olmasını beğendikleri ortaya çıkmıştır. Öğretmen adayların, özellikle modelleme ile hem elektron hareketlerini hem de atomlar üzerinde (+) ve (-) olan yerleri daha net bir şekilde görme fırsatları olduklarını belirtmişlerdir. Benzer bir şekilde etkinliklerin görsellik kısmında da özellikle elektron hareketlerini görülebilmesi kısmına dikkat çekilmiştir. Öğretmen adaylarının yaptıkları yorumlardan , etkinliklerde dersin üç aşamada, TGA’ya uygun olarak işlenmesini de etkinliklerde beğendikleri noktalardan biri olduğu belirlenmiştir.

Öğretmen adaylarına yöneltilen bir diğer soru da ise etkinliklerde beğenmedikleri noktalarının olup olmadığı belirlenmek istenmiş ve bu amaçla “etkinliklerde beğenmediğiniz kısımlar var mıdır? varsa nedir? açıklayınız sorusu yöneltilmiştir. Bu soruya ait analiz sonuçları Tablo 5’de gösterilmiştir.

Tablo 5. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Geliştirilen Etkinliklerde Beğenmedikleri Kısımlara Yönelik Görüşleri

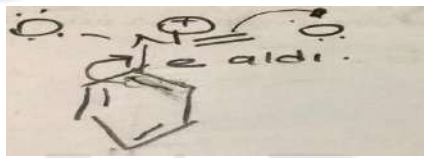
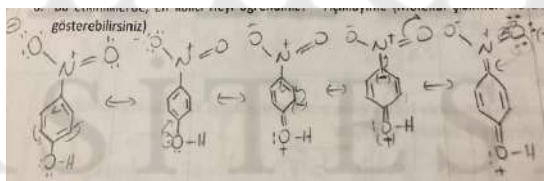
Görüşler	Frekans	Yüzde	Örnek İfade
Beğenilmeyen kısımların olmaması	19	51,4	<i>“Beğenmediğim herhangi bir kısım olmadı, klasiğin dışında gayet güzel etkinliklerdi”. ÖA-20</i>
Süre	6	16,2	<i>“Etkinliklerde bence tek sıkıntı zaman alıcı olmasıydı”. ÖA- 26</i>
Moleküllerin zorluğu	3	8,1	<i>“Moleküllerin zor olması beni zorladı açıkçası”. ÖA- 5</i>
Teorik bilgi eksikliği	3	8,1	<i>“Teorik bilgimiz bu konuda eksik olduğu için zorlandım”. ÖA-29</i>
Işık/ Materyal	2	5,4	<i>“Materyalde kullanılan ışık şiddetliydi. Beni rahatsız eden nokta bu oldu”. ÖA-34</i>

Konu alanı zorluğu	1	2,7	“Bana konunun içeriği zor geldi”. ÖA- 8
Cevapsız	3	8,1	-

Tablo 5 incelendiğinde, fen bilgisi öğretmen adaylarının büyük bir oranının etkinliklerde beğenmedikleri kısımların bulunmadığını ifade ettikleri görülmektedir. Bununla birlikte, öğretmen adaylarınca belirtilen olumsuz noktalar olarak ise daha yoğunlukta etkinliklerin zaman alıcı olması, etkinlikte yer alan moleküllerin zorluğu ve teorik bilgi eksiliği cevaplarının verildiği görülmektedir. Genel Kimya ve Organik Kimya derslerinin genellikle geleneksel olarak işlenmesi ve öğretmen adaylarının bu tarz öğretime alışkın olması, geliştirilen etkinliklerin bu kısımlarını zor olarak değerlendirmelerine neden olmuş olabilir.

Yürütülen bu araştırmada, aynı zamanda fen bilgisi öğretmen adaylarının rezonans konusuna ilişkin zihinlerinde ne kaldığının ortaya koyulması da amaçlanmıştı. Bu doğrultuda öğretmen adaylarına “ bu etkinliklerde, en kalıcı neyi öğrendiğiniz? açıklayınız (molekül çizimleri ile de gösterebilirsiniz) sorusu yöneltilmiştir. Bu soruya ait analiz sonuçları Tablo 6’da sunulmuştur.

Tablo 6. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Geliştirilen Etkinliklerde Kalıcı Olarak Öğrendikleri Kısımlara Ait Görüşleri

Görüşler	Frekans	Yüzde	Örnek İfade
Delokalizasyon yapan aromatik bileşiklerin ilk ve son hali	12	31,6	“Moleküllerin rezonans sınır formüllerini yazdığımızda ilk ve son halinin aynı olması” ÖA- 30
Delokalizasyonda elektron hareketi	10	26,3	“Delokalizasyon olayında elektronların hareketini, mesela aromatik halkaya elektron geçişi de olabiliyor ya da elektron çeken grupta olabiliyor” ÖA-1
Nitro grubunun halkadan elektron çekmesi	9	23,7	 “Nitro grubu aromatik halkadan elektron çekiyor ve delokalizasyon gerçekleşiyor”.ÖA-17
Rezonans formüllerinin yazılması	4	10,5	 “Halkaya hem elektron çeken hem de elektron veren bir grup bağlı olduğunda rezonans sınır formüllerinin yazılması”. ÖA-22
Bağ uzunlukları/oluşumu	2	5,3	“Benzende bağ uzunluklarının eşit olması , benzen içinde π bağlarının yerinin değişmesi”. ÖA- 13
Kalıcılığın olmaması	1	2,6	“Bende bir kalıcılık olmadı”. ÖA-26

Tablo 6'daki analiz sonuçlarından, öğretmen adaylarının özellikle delokalizasyon olayına ve rezonans sınır formüllerinin yazılmasına vurgu yaptıkları anlaşılmaktadır. Öğretmen adaylarından sadece bir tanesi, yapılan etkinlikler sonucu zihinlerinde kalıcı bir şey kalmadığını ifade etmiştir.

Araştırmada kimya öğretmen adaylarına yöneltilen son soru ise “buna benzer etkinliklerin organik kimyadaki diğer konularda uygulanmasını ister miydiniz? eğer isterseniz hangi konular? neden?” sorusu olmuştur. Bu soruya ait analiz sonuçları Tablo 7’de gösterilmiştir.

Tablo 7. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Benzer Etkinliklerin Organik Kimya Derslerindeki Diğer Konulara Uygulanabilirliği Hakkında Görüşleri

Görüşler		Frekans	Yüzde	Örnek İfade
Olumlu	Alkan/alken/alkin/alkol eldeleri ve tepkimeleri	14	41,2	“Alkan, alken ve alkin eldelerinde kullanılabilir. Çünkü öğrencilerin dikkati derste olur. Öğrencinin derse katılımı artabilir. Bu etkinlikler derste uygulanırsa, dersin öğrenci için daha verimli olacağını düşünüyorum”. ÖA- 21 “Alkol eldesinde kullanılabilir. Modeller üzerinde yapılması, öğrenmeyi kolaylaştırır”. ÖA-13
	Kimyasal tepkimeler	6	17,6	“Organik moleküllerin tepkimelerinde kullanılabilir. Çünkü bu tarz etkinlikler akılda kalıcılığı artırıyor.” ÖA-30
	Yapı izomeri	5	14,7	“Yapı izomerisi konusunda da bu tür etkinlikler yapılabilir. Böylelikle öğrencilerde kalıcı bilgiler oluşabilir diye düşünüyorum. Öğrenci hem görerek hem de uygulayarak öğrenmiş oluyor”. ÖA- 1
	Adlandırma	3	8,8	“Adlandırmada etkili bir yöntem olabilir. Hem eğlenceli hem de öğretici bir yöntem”. ÖA- 3
	Her konu	2	5,9	“Organik kimyadaki tüm konularda uygulanabilir. Görsel olması daha anlaşılır hale getiriyor”. ÖA- 11
Olumsuz	Bağ oluşumu	1	2,9	“Organik kimyadaki moleküllerde böyle bir modelleme yaparak bağların kırılması ve ya oluşması gösterilebilir”. ÖA-14
	Hiçbir konu	3	8,8	“Hiçbir konuda uygulanamaz çünkü zaman alıcı”. ÖA-26

Tablo 7’deki analiz sonuçlarından, öğretmen adaylarının çoğunluğunun benzer etkinliklerin Organik Kimyanın farklı konularında da uygulanabileceğini belirttikleri anlaşılmıştır. Bu cevaplarda özellikle, hidrokarbonlar ve fonksiyonel gruplu organik moleküllerin elde ve tepkimeleri daha yüksek oranda ifade edilmiştir. Öğretmen adaylarından üçü ise, bu tarz etkinliklerin zaman alıcı olması nedeniyle uygulanamayacağını belirtmişlerdir

Sonuç ve Tartışma

Araştırmadan elde edilen veriler, öğretmen adaylarının, rezonans konusuna yönelik geliştirilen modellemeye destekli TGA etkinliklerini, etkili olarak nitelendirdiklerini; kendileri için soyut olan bu konunun bu uygulamalar ile somutlaştığını ifade ettiklerini ortaya koymuştur. Araştırmada, öğretmen adaylarının verdikleri cevaplardan özellikle bu uygulamanın, kalıcı öğrenmelerine yardımcı olduğunu ifade ettikleri belirlenmiştir. Bu durum, rezonans gibi öğrenciler için zor ve çoğu zamanda anlamlandırmadıkları konular için bu tarz etkinliklerle etkili bir öğrenme ortamının oluşturulabileceğini göstermektedir. Bu bağlamda, özellikle Organik Kimyada öğrenciler için soyut olan diğer kavram ya da tepkimeler için bu tür uygulamaların geliştirilmesi ve bu uygulamaların, öğrencilerin kavramsal anlamaları üzerindeki etkisinin de incelenmesinin önemli olduğu düşünülmektedir.

Kaynakça

- Betancourt-Perez, R., Olivera, L. J., and Rodríguez, J. E. (2010). "Assessment of Organic Chemistry Students' Knowledge of Resonance-Related Structures." *Journal of Chemical Education*, 87(5), 547.
- Cruz-Ramirez de Arellano, D. and Towns, M. (2014). Students understanding of alkyl halide reactions in undergraduate organic chemistry, *Chemistry Education Research and Practice*, 15(4), 501–515.
- Flynn, A. B.(2015). Structure and evaluation of flipped chemistry courses: organic & spectroscopy, large and small, first to third year, English and French, *Chemistry Education Research and Practice*, 16, 198–211.
- Graulich, N. (2015). The tip of the iceberg in organic chemistry classes: how do students deal with the invisible? *Chemistry Education Research and Practice*, 16, 9–21.
- Lin, S. (2007). Aromatic Bagels: An Edible Resonance Analogy, *Journal of Chemical Education*, 84(5), 779.
- Miles, M. B. ve Huberman, A. M.(1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*, London: Sage.
- Orhan, K. (2010). Bilim ve araştırma yaklaşımları, *Bilimsel araştırma yöntemleri* (53-73) içinde, E. Tutar ve C. Gariper (Ed.) İstanbul: Lord Matbaacılık.
- Silverstein T.P.(1999). The "Big Dog-Puppy Dog" Analogy for Resonance, *Journal of Chemical Education*, 76(2), 206–208.