

Examination of Pre-Service Science Teachers' Experiment Designs Based on the POE Method

Banu Kara, Marmara University, 0000-0003-4734-6757

Merve Sak, Marmara University, 0000-0002-6003-4056

Elif Benzer, Marmara University, 0000-0002-2518-768X

Abstract

The aim of this study is to determine the competencies of pre-service science teachers in designing experiments based on Predict-Observe-Explain (POE) method. For this purpose, the holistic single case design, which is one of the qualitative research methods, was used in the study. The research was carried out with the participation of 57 science pre-service teachers who were taking Science Teaching Laboratory Applications-2 course in a university in Istanbul in the 2018-2019 academic year. Easily accessible situation sampling was used in the selection of the study group. Within the scope of the study, a four-hour seminar lesson on POE method was given to pre-service teachers. Three weeks after the seminar, pre-service teachers formed groups and designed an experiment based on the POE method on fermentation and made a report on this design. In the study, as a data collection tool, the 11-item POE design assessment tool (POED), developed by the researchers as a result of the literature review, was used in order to evaluate the experimental designs based on the POE. As a result of the research, it is seen that the teacher candidates are sufficient in the observation stage (72%), partially sufficient in the prediction stage (45%) and insufficient in the explanation stage (20.5%). When all stages of experimental designs based on POE were evaluated, it was determined that the percentage of success was 49.5% and this value was close to the average value and that the pre-service teachers were partially sufficient in their designs. In this direction, it is recommended to use innovative methods such as argument formation, questioning, critical thinking more frequently in teacher training programs in order to improve the experimental designs based on POE of pre-service teachers.

Keywords: POE, experiment design based on POE, pre- service science teacher



Inönü University
Journal of the Faculty of
Education

Vol 22, No 1, 2021

pp. 841-865

DOI:

10.17679/inuefd.
863694

Article type:
Research article

Received : 18.01.2021

Accepted : 03.05.2021

Suggested Citation

Kara, B., Sak, M. and Benzer, E. (2021). Examination of Pre-service Science Teachers' Experiment Designs Based on the POE Method, *Inonu University Journal of the Faculty of Education*, 22(1), 841-865. DOI: 10.17679/inuefd.863694

This article was presented as a oral presentation at the International Science, Mathematics, Entrepreneurship and Technology Education Congress held online on 19-22 November 2020.

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

In science education, it is ensured that students participate in the problem solving process by doing research and questioning like a scientist. In this process, students make claims about the solution of a problem and support these claims with experiments and observations. Jimenez-Aleixandre and Erduran (2008) define argumentation as relationship between claims and data through justification and evaluation of knowledge (cited in Kaya, Erduran, and Cetin, 2010). The purpose of argumentation is to enable students to support their claims with data like a scientist, provide justifications for these claims and contribute to future scientific studies (Balci, 2015). Argumentation; It has different applications used in science experiments. One of them is the Predict-Observe-Explain (POE) method (Demirel, 2016). POE method consists of three stages: prediction, observation and explanation. In the prediction phase, the student makes predictions about the result of the experiment in the light of this information and justifies these predictions. Then, in the observation phase, the student is expected to observe the events that took place during the experiment and to record these observations. In the explanation stage, students are asked to discuss whether their predictions and observations agree with the reasons. As a result, the claims are expected to be supported or refuted by the student (Liew and Treagust, 1995). It is seen that there are many studies examining the effect of POE method on determining or removing misconceptions, development of cognitive process skills, attitude and interest towards science (Ergul, Saritas, and Ozcan, 2020; Kose, Costu, and Keser, 2003; Misir, 2009; Tetik, 2019; Yaman 2012; Gulesir, Aydemir, Kus, Uzel, and Gul, 2020; Bozdemir, Cevik, Helvacı, and Kurnaz, 2017; Akgun, Tokur, and Ozkara, 2013; Durmus, 2014; Sari and Sengul; 2018). In the literature, many studies have been found about the effect of POE on the development of pre-service teachers for different subjects and concepts, and many positive effects of the POE method have been observed. However, there are no studies examining the experimental designs based on POE of teacher candidates who will be the implementers of this method.

Purpose

It was aimed to determine the competencies of pre-service science teachers in terms of experimental designs based on POE in this study in order to contribute to the literature. For this purpose, the problem and sub-problems of the research are as follows;

What are the experimental designs of pre-service science teachers based on POE?

1. What are the designs of pre-service science teachers for the estimation stage?
2. What are the designs of pre-service science teachers for the observation phase?
3. What are the designs of pre-service science teachers for the explanation phase?

Method

Since the experimental reports of pre-service science teachers were examined in depth, the case study, which is one of the qualitative research models, was used in the study. In this study, holistic one-case study, one of the types of case study, was used.

Findings

- 1.** It was determined that 10 groups (59%) of pre-service teachers prepared the prediction phase for the result of the experiment. It was determined that 9 groups (53%) consisting of pre-service teachers did not question the reason for the prediction in the prediction phase.
- 2.** It was determined that 14 groups (82.3%) consisting of pre-service teachers prepared their experimental designs in accordance with the target outcome. It was observed that 11 groups of pre-service teachers (64.7%) did not give clues about the experiment result during the observation phase.
- 3.** It was determined that 12 groups of teacher candidates (70.6%) did not examine the compatibility of predictions with the observation results at the explanation stage, and 15 groups (88.2%) did not question the reason for the compatibility / inconsistency between prediction and observation during the explanation stage.
- 4.** It was determined that the success percentage of the pre-service teachers in the prediction stage was 45%, 72% in the observation stage and 20.5% in the explanation stage. When the experimental designs of pre-service teachers were evaluated with all stages, it was determined that the success rate was 49.5%.

Discussion & Conclusion

In the prediction phase, students are expected to make predictions about an event they have not yet observed (Ergul et al., 2020) and that these predictions are based on the result of the experiment (Hanimoglu, 2015). When the designs were examined from this point of view, it was determined that the majority of the pre-service teachers prepared the questions they asked for the results of the experiment in order to reveal the predictions about the experiment.

When the designs of pre-service science teachers for the observation stage were examined, it was determined that most of them prepared experimental designs suitable for the target gain. Considering that pre-service teachers have difficulties in designing experiments suitable for the target gain (Kocakulah and Savas, 2011), it can be said that the candidates are successful in this field. In addition, it was observed that the pre-service teachers did not give any guidance or clue about the result. Considering that the knowledge of the students, their predictions about the event, the reasons they put forward against these predictions, their expectations from the event affect the students' observations (Kearney, 2002), it is seen that the candidates are successful in this regard.

When the designs for the explanation stage were examined, it was found that explanations and information about the subject were made in most of the designs. When the designs were examined, it was seen that the number of designs questioning the compatibility or incompatibility of the predictions and the results of the observation was quite low.

Finally, it can be said that the candidates have difficulty in the explanation stage the most. Considering all stages of teacher candidates' experimental designs based on POE, it has been determined that the designs are partially sufficient. Pre-service teachers' deficiencies in prediction and explanation stages were effective in the emergence of this result. This situation suggests that these skills of teacher candidates are not sufficiently developed and constructivist methods for developing scientific process skills in educational processes are not used sufficiently.

Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının TGA Yöntemine Dayalı Deney Tasarımlarının İncelenmesi

Banu Kara, Marmara Üniversitesi, 0000-0003-4734-6757
Merve Sak, Marmara Üniversitesi, 0000-0002-6003-4056
Elif Benzer, Marmara Üniversitesi, 0000-0002-2518-768X

Öz

Bu çalışmanın amacı fen bilimleri öğretmen adaylarının Tahmin Et- Gözle- Açıkla (TGA) yöntemine dayalı deney tasarımı konusundaki yeterliliklerinin belirlenmesidir. Bu amaç doğrultusunda çalışmada nitel araştırma yöntemlerinden biri olan bütüncül tek durum deseninden yararlanılmıştır. Araştırma 2018-2019 eğitim öğretim yılında İstanbul'da bir üniversitede Fen Öğretimi Laboratuvar Uygulamaları-2 dersini almakta olan 57 fen bilimleri öğretmen adayının katılımı ile gerçekleştirilmiştir. Çalışma grubunun seçiminde kolay ulaşılabilir durum örneklemesinden yararlanılmıştır. Çalışma kapsamında öğretmen adaylarına TGA yöntemi ile ilgili dört saatlik seminer dersi verilmiştir. Seminerden üç hafta sonra öğretmen adayları gruplar oluşturarak mayalanma konusunda TGA yöntemine dayalı bir deney tasarlayarak bu tasarımı rapor haline getirmişlerdir. Çalışmada veri toplama aracı olarak TGA'ya dayalı deney tasarımlarını değerlendirmek amacıyla araştırmacılar tarafından alanyazın taraması sonucunda geliştirilen 11 maddelik TGA tasarımı değerlendirme aracı (TGAT) kullanılmıştır. Araştırma sonucunda öğretmen adaylarının deney tasarlarken gözlem aşamasında yeterli (%72), tahmin aşamasında kısmen yeterli (%45) ve açıklama aşamasında yetersiz (%20,5) oldukları görülmektedir. TGA'ya dayalı deney tasarımlarının tüm aşamaları değerlendirildiğinde ise başarı yüzdesinin %49,5 olduğu ve bu değerlerin ortalama değere yakın olduğu ve adayların tasarımlarında kısmen yeterli oldukları belirlenmiştir. Bu doğrultuda öğretmen adaylarının TGA'ya dayalı deney tasarımlarını iyileştirmek amacıyla öğretmen yetiştirme programlarında argüman oluşturma, sorgulama, eleştirel düşünme gibi yenilikçi yöntemlerin daha sık kullanımı önerilir.

Anahtar Kelimeler: TGA, TGA'ya dayalı deney tasarımı, fen bilimleri öğretmen adayları

Önerilen Atıf

Kara, B., Sak, M. ve Benzer, E. (2021). Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının TGA Yöntemine Dayalı Deney Tasarımlarının İncelenmesi. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22(1), 841-865. DOI: 10.17679/inuefd.863694

Bu makale 19-22 Kasım 2020 tarihlerinde online gerçekleştirilen Uluslararası Fen, Matematik, Girişimcilik ve Teknoloji Eğitimi Kongresi'nde sözel bildiri olarak sunulmuştur.



İnönü Üniversitesi
Eğitim Fakültesi Dergisi
Cilt 22, Sayı 1, 2021
ss. 841-865
DOI:
10.17679/inuefd.
863694

Makale türü:
Araştırma makalesi

Gönderim Tarihi :
18.01.2021
Kabul Tarihi :
03.05.2021

GİRİŞ

Eğitim ve öğretimin etkili bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için araştırmacılar yeni yöntemler geliştirmeye çalışmış ve bu yöntemlerin bazı değişkenler üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Özellikle fen eğitiminde uzun yıllar boyunca eğitimciler öğrencinin bilgiyi yapılandırması amacıyla pek çok yöntem kullanmış ve bu yöntemlerin etkisini araştırmaya yönelik birçok uygulama yaparak fen eğitimindeki etkisini arttırmaya çalışmışlardır (Gök ve Doğaç, 2020; Guzey, Harwell, Moreno, Peralta ve Moore, 2017; Karamustafaoğlu, 2009; Kardaş, 2013 Norman, Ault, Bentz ve Meskimen, 2001; Özmen, 2004; Schroeder, Scott, Tolson, Tse-Yang ve Yi-Hsuan, 2007; Von Secker ve Lissitz, 1999; Yenice, Tunç ve Çandarlı, 2019). Bu çalışmalar sonucunda fen eğitiminde; geniş kapsamlı araştırmaların yapılması, bir iddianın eleştirel bir açıdan bakılarak incelenmesi, verilerin toplanması ve bu verilerin kanıt olarak sunulması en önemli unsurlar olarak belirlenmiştir (Duschl, Schweingruber ve Shouse, 2007). Bu unsurlar göz önünde bulundurulduğunda fen eğitimi aracılığı ile öğrencilerin bir bilim insanının nasıl çalıştığını anlamaları ve bilime ilgi duymaları sağlanmıştır (Hofstein ve Mamlok-Naaman, 2007; Karışan, Bilican ve Şenler, 2016). Fen eğitiminde öğrencilerin bir bilim insanı gibi araştırma ve sorgulama yaparak problem çözme sürecine dahil olması beklenir. Bu süreçte öğrenciler bir problemin çözümüne yönelik iddialar ortaya koyar ve bu iddiaları deney ve gözlemler ile desteklerler. Jimenez-Aleixandre ve Erduran (2008) bilginin gerekçelendirilmesi ve değerlendirilmesi aracılığıyla iddialar ve veriler arasında ilişki kurulmasını *argümantasyon* olarak tanımlar (Akt. Kaya, Erduran ve Çetin, 2010). Argümantasyonun amacı, öğrencilerin bir bilim insanı gibi iddialarını verilerle destekleyebilmelerini, bu iddialara gerekçeler sunabilmelerini ve ileride yapılacak bilimsel çalışmalara katkıda bulunabilmelerini sağlamaktır (Balci, 2015). Alanyazın incelendiğinde ise son dönemlerde argümantasyon tabanlı öğrenmenin, fen eğitiminde öğrencilerin bilgiyi anlamlandırması açısından etkili bir yöntem olarak sıklıkla kullanıldığı görülmektedir (Aydın ve Kaptan, 2014; Can ve İşleyen, 2020; Demirbağ ve Günel, 2014; Erduran, Ardaç ve Yakmacı-Güzel, 2006; Hakyolu ve Ogan-Bekiroglu, 2011; Kara, Yılmaz ve Kingir, 2020; Lambert ve Bleicher, 2017; Osborne, Erduran ve Simon, 2004; Özcan, Haktamış ve Hiğde, 2018; Sari ve Islami, 2020). İnaltekin ve Akçay (2017) fen bilimleri öğretmen adaylarının laboratuvar uygulamalarında argümantasyon tabanlı yazarak öğrenme çalışmalarının öğretmen adaylarının bilimi anlama ve sorgulama becerilerini geliştirdiğini ifade etmektedirler. Argümantasyon, bir konu hakkında sorgulama temel alınarak fen deneylerinde de kullanılabilir. Fen deneylerinde sorgulama tasarımı, deneyin yapılması ve sonucun yorumlanması için fikir paylaşımının yapılması ve tartışılması şeklinde gerçekleştirilir (Demir, Enderle ve Gül, 2017). Argümantasyonun; fen deneylerinde kullanılan farklı uygulamaları mevcuttur. Bunlardan biri de Tahmin Et-Gözle-Açıkla (TGA) yöntemidir (Demirel, 2016). TGA yöntemi ilk olarak 1979 yılında Champagne, Klopfer ve Anderson tarafından birinci sınıf fizik öğrencilerinin düşünme becerilerini incelemek amacıyla “Gösteri, Gözlem, Açıklama” olarak planlanmıştır (Güleşir, Aydemir, Kuş, Uzel ve Gül, 2020). Ancak daha sonra 1992 yılında White ve Gunstone bireylerin kavramları zihinlerinde nasıl yapılandırdıklarını tespit edebilmek için bu yöntemi revize etmişlerdir (Coştu ve Karataş, 2017). TGA, öğrencilerden gerçekleştirilecek deney veya olayın sonucunu nedenleriyle tahmin etmelerinin, deney veya olayı gözlemlerinin ve tahminleri ile gözlemleri arasında çelişki varsa buna yönelik açıklamalar yapmalarının beklendiği bir yöntemdir (Bilen ve Aydoğdu, 2012; Yavuz ve Çelik, 2013). Bu yöntem öğrencilerin, tahminde bulunmadan ve bu tahminleri sınıf arkadaşları ile tartışmadan önce bir olayı anlamaları ardından bilimsel bir açıklama yapmak için gözlem yaparak deneyimleri üzerinde derinlemesine düşünmelerine yardımcı olur (Fitriani, Zubaidah, Susilo ve Al Muhdhar, 2020).

TGA yönteminin öğrenme sürecinde üç ana adım uygulanır (Kala, Yaman ve Ayas, 2013). Bunlar; tahmin, gözlem ve açıklama aşamalarıdır. Tahmin aşamasında, öğretmen öğrencilere deneyden önce, gerçekleştirilecek deney ile ilgili bilgi verir. Öğrenci bu bilgiler ışığında deneyin sonucuna yönelik tahminlerde bulunur ve bu tahminlerini gerekçelendirir. TGA yönteminde, öğrencilerin deney öncesi tahminleri var olan bilgileri ve deneyimlerinin, günlük yaşamları ile entegrasyonu ile desteklenir (Akamca ve Hamurcu, 2009; Köse, Coştu ve Keser, 2003). Tahmin aşaması, öğrencilerin ön bilgilerini açığa çıkarmaya (Yıldırım ve Maşeroğlu, 2016) ve olayların neden olması gerektiğine dair argüman oluşturmalarına yardımcı olur (Karamustafaoğlu ve Mamlok-Naaman, 2015). Tahminlerin nedenler ile birlikte açıklanması ise, TGA yönteminin etkililiğini arttırmaktadır (Kearney ve Treagust, 2001). Böylece, öğrencinin tahminde bulunarak olaya ilgisinin artması ve odaklanması sağlanır (Yıldırım ve Maşeroğlu, 2016). Ardından gözlem aşamasında deney, öğretmen tarafından gösteri deneyi şeklinde ya da öğrenciler tarafından bireysel ya da gruplar halinde gerçekleştirilir. Bu aşamada öğrencinin, deney sırasında gerçekleşen olayları gözlemlemesi ve bu gözlemlerini kaydetmesi beklenir. Gözlem aşaması, öğrencilere, nitel veya nicel olarak veri toplama deneyimi sağlar (Brown ve Concannon, 2016). Gözlem aşamasında öğrencilerden, önceki deneyimlerinden yola çıkarak, deneyi dikkatli bir şekilde gözlemlemeleri istenir. Bu şekilde, öğrencilerin yaşadıkları günlük ve basit olarak görülen olayları daha fazla anlamlandırarak, gözlem sırasında farkındalıklarının artırılmasına yardımcı olması beklenir. (Yıldırım ve Maşeroğlu, 2016). TGA'nın son aşaması olan açıklama aşamasında ise öğrencilerden tahminleri ile gözlemlerinin uyuşup uyuşmadığını nedenleriyle tartışmaları istenir. Sonuç olarak iddiaların, öğrenci tarafından desteklenmesi ya da çürütülmesi beklenir (Liew ve Treagust, 1995). Öğrenciler bu aşamada, üst düzey düşünme becerileriyle birlikte argüman oluşturma becerilerini de geliştirirler (Balaydın ve Altınok, 2018).

Genel olarak TGA yaklaşımı, öğretmenlerin rehberliğinde öğrencilerin yansıtma becerilerini geliştirerek, aynı zamanda gözlemlerini kullanarak tanımlama ve yorumlama, yorumlarını akranları ile paylaşma ve tartışma gibi becerilerini geliştirmeye yardımcı olur (Brown ve Concannon, 2016). Ancak bu becerilerin gelişimi diğer yöntemlerde olduğu gibi TGA yönteminin de etkili bir şekilde uygulanması ile mümkündür. Bu doğrultuda yöntemin uygulayıcıları olan fen bilimleri öğretmenlerine önemli görevler düşmektedir. Fen kavramlarını deneyler ile öğretebilme ve öğrencilerin aktif olduğu ders ve laboratuvar ortamlarının oluşturulması, fen bilimleri öğretmenlerinin önemli görevlerindedir (Güngör ve Özkan, 2017). Buna bağlı olarak, fen bilimleri öğretmenlerinin hem eğitimleri sürecinde hem de öğretmenlik süreçlerinde TGA yöntemini benimseyerek kullanmasının önemli olduğu düşünülmektedir. Bu doğrultuda Köse vd., (2003) TGA yönteminde öğretmenlerin yeni fikirler üretilmesi ve çıkarım yapılması konusunda yol gösterici ve cesaretlendirici bir rol oynadığını ifade etmektedirler. Bu nedenle fen bilimleri öğretmen adaylarının eğitim sürecinde deney raporu yazma deneyimlerinin öğrenciler üzerinde olumlu katkılar oluşturacağı düşünülmektedir. Çünkü bilinen o ki fen eğitiminde öğrenme amacıyla gerçekleştirilen yazma aktiviteleri bilgiyi oluşturmada ve anlamlandırmada önemli bir yere sahiptir (Yore, Hand ve Prain, 2002).

TGA yönteminin alanyazında kavram yanılgıları, bilimsel süreç becerileri, akademik başarı, derse yönelik tutum ve bilim insanı imajı üzerindeki etkilerinin incelendiği çalışmalar olduğu görülmektedir. Harman (2014), TGA'ya dayalı laboratuvar etkinlikleri aracılığıyla fen bilimleri öğretmen adaylarının hücre zarından madde geçişi konusundaki kavram yanılgılarını belirlemiştir. Tiftikçi, Yüksel, Koç ve Çıbık (2017), TGA yönteminin fen bilimleri öğretmen adaylarında elektrik akımını anlama düzeyleri ve kavram yanılgılarını giderme üzerindeki etkisini incelemişler ve etkinliklerin konuyu anlama düzeyleri ve kavram yanılgılarını gidermede olumlu etkilerinin gözlemlendiğini belirtmişlerdir. Bilen, Köse ve Uşak (2011) ise, fen bilgisi öğretmen adaylarının TGA'ya dayalı öğretim yönteminin osmoz ve difüzyonu anlama düzeyleri üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Bu çalışma sonucunda araştırmacılar, TGA'ya dayalı laboratuvar uygulamalarının, öğretmen adaylarının konuyu anlamalarında daha etkili olduğunu

ifade etmişlerdir. Ayvacı ve Durmuş (2016) laboratuvar uygulamalarında TGA yönteminin, ispat (doğrulama) yöntemine göre daha etkili olduğunu belirtirken Sarı ve Şengül (2018) TGA'ya dayalı laboratuvar etkinliklerinin akademik başarı üzerinde olumlu etkilerinden bahsetmişlerdir. Bilen ve Aydoğdu (2012) ise fen bilgisi öğretmen adaylarının TGA'ya dayalı laboratuvar etkinliklerinin bilimsel süreç becerilerine ve bilimin doğası hakkındaki düşüncelerine etkisini incelemişler ve bu etkinliklerin, her ikisi üzerinde de olumlu etkileri olduğunu belirlemişlerdir. Özdemir (2011), fen bilimleri öğretmen adaylarının asit- baz konusunu anlamaları üzerinde TGA'ya dayalı laboratuvar etkinliklerinin olumlu etkisinin olduğunu gözlemlerken, bilişsel süreç becerilerine bir katkısı olmadığını belirtmiştir. Tokur (2011) ise, fen bilgisi öğretmen adaylarının bitkilerde büyüme ve gelişme konusunda TGA'ya dayalı etkinliklerin, öğrencilerin konuyu anlamasına, hatırd tutmalarına, bilişsel süreç becerilerinin gelişimine ve fene yönelik tutumlarına etkisini araştırmıştır. Bu araştırma sonucunda etkinliklerin öğretmen adaylarının konuyu anlamaları, hatırd tutmaları, bilişsel süreç becerileri ve fene yönelik tutumları üzerinde olumlu etkileri olduğunu belirtmiştir. Güngör ve Özkan (2017) fen bilgisi öğretmen adaylarının TGA'ya dayalı laboratuvar yaklaşımına yönelik görüşlerini incelemiş ve TGA yönteminin zaman alıcı olduğunu ancak diğer yöntemlere göre daha eğlenceli olduğunu ifade etmişlerdir. Bilir vd. (2020) ise argümantasyon tabanlı öğrenme yaklaşımlarının ortaokul 8. sınıf öğrencilerinin bilim insanı imajları üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla TGA etkinliğinden faydalanmış ve bu etkinliğin öğrencilerin basmakalıp bilim insanı imajı üzerinde etkili olduğunu tespit etmişlerdir. Kısacası TGA yönteminin, akademik başarı, konu/kavram öğrenimi, kavram yanlışlarının belirlenmesi veya giderilmesi, bilişsel süreç becerilerinin gelişimi, fene yönelik tutum ve ilgi üzerindeki etkisinin incelendiği birçok çalışmanın yer aldığı görülmektedir (Akgün, Tokur ve Özkara, 2013; Banawi, Sopandi, Kadarohman ve Solehuddin, 2019; Bozdemir, Ezberci-Çevik, Helvacı ve Kurnaz, 2017; Durmuş, 2014; Ergül, Sarıtaş ve Özcan, 2020; Fuadi, Sopandi, Priscylio, Hamdu ve Mustikasari, 2020; Güleşir vd., 2020; Hilario, 2015; Köse vd., 2003; Mısır, 2009; Sarı ve Şengül; 2018; Tetik, 2019; Yaman 2012).

Alanyazında öğretmen adaylarının farklı konu ve kavramlara yönelik gelişimlerine TGA'nın etkisi ile ilgili çok sayıda çalışma bulunmasına ve TGA yönteminin birçok olumlu etkisinin gözlemlenmesine rağmen yöntemin uygulayıcısı olacak öğretmen adaylarının TGA'ya dayalı deney tasarımlarının incelendiği çalışmalara rastlanmamıştır. Bu doğrultuda alanyazına katkıda bulunabilmek amacıyla bu çalışmada fen bilimleri öğretmen adaylarının TGA'ya dayalı deney tasarımları bakımından yeterliliklerinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Bu amaca yönelik olarak araştırmanın problemi ve alt problemleri aşağıdaki gibidir;

Fen bilimleri öğretmen adaylarının TGA'ya dayalı deney tasarımları nasıldır?

1. Fen bilimleri öğretmen adaylarının tahmin aşamasına yönelik tasarımları nasıldır?
2. Fen bilimleri öğretmen adaylarının gözlem aşamasına yönelik tasarımları nasıldır?
3. Fen bilimleri öğretmen adaylarının açıklama aşamasına yönelik tasarımları nasıldır?

YÖNTEM

Araştırma Deseni

Araştırmada fen bilimleri öğretmen adaylarının deney raporlarının derinlemesine incelenmesi söz konusu olduğu için nitel araştırma modellerinden biri olan durum çalışmasından yararlanılmıştır. Durum çalışması; mevcut durumun belirlenebilmesi amacıyla verilerin toplanması ve analiz edilmesi sürecini kapsayan bir modeldir (Aytaçlı, 2012). Durum çalışması

dört tür desenden oluşur; iç içe geçmiş tek durum deseni, iç içe geçmiş çoklu durum deseni, bütüncül tek durum deseni ve bütüncül çoklu durum deseni şeklinde ele alınmaktadır (Yin, 1984; akt. Yıldırım ve Şimşek, 2018, s. 289). Bu araştırmada durum deseni türlerinden bütüncül tek durum deseninden yararlanılmıştır. Bütüncül tek durum deseni bir birey, bir kurum, bir program, bir okul gibi tek bir analiz biriminin kullanıldığı araştırma desenidir (Yıldırım ve Şimşek, 2018, s. 300). Çalışmada ise, bir üniversitede öğrenim görmekte olan fen bilimleri öğretmen adaylarının TGA'ya dayalı deney raporu yazma durumları incelenmiş ve elde edilen sonuçlar betimlenmiştir.

Çalışma Grubu

Çalışma 2018-2019 eğitim öğretim yılında İstanbul'da bulunan bir üniversitenin Fen Bilimleri Öğretmenliği Bölümü'nde Fen Öğretimi Laboratuvar Uygulamaları-2 dersini almakta olan 57 [50 kadın (%87,7), 7 erkek (%12,3)] öğretmen adayı ile gerçekleştirilmiştir. Çalışma grubunun seçiminde kolay ulaşılabilir durum örneklemeinden yararlanılmıştır. Kolay ulaşılabilir durum örneklemeinde araştırmacı erişilmesi kolay ve yakın bir durumu belirler (Yıldırım ve Şimşek, 2018, s. 123).

Çalışmada öğretmen adayları TGA'ya dayalı deney tasarımlarını hazırlamak amacıyla kendi istekleri doğrultusunda belirledikleri katılımcı sayısı ile toplam 17 grup oluşturmuşlardır.

Verilerin Toplanması

Veri Toplama Aracı

TGA tasarımı değerlendirme aracı (TGAT)

Araştırmada fen bilimleri öğretmen adaylarının TGA'ya dayalı deney tasarımlarını değerlendirmek için veri toplama aracı olarak araştırmacılar tarafından geliştirilen TGA tasarımı değerlendirme aracı (TGAT) kullanılmıştır (Ek-1). TGAT alanyazın taraması sonucunda (Ecevit ve Kaptan, 2019; Benzer, 2015; Tereci, Karamustafaoglu ve Sontay, 2018; Yıldırım ve Maşeroğlu, 2016) TGA'nın belirli özellikleri göz önünde bulundurularak öğretmen adaylarının tasarımlarında bulundurmaları gereken maddelere göre geliştirilmiştir. Bu doğrultuda TGAT; deneyin sonucuna yönelik yapılan *tahmin*, deney tasarımının gerçekleştirildiği *gözlem*, tahmin ve gözlemlerin irdelendiği *açıklama* kısımlarından oluşturulmuştur. Oluşturulan maddelerin geçerliliğinin sağlanabilmesi amacıyla araştırmacıların dışında bir alan uzmanı ve bir dil uzmanının görüşü alınmıştır. Uzman görüşlerinden sonra tekrar gözden geçirilen TGAT; tahmin kısmında beş, gözlem kısmında dört, açıklama kısmında iki madde olmak üzere toplam 11 maddelik bir değerlendirme aracı olarak oluşturulmuştur.

İşlem

Çalışmada öğretmen adaylarına Fen öğretimi laboratuvarı uygulamaları 2 dersi kapsamında araştırmacılarından biri ve aynı zamanda dersin öğretim üyesi tarafından TGA yöntemiyle ilgili dört saatlik bir seminer dersi verilmiştir. Seminer dersi ve yapılan işlem daha önceden bu dersi birkaç yıldır veren öğretim üyesi tarafından ders kapsamında öğretmen adaylarına uygulandığı için bu çalışmada pilot uygulama yapılmamış, araştırmacının tecrübesi ile uygulama yürütülmüştür. Seminer dersinde; yapılandırmacı yaklaşımın önemli yöntemlerinden biri olarak TGA'nın tanımı, öğretimdeki yeri, aşamaları, aşamalarının uygulanmasında farklı yaklaşımlar ve sıkça yapılan hatalar ele alınmıştır. Seminer dersinin içeriği uygulamaya yönelik örnekler içeren iki makale ile desteklenmiştir (Bilen ve Köse, 2012; Mısır ve Saka, 2012). Öğretmen adayları önce makaleleri okumuş, yorumlamış ve TGA yöntemiyle ilgili yorumlarını laboratuvar ortamında anlatmışlardır. Bu süreçte gruplar birbirlerine eklemeler yapmış ve en son

araştırmacının hazırladığı içerik sunulmuştur. Seminer dersinin ardından ğretmen adaylarının duyu organlarıyla ilgili bir deneyi TGA'ya uygun olacak şekilde tasarlamaları istenmiştir. Bu tasarımlar laboratuvarda sunulmuş ve araştırmacı ve diğer ğretmen adayları tarafından sözlü olarak değerlendirilmiştir. Öğretmen adaylarıyla interaktif bir şekilde gerçekleştirilen seminerden sonra onların kendi istedikleri kişilerle gruplara ayrılarak 5. sınıf mayalanma konusunda TGA yöntemine uygun bir deney tasarlamaları ve bu tasarımı rapor haline getirmeleri istenmiştir. Öğretmen adaylarının tasarımları ders kapsamında yapıldığı için laboratuvar ortamında gerçekleştirilebilecek ve deney sonucu kısa zamanda gözlemlenebilen bir konu olduğu için mayalanma konusu seçilmiştir. Ayrıca ğretmen adaylarının ders kapsamında farklı yaklaşımları da deneyimlemeleri gerektiği için TGA tasarımları sadece bir konu ile sınırlandırılmıştır. Öğretmen adaylarının tümü raporlarını ders kapsamında oluşturmuşlardır; ancak raporlar gönüllülüğe göre çalışma kapsamına alınmıştır. Öğretmen adayları deney tasarımlarını ders kapsamında yaptıkları için tasarımlardan puan almışlardır. Katılımcılar ders kapsamında deney tasarımını yapmakla sorumlu olmuşlar, ancak ğretmen adaylarına çalışmaya katılmayı isteyip istemedikleri sorulmuş ve sadece gönüllü olan ğretmen adaylarının deney tasarımları alınmıştır. Bu süreçte kesinlikle isimlerinin makalede yer almayacağı onlara ifade edilmiştir. Bu aşamada ğretmen adaylarının isimleri kullanılmadan, sadece grup numaraları belirtilerek raporlar değerlendirilmiştir. Böylece TGA yöntemiyle tasarlanmış 17 rapor veri kaynağı olarak elde edilmiştir. Öğretmen adaylarına raporlarda bulunan hatalar, eksiklikler ve geliştirilmesi gereken yerlerin nasıl geliştirilebileceği not alınarak geri dntte bulunulmuş ve bu dönütlere katılmayanların dersin ğretim üyesini neden katılmadıkları ile birlikte bilgilendirmeleri istenmiştir. Araştırmaya ait veriler 01.01.2020 öncesinde toplandığı için etik kurul onayı alınmamıştır, ancak etik ilkelere uyularak yapılmıştır.

Verilerin Analizi

Verilerin analizinde öncelikle ğretmen adaylarının hazırlamış oldukları TGA'ya dayalı deney tasarımları gruplar baz alınarak G1,G2,G3... şeklinde numaralandırılmıştır. TGA'ya dayalı deney tasarımları *tahmin*, *gözlem* ve *açıklama* aşamalarındaki ifadeler bakımından her bir aşama ayrı ayrı değerlendirilerek kapalı kodlama yoluyla betimsel olarak analiz edilmişlerdir.

Betimsel analiz için belirlenen kodlar ve puanları řu şekildedir:

Yeterli (2 puan): Uygun tasarım

Kısmen Yeterli (1 puan): Kısmen uygun ancak yeterli olmayan tasarım

Yetersiz (0 puan): Uygun olmayan tasarım

TGAT'ı oluşturan tahmin (5 madde), gözlem (4 madde) ve açıklama (2 madde) aşamaları hem aşamaları oluşturan maddeler hem de üç aşama için ayrı ayrı puanlanarak yeterli (2), kısmen yeterli (1) ve yetersiz (0) olarak puanlandırılmıştır. Bu doğrutuda TGAT'da bulunan toplam 11 maddenin değerlendirilmesi sonucunda bir ğretmen adayı maksimum 22, minimum 0 puan almıştır. Öğretmen adaylarının TGA tasarımlarının TGAT'tan aldığı toplam puan ortalamaları ve alınabilecek en yüksek toplam puana göre başarı yüzdesi oluşturulmuş ve tablolaştırılarak yorumlanmıştır. Değerlendirmeler araştırmacılar tarafından oluşturulan Tablo 1'e göre yapılmıştır.

Tablo 1

Öğretmen adaylarının deney tasarımlarının başarı yüzdesine göre değerlendirilmesi

| Başarı Yüzdesi (%) | Değerlendirme |
|--------------------|----------------|
| 0-33.3 | Yetersiz |
| 33.3-66.7 | Kısmen Yeterli |
| 66.7-100 | Yeterli |

Veriler iki bağımsız değerlendirici tarafından analiz edilmiştir. Verilerin güvenilirliği için uyum yüzdesi, değerlendiricilerin görüş birliği sağladıkları madde sayısının toplam değerlendirme ya da gözlem sayısına oranı (Şencan, 2005) formülünden yararlanılarak hesaplanmış ve %86 olarak bulunmuştur. Güvenirlik %70 ve üstünde olduğunda ilişkinin sağlam tutarlık gösterdiği ve güvenilirliğin güçlü olduğu kabul edilir (Christensen, Johnson ve Turner, 2015, s. 153). Dolayısıyla elde edilen sonuç puanlayıcılar arasındaki güvenilirliğin sağlandığını göstermektedir.

BULGULAR

1. Alt Probleme İlişkin Bulgular

"Fen bilimleri öğretmen adaylarının *tahmin* aşamasına yönelik tasarımları nasıldır?" alt problemine ilişkin bulgular Tablo 2'de yer almaktadır.

Tablo 2

Öğretmen adaylarının tahmin aşaması tasarımlarına ilişkin bulgular

| Maddeler | Yetersiz (0) | | Kısmen Yeterli (1) | | Yeterli (2) | | Genel Ortalama |
|---|--|------|--------------------------|------|----------------|----|-------------------|
| | f | % | f | % | f | % | |
| | 1 Tahmin soruları deneyin sonucuna yönelik hazırlanmıştır. | 5 | 29,4 | 2 | 11,7 | 10 | |
| 2 Tahmin sorularında sonuç hakkında yönlendirme yapılmamıştır. | 8 | 47 | - | - | 9 | 53 | 1 |
| 3 Tahmine yönelik neden sorgulanmıştır. | 9 | 53 | - | - | 8 | 47 | 0,94 |
| 4 Sorular öğrencilerin mevcut kavramlarını ortaya çıkaracak düzeydedir. | 7 | 41 | 3 | 17,6 | 7 | 41 | 0,9 |
| 5 Tahmin soruları genelden özele hazırlanmıştır. | 14 | 82,3 | 2 | 11,7 | 1 | 6 | 0,24 |

Tablo 2 incelendiğinde öğretmen adaylarından oluşan 10 grubun (%59) tahmin aşamasını deneyin sonucuna yönelik hazırladığı tespit edilmiştir. 9 grubun (%53) ise tahmin aşamasında hazırlamış oldukları sorularda sonuç hakkında yönlendirme yapmadıkları belirlenmiştir. Öğretmen adaylarından oluşan 9 grubun (%53) tahmin aşamasında tahmine yönelik nedeni sorgulamadıkları görülürken 8 grubun (%47) tahmin aşamasında tahmine yönelik nedeni sorguladıkları tespit edilmiştir. Ayrıca 7 grubun (%41) hazırlamış oldukları deney tasarımlarında tahmin aşamasında yer alan soruların mevcut kavramları ortaya çıkarmaya yönelik iken, 7 grubun (%41) deney tasarımlarının tahmin aşamasında yer alan soruların mevcut kavramları ortaya çıkarmaya yönelik olmadığı belirlenmiştir. Yine öğretmen adaylarından oluşan 14 grubun (%82,3) tahmin sorularının genelden özele olmadığı görülmüştür.

Öğretmen Adaylarının Tahmin Aşamasındaki Tasarım Örnekleri

G2: *“Tahmin: İlk olarak deney düzeneğimizi kurduk. Malzemeleri tanıttık ve ne amaçla kullanacağımızı belirttik. Sonrasında mayanın canlı olup olmadığıyla ilgili arkadaşlarımızın fikirlerini aldık. Cevaplara göre neden canlı/cansız olduğunu düşündüklerini sorduk. Ayrıca deneyde neden cam şişe kullandığımızı da sorduk. Tahminleri not ettirdik.”* (Toplam puan=0)

G2 öğrenci grubunun hazırlamış olduğu tahmin aşaması incelendiğinde tahmin sorularının deneyin sonucuna yönelik olmadığı ve nedenin sorgulanmadığı, mayaların canlı olup olmadığı hakkındaki soru ile sonuca yönelik yönlendirme yapıldığı, yöneltilen soruların öğrencilerin mevcut kavramlarını ortaya çıkaracak düzeyde olmadığı ve tahmine yönelik soruların aşamalı olmadığı belirlenmiştir.

G15: *“Tahmin aşaması:*

1. *Birinci şişeye maya+su, ikinci şişeye maya+şeker+su koyduk. Balonlarda değişim gözleyebilir miyiz?*

2. *Sizce şişen balonun şişme sebebi nedir?*

3. *Maya balonu şişirebildiğine göre sizce maya canlı mıdır? Neden?”* (Toplam puan=6)

G15 öğrenci grubunun hazırlamış olduğu tahmin aşaması incelendiğinde tahmin sorularının deneyin sonucuna yönelik olduğu görülmektedir. Ancak *“Balonlarda değişim gözleyebilir miyiz?”* sorusu ile öğrencilerin zihinlerinde balonun şişmesi gerektiği düşüncesi oluşturularak deneyin sonucuna yönelik bir yönlendirme yapıldığı görülmüştür. *“Sizce şişen balonun şişme sebebi nedir?”* sorusu ise öğrencinin tahminine yönelik nedeni sorgulamasına yardımcı olduğu belirlenmiştir. Ayrıca belirlenen tahmin sorularının öğrencilerin mevcut kavramlarını (canlı ve cansız, mayalanma, solunum, fermantasyon vb.) ortaya çıkarmaya yönelik olduğu tespit edilmiştir.

2. Alt Probleme İlişkin Bulgular

“Fen bilimleri öğretmen adaylarının gözlem aşamasına yönelik tasarımları nasıldır?” alt problemine ilişkin bulgular Tablo 3’te yer almaktadır.

Tablo 3*Öğretmen adaylarının gözlem aşaması tasarımlarına ilişkin bulgular*

| | Maddeler | Yetersiz (0) | | Kısmen Yeterli (1) | | Yeterli (2) | | Genel Ortalama |
|---|---|--------------|------|--------------------|------|-------------|------|----------------|
| | | f | % | f | % | f | % | |
| 1 | Deney tasarımı hedef kazanıma uygundur. | 2 | 11,7 | 1 | 5,9 | 14 | 82,3 | 1,7 |
| 2 | Deney aşamaları doğru bir sıralama ile gerçekleştirilmiştir. | 2 | 11,7 | 2 | 11,7 | 13 | 76,5 | 1,65 |
| 3 | Deneyin her bir aşaması ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır. | 3 | 17,6 | 1 | 5,9 | 4 | 23,5 | 1 |
| 4 | Gözlem aşamasında deney sonucuna yönelik ipuçları yer almamıştır. | 5 | 29,4 | 1 | 5,9 | 11 | 64,7 | 1,35 |

Tablo 3 incelendiğinde öğretmen adaylarından oluşan 14 grubun (%82,3) deney tasarımlarını hedef kazanıma uygun hazırladığı belirlenmiştir. 13 grubun (%76,5) deney aşamalarını doğru bir sıralama ile gerçekleştirdikleri ve 10 grubun (%59) deneyin her bir aşamasını kısmen ayrıntılı bir şekilde açıkladıkları tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarından oluşan 11 grubun ise (%64,7) gözlem aşamasında deney sonucuna yönelik ipucu vermedikleri görülmüştür.

Öğretmen Adaylarının Gözlem Aşamasındaki Tasarım Örnekleri

G8: "Gözle: Deneyimizi yapalım. Önce şişenin içerisine mayayı daha sonra şekeri en son olarak de ılık suyu ilave edelim. Şişemizin ağız bölümüne balonu takalım ve şişemizi çalkalamaya başlayalım. Balonun şişip şişmediğini öğrencilere gözlemlenmelerini söylemeleri istenir ve ilk tahminleriyle karşılaştırması istenir." (Toplam puan=4)

G8 öğrenci grubunun hazırladığı tasarım incelendiğinde tasarımın hedef kazanıma uygun olduğu ve deney aşamalarının sıralı olarak verildiği tespit edilmiştir. Ancak kullanılan malzemelerin miktarları (maya, şeker, su miktarı gibi) detaylı olarak verilmediği belirlenmiştir. Ayrıca balonun şişip şişmediğine yönelik uyarının öğrencilere deney sonucuna yönelik ipucu niteliğinde olduğu tespit edilmiştir.

G5: "Gözlemler!"

Kullanılacak Araç-Gereçler: Kesme şeker, ılık su, kuru maya, cam şişe (2 adet), balon (2 adet).

Deneyin Yapılışı:

1. Cam şişelerin içerisine 2 yemek kaşığı kadar ılık su ilave ediniz.
2. Bir cam şişeye az miktarda kuru maya, diğer cam şişeye ise kuru maya ve şeker ilave ederek iyice karıştırınız.
3. Cam şişelerin ağızlarını balon ile kapatarak ılık bir ortamda bir süre bekletiniz.

4. Deney öncesinde neler gözlemleyebileceğiniz ile ilgili tahminlerinizi ve deney sırasında neler gözlemlediğinizi verilen tabloya not ediniz.” (Toplam puan=8)

G5 öğrenci grubunun tasarlamış olduğu gözlem aşamasında deney tasarımının hedef kazanıma uygun olduğu ve deneyin sonucuna yönelik herhangi bir yönlendirmenin yapılmadığı görülmektedir. Ayrıca deney aşamalarının doğru bir sıralama ile ayrıntılı bir şekilde verildiği görülmektedir.

3. Alt Probleme İlişkin Bulgular

“Fen bilimleri öğretmen adaylarının açıklama aşamasına yönelik tasarımları nasıldır?” alt problemine ilişkin bulgular Tablo 4’te yer almaktadır.

Tablo 4

Öğretmen adaylarının açıklama aşaması tasarımlarına ilişkin bulgular

| Maddeler | Yetersiz | | Kısmen Yeterli | | Yeterli | | Genel Ortalama |
|--|----------|------|----------------|---|---------|------|----------------|
| | (0) | | (1) | | (2) | | |
| | f | % | f | % | f | % | |
| 1 Tahminlerin gözlem sonuçları ile uyumu irdelenmiştir. | 12 | 70,6 | - | - | 5 | 29,4 | 0,59 |
| 2 Tahmin ve gözlem arasındaki uyum / uyumsuzluğun nedeni sorgulanmıştır. | 15 | 88,2 | - | - | 2 | 11,7 | 0,23 |

Tablo 4 incelendiğinde öğretmen adaylarından oluşan 12 grubun (%70,6) açıklama aşamasında tahminlerin gözlem sonuçları ile uyumunu irdelemediği ve yetersiz görüldüğü, 5 grubun ise (%29,4) bu uyumu irdelediği tespit edilmiştir. Ayrıca 15 öğrenci grubunun (%88,2) açıklama aşamasında tahmin ve gözlem arasındaki uyum/uyumsuzluğun nedenini öğrencilerin sorgulamasına yönelik bir soru yöneltmemiştir.

Öğretmen Adaylarının Açıklama Aşamasındaki Tasarım Örnekleri

G10: “Açıklama: Mayalar uygun sıcaklıktaki ortamlarda, yeterli nem ve besin bulunduğunda çoğalan tek hücreli canlılardır. Bu canlıların başlıca besin kaynağı şekerdir. Mayaların besinleri parçalaması sonucunda da alkol ve karbondioksit açığa çıkar. Deneyimizde içinde şeker bulunan şişedeki mayalar hızla çoğalmaya başladı. Bunun sonucunda bolca karbondioksit açığa çıktı. Bu karbondioksinin şişenin ağzına taktığımız balonun içine doldu ve şişmesini sağladı.” (Toplam puan=0)

G10 öğrenci grubunun hazırlamış olduğu tasarımın açıklama aşaması incelendiğinde konu ile ilgili teorik bilgi verildiği, tahmin ve gözlem arasındaki uyum ve nedenin sorgulanmadığı belirlenmiştir.

G17: “Açıkla: Bu kısımda deney açıklanır. Oksijensiz solunum için besine (O_2 yok) ihtiyaç olduğu anlatılır. Canlılar yaşamlarını sürdürürebilmek için enerjiye ihtiyaç duyar. Enerji ancak besin maddelerinden karşılanabilir. Canlılar aldıkları besin maddelerini oksijen kullanarak veya O_2

kullanmadan enerji elde etmesine solunum denir. Oksijensiz solunumda canlılar glikozu parçalarken O_2 kullanmazlar ve ATP açığa çıkarırlar.”(Toplam puan=0)

G17 öğrenci grubunun hazırlamış olduğu tasarımın açıklama aşaması incelendiğinde konu ile ilgili teorik bilgi verildiği, tahmin ve gözlem arasındaki uyum ve nedenin sorgulanmadığı tespit edilmiştir.

G2: “Açıklama: Deneyin başındaki tahminleri bu aşamada deney sonucuna göre değerlendirdik. Arkadaşlarımız şeker bulunan şişede mayanın beslenip O_2 'siz solunum yapacağını ve bunun sonucunda CO_2 üretilip balonu şişireceğini söylemişlerdi. Bu cevapla mayanın canlı olduğunu savundular. Deneyimizde bunu gözlemledik ve tahminlerinin doğru olduğunu açıkladık. Deneyde gaz çıkışını daha iyi gözlemlemek için cam şişe kullanıldı cevabını almıştık. Deney sonunda bu tahminlerinin de doğru olduğunu açıkladık.” (Toplam puan=4)

G2 öğrenci grubunun hazırlamış olduğu deney tasarımının açıklama aşaması incelendiğinde tahminlerin gözlem sonuçları ile uyumunun irdelendiği ve tahmin ile gözlem arasındaki uyum/uyumsuzluğun nedeninin sorgulandığı belirlenmiştir.

Öğretmen adaylarının hazırlamış olduğu deney tasarımlarının tahmin-gözlem-açıklama olmak üzere tüm aşamalarına ilişkin bulgular Tablo 5'te yer almaktadır.

Tablo 5

Öğretmen adaylarının Tahmin-Gözlem-Açıklama aşamalarına ilişkin bulgular

| | Alınan Min Puan | Alınan Max Puan | Ortalama | Alınabilecek En Yüksek Puan | Başarı Yüzdesi (%) |
|------------|--------------------|--------------------|----------|-----------------------------------|--------------------------|
| Tahmin | 0 | 9 | 4,53 | 10 | 45 |
| Gözlem | 2 | 8 | 5,76 | 8 | 72 |
| Açıklama | 0 | 4 | 0,82 | 4 | 20,5 |
| TGA Toplam | 6 | 15 | 10,9 | 22 | 49,5 |

Tablo 5 incelendiğinde, öğretmen adaylarının tahmin aşamasında en az 0, en fazla 9 puan aldığı ve tahmin aşamasındaki başarı yüzdesinin %45 olduğu görülmüştür. Gözlem aşamasında ise öğretmen adaylarının en az 2, en fazla 8 puan aldığı ve başarı yüzdelerinin %72 olduğu belirlenmiştir. Açıklama aşamasında öğretmen adaylarının en az 0, en fazla 4 puan aldığı ve başarı yüzdelerinin %20,5 olduğu tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarının TGA'ya dayalı deney tasarımları tüm aşamaları ile değerlendirildiğinde ise en düşük puanın 6, en yüksek puanın 15 olduğu ve başarı yüzdesinin %49,5 olduğu belirlenmiştir.

TARTIŞMA ve SONUÇ

Fen bilimleri öğretmen adayları; öğrencilerin sorgulamalarını, çıkarım yapmalarını ve fikir üretmelerini sağlamaktadırlar. Öğrencilerin bu kazanımlara ulaşabilmelerinde öğretmen adaylarının TGA yöntemini, deney tasarımlarında nasıl kullandıklarının incelendiği bu araştırmada aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

Araştırmanın ilk alt problemi kapsamında fen bilimleri öğretmen adaylarının *tahmin* aşamasına yönelik tasarımları incelenmiştir. Bu aşamada öğrencilerden henüz gözlemedikleri bir olay hakkında gerekçeleri ile tahminler ortaya koymaları (Ergül vd., 2020) ve bu tahminlerin deneyin sonucuna yönelik olması (Hanımoğlu, 2015) beklenir. Tasarımlar bu açıdan incelendiğinde öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğunun tasarımlarında, deney ile ilgili tahminleri ortaya çıkarmak amacıyla yönelttikleri soruları deneyin sonucuna yönelik olarak hazırladıkları belirlenmiştir. Ancak her ne kadar öğretmen adayları tahmin sorularını deneyin sonucuna yönelik hazırlamış olsalar da tahminlerin nedenlerini sorgulamaya yönelik sorulara yer vermemişlerdir. Hsu, Tsai ve Liang'a (2011) göre tahmin aşamasındaki gerekçelendirme, öğrencilere kendi ön yargılarını sınıflandırma ve gerekçelendirme fırsatı sunmaktadır. Ancak bu aşamanın belki de en etkili yönü olan tahmine yönelik nedenlerin sorgulanması öğretmen adayları tarafından göz ardı edilmiştir. Bu durumun ise öğretmen adaylarının daha çok doğrulama yöntemi gibi geleneksel laboratuvar uygulamalarını kullanmış olmalarından kaynaklandığı ve bu nedenle sonuca yönelik sorgulamaları yapmadıkları söylenebilir. Tahmin aşamasındaki dikkat çeken bir başka sonuç ise, tahmin sorularının öğrenciyi sonuca yönlendirecek birtakım ipuçları içermesidir. Sorularda yer alan bu ipuçlarının seçenekli sorularda olduğu gibi öğrencilerin düşünme perspektiflerini sınırlandırdığı düşünülmektedir. Nitekim Liew ve Treagust (1998) tahmine yönelik soruların seçenekler halinde sunulmasının öğrencilerin tahminlerini sınırlandıracağını bu nedenle öğrencilerin tahmin ve gözlemlerini sınırlandırmayan açık uçlu soruların yöneltilmesini önermiştir. Sonuç olarak öğretmen adaylarının hazırlamış olduğu deney tasarımları tahmin aşaması göz önünde bulundurularak değerlendirildiğinde adayların bu aşamada kısmen yeterli (%45) oldukları görülmektedir. Bunun nedeninin ise öğretmen adaylarının eğitim hayatının büyük bir bölümünde geleneksel yöntemlerin kullanıldığı ve yapılandırmacı yaklaşımın temel alınarak sorgulamaya dayalı etkinliklere yeterince yer verilmediği düşünülmektedir. Oysaki öğrencilerin tahminlerde bulunması ve bu tahminleri gerekçeleri ile açıklamaları gözlem aşamasında daha kolay motive olmalarını sağlayarak daha iyi bir gözlem yapmalarını sağlamaktadır (Mısır, 2009).

Araştırmanın ikinci alt problemi kapsamında fen bilimleri öğretmen adaylarının *gözlem* aşamasına yönelik tasarımları incelenmiştir. Vadapally'ye (2014) göre gözlemler; sorulara yanıt bulmak, öğrencilerin düşünceleri üzerinde çalışmalar yapabilmeleri için alan sağlamak, çözümler planlamak ve uygulanacak en iyi çözümü seçmek için gerçekleştirilir. Dolayısıyla bu aşamada probleme yönelik çözümlerin üretilmesi amacıyla hedef kazanıma uygun deneylerin tasarlanması ve uygulanması oldukça önemlidir. Deney tasarımları bu doğrultuda incelendiğinde öğretmen adaylarının büyük bir bölümünün hedef kazanıma uygun deney tasarımları gerçekleştirdikleri belirlenmiştir. Bilindiği gibi eğitim programlarındaki içeriklerin öğrenci seviyesine ve hedef kazanıma uygun olarak hazırlanması gerekmektedir. Öğretmen adaylarının hedef kazanıma uygun deney tasarımı yapma konusunda zorlandıkları (Kocakulah ve Savaş, 2011) düşünüldüğünde adayların bu alanda başarılı oldukları söylenebilir. Ayrıca yine adayların büyük bir çoğunluğunun tasarımlarında deney aşamalarını doğru bir sıralama ile yani önce kullanılan malzemelerin belirtilip sonra adım adım deneyin yapılışının planlandığı belirlenmiştir. Durmuş' a (2014) göre öğrenciler için gözlem aşaması, olay hakkında verilerin toplanabilmesini sağlayan önemli bir fırsattır. Ayrıca gözlem aşamasının gerektiğinde tekrarlanabilir olması da önem arz etmektedir (Özçelik, 2019; Yaman, 2012; Baladın-Duman, 2019). Bu açıdan bakıldığında adayların deney tasarımlarını belirli bir hiyerarşi doğrultusunda hazırlamış olmalarının hatasız bir şekilde tekrarlanabilirliğini sağlayacağı söylenebilir. Ancak belirli bir hiyerarşi içerisinde planlanan deneylerde kullanılacak malzemelerin miktarları konusunda yeterli bilginin verilmemiş olması dikkat çekmektedir. Bu durumun öğretmen adaylarının gerçek bir sınıf ortamında yeterince uygulama yapmalarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Gözlem aşamasında elde ettiğimiz bir diğer sonuç ise öğretmen adaylarının

sonuca yönelik herhangi bir yönlendirme yapmamış ve ipucu vermemiş olmalarıdır. Öğrencilerin sahip oldukları bilgi birikiminin, olay ile ilgili yaptıkları tahminlerin, bu tahminlere karşı ileri sürdükleri nedenlerin, olaydan beklentilerinin, öğrencilerin gözlemlerini etkilediği (Kearney, 2002) düşünüldüğünde adayların bu konuda başarılı oldukları görülmektedir. Tüm bu sonuçlar dikkate alındığında öğretmen adaylarının deney tasarımlarında gözlem aşamasının yeterliliğinin (%72) diğer aşamalara göre daha yüksek olduğu ve bu aşamanın TGA'nın yönetsel özelliklerini (hedef kazanıma uygunluk, aşamalılık, ayrıntılı uygulama basamakları ve sonuca yönelik ipucu bulundurmama) daha fazla taşıdığı gözlemlenmektedir. Bu durumun oluşmasında ise, TGA'nın gözlem aşamasında verilerin toplanması amacıyla gerçekleştirilen deneylerde yoruma yer verilmeden sadece gözlemlenen olayların not edilmesinin ve bu aşamanın daha somut bir aşama olmasının etkili olduğu düşünülmektedir. Diğer bir taraftan öğretmen adaylarının lisans eğitimleri boyunca aldıkları Laboratuvar Uygulamaları dersi onların deneylerde gözlem aşamasını sıklıkla gerçekleştirmelerine dolayısıyla gözlem aşamasında diğer aşamalara göre yeterliliklerinin daha yüksek olmasına neden olduğu söylenebilir.

Araştırmanın üçüncü alt problemi kapsamında fen bilimleri öğretmen adaylarının TGA'nın son aşaması olan *açıklama* aşamasına yönelik tasarımları incelenmiştir. Tasarımların büyük bir kısmında konu hakkında açıklamaların ve bilgilendirmelerin yapıldığı tespit edilmiştir. Ancak açıklama aşamasında öğretmenden konuya dair doğrudan bir açıklama yerine öğrencilere rehberlik etmesi, onların tüm fikirlerini dikkate alması, olaylara farklı yorumlar getirmesi ve öğrencilerin düşüncelerini açıkça ifade edebilmeleri için onları cesaretlendirmesi beklenmektedir (White ve Gunstone 1992, Köse vd., 2003; Mısır, 2009). Ayrıca bu aşamada öğrencilerden, tahminler ile gözlem sonuçlarının karşılaştırılması ve bunun sonucunda elde edilen verilerin nedenleri ile açıklanması beklenir (Liew ve Treagust, 1995; Hong, Hwang, Liu, Ho ve Chen., 2014). Fakat tasarımlar incelendiğinde tahminler ile gözlem sonuçlarının uyumu ya da uyumsuzluğunun sorgulandığı tasarım sayısının oldukça az olduğu görülmüştür. Muşlu-Kaygısız, Benzer ve Uçar'ın (2017) fen bilimleri öğretmen adayları ile yapmış oldukları bilimsel süreç becerilerine dayalı deney tasarımlarının değerlendirildiği çalışmada öğretmen adaylarının deneyde elde etmiş oldukları verileri yorumlayabildikleri ancak tartışamadıkları belirtilmektedir. Her ne kadar öğretmen adaylarına deney tasarımlarını yapmadan önce TGA yöntemi ile ilgili eğitim verilmiş olsa da adayların açıklama aşamasında yeterli olmadıkları görülmektedir. Benzer şekilde Laçın-Şimşek, Öztuna-Kaplan, Çorapçığıl ve Mısır (2018) öğretmen adaylarına yapılandırmacı yaklaşıma uygun olarak sokratik sorgulama aracılığıyla eğitimler verilmesine rağmen TGA formlarının açıklama kısmındaki ifadelerinin tatmin edici olmadığını belirtmektedirler. Güngör ve Özkan (2017) da çalışmalarında öğretmen adaylarının açıklama aşamasında tahmin ile gözlem arasında ilişki kurmada sorun yaşadıklarını, yorum yapma, temel ve üst düzey bilimsel süreç becerilerinin yetersiz olduğunu belirtmektedirler. Bu aşamada elde edilen dikkat çekici bir diğer sonuç ise, öğretmen adaylarının hiç birinin açıklama aşamasında belirlenen kriterler doğrultusunda kısmen yeterli olmadığıdır. Bu durum öğretmen adaylarının tahmin ve gözlem sonuçlarının uyumunun sorgulanması gerektiğini ya biliyor ya da bilmiyor olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla tahmin ve gözlem sonuçları arasındaki uyum/uyumsuzluğun nedeninin kısmen sorgulanması durumu söz konusu olmamıştır. Tüm bu sonuçlar doğrultusunda öğretmen adaylarının açıklama aşamasında yetersiz (%20,5) olduğu, dolayısıyla adayların en fazla açıklama aşamasında zorlandığı söylenebilir.

Öğretmen adaylarının TGA'ya dayalı deney tasarımlarının tüm aşamaları (tahmin-gözlem-açıklama) dikkate alındığında tasarımların kısmen yeterli (%49,5) olduğu tespit edilmiştir. Bu sonucun ortaya çıkmasında öğretmen adaylarının özellikle tahmin ve açıklama aşamalarındaki eksiklikleri etkili olmuştur. Bu iki aşamanın ortak noktası ise bir olayın nedenini sorgulama ya da ilişkinin sorgulanması, eleştirel düşünme, yaratıcılık ve problem çözme gibi becerilere ihtiyaç duymasıdır. Bu durum öğretmen adaylarının bu becerilerinin yeterince geliştirilmediği ve eğitim süreçlerinde bilimsel süreç becerilerinin geliştirilmesine yönelik yapılandırmacı

yöntemlerin yeterince kullanılmadığını düşündürmektedir. Ancak bilinen o ki TGA yönteminin öğrencilere günlük hayatta karşılaştıkları problemler karşısında bilimsel düşünme ve bilimsel yöntemleri kullanabilme olanağı sağlayarak (Yenice, Tunç ve Çandarlı, 2019) tahmin, gözlem ve açıklama aşamalarında öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirdiği (Bilen ve Aydoğdu, 2012; Güleşir vd., 2020; Karatekin ve Öztürk, 2012; Kozcu-Çakır, Güven ve Özdemir, 2017) bilinmektedir. Bu nedenle öğretmenlerin bu yöntemi etkili bir şekilde uygulayabilmeleri için bilimsel süreç becerilerine sahip birer rehber olmaları önem arz eder. Araştırmada öğretmen adaylarının deney tasarımlarının kısmen yeterli olmasının bir diğer nedeni ise, gözlem aşamasının diğer aşamalara göre daha somut özellikler göstermesinin etkili olduğu düşünülmektedir. Tahmin ve açıklama aşamalarında sorgulama becerileri gibi daha soyut becerilerin gerçekleştirilmesi beklenirken, gözlem aşamasında somut işlem becerilerinin kullanılması beklenmektedir. Bu durum ise, tahmin ve açıklama aşamalarındaki yeterlilik düzeyinin gözlem aşamasına göre daha düşük olmasına neden olmuştur. Diğer bir taraftan araştırmada öğretmen adaylarının TGA'ya dayalı deney tasarımı becerilerinin geliştirilmesi değil, sadece yeterliliklerinin belirlenmesi hedeflendiği için seminer eğitimleri tek bir konu ve örnek üzerinden 4 saatlik bir çalışma ile gerçekleştirilmiştir. Bu durum ise öğretmen adaylarının TGA'ya dayalı deney tasarımı hakkında yeterli eğitimi alamamalarına neden olmuş olabilir. Deney tasarlama ve yürütme ile ilgili çalışmalar hakkında yeterli eğitimi alamayan öğretmen adaylarının tasarımlarda zorlandıkları (Coştu, Ayas, Çalık, Ünal, ve Karataş, 2005; Aydoğdu, 1999) düşünülmektedir. Ayrıca bilinen o ki deney tasarlama ve yürütme becerilerinin gelişimi diğer becerilerde olduğu gibi uygulama sıklığı ile de doğru orantılıdır. Ecevit ve Kaptan'ın (2019) çalışmalarında da benzer şekilde öğretmen adaylarının her hafta kendi deneylerini tasarımları, yürütmeleri ve rapor etmelerinin adayları geliştirdiği ve onların kendilerini deneyimli hissetmelerini sağladığı belirtilmektedir. Bu açıdan bakıldığında öğretmen adaylarının TGA'ya dayalı deney tasarımı yeterince uygulamamış olmaları da tasarımların kısmen yeterli olmasında etkili olduğu söylenebilir.

ÖNERİLER

Bu araştırmanın sonuçlarına göre, öğretmen adaylarının TGA'ya dayalı deney tasarımlarında tahmin ve açıklama aşamalarındaki yeterliliklerinin gözlem aşamasındaki yeterliliklerinden daha düşük olduğu görülmektedir. Bu nedenle öğretmen adaylarının tahmin ve açıklama aşamalarındaki yeterliliklerini arttırmak amacıyla öğretmen yetiştirme programlarında argüman oluşturma, sorgulama, eleştirel düşünme, yaratıcı düşünme ve problem çözme becerilerinin geliştirilmesine yönelik yenilikçi yöntemlerin daha sık kullanımı önerilir. Ayrıca öğretmen adaylarının TGA'ya dayalı deney tasarımlarına yönelik yeterliliklerini belirlemek amacıyla gerçekleştirilen bu araştırmada tek bir konu ve örnek üzerinden 4 saatlik bir seminer eğitimi gerçekleştirilmiş ve elde edilen sonuçlara göre deney tasarımlarının kısmen yeterli olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle öğretmen adaylarının deney tasarımı ve rapor yazımını güçlendirmek amacıyla farklı konu ve örnekler ile daha uzun bir süreç içerisinde gerçekleştirmeye yönelik çalışmaların planlanması tavsiye edilir. Diğer bir taraftan araştırmada öğretmen adaylarının TGA tasarımları sadece mayalanma konusunda yapılmıştır. Konu bağlamında tasarımların değişip değişmediğini değerlendirmek için farklı konu bağlamlarında araştırmaların yapılması önerilir. Çalışma tek bir grup ile nitel bir araştırma olarak planlanmıştır. Araştırmada elde edilen verilerin genellenebilirliğini arttırmak ve tasarımlardaki gelişimi belirleyebilmek amacıyla çalışmanın kontrol gruplu nicel çalışma ya da karma çalışma şeklinde planlanması tavsiye edilir. Yine araştırmada elde edilen sonuçlar öğretmen adaylarının sorgulama becerilerinin yeterince gelişmediğini düşündürmektedir. Bu doğrultuda, gelecek araştırmalarda öğretmen adaylarının sorgulama becerileri ile TGA'ya dayalı deney tasarımları arasındaki ilişkiyi belirlemeye yönelik çalışmaların yapılmasının literatüre katkı sağlayacağı düşünüldüğü için çalışmaların bu yönde planlanması önerilir.

Çıkar Çatışması Bildirimi

Yazarlar, bu makalenin araştırılması, yazarlığı ve / veya yayınlanmasına ilişkin herhangi bir potansiyel çıkar çatışması beyan etmemiştir.

Destek/Finansman Bilgileri

Yazarlar, bu makalenin araştırılması, yazarlığı ve / veya yayınlanması için herhangi bir finansal destek almamıştır.

Etik Kurul Kararı

Bu araştırmaya ait veriler 01.01.2020 öncesinde toplandığı için etik kurul onayına gerek yoktur.

KAYNAKÇA/REFERENCES

- Akgün, A., Tokur, F., & Özkara, D. (2013). TGA stratejisinin basınç konusunun öğretimine olan etkisinin incelenmesi. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(2), 348-369.
- Aydın, Ö., & Kaptan, F. (2014). Fen-teknoloji öğretmen adaylarının eğitiminde argümantasyonun biliş üstü ve mantıksal düşünme becerilerine etkisi ve argümantasyona ilişkin görüşler. *Eğitim Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 4(2), 163-188.
- Aydoğdu, C. (1999). Kimya laboratuvar uygulamalarında karşılaşılan güçlüklerin saptanması. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 15, 30-35.
- Aytaçlı, B. (2012). Durum çalışmasına ayrıntılı bir bakış. *Adnan Menderes Üniversitesi Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 3(1), 1-9.
- Ayvacı, H. Ş., & Durmuş, A. (2016). TGA yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının "Isı ve Sıcaklık" konusunda akademik başarılarına etkisi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 39, 101-118. DOI: 10.9779/PUJE742
- Baladin-Duman, B. (2019). *Besin içerikleri ve sindirim sistemi konularında TGA yöntemine dayalı olarak geliştirilen etkinliklerin değerlendirilmesi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Trabzon Üniversitesi, Trabzon, Türkiye.
- Balaydın, H. T., & Altınok, O. (2018). Türkiye’de fen eğitiminde TGA stratejisi: bir meta sentez. *Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 4(8), 427-444.
- Balcı, C. (2015). *8. sınıf öğrencilerine "Hücre Bölünmesi ve Kalıtım" ünitesinin öğretilmesinde bilimsel argümantasyon temelli öğrenme sürecinin etkisi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın, Türkiye.
- Banawi, A., Sopandi, W., Kadarohman, A., & Solehuddin, M. (2019). Prospective primary school teachers’ conception change on states of matter and their changes through predict-observe-explain strategy. *International Journal of Instruction*, 12(3), 359-374. DOI: 10.29333/iji.2019.12322a
- Benzer, E. (2015). Fen bilgisi öğretmen adaylarının 5E’ye dayalı deney tasarlama seviyelerinin ve tasarım hakkındaki görüşlerinin incelenmesi. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25, 302-328. DOI: 10.14582/DUZGEF.508
- Bilen, K., & Aydoğdu, M. (2012). Tahmin et-gözle-açıkla (TGA) stratejisine dayalı laboratuvar uygulamalarının öğrencilerin bilimsel süreç becerileri ve bilimin doğası hakkındaki düşünceleri üzerine etkisi. *Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 11(1), 49-69.
- Bilen, K., Köse, S., & Uşak, M. (2011). Tahmin et-gözle-açıkla (TGA) stratejisine dayalı laboratuvar uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının osmoz ve difüzyon konusunu anlamalarına etkisi. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9, 115-127.
- Bilir, V., Tatlı, A., Yıldız, C., Emiroğlu, B. B., Ertuğrul, D., & Sakmen, G. (2020). Argümantasyon tabanlı öğrenme yaklaşımında kullanılan argümantasyon tekniklerinin ortaokul sekizinci sınıf öğrencilerinin bilim insanı imajları üzerine etkisi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 40(2), 481-510.
- Bozdemir, H., Ezberci-Çevik, E., Candan-Helvacı, S., & Kurnaz, M. A. (2017). TGA (tahmin et-gözle-açıkla) yöntemine dayalı teleskop gözlemlerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının bazı astronomi kavramlarını anlamalarına etkisi. *Uluslararası Avrasya Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(28), 188-206.
- Brown, P. L., & Concannon, J. (2016). Students use of the psoc model to understand weather and climate. *Science Activities*, 53(3), 87-91. DOI: 10.1080/00368121.2016.1188050
- Can, Ö. S., & Isleyen, T. (2020). The effect of probability instruction through argumentation approach on the achievement of preservice teachers and the permanence of Their Knowledge. *African Educational Research Journal*, 8, 40-53. DOI: 10.30918/AERJ.S83.20.072

- Christensen, L. B., Johnson, B., & Turner, L. A. (2015). *Araştırma yöntemleri: Desen ve analiz*. Ahmet Aypay (Çev.). Ankara: Anı.
- Coştu, B., Ayas, A., Çalık, M., Ünal, S., & Karataş, F. Ö. (2005). Fen öğretmen adaylarının çözümleri hazırlama ve laboratuvar malzemelerini kullanma yeterliliklerinin belirlenmesi. *Hacettepe Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28, 65-72.
- Coştu, B., & Karataş, F. Ö. (2017). Tahmin-tartış-açıkla-gözle-tartış-açıkla (TaTGA) yöntemi ve kimya öğretiminde uygulama örnekleri. Alipaşa Ayas ve Mustafa Sözbilir (Ed.), *Kimya öğretimi: Öğretmen eğitimcileri, öğretmenler ve öğretmen adayları için iyi uygulama örnekleri* (s. 343-361). Ankara: Pegem Akademi.
- Demir, K., Enderle, P., & Gül, T. (2017). Fizik Öğretiminde Argüman Temelli Sorgulama. Ahmet İlhan Şen ve Ali Rıza Akdeniz (Ed.), *Fizik Öğretimi* (s. 199-226). Ankara: Pegem Akademi.
- Demirbağ, M., & Günel, M. (2014). Argümantasyon tabanlı fen eğitimi sürecine modsal betimleme entegrasyonunun akademik başarı, argüman kurma ve yazma becerilerine etkisi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 14(1), 373-392. DOI: 10.12738/estp.2014.1.1632
- Demirel, R. (2016). Argümantasyon destekli öğretimin öğrencilerin kavramsal anlama ve tartışma istekliliklerine etkisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 24(3), 1087-1108.
- Durmuş, A. (2014). *TGA yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının "Isı ve Sıcaklık" konusunu anlamalarına etkisi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Duschl, R. A., Schweingruber, H. A., & Shouse, A. W. (2007). *Taking science to school: learning and teaching science in grades K-8*. Washington, DC: National Academies Press.
- Ecevit, T., & Kaptan, F. (2019). Fen öğretmen adaylarının argümantasyon destekli araştırma-sorgulamaya dayalı öğretim yeterliliklerinin geliştirilmesi. *İlköğretim Online*, 18(4), 2041-2062. DOI: 10.17051/ilkonline.2019.639402
- Erduran, S., Ardac D., & Yakmaci-Guzel, 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.
- Ergül, S., Sarıtaş, D., & Özcan, H. (2020). Hipotetik TGA (tahmin-gözlem-açıklama) döngüsü ile kimyasal değişimin doğasının öğretimi; asit-baz indikatör tepkimesi örneği. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 22(2), 490-506. DOI: 10.25092/baunfbed.709953
- Fitriani, A., Zubaidah, S., Susilo, H., & Al Muhdhar, M. H. I. (2020). The effects of integrated problem-based learning, predict, observe, explain on problem-solving skills and self-efficacy. *Eurasian Journal of Educational Research*, 85, 45-64. DOI: 10.14689/ejer.2020.85.3
- Fuadi, F. N., Sopandi, W., Priscylio, G., Hamdu, G., & Mustikasari, L. (2020). Students' conceptual changes on the air pressure learning using predict-observe-explain strategy. *Mimbar Sekolah Dasar*, 7 (1), 70-85. DOI: 10.17509/mimbar-sd.v7i.22457
- Gök, F., & Doğaç, E. (2020). Yaparak yaşayarak öğrenme yönteminin 5. sınıf öğrencilerinin astronomiye karşı tutumlarına ve fen öğrenme motivasyonlarına etkisi. *Türkiye Eğitim Dergisi*, 5(2), 285-301.
- Guzey, S. S., Harwell, M., Moreno, M., Peralta, Y., & Moore, T. J. (2017). The impact of design-based STEM integration curricula on student achievement in engineering, science, and mathematics. *Journal of Science Education and Technology*, 26(2), 207-222.
- Güleşiş, T., Aydemir, K., Kuş, S., Uzel, N., & Gül, A. (2020). Fizyoloji deneyleri kapsamında alternatif bir değerlendirme yöntemi: TGA çalışma yapıları. *e-Kafkas Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 7(2), 84-99. DOI: 10.30900/kafkasegt.748909
- Güngör, S. N., & Özkan, M. (2017). Fen bilgisi öğretmen adaylarının tahmin-gözlem-açıklama (TGA) yöntemine ilişkin görüşlerinin değerlendirilmesi. *e-Uluslararası Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 8(1), 82-95. DOI: 10.19160/5000205395

- Hilario, J. S. (2015). The use of Predict-Observe-Explain-Explore (POEE) as a new teaching strategy in general chemistry laboratory. *International Journal of Education and Research*, 3(2), 37-48.
- Hakyolu, H., & Ogan-Bekiroglu, F. (2011). Assessment of students' science knowledge levels and their involvement with argumentation. *International Journal for Cross-Disciplinary Subjects in Education*, 2 (1), 264-270.
- Hanimoğlu, A. (2015). *Maddenin yapısı ve özellikleri ünitesine yönelik olarak geliştirilen TGA etkinliklerinin 7. Sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına etkisi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Adıyaman Üniversitesi, Adıyaman, Türkiye.
- Harman, G. (2014). Tahmin gözlem açıklama (TGA) yöntemine dayalı bir laboratuvar etkinliği: hücre zarından madde geçişi. *International Journal of New Trends in Arts, Sports ve Science Education*, 4(1), 23-36.
- Hofstein, A., & Mamlok-Naaman, R. (2007). The laboratory in science education: the state of the art. *Chemistry education research and practice*, 8(2), 105-107.
- Hong, J. C., Hwang, M. Y., Liu, M. C., Ho, H. Y., & Chen, Y. L. (2014). Using a "prediction–observation explanation" inquiry model to enhance student interest and intention to continue science learning predicted by their Internet cognitive failure. *Computers and Education*, 72, 110-120. DOI: 10.1016/j.compedu.2013.10.004
- Hsu, C. Y., Tsai, C. C., & Liang, J. C. (2011). Facilitating preschoolers' scientific knowledge construction via computer games regarding light and shadow: The effect of the prediction-observation-explanation (POE) strategy. *Journal of Science Education and Technology*, 20(5), 482–493. DOI: 10.1007/s10956-011-9298-z
- Inaltekin, T., & Akcay, H. (2017). Examining the effect on development of pre science teachers' argument structure of writing the argumentation based experiment report. *e-Kafkas Journal of Educational Research*, 4 (3), 1-19.
- Kala, N., Yaman, F., & Ayas, A. (2013). The effectiveness of predict-observe-explain technique in probing students' understanding about acid-base chemistry: a case for the concepts of pH, pOH, and strength. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 11(3), 555–574.
- Kara, S., Yılmaz, S., & Kingir, S. (2020). Argümantasyon tabanlı bilim öğrenme yaklaşımının ilkökul öğrencilerinin akademik başarılarına ve argümantasyon kalite düzeylerine etkisi. *Kastamonu Education Journal*, 28(3), 1253-1267. DOI: 10.24106/kefdergi.3785
- Karamustafaoglu, O. (2009). Fen ve Teknoloji Eğitiminde Temel Yönelimler. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 17 (1), 87-102.
- Karamustafaoglu, S., & Mamlok-Naaman, R. (2015). Understanding electrochemistry concepts using the predict observe-explain strategy. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 11(5), 923-936. DOI: 10.12973/eurasia.2015.1364a
- Karatekin, P., & Öztürk, M. (2012). Fen ve teknoloji öğretmen adaylarının genel biyoloji laboratuvarında TGA tekniğiyle işlenmiş "hücre ve dokular" ünitesinin öğrencilerin başarı ve bilimsel süreç becerileri üzerine etkisi. *Manisa Celal Bayar Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(1), 106- 131.
- Kardaş, N. (2013). *Fen eğitiminde argümantasyon odaklı öğretimin öğrencilerin karar verme ve problem çözme becerilerine etkisi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir, Türkiye.
- Karışan, D., Bilican, K., & Şenler, B. (2016). Yansıtıcı sorgulamaya dayalı laboratuvar etkinliklerinin sınıf öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerine etkisinin incelenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(1), 123-146.
- Kaya, E., Erduran, S., & Cetin, P. S. (2010). High school students' perceptions of argumentation. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 3971-3975. DOI: 10.1016/j.sbspro.2010.03.625

- Kearney, M., & Treagust, D. F., (2001). Constructivism as a referent in the design and development of a computer program which uses interactive digital video to enhance learning in physics. *Australian Journal of Educational Technology*, 17(1), 64–79.
- Kearney, D. M. (2002). *Classroom use of multimedia supported predict-observe- explain tasks to elicit and promote discussion about students' physics conceptions*. (Unpublished doctoral dissertation). Curtin University of Technology, Curtin.
- Kocakülah, A., & Savaş, E. (2011). Fen bilgisi öğretmen adaylarının deney tasarlama ve uygulama sürecine ilişkin görüşleri. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30 (1), 1-28.
- Kozcu-Çakır, N., Güven, G., & Özdemir, O. (2017). TGA stratejisinin genel biyoloji laboratuvar uygulamalarında etkililiğine ilişkin bir araştırma. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17(4), 2014-2035. DOI: 10.17240/aibuefd.2017.17.32772-363988
- Köse S., Coştu, B., & Keser, Ö. F. (2003). Fen konularındaki kavram yanlışlarının belirlenmesi: TGA yöntemi ve örnek etkinlikler. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13, 43-53.
- Laçın-Şimşek, C., Öztuna-Kaplan, A., Çorapçığıl, A., & Mısır, M. E. (2018). Fen bilgisi öğretmenliği 3. sınıf öğrencilerinin basınç-kaynama noktası ilişkisine yönelik düşünceleri: bir TGA uygulaması. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 26(5), 1679-1690. DOI: 10.24106/kefdergi.2204
- Lambert, J. L. & Bleicher, R.E. (2017). Argumentation as a strategy for increasing preservice teachers' understanding of climate change, a key global socioscientific issue. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 5(2), 101-112. DOI:10.18404/ijemst.21523
- Liew, C. W., & Treagust, D. F. (1995). A predict-observe-explain teaching sequence for learning about students' understanding of heat and expansion of liquids. *Australian Science Teachers' Journal*, 41(1), 68-71.
- Liew, C. W., & Treagust, D. F. (1998). The effectiveness of predict-observe-explain tasks in diagnosing students' understanding of science and in identifying their levels of achievement. Paper Presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association (San Diego, CA, April 13-17, 1998), 1-22. <https://eric.ed.gov/?id=ED420715>
- Muşlu-Kaygısız, G. Benzer, E. Uçar, M (2017). Fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerine dayalı deney tasarımlarının değerlendirilmesi. *Sakarya University Journal of Education*, 7(3), 467-483. DOI: 10.19126/suje.286360
- Mısır, N. (2009). *Elektrostatik ve elektrik akımı ünitelerinde TGA yöntemine dayalı olarak geliştirilen etkinliklerin uygulanması ve etkililiğinin incelenmesi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, Türkiye.
- Mısır, N., & Saka, A. Z. (2012). Fizik öğretiminde iletkenin sığası konusunda TGA yöntemine dayalı olarak geliştirilen etkinliklerin uygulanması. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 1(3), 305-313.
- Norman, O., Ault, C. R., Bentz, B., & Meskimen, L. (2001). The black–white “achievement gap” as a perennial challenge of urban science education: a sociocultural and historical overview with implications for research and practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 38 (10), 1101–1114.
- 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.
- Özcan, R., Aktamış, H., & Hiğde, E. (2018). Fen bilimleri derslerinde kullanılan argümantasyon düzeyinin belirlenmesi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 43, 93-106.
- Özçelik, H. (2019). *Kavram karikatürleri ile desteklenen tahmin et-gözle-açıkla (TGA) yönteminin ortaokul öğrencilerinin sorgulama becerileri, bilimsel süreç becerileri ve kavram öğrenmelerine etkisi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi, İstanbul, Türkiye.

- Özdemir, H. (2011). *Tahmin et-gözle-açıkla stratejisine dayalı laboratuvar uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının asitler ve bazlar konusunu anlamalarına etkisi.* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Pamukkale Üniversitesi, Denizli, Türkiye.
- Özmen, H. (2004). Fen öğretiminde öğrenme teorileri ve teknoloji destekli yapılandırmacı öğrenme. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 3(1), 100-111.
- Özyılmaz-Akamca, G. ve Hamurcu, H. (2009). Analojiler, kavram karikatürleri ve tahmin-gözlemaçıklama teknikleriyle desteklenmiş fen ve teknoloji eğitimi, *E-Journal of New World Sciences Academy*, 4(4), 1186-1206.
- Sarı, S., & Şengül, Ü. (2018) Tahmin-gözlem-açıklama ile birleştirilmiş örnek olay yönteminin genel kimya deneylerinde kullanılmasının fen bilgisi öğretmen adaylarının akademik başarısına etkisi. *Karadeniz Sosyal Bilimler Dergisi*, 10(18), 175-194.
- Sari, I. J., & Islami, R. A. Z. E. (2020). The effectiveness of scientific argumentation strategy towards the various learn-ing outcomes and educational levels five over the years in science education. *Journal of Innovation in Educational and Cultural Research*, 1(2), 52-57. DOI: 10.46843/jiecr.v1i2.17
- Schroeder, C. M., Scott, T. P., Tolson, H., Tse-Yang, H., & Yi-Hsuan., L. (2007). A meta-analysis of national research: effects of teaching strategies on student achievement in science in the United States. *Journal of Research in Science Teaching*, 44 (10), 1436–1460.
- Şencan, H. (2005). *Sosyal ve Davranışsal Ölçümlerde Güvenilirlik ve Geçerlilik.* Ankara: Seçkin.
- Tereci, H., Karamustafaoğlu, O., & Sontay, G. (2018). Manyetizma konusunda tahmin-gözlem-açıklama stratejisine dayalı alternatif bir deney etkinliği ve fizik öğretmenlerinin görüşleri. *Gazi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 4(1), 1-20. DOI: 10.30855/gjes.2018.04.01.001
- Tetik, S. (2019). *9. sınıf kimya dersi sıvılar konusunun 5E modeli ve TGA tekniği (tahmin-gözlem-açıklama) ile öğretimin öğrencilerin başarısına etkisi.* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi, İstanbul, Türkiye.
- Tiftikçi, H. İ., Yüksel, İ., Koç, A., & Çıbık, A. S. (2017). Tahmin gözlem açıklama yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının elektrik akımı konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesine ve başarıya etkisi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(1), 19-29.
- Tokur, F. (2011). *TGA stratejisinin fen bilgisi öğretmen adaylarının bitkilerde büyüme-gelişme konusunu anlamalarına etkisi.* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Adıyaman Üniversitesi, Adıyaman, Türkiye.
- Tümay, H., & Köseoğlu, F. (2011). Kimya öğretmen adaylarının argümantasyon odaklı öğretim konusunda anlayışlarının geliştirilmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 8, 105-119.
- Vadapally, P. (2014). *Exploring students' perceptions and performance on predict-observe-explain tasks in high school chemistry laboratory.* (Unpublished doctoral dissertation), University of Northern Colorado, Colorado, USA.
- Von Secker, C. E., & Lissitz, R. W. (1999). Estimating the impact of instructional practices on student achievement in science. *Journal of Research in Science Teaching*, 36 (10), 1110–1126.
- White, R. T., & Gunstone, R. F. (1992). *Probing understanding.* London: The Falmer Press.
- Yaman, F. (2012). *Bilgisayara dayalı tahmin-gözlem-açıklama (TGA) etkinliklerinin öğrencilerin asit-baz kimyasına yönelik kavramsal anlamalarına etkisi: Türkiye ve ABD örneği.* (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, Türkiye.
- Yavuz, S., & Çelik, G. (2013). Sınıf öğretmenliği öğrencilerinin gazlar konusundaki kavram yanlışlarına tahmin et-gözle-açıkla tekniğinin etkisi. *Karaelmas Eğitim Bilimleri Dergisi*, 1(1), 1-20.
- Yenice, N., Tunç, G. A., & Çandarlı, F. (2019). Fen eğitiminde TGA uygulamasının 6. sınıf öğrencilerinin problem çözme becerileri üzerindeki etkisinin incelenmesi. *İnönü Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6(11), 16-27. DOI: 10.29129/inujse.455848

- Yıldırım, N., & Maşeroğlu, P. (2016). Kimyayı günlük hayatla ilişkilendirmede tahmin-gözlem-açıklamaya dayalı etkinlikler ve öğrenci görüşleri. *Turkish Online Journal of Qualitative Inquiry*, 7(1), 117-145. DOI: doi.org/10.17569/tojqi.47585
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2018). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*. Ankara: Seçkin.
- Yore, D. L., Hand M. B., & Prain V. (2002). Scientists as writers. *Science Education*, 86 (5), 672-692.

İletişim/Correspondence

Banu Kara

banukara84@hotmail.com

Merve Sak

merve.sak05@gmail.com

Doç. Dr. Elif Benzer

epehlivanlar@gmail.com

TGA TASARIMI DEĞERLENDİRME ARACI (TGAT)

| | Yetersiz (0) | Kısmen Yeterli (1) | Yeterli (2) |
|-----------------|---|-----------------------|----------------|
| TAHMİN | Tahmin soruları deneyin sonucuna yönelik hazırlanmıştır. | | |
| | Tahmin sorularında sonuç hakkında yönlendirme yapılmamıştır. | | |
| | Tahmine yönelik neden sorgulanmıştır. | | |
| | Sorular öğrencilerin mevcut kavramlarını ortaya çıkaracak düzeydedir. | | |
| GÖZLEM | Tahmin soruları genelden özele hazırlanmıştır. | | |
| | Deney tasarımı hedef kazanıma uygundur. | | |
| | Deney aşamaları doğru bir sıralama ile gerçekleştirilmiştir. | | |
| | Deneyin her bir aşaması ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır. | | |
| AÇIKLAMA | Gözlem aşamasında deney sonucuna yönelik ipuçları yer almamıştır. | | |
| | Tahminlerin gözlem sonuçları ile uyumu irdelenmiştir. | | |
| | Tahmin ve gözlem arasındaki uyum/uyumsuzluğun nedeni sorgulanmıştır. | | |