



Research Article/Araştırma Makalesi

An Alternative Perspective on Integrating the Prediction-Observation-Explanation Teaching Method into Mathematics Education: Technology-Supported Prediction-Observation-Explanation-Evaluation

Mehmet İhsan YURTYAPAN^{1*}  Gül KALELİ YILMAZ² 

¹ Ministry of Education, Kocaeli, Turkey, asimptot10@yandex.com

² Uludağ University, Education Faculty, Bursa, Turkey, gulkaleli@uludag.edu.tr


* Corresponding Author: asimptot10@yandex.com

Article Info

Received: 25 June 2024

Accepted: 21 September 2024

Keywords: Prediction-Observation-Explanation, POE, technology, GeoGebra, function

 10.18009/jcer.1504515

Publication Language: Turkish

Abstract

The study aims to present the technology-supported POEE teaching method developed through integration into mathematics education using GeoGebra. GeoGebra is a dynamic software serving as a virtual laboratory. POEE is based on the POE method, used as a laboratory teaching method in science education. The study, using a descriptive literature review method, examined works related to the teaching method by searching for "Prediction-Observation-Explanation," "POE," and "Mathematics education" in various national and international databases. The literature review conducted showed that using POE with added stages and technology in mathematics teaching yields positive results. It is thought that technology-supported teaching, carried out with the "Evaluation" stage added to TGA within the scope of the research, will be effective in generalizing and consolidating knowledge. Researchers are recommended to investigate the effects of technology-supported POEE on different variables in mathematics teaching, and a lesson plan based on this method is provided.



To cite this article: Yurtyapan, M.İ., & Kaleli-Yılmaz, G. (2024). Tahmin-gözlem- açıklama öğretim yönteminin matematik eğitimine entegre edilmesinde alternatif bir bakış: Teknoloji destekli tahmin-gözlem- açıklama-değerlendirme. *Journal of Computer and Education Research*, 12 (24), 638-665. <https://doi.org/10.18009/jcer.1504515>

Tahmin- Gözlem- Açıklama Öğretim Yönteminin Matematik Eğitime Entegre Edilmesinde Alternatif Bir Bakış: Teknoloji Destekli Tahmin-Gözlem-Açıklama-Değerlendirme

Makale Bilgisi

Geliş: 25 Haziran 2024

Kabul: 21 Eylül 2024

Anahtar kelimeler: Tahmin-Gözlem-Açıklama, TGA, teknoloji, GeoGebra, fonksiyon

 10.18009/jcer.1504515

Yayın Dili: Türkçe

Öz

Çalışmanın amacı GeoGebra aracılığıyla matematik eğitime entegre edilerek geliştirilen teknoloji destekli TGAD öğretim yöntemini sunmaktır. GeoGebra sanal bir laboratuvar işlevi gören dinamik bir yazılımdır. TGAD temelini fen eğitiminde bir laboratuvar öğretim yöntemi olarak kullanılan TGA' dan almaktadır. Betimsel alan yazın tarama yöntemiyle yürütülen araştırmada ulusal ve uluslararası bazı veri tabanlarında "Tahmin-Gözlem-Açıklama", "TGA" ve "Matematik eğitimi" anahtar kelimeleri taranarak öğretim yöntemiyle ilgili olduğu düşünülen çalışmalar incelenmiştir. Yapılan alan yazın taraması TGA' ya aşamalar eklenerek teknolojiyle birlikte kullanılmasının matematik öğretiminde olumlu sonuçları olduğunu göstermiştir. Araştırma kapsamında TGA'ya eklenen "Değerlendirme" aşamasıyla gerçekleştirilen teknoloji destekli öğretimin bilginin geliştirilmesi ve pekiştirilmesinde etkili olacağı düşünülmektedir. Araştırmacılara teknoloji destekli TGAD'nin matematik öğretiminde farklı değişkenler üzerindeki etkilerini araştırmaları önerilmiş ve teknoloji destekli TGAD öğretim yöntemine göre hazırlanan bir ders planı sunulmuştur.

Summary

An Alternative Perspective on Integrating the Prediction-Observation-Explanation Teaching Method into Mathematics Education: Technology-Supported Prediction-Observation-Explanation-Evaluation

Mehmet İhsan YURTYAPAN ^{1*}  Gül KALELİ YILMAZ ² 

¹ Ministry of Education, Kocaeli, Turkey, asimptot10@yandex.com

² Uludağ University, Education Faculty, Bursa, Turkey, gulkaleli@uludag.edu.tr

* Corresponding Author: asimptot10@yandex.com

Introduction

Different approaches have been used in education programs from past to present, and in recent years, the constructivist approach, in which the student structures the knowledge, has replaced the traditional learning approach (MoNE, 2018). Although this is the basic philosophy, it is known that many teachers conduct their lessons with traditional approaches (Temizöz & Özgün-Koca, 2010). At this point, it can be thought that teachers need alternative approaches. One of these approaches is the POE teaching method. Prediction-Observation-Explanation (POE) method is an effective method often used in teaching abstract concepts in science (Bolat & Karamustafaoğlu, 2021; Yurtyapan, 2018). POE is a teaching method based on a laboratory approach based on classical research (invention) (Çelik, 2018). Therefore, it can be said that this method is compatible with the inquisitive structure of mathematics. In addition, considering that teaching mathematics concepts is difficult and abstract, the integration of POE into mathematics is thought to be important. However, when the literature on POE is examined, it is seen that the number of studies on mathematics teaching remains limited (Elmas-Baydar, 2023; Yurtyapan, 2023). This situation can be explained by the fact that mathematics educators do not sufficiently understand the theoretical structure of POE and the limited number of case studies on how POE can be integrated into mathematics education (Elmas-Baydar, 2023; Yurtyapan, 2023). As a matter of fact, the fact that POE is a laboratory teaching method that was first used in physics teaching in 1979 and has been developed and survived until today explains this situation. When the relevant literature is examined, it is seen that POE has been developed over time and used in teaching in different ways (Gunstone & White, 1981). It shows that especially adding stages to POE and using it by integrating it with

different teaching methods and techniques has positive reflections in teaching (Koparan, 2019; Rani, 2021; Tahir et al., 2020). In this context, the aim of the study is to introduce the POE teaching method and to present the technology-supported POEE teaching method as an alternative in integrating it into mathematics education.

Method

Since the research was a compilation study, it was conducted with the descriptive literature review method. While collecting the data of the study, the keywords "Prediction-Observation-Explanation", "POE" and "Mathematics education" were searched in some national and international databases. The studies obtained as a result of the screening were analyzed in depth after being selected according to their suitability for the subject content. Then, the studies thought to be related to the POE teaching method were read and evaluated by the researchers.

Results, Discussion and Conclusion

In the light of the literature review conducted in the study, it was found in some studies that there was a need to add stages to the POE teaching method and that when applied by adding stages to the POE teaching method, it had positive reflections on teaching. Therefore, it has been concluded that the evaluation phase is necessary in integrating the POE teaching method into mathematics teaching. In the POE teaching method, in general, after students make their predictions and observations about the subject to be learned, they learn by doing by making explanations in the explanation stage about whether there is a difference between their predictions and observations or whether their thoughts have changed. However, these stages may not be sufficient to learn all problem situations related to the subject. For this reason, it has been concluded that in integrating the POE teaching method into mathematics teaching, it is necessary to add an evaluation phase, which is a stage where students can individually apply and evaluate the knowledge they have learned at the end of the POE teaching process. During the evaluation phase, students are given product-related tasks (projects, research and extracurricular assignments, etc.), and then the mistakes made in these assignments are examined and evaluated as a class within the framework of ethical rules and corrected. In this sense, the evaluation phase is a phase in which the target acquisition that needs to be learned is institutionalized. Another striking finding when the literature on POE

is examined is that, in some studies, the use of POE teaching method with technology support has positive results in teaching mathematics. It is thought that this may be due to the frequent inclusion of abstract concepts in mathematics subjects. Therefore, it was concluded that since mathematics has an abstract structure, the POEE teaching method should be used in technology-supported teaching. In this sense, GeoGebra, Cabri, Desmos, etc., which we can call a kind of virtual laboratory applications used in mathematics dynamic software can be used. It is thought that POE is a teaching method based on the classical research-based laboratory approach and is suitable for integration with this type of dynamic software. Therefore, in this study, technology-supported POEE is presented as an alternative in integrating POE into mathematics education. In line with these results, researchers were advised to use technology-supported POEE in mathematics teaching and investigate its effects in terms of various variables. In this context, it is thought that the results of the studies will contribute to the relevant literature by increasing the number of studies on POE in the field of mathematics education. In addition, a lesson plan prepared according to the technology-supported POEE teaching method for teaching the concept of function in graphics was also shared as an example for researchers in the study. Since the concept of function in graphics is discussed in this lesson plan, GeoGebra dynamic software was used in the context of technology. However, in lesson plans that can be prepared for different subjects of mathematics, technologies such as Cabri and Desmos can be used, depending on the concepts in the subject.

Giriş

Geçmişten günümüze öğretim programlarında çok farklı yaklaşımlar kullanılmıştır. Son yıllarda ise sorumluluğun öğretilmekte olduğu geleneksel öğrenme yaklaşımı yerine bilginin öğrenci tarafından yapılandırıldığı yapılandırmacı yaklaşımın benimsendiği bilinmektedir (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2018). Her ne kadar temel felsefe bu olsa da birçok öğretmen derslerini geleneksel yaklaşımlarla yürütmektedir (Temizöz & Özgün-Koca, 2010). Dolayısıyla öğretmenlerin alternatif yaklaşımlara ihtiyacı olduğu düşünülebilir. Bu yaklaşımlardan biri de Tahmin-Gözlem-Açıklama (TGA) öğretim yöntemidir. Yöntem ile ilgili alan yazın incelendiğinde yapılan çalışmaların çoğunun fen eğitimine yönelik olduğu (Bolat & Karamustafaoğlu, 2021; Yurtyapan, 2018; Yurtyapan & Kandemir, 2022), matematik öğretilmesine yönelik çalışmaların sınırlı sayıda kaldığı görülmektedir (Baltacı & Yıldız, 2018; Elmas-Baydar, 2023; Yurtyapan, 2023). Bu anlamda matematik öğretilmesine yönelik TGA ile ilgili yapılan çalışmalara ihtiyaç olduğu ve bu alanda yapılan çalışmaların artması ile ilgili literatüre katkı sağlayacağı söylenebilir. İlgili alan yazında matematik eğitiminde TGA öğretim yöntemine yönelik yapılan çalışmaların sınırlı olmasının sebebi olarak TGA teorik yapısının matematik eğitimcileri tarafından yeteri kadar anlaşılabilmesi ve TGA'nın matematik eğitime entegrasyonunun nasıl gerçekleştirilebileceğine yönelik örnek çalışmaların az olması gösterilebilir (Elmas-Baydar, 2023; Yurtyapan, 2023). Nitekim TGA'nın ilk defa fizik öğretiliminde kullanılması ve temelini klasik araştırmaya (buluş) dayalı laboratuvar yaklaşımdan alan bir öğretim yöntemi olması bu durumu destekler niteliktedir. Bu bakımdan TGA'nın teorik yapısının ve aşamalarının tanıtımı, ilgili alan yazın bağlamında matematik eğitime nasıl entegre edilmesi gerektiğine ilişkin değerlendirmelerin yapılmasının önemli olduğu düşünülmektedir. TGA'nın öğretilme entegre edilmesi noktasında yapılan çalışmaların bazılarında dersin içeriğindeki kavramlara bağlı olarak TGA'ya aşamalar eklenmesi ya da farklı öğretim yöntem ve teknikleri ile desteklenmesi ihtiyacı hissedilmiştir (Elmas-Baydar, 2023; Rani, 2021). Matematik dersi yapısı gereği soyut kavramlardan oluştuğu ve TGA temelini araştırmaya (buluş) dayalı laboratuvar yaklaşımından aldığı için teknoloji ile bütünleştirilmesinin uygun olduğu düşünülmektedir. Bu anlamda GeoGebra, Cabri vb. dinamik yazılımlar önemli fırsatlar sunmaktadır. Dolayısıyla bu çalışmanın amacı alan yazına dayanarak TGA öğretim yönteminin aşamalarının özelliklerini vererek tanıtımını yapmak, matematik öğretilmesine entegre edilmesinde bir

alternatif olarak sunulan teknoloji destekli Tahmin-Gözlem-Açıklama-Değerlendirme (TGAD)'nın tanıtımı ve matematik öğretiminde nasıl uygulanması gerektiğini geliştirilen örnek bir ders planı ile ortaya koymaktır.

Yöntem

Bu çalışmada, TGA öğretim yönteminin matematik eğitime entegre edilmesinde alternatif bir bakış olarak teknoloji destekli TGAD öğretim yöntemi ile ilgili alan yazındaki çalışmaların derlenerek sunulması amaçlandığından çalışma betimsel alan yazın tarama yöntemi ile yürütülmüştür. Betimsel alan yazın tarama; birbirinden bağımsız olarak yapılan nitel ve nicel çalışmaların birlikte incelenmesi, düzenlenmesi ve alandaki genel eğilimlerin belirlenmesi amacıyla yapılan tanımlayıcı sistematik çalışmalardır (Çalık & Sözbilir, 2014; Çalık ve diğ., 2008). Ancak, betimsel alan yazın taramasında alandaki genel eğilimler belirlenirken incelenen araştırma sayısı fazla olduğu için derinlemesine yorum ve sentez yapmak çoğunlukla pek mümkün değildir (Çalık, 2019). Yürütülen çalışmanın konusu olan TGA ve teknoloji destekli TGAD öğretim yöntemlerine yönelik matematik eğitimi alan yazınında sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu nedenle çalışmalar, konu içeriğine uygunluğa göre araştırmacılar tarafından seçildikten sonra analiz edilerek elde edilen sonuçlar uzun tartışmalar neticesinde derlenmiştir. Dolayısıyla bu çalışma, matematik eğitiminde TGA ve teknoloji destekli TGAD öğretim yöntemlerine yönelik araştırmaların genel anlamda ne yönde olduğu belirtmektedir. Ayrıca çalışma araştırmacılar tarafından derinlemesine yorumlar ve sentezlemeler yapılarak sunulan bir derleme olduğu için betimsel alan yazın taramasına uygun olduğu düşünülmektedir. Öyle ki yapılan bu derlemenin sonuçlarına bağlı olarak teknoloji destekli TGAD öğretim yönteminin nasıl kullanılması gerektiğini anlatmak amacıyla matematiğin bir konusu belirlenerek teknoloji destekli TGAD öğretim yöntemine göre tasarlanan örnek bir ders planı Ek-1'de paylaşılmıştır. Alan yazın tarama türlerinde meta analiz çalışmalarında ilgili konudaki nicel (deneysel), meta sentez çalışmalarında ise nitel araştırmalar ele alınırken, betimsel alan yazın taramasında nitel ve nicel araştırmalar birlikte ele alınmaktadır (Çalık & Sözbilir, 2014; Çalık ve diğ., 2008). Bu çalışmada matematik eğitiminde TGA ve teknoloji destekli TGAD öğretim yöntemlerine yönelik alan yazındaki nicel ve nitel araştırmaların birlikte değerlendirilmesi yürütülen çalışmanın betimsel alan yazın taraması olduğunu destekler niteliktedir. Betimsel alan yazın

taraması sistematik bir yöntem olduğundan bu çalışma yürütülürken izlenen yol şu şekildedir;

- Alandaki ulusal ve uluslararası veri tabanlarında (SSCI, ERIC, ULAKBİM) “Tahmin-Gözlem-Açıklama”, “Predict-Observe-Explain”, “TGA”, “POE” ve “Matematik eğitimi” anahtar kelimeleri taranarak öğretim yöntemine ilişkin makale, kitap, kitap bölümü ve tez çalışmaları bulunmuştur.
- Ele alınan çalışmalar, konu içeriğine uygunluğa göre seçildikten sonra derinlemesine analiz edilmiştir.
- Bu çalışma kapsamında değerlendirilecek olanlar, konu içeriğinin uygunluğuna göre araştırmacılar tarafından incelenerek seçilmişlerdir.

Belirlenen çalışmalar okunarak bu çalışma kapsamında belirlenen başlıklara uygun şekilde derinlemesine analiz edilerek sonuçlar uzun tartışmalar sonucu derlenmiştir.

Bulgular

Tahmin- Gözlem- Açıklama (TGA) Öğretim Yöntemi

Günümüzde öğretim ortamlarında pek çok şekilde kullanılan TGA temelinin, bir hipotezin ifade edildiği ve bu hipotezin neden doğru olabileceğine ilişkin argümanların ortaya konulduğu, ilgili verilerin toplanarak sonuçların tartışılıp sorgulandığı klasik araştırmaya (buluşa) dayalı laboratuvar yaklaşımından alır (Çelik, 2018). TGA yöntemi, Pittsburgh Üniversitesinde başlangıçta “Gösteri-Gözlem-Açıklama” (GGA) [DOE (Demonstrate-Observe-Explanation)] olarak adlandırılan bir tekniğin geliştirilmiş şeklidir (Kearney, 2004; Yaman, 2012). TGA öğretim yöntemi, öğrencilere belirli bir konu veya deney hakkında gerekçeli tahminler yapma, ardından ilgili konuyu veya deneyi gözleme ve yaptıkları tahminlerle gözlemleri birlikte açıklama temeline dayanan üç aşamalı bir öğretim yöntemidir. TGA ilk olarak 1979 yılında Champagne ve arkadaşları tarafından fizik öğrenimi gören öğrencilerin, düşünme becerilerini incelemek amacıyla “Gösteri-Gözlem-Açıklama” (GGA) şeklinde tasarlanarak kullanılmıştır (Güngör & Özkan, 2017). Daha sonra bu yöntem Gunstone ve White (1981) tarafından yürütülen bir başka çalışmada “Tahmin-Gözlem-Açıklama” (TGA) olarak değiştirilerek bugünkü şeklini almıştır. İlgili alan yazında TGA’dan bazı çalışmalarda TGA stratejisi olarak bahsedildiği görülse de (Elmas-Baydar, 2023; İpek ve diğ., 2010), yaygın

olarak teknik veya yöntem olduğu belirtilmektedir (Bilen, 2009; Ergül ve diğ., 2020; Nalkıran & Karamustafaoğlu, 2020; Yaman, 2012). Alan yazında bu şekilde ifade edilmesi nedeninin TGA'nın öğretim ortamlarından kullanımına ve yapılan çalışmalarının amaçlarına bağlı olduğu düşünülmektedir. Bu durum TGA'nın öğrenme ortamlarında kullanımı başlığı altında daha detaylı açıklanmıştır. Ancak yukarıda gelişim sürecinde de belirtildiği gibi TGA bir laboratuvar yöntemi olarak tasarlanmıştır. Dolayısıyla bu çalışmada ders planı tasarlanırken TGA öğretim yöntemi olarak ele alınıp örnek bir öğretim etkinliği geliştirilmiştir.

Tahmin-Gözlem-Açıklama (TGA)'nın Öğretim Ortamlarında Kullanılması

İlgili alan yazın incelendiğinde TGA'nın öğretim ortamlarında farklı amaçlarla kullanıldığı görülmüştür. Özellikle laboratuvar derslerinde çalışma yapıları TGA'ya göre tasarlanarak öğretim amaçlı kullanılmaktadır (Güngör & Özkan, 2017; Yurtyapan, 2018). Ayrıca çalışmalarda öğretim süreci tamamlandıktan sonra araştırmacılar TGA çalışma yapılarını değerlendirebilir. Bu bakımdan TGA, dersin sadece etkili bir şekilde öğrenilmesine yardımcı olmakla kalmayıp aynı zamanda öğrencilerin değerlendirilmesi için alternatif bir değerlendirme yöntemidir (Güven, 2011; Kozcu-Çakır ve diğ., 2017). Öğretim ortamları tasarlanırken TGA tek başına ya da kavram öğretimindeki bazı yöntem ve tekniklerle birlikte de kullanılabilir. Özyılmaz-Akamca & Hamurcu (2009), TGA'yı analogiler ve kavram karikatürleriyle, Barut (2020) kavram ağları, Yurtyapan (2018) ise kavram karikatürleri, Tao & Gunstone (1999) simülasyonlarla, Yaşar ve Baran (2020) oyunlarla birlikte kullanmayı tercih etmişlerdir. Ayrıca yapılan çalışmalarda kavram yanılgılarının belirlenmesinde ve bu yanılgıların giderilmesinde etkili olan bir kavramsal değişim stratejisi olarak da TGA'dan bahsedilmektedir (İpek ve diğ., 2010; Küçüközer, 2008). Bu çalışmada Ek-1'de sunulan örnek ders planı TGA öğretim yöntemine alternatif bir bakış açısı getirerek ilköğretim matematik öğretmeni adaylarına fonksiyon grafiklerinin dönüşümünün öğretimi ve grafik okuryazarlık becerilerinin geliştirilmesine yönelik hazırlanmıştır.

TGA öğretim yöntemiyle laboratuvarlarda veya alanda yapılacak etkinliklerde öğrencilere öğrendiklerini uygulama fırsatının verilmesi amaçlanmıştır (White & Gunstone, 1992). Yöntem aynı zamanda; sınıf içerisinde sunulacak olay, gösteri, deney ya da laboratuvar etkinliklerine yönelik öğrencilerin tahminde bulunmaları (nedeniyle birlikte), olayı gözlemlenmeleri ve süreç başındaki tahminleri ile gözlemlerini beraberce açıklamaları sürecine dayanmaktadır (Kearney & Treagust, 2001; White & Gunstone, 1992). Dolayısıyla TGA'nın

gözlem aşaması, öğrencilerin tahmin aşamasındaki duruma yönelik deneyler yapmasını gerektirmektedir. Ancak bazı soyut kavramların öğretiminde öğrencilerin somut deneyler yapması her zaman mümkün olmayabilir. Bu bakımdan TGA öğretim yöntemi bilgisayar tabanlı bir ortama uygulanabilir. Nitekim ilgili alan yazınında TGA'nın teknolojik öğrenme ortamlarında kullanılarak olumlu sonuçlar alındığını gösteren pek çok çalışma bulunmaktadır (Baltacı & Yıldız, 2018, Elmas-Baydar, 2023; Tao & Gunstone, 1999). Baltacı ve Yıldız (2018) tarafından yapılan çalışmada ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının geometrik yer problemlerini GeoGebra dinamik matematik yazılımıyla çözümleri esnasında TGA stratejisinin nasıl işlediği incelenmiştir. Araştırmada öğretmen adaylarının çoğunun yanlış tahminlerde buldukları tespit edilmiştir. Gözlem aşamasında ise öğretmen adayları GeoGebra yazılımıyla oluşturulan geometrik yerleri gözlemleyerek tahminlerini düzeltmeye çalıştıkları ve hepsinin tahminlerini doğru cevapla değiştirdikleri belirlenmiştir. Çalışmada araştırmacıların geometrik yer problemlerinin GeoGebra yazılımı destekli çözümleri esnasında TGA stratejisinin kullanımının, ilköğretim matematik öğretmeni adaylarına istenilen geometrik yerleri göstermede etkin bir araç olduğu sonucuna ulaştıkları görülmektedir. Elmas-Baydar (2023) ise istatistik öğretiminin doğasına uygun olduğunu düşünerek TGA stratejisinin, bilgisayar teknolojileriyle desteklendiği bir öğrenme ortamının (BiDeTGA), normal dağılım ve örnekleme dağılımı konularının öğrenilmesine etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Çalışmanın gözlem aşamasında Microsoft Excel, GeoGebra dinamik yazılımı ve SamplingSIM simülasyon yazılımı kullanılmıştır. Araştırmadan elde edilen bulgular, BiDeTGA stratejisine uygun tasarlanan öğrenme ortamının, öğrencilerin normal dağılım ve örnekleme dağılımı konularındaki akademik başarılarında deney grubu lehine anlamlı bir farklılık oluşturduğunu göstermiştir. Elde edilen sonuçlar, BiDeTGA stratejisinin kullanıldığı öğrenme ortamında yapılan çalışmaların, öğrencilerin normal dağılım ve örnekleme dağılımı kavramlarını daha etkili bir şekilde öğrenmelerine yardımcı olduğunu ortaya çıkarmıştır. Elmas-Baydar (2023) ile Baltacı ve Yıldız (2018) tarafından yapılan çalışmalarda TGA'nın üç aşamalı şekilde kullanıldığı görülmektedir. Bu durumun araştırmacılar tarafından çalışılan konuların yapılarıyla ilişkili olduğu söylenebilir. Nitekim yürütülen bu çalışmada tasarlanan öğretim ortamının fonksiyon dönüşümünün öğretimi ve grafik okuryazarlık becerilerini geliştirmeye yönelik olduğu göz önüne alındığında konunun çok bileşenli bir yapısının olduğunu söylemek mümkündür. Özellikle grafik çizme becerisi,

grafik okuma ve yorumlama becerisini içerisinde alan üst düzey bir beceridir. Bu bakımdan temel olarak grafiklere yönelik becerilerin geliştirilmesine odaklanan bu çalışmada öğrencilerin çizdikleri grafiklere yönelik bir geri dönüt sağlanması açısından değerlendirme aşamasının eklenmesine ihtiyaç duyulmuştur. Dolayısıyla fonksiyon dönüşümünün öğretime yönelik grafik okuryazarlık becerilerinin geliştirilmesi amacıyla tasarlanan bu çalışmadaki öğretim ortamı TGA öğretim yöntemine Değerlendirme aşaması eklenerek TGAD şeklinde teknoloji destekli olarak yürütülmüştür. Ayrıca Elmas-Baydar (2023) ile Baltacı ve Yıldız (2018)'in çalışmalarından farklı olarak bu çalışmada etkinlikler GeoGebra Ders ortamında tasarlanarak teknolojinin bütün aşamalarda kullanılması sağlanmıştır.

TGA ve TGAD öğretim sürecinin etkili bir şekilde gerçekleşmesi için öğretmen ve öğrencilerin rollerinin araştırmacılar ve uygulayıcı öğretmenler tarafından iyi anlaşılması gerekmektedir. Ayas ve diğerleri (1997) yaptıkları çalışmada TGA öğretim yönteminden beklenen etkilerin belirlenmesinde, sürecin yönetiminde ve özellikle açıklanması aşamalarında ortaya çıkan sonuçların açıklanmasında sorunlar yaşandığına dikkat çekmektedir. Bu durum TGA öğretim yönteminin aşamalarının özellikleri ve uygulanma şeklinin araştırmacılar tarafından iyi anlaşılmasından kaynaklanabilir. Dolayısıyla öğretim ortamlarında TGA'nın etkili olabilmesi için nasıl uygulanması gerektiği ve bu aşamaların özelliklerinin bilinmesinin önemli olduğu düşünülmektedir. Ayrıca grafik okuryazarlık becerilerinin geliştirilmesi kapsamında araştırmacılar tarafından geliştirilen TGAD öğretim sürecinin tanıtılması bu alanda çalışacak araştırmacılar ve öğretmenlere katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bu kapsamda TGAD öğretim yönteminin aşamaları ayrıntılı bir şekilde aşağıda açıklanmaktadır.

Tahmin Aşaması: Tahmin aşaması, öğrencilerin konuya dikkatinin çekilmesi gereken bir aşamadır (Sağiremekçi, 2016). Bu aşamada öğretmen tarafından geliştirilen etkinliğe (deney, gösteri) yönelik öğrencilerden tahmin geliştirmeleri ve tahminlerinin gerekçelerini açıklamaları beklenmektedir. Tahminde bulunmak aynı zamanda öğrencinin fikirlerinin alınması açısından "Benim fikirlerim önemli" düşüncesini harekete geçirmektedir. Böylece öğrenci öğrenmenin sorumluluğunu alarak sürece dâhil olmaktadır. Bu durum öğrencilerin fikir ve inanışları arasından konuyla ilgili olanları seçme ve karar verme yeteneğini geliştirmektedir (Gunstone, 1995). Tahmin aşaması için geliştirilen etkinlikte deney yapılabileceği gibi açık uçlu sorular üzerinden de etkinlik yürütülebilir (White & Gunstone,

1992). Nitekim Liew ve Treagust (1998) çalışmalarında tahmin için açık uçlu soruların yöneltilmesinin daha uygun olduğunu belirtmişlerdir. Çünkü tahmin sürecinde olaya yönelik seçeneklerin sunulması halinde öğrencilerin zihin dünyalarında oluşan tahminler kısıtlanabilir. Bu kapsamda kullanılacak soruların, öğrencilerin tahmin ve gözlemlerini sınırlandıracak, yönlendirecek şekilde kısa cevaplı olmamasına özen gösterilmesi gerektiği önerilmektedir (Liew & Treagust, 1998; Yurtyapan, 2018). Dolayısıyla bu çalışma kapsamında geliştirilen etkinlikte tahmin aşamasında fonksiyon grafiklerini okuma- yorumlamaya yönelik açık uçlu sorular yöneltilerek verdikleri cevapların gerekçelerini açıklamaları istenmiştir. Buradaki amaç öğretmen adaylarının bilgilerini açığa çıkarmak için motive etmektir. Tahmin aşaması öğretilmesi hedeflenen kavrama yönelik öğrencilerin ön bilgilerinin nasıl, ne düzeyde olduğu ve varsa kavram yanlışlarının tespiti açısından da önem arz etmektedir (Searle, 1995). Bu aşama sayesinde öğrenci konuya yönelik bilgilerindeki eksiklerle yüz yüze kalarak cevaplarının doğru olup olmadığı kontrol etmek amacıyla ikinci aşama olan gözlem aşamasına istekli bir şekilde geçmesi hedeflenmektedir.

Gözlem Aşaması: Gözlem aşamasında, tahmin aşamasında gerçekleştirilen etkinlikte geçen olayla ilgili öğrencilerden deneyler yaparak süreci aktif bir şekilde gözlemlemeleri istenmektedir. İki aşama bu yönüyle birbirlerine sıkı bir şekilde bağlıdır. Dolayısıyla geliştirilen etkinlikteki deneyin öğrenci tarafından hem açık bir şekilde gözlemlenebilecek yapıda hem de öğrencinin zihninde çelişki oluşturabilecek özellikte olması önem arz etmektedir (White & Gunstone, 1992). Gözlem aşaması bu yönüyle öğrencilere tahminlerini kontrol etme ve çıkarımda bulunma imkânı sağlamaktadır. Ayrıca öğrencilerin gözlemlerini sözel ve sayısal anlamda yazarak ifade etmeleri ve gerekirse deneyi tekrar etmeleri istenebilir (Köseoğlu ve diğ., 2002). Bu sayede öğrencilerin tahmin ve gözlemlerini karşılaştırıp düşüncelerindeki değişimi kâğıda aktararak bilimsel bir sürecin nasıl gözlemlenmesi gerektiği hakkında bir alışkanlık edinmeleri sağlanmaktadır. Gözlem aşaması bu yönüyle öğrencinin kendi kendine öğrenmesini sağlayan en kritik aşamalardan biridir (Yaman, 2012). Matematiğin çoğu konusunda soyut kavramların öğretimi söz konusu olduğu için gerçek ortamda deneylerin ve gözlemlerin yapılması pek verimli ve mümkün olmamaktadır. Bu durumu gidermek için araştırma kapsamında sunulan örnek ders planının gözlem aşamasında grafiklerde fonksiyon dönüşümüne yönelik GeoGebra dinamik yazılımı kullanılarak teknoloji destekli bir yaklaşım izlenmiştir. Nitekim ilgili alan yazında

matematikteki pek çok soyut kavramın öğretimini konu alan çalışmalarda gözlem aşaması için teknolojik uygulamalardan faydalanılmıştır (Baltacı & Yıldız, 2018; Elmas-Baydar, 2023). Ayrıca her bireyin öğrenme hızının farklı olduğu düşünüldüğünde GeoGebra'nın öğretmen adaylarına sınırsız deneme yapma imkânı vermesinin keşfederek öğrenme açısından önemli katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Gözlem aşaması keşfederek öğrenmeyi ön planda tutmasına rağmen bu durum öğrencilerin her zaman doğru gözlemler yapacağı anlamına da gelmemektedir. Çünkü yapılan çalışmalarda öğrencilerin incelenen duruma yönelik ön bilgileri, tahminlerini, gerekçelerini, beklentilerini ve gözlemlerini olumlu ya da olumsuz yönde etkileyebildiği tespit edilmiştir (Kearney, 2004; Liew & Treagust, 1998; White & Gunstone, 1992). Bu durum öğrencilerin ön bilgilerinin doğru veya yanlış olmasıyla ilişkilidir. Dolayısıyla öğrencilerin yaptıkları gözlemlerden elde ettikleri sonuçları sınıfla paylaşmaları, fikirlerini ifade etmeleri düşüncelerindeki eksik noktaları görmek açısından bir gereklilik oluşturmaktadır. Bu nedenle gözlem aşamasından sonra diğer bir aşama olan açıklama aşamasına geçilmektedir.

Açıklama Aşaması: Bu aşamada öğrencilerden tahmin ve gözlemleri arasında fark olup olmadığına ilişkin bilgi vermeleri ve eğer fark varsa bunun nedenlerini kendi cümleleri ile açıklayarak yazmaları beklenir (Kearney, 2004). Ayrıca bu aşamada öğrencilerden sınıfta sözel olarak tahmin ve gözlemlerini ifade etmeleri varsa eksik ya da çelişkili durumları tartışmaları beklenir ve böylece çelişkilerin giderilmesi sağlanmalıdır (Yurtyapan, 2018). Öğrencilerin süreç içerisinde geliştirdikleri açıklamaları sınıf içerisinde tartışmaları, kavramları kendilerince yapılandırmaları, fikirlerini savunmaları ve gerekçelendirmeleri açısından önemlidir. Ayrıca sınıf içerisinde tartışma, öğrenciye karşı tarafın fikrini dinleyerek anlamaya çalışma, katıldığı ve katılmadığı noktaları ifade etme ve bu yolla düşüncelerini sunma imkânı vermektedir. Böylece öğrencinin sadece kendi düşüncesinin değil, arkadaşlarının düşüncelerinin de önemli olduğunu hissetmesine, duyuşsal açıdan empatik bir bakış açısı benimsemesine katkı sağlanabilir. Nitekim ilgili alan yazında TGA'nın duyuşsal özellikler üzerinde olumlu yansımalar oluşturduğunu gösteren pek çok çalışma bulunmaktadır (Akarsu, 2018). Öğrenciler açıklama aşamasında tahmin ve gözlemlerini karşılaştırarak not aldıkları ve bu düşüncelerini sınıf ortamında tartıştıkları için bu aşamayı zor bulurlar (Kearney, 2004). Bu noktada öğretmene önemli görevler düşebilmektedir. Öğretmenin sürecin verimliliğini sağlamak adına bu aşamada yapılandırmacı bir bakış açısı çerçevesinde

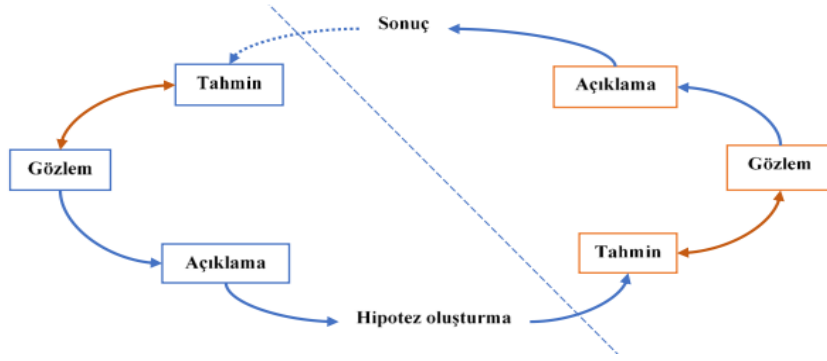
öğrencilere rehberlik etmesi önemlidir. Öğretmen varılacak sonuca yönelik direkt açıklamalarda bulunmamalı daha çok öğrencilere alternatif fikirler ve yorumlar geliştirmesi için onlara yol göstermesi ve teşvik edici olması gerekmektedir (Köse ve diğ., 2003; White & Gunstone, 1992). Bunun için öğretmenler çeşitli sorular sorarak öğrencilerle diyaloga geçebilir. Yapılan araştırmalar bireylerin düşüncelerini sözel olarak ifade etmelerini sağlayan didaktik konuşmaların öğrenmeye olumlu yönde katkı sağladığını göstermektedir (Egin, 2010). Ayrıca bu aşamanın mülakatlar ile desteklenmesi öğrenci anlamaları hakkında daha ayrıntılı bilgilerin tespit edilmesini sağlar (Liew & Treagust, 1998). Bu çalışmada geliştirilen ders planındaki etkinlikte açıklama aşamasında öğrencilerle birlikte tahmin ve gözlemlerin neler olduğuna yönelik sınıf içi tartışmalar yapılması gerektiği özellikle belirtilmektedir. Sınıf içinde açıklamaların paylaşılması ve tartışılması, öğrencilere farklı bakış açılarını düşünme imkânı sunar, yeni düşüncelerin önemini anlamalarına yardımcı olur ve bu taze fikirleri çeşitli durumlarda uygulama şansı verir. Genellikle, birçok açıklama eşit derecede geçerlidir ve bu açıklamalar yeni soruların doğmasına yol açabilir (Baird & Northfield, 1992). Dolayısıyla bu durum açıklama aşamasından sonra yeni tahminlerin yapılmasına ve TGA'nın bir döngü şeklinde işlemesine neden olmaktadır. TGA'nın nasıl işlediğini gösteren döngüsel yapı Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. TGA'nın döngüsel yapısı (Elmas-Baydar, 2023, s. 27)

Şekil 1'de görüldüğü üzere açıklama aşaması sonunda ortaya çıkabilecek yeni sorular sürecin tekrar başa dönmesini sağlayabilir. Bu noktada öğretmen, öğrencileri bilimsel kaynaklara ulaşmalarını sağlamak için çeşitli yönlendirmeler yapabilir. Özellikle ele alınan

kuramsal nitelikteki konu ya da kavramlarda açıklama aşamasından sonra farklı müdahalelerde bulunulabilir. Betimsel kavramlar doğrudan ölçüm ve gözlemlere dayanırken, kuramsal kavramlar, dolaylı verilerden faydalanarak gözlemlenen olguların açıklanması temeline dayanmaktadır (Lawson, 1995; Lawson ve diğ., 2000). Fen ve matematik kavramlarının pek çoğu doğrudan gözlemlenemeyen kuramsal soyut kavramlardır. Bu nedenle kuramsal kavramların öğretiminde TGA'nın kullanımında açıklama aşamasından sonra farklı aşamaların entegre edilebileceği ya da yöntemin derinleştirilerek kullanılacağı araştırmacılar tarafından belirtilmektedir (Ergül ve diğ., 2020; Hilario, 2015). Hilario (2015) tarafından açıklama aşamasından sonra araştırma-inceleme aşamasının entegre edilebileceği ifade edilmektedir. Ergül ve diğerleri (2020) tarafından yapılan çalışmada ise TGA döngüsü derinleştirilerek Şekil 2'deki gibi kullanılmıştır.



Şekil 2. Entegre hipotetik-TGA döngüsü (Ergül ve diğ., 2020, s. 495.)

Şekil 2'de görüldüğü üzere açıklama aşamasından sonra elde edilen bilgilerden her zaman doğru sonuçlara gitmek sınıf bazında mümkün olmayabilir. Bu nedenle bilginin kurumsallaştırılması için açıklama aşamasından sonra ek aşamalara ihtiyaç duyulmaktadır. Nitekim fen ve matematik alanında yapılan TGA ile ilgili pek çok çalışmada yönteme farklı aşamalar entegre edilerek kullanıldığı görülmektedir (Coştu, 2021; Coştu ve diğ., 2012; Hilario, 2015; Rani, 2021; Sani & Anggryani-Sinaga, 2012; Tahir ve diğ., 2020). Bu bağlamda öğretim yönteminin araştırmacıların bakış açısına göre yorumlanarak kullanılmaya açık olduğu söylenebilir. İlgili çalışmalarda yöntemin bu şekilde farklı kullanımlarının öğretimde olumlu sonuçlar ortaya çıkardığı görülmüştür (Coştu, 2021; Rani, 2021; Sani & Anggryani-Sinaga, 2012; Tahir ve diğ., 2020). Bu çalışmalar incelendiğinde fen bilgisi eğitimi alanında yapılan bir çalışmada yönteme tartışma aşaması eklenerek Tahmin Et-Açıkla-Gözle-Tartış-Açıkla [TAGTaA] (Coştu, 2021), fizik eğitiminde yapılan bir çalışmada ise yazma aşaması eklenerek

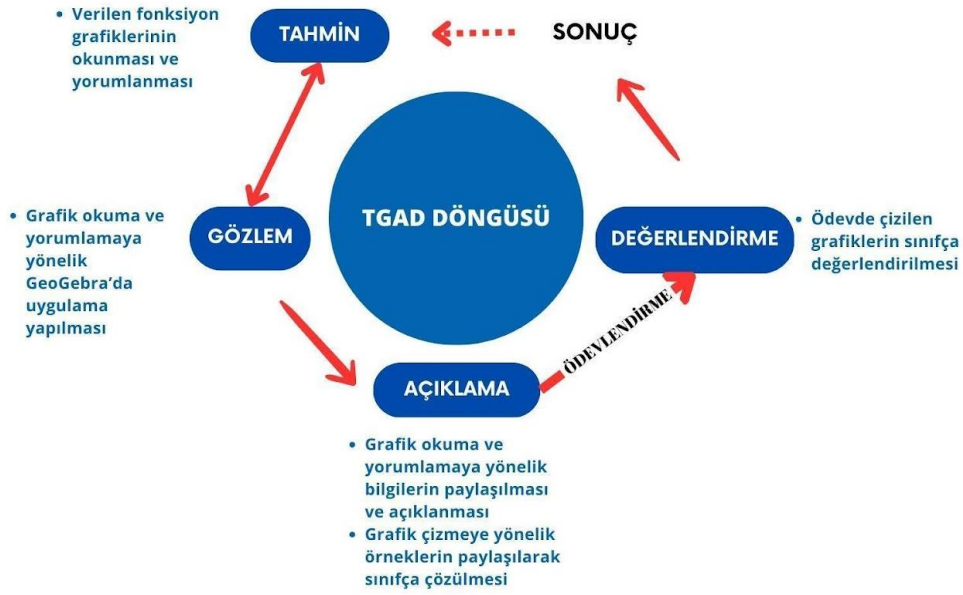
Tahmin- Gözlem-Açıklama-Yazma [TGAY] (Sani & Anggryani-Sinaga, 2012) şeklinde kullanıldığı görülmektedir. Fizik eğitiminde yapılan bir diğer araştırmada ise yöntem animasyon aşaması eklenerek [TGAA] (Tahir ve diğ., 2020), matematik eğitiminde yöntem Detaylandırma, Yazma ve Değerlendirme aşamaları eklenerek [TGADYD] (Rani, 2021) kullanıldığı görülmektedir. Dolayısıyla TGA'nın esnek ve işlevsel bir yapıya sahip olduğu söylenebileceği gibi araştırmacıların yöntem ek aşama ekleme ihtiyacı da hissettikleri görülmektedir.

Bu çalışma kapsamında hazırlanan ders planında konu olarak içerisinde pek çok kuramsal soyut kavramın bulunduğu fonksiyonların dönüşümü ele alındığı için ek bir aşamaya ihtiyaç duyulmuştur. Ayrıca ders planındaki kazanımlarda fonksiyon konusuna yönelik grafik okuryazarlık becerilerinin geliştirilmesi amaçlandığından öğretim yönteminin her aşamasında ayrı bir becerinin geliştirilmesi hedeflenmiştir. Grafik okuma ve yorumlama nispeten daha kolay ve temel bir beceri olduğundan tahmin ve gözlem aşamasına yerleştirilmiştir. Grafik çizme becerisi ise grafik okuma ve yorumlamayı kapsayan daha üst düzey bir beceridir. Bu nedenle öğretim sürecinin son aşamalarına yerleştirilmesi uygun görülmüştür. Ancak grafik çizme becerisinin kapsamlı yapısı ve üst düzey bir beceri olması göz önüne alındığında açıklama aşamasında grafik çizmeye yönelik öğretmen adaylarıyla birlikte yapılan etkinlikler ve örnekler yeterli olmayabilir. Dolayısıyla öğretmen adaylarının grafik çizmeye yönelik kendi performanslarını ortaya koyabilecekleri ek bir aşamaya ihtiyaç duyulmuştur. Yöntem aşama ekleme ihtiyacının altında konunun yapısı, araştırmacının öğrenmeye bakışı, öğrencinin ihtiyaçları, öğretimin değerlendirilmesi gibi birçok durum olabileceği söylenebilir. Nitekim kavram karikatürü destekli TGA öğretim yönteminin kullanıldığı Yurtyapan (2018) tarafından gerçekleştirilen çalışmada öğretim süreci sonunda konu ile ilgili değerlendirme soruları sorulduğu, bu sorulara verilen cevapların sadece yapılan öğretimi değerlendirmek adına kullanıldığı görülmektedir. Ancak öğretim sonrasında öğretimin değerlendirilmesinin yanı sıra öğrenciye dönüt vermenin de önemli olduğu yadsınamaz bir gerçektir. Bu sayede öğrenciler değerlendirme sorularına verdikleri cevaplarda doğru, eksik ya da yanlış noktaları fark ederek cevaplarını düzeltme fırsatı bulabilir. Böylece öğretimin kalitesinin arttırılacağı düşünülmektedir. Bu nedenle TGA öğretim yöntemine Değerlendirme aşaması eklenerek TGAD şeklinde geliştirilmiştir.

Değerlendirme Aşaması: Değerlendirme aşaması öğrencilerin TGA öğretim süreci sonunda öğrendikleri bilgileri bireysel olarak uygulayabilecekleri bir aşamadır. Dolayısıyla bu aşamada öğrencilere ürüne dönük görevler (proje, araştırma ve ders dışı ödevlendirme vb.) verilmelidir. Öğrencilere verilen görevler sınıf içi ya da ders dışı uygulamalar olabilir. Bu görevler öğrenciler tarafından tamamlandıktan sonra sınıf ortamında paylaşılarak yapılan hataların değerlendirilmesi yapılır. Dolayısıyla bu aşama öğrencilerin hem TGA öğretim sürecinden elde ettiği bilgiyi uygulayarak dönüt aldığı hem de arkadaşlarının bilgilerini değerlendirerek yapılabilecek farklı hataları gördüğü bir aşama olduğu için her yönüyle değerlendirme yaptığı bir aşamadır. Değerlendirme aşamasında ödevlerde yapılan hatalar sınıf tarafından doğrudan görülemiyorsa bu hataların neler olabileceğine yönelik tahminler alınır. Daha sonra yapılan tahminlerin gözlemlenmesi ve son olarak tartışmalar yoluyla açıklanması sağlanır. Dolayısıyla TGAD'nin döngüsel bir yapısı olduğu için bilginin kurumsallaştırılmadığı durumlarda süreç devam eder. Bu çalışmada fonksiyon grafiklerinin öğretimine ve grafik okuryazarlık becerilerinin geliştirilmesine yönelik tasarlanan TGAD'a dayalı teknoloji destekli öğretim ortamında TGAD'nin nasıl uygulandığı aşağıda detaylı olarak açıklanmıştır.

Tahmin-Gözlem-Açıklama-Değerlendirme (TGAD)'nin Öğretim Ortamlarında Kullanılması

Teknoloji destekli TGAD'nin uygulanmasını açıklamak amacıyla çalışma kapsamında bir matematik konusu araştırmacılar tarafından seçilmiştir. Bunun için konu olarak fonksiyon dönüşümleri belirlenerek öğretmen adaylarına öğretimi hedeflenmiştir. Ayrıca TGAD'nin uygulanmasına yönelik döngüsel yapıyı gösteren diyagram Şekil 3'te verilmiştir.



Şekil 3. TGAD döngüsü (Yurtyapan, 2023, s. 28.)

Çalışma kapsamında hazırlanan ders planında grafiklerde fonksiyon dönüşümüne yönelik grafik okuryazarlık becerilerinin geliştirilmesi amaçlandığından TGAD öğretim yönteminin her aşamasında ayrı bir becerinin yer aldığı Şekil 4'te görülmektedir. Tahmin aşamasında öğrencilerden verilen grafiklerini okumaları ve yorumlamaları, ardından yaptıkları tahminleri yazılı olarak kaydetmeleri istenir. Daha sonra öğrenciler tahminlerini kısaca sınıfla paylaşır. Yapılan paylaşım sonrasında gözlem aşamasına geçilir. Gözlem aşamasında, tahmin aşamasında verilen her grafiğe yönelik GeoGebra uygulamaları bulunmaktadır. Bu uygulamaları yaparak gözlemlerini ve tahmin aşamasındaki düşüncelerinin değişip değişmediğine yönelik bir bölümü doldurarak açıklamalarını yazılı olarak kaydetmeleri istenir. Açıklama aşamasında ise öğrencilerle birlikte tahminler ve gözlemlerin neler olduğuna yönelik sınıf içi tartışmalar yapılır. Tahminler ve gözlemler arasındaki çelişkili durumları gidermek için öğretmen öğrencilerle birlikte GeoGebra yazılımı kullanarak gözlemler ve iskele sorular aracılığıyla didaktik konuşmalar gerçekleştirir. Böylece öğretmen grafik okuma yorumlamaya yönelik bilginin genelleştirilmesini sağlamayı amaçlamaktadır. Ek olarak bu aşamada grafik çizme becerisini geliştirebilmek için konu ile ilgili temel bilgiler vererek bazı grafiklerin çizimine yönelik öğrencilerle birlikte gerek GeoGebra yazılımını kullanarak gerekse sınıf tahtasını kullanmak suretiyle örnekler çözülür. Değerlendirme aşamasında öğretmen adaylarına grafik çizmeye yönelik ders dışı ödevlendirmeler yapılarak onlara verilen sürede yaptıkları ödevleri teslim etmeleri istenir.

Burada amaç öğretmen adaylarına daha önceki aşamalarda grafik okuma ve yorumlamaya dair öğrendikleri bilgileri uygulamaya koyarak kendi performanslarını ortaya çıkarabilecekleri ayrı bir zaman tanımaktır. Daha sonra dersi yürüten öğretmen tarafından bu ödevler kontrol edilerek yapılan hatalar sınıflandırılır ve etik kurallar çerçevesinde öğrencilere “ödevlerinizde yaptığınız çizimler” şeklinde sunulur. Öğrencilerden çizimleri yorumlamaları varsa yapılan hataları incelemeleri istenir. Daha sonra hataların neler olduğuna yönelik sınıf içi tartışmalar gerçekleştirilir. Bu aşama öğretmen adaylarının ders dışı bir zamanda tahmin, gözlem ve açıklama aşamasında öğrendikleri bilgileri, grafik çizmeye yönelik yaptıkları hatalarla yüzleştiği ve didaktik konuşmalarla doğrularını öğrendiği bir aşama olduğu için gerek kendini gerekse öğretim sürecini değerlendirdiği bir aşamadır. Bu nedenle “Değerlendirme” aşaması olarak isimlendirilmiştir. Sonuç olarak grafik okuryazarlığına yönelik bütünsel olarak bir öğrenme gerçekleştirmek ve bilginin öğretmen adayları tarafından kavramsallaştırılması ve içselleştirilmesini sağlamak için değerlendirme aşamasının eklenmesinin önemli ve uygun olduğu düşünülmüştür.

Tartışma, Sonuç ve Öneriler

TGA, tahmin, gözlem ve açıklama aşamalarıyla öğrencinin bilgiyi kendisinin yapılandırmasına imkân tanıyan önemli bir öğretim yöntemidir. Bu yöntem öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini, eleştirel düşüncelerini, problem çözme yeteneklerini ve yaratıcılıklarını geliştirmektedir (Bilen & Aydoğdu, 2012). Alan yazın incelendiğinde yöntemin sıklıkla fen eğitiminde bir laboratuvar yöntemi olarak kullanıldığı ve olumlu sonuçlar verdiği görülmektedir (Kozcu-Çakır ve diğ., 2017). TGA öğretim yönteminin kullanıldığı matematik öğretimine yönelik çalışmaların sınırlı olması (Baltacı & Yıldız, 2018; Elmas-Baydar, 2023) ve öğretimde elde edilen sonuçların olumlu olduğu göz önüne alındığında bu öğretim yönteminin kullanıldığı matematik öğretimine yönelik daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulduğu söylenebilir.

İlgili alan yazında matematik eğitime yönelik TGA ile ilgili çalışmaların sınırlı sayıda olması nedeniyle TGA'nın çeşitli öğretim yöntem ve tekniklerle birlikte kullanıldığı çalışmaların da az sayıda olduğu görülmektedir (Koparan, 2019; Tahir ve diğ., 2020). Kılınç ve Yazıcı (2022) tarafından Türkiye’de fen eğitimi alanında TGA tekniği kullanılarak yapılan lisansüstü tezlerin analiz edildiği çalışmada TGA'nın çeşitli öğretim yöntem ve tekniklerle birlikte kullanıldığında daha başarılı olduğu belirtilmiştir. Bu bağlamda TGA'nın matematik

eğitimine entegre edilmesinde farklı öğretim yöntemleri ile birlikte kullanılması olumlu sonuçlar verebilir. Özellikle matematiğin soyut yapısı gereği somut deneylerin yapılamadığı durumlarda teknoloji önemli bir alternatif olmaktadır. Nitekim matematik eğitiminde teknoloji (animasyon, simülasyon vb.) ile TGA'nın birlikte kullanıldığı çalışmaların sonuçları incelendiğinde olumlu sonuçlar elde edildiği görölmektedir (Koparan, 2019; Tahir ve diğ., 2020). Matematik eğitiminde teknolojinin TGA ile birlikte kullanılması noktasında animasyon ve simülasyonlardan ziyade öğrencilerin değişkenleri değiştirmek suretiyle onlara sınırsız deney yapma imkânı veren matematik eğitiminin adeta laboratuvarı diyebileceğimiz dinamik yazılımların kullanılmasının da önemli olduğu düşünölmektedir. Bir çeşit sanal laboratuvar uygulamaları da diyebileceğimiz bu yazılımlar TGA'nın temelini aldığını klasik araştırmaya (buluşa) dayalı laboratuvar yaklaşımı yapısıyla da örtüşmektedir. Nitekim matematik eğitiminde teknoloji ve TGA'nın birlikte kullanıldığı bazı çalışmalarda bu yazılımlardan faydalanıldığı ve olumlu sonuçların elde edildiği görölmektedir (Baltacı & Yıldız, 2018; Elmas-Baydar, 2023). Dolayısıyla araştırmacılara örnek olması açısından bu çalışma kapsamında sunulan örnek ders planında seçilen konu grafiklerde fonksiyon dönüşümleri olduğu için gözlem aşamasında dinamik yazılımlardan GeoGebra kullanılmıştır. Farklı matematik konularının çalışılması durumunda diğer dinamik yazılımlardan (Cabri, Desmos, vb.) faydalanılabilir. Bu yazılımlarla birlikte TGA'nın kullanıldığı çalışmalar matematik eğitimi alan yazınına katkı sağlayacağı düşünölmektedir.

Keşfetmeye (buluşa) dayalı öğretimde yapılan tartışma, sorgulama ve gözlemler sonucunda öğrenciler matematik kavramları üzerinde pek çok özgün sonuç elde edebilir. Ancak her öğrencinin kendi süzgecinden geçirerek oluşturduğu bilgilerin bilimselliğe ulaşması bakımdan kontrol edilmeye ve genelleştirilmeye muhtaçtır. Temelini klasik araştırma (buluş) dayalı laboratuvar yaklaşımından alan TGA öğretim yönteminde de öğrenci o ders sürecinde karşısına gelen problem durumları hakkında tahminleri ile yaptığı gözlemlerden elde ettiği verileri karşılaştırır, açıklama aşamasında ise bilimsel doğrular ile ilişkilendirerek açıklamaya çalışır. Ancak bu üç aşama öğrencilerin öğretim sürecindeki deneyimlerini bilimsel doğrular ile sentezleyebilmesi için her zaman yeterli olmaz. Özellikle de matematiğin pek çok konusunda yer alan analiz, sentez ve değerlendirme düzeyinde ki bilişsel davranışların kazandırılmaya çalışıldığı durumlarda ek aşamalara ihtiyaç duyulabilir. Öyle ki Balaydın ve Altınok (2018) tarafından Türkiye'de fen eğitiminde TGA stratejisine

yönelik yapılan bir metasentez araştırmasında da bu durumdan bahsedilerek yapılan bazı çalışmalarda zaman zaman TGA öğretim yöntemine farklı aşamalar eklenmesine gerek duyulduğu belirtilmektedir. Nitekim matematik eğitimi alan yazınında da benzer şekilde TGA öğretim yöntemine farklı aşamaların eklenerek kullanıldığı görülmüştür (Rani, 2021). Bu durumun fen ve matematiğin pek çok konusunda analiz, sentez ve değerlendirme gibi üst düzey bilişsel kazanım ve davranışların bulunmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Dolayısıyla bu çalışmada da TGA öğretim yönteminin matematik öğretiminde kullanılmasında değerlendirme aşamasının eklenerek teknoloji destekli TGAD şeklinde uygulanması gerektiği belirtilmiştir. Araştırmacılara ve öğretmenlere örnek olması açısından bu çalışma kapsamında teknoloji destekli TGAD öğretim yöntemine göre hazırlanan ders planında konu olarak grafiklerde fonksiyon dönüşümleri ele alınmıştır. Matematiğin pek çok konusunda olduğu gibi grafiklerde fonksiyon dönüşümlerinin öğretiminde de grafik, okuma, yorumlama ve çizme becerileri düşünüldüğünde analiz, sentez ve değerlendirme düzeyinde davranışlar bulunmaktadır. Üst düzey bilişsel davranışların öğretimi diğer bilişsel davranışların öğretimine göre daha fazla zaman gerektirmektedir. Teknoloji destekli TGAD öğretim yönteminin temelini klasik araştırmaya (buluş) dayalı öğrencinin aktif olduğu bir laboratuvar yaklaşımından geldiği düşünüldüğünde, bu durumlarda öğrencilerin bireysel olarak o öğretim sürecinde, neleri öğrenip neleri öğrenmediğini düşündürmeye yönelik üst bilişsel faaliyetlere ihtiyaç vardır. Bu anlamda tahmin ve gözlem aşamalarında temel bilişsel beceriler, açıklama ve değerlendirme aşamalarında ise üst düzey bilişsel becerilerin kazandırılması hedeflenmelidir. Özellikle TGA öğretim yönteminin matematik eğitime entegre edilmesinde bir alternatif olarak önerilen teknoloji destekli TGAD öğretim yönteminin değerlendirme için öğrencilerin üst bilişsel faaliyetlerini harekete geçirmede en önemli yöntemlerden biri olarak bireysel ödevlendirmeler önerilmektedir. Değerlendirme aşamasının eklenmesinin diğer bir hedefi ise bilginin kurumsallaştırılmasını sağlamaktır. Geleneksel öğretimde bireysel ödevler verilip öğrencilere tanınan süre bittikten sonra çoğunlukla bu ödevlerdeki sorular gönüllü öğrenciler tarafından sınıfta çözülür. Bu durum belki her öğrencinin kendi ödevindeki yaptığı hatayı görmesini sağlayabilir. Ancak yapılabilecek diğer pek çok hatanın ise görülmesini engelleyen bir durumdur. Bu anlamda değerlendirme aşamasında her hatanın bütün öğrenciler tarafından görülmesi amacıyla öncelikle öğretmen tarafından öğrencilerin bireysel ödevlerindeki hatalar incelenerek, gruplandırılır, daha sonra

etik kurallar çerçevesinde sınıf ortamında paylaşılarak yapılan hatalar neler olduğu, doğru çözümünün nasıl olması gerektiği öğrencilerle birlikte tartışılmalıdır. Böylece gerek geleneksel öğretimdeki ödevlendirmeden farklı bütün hataların görülmesi gerekse yapılabilecek hatalar üzerinden bilginin kurumsallaştırılması sağlanmış olacaktır. Ayrıca bu alanda çalışma yapacak araştırmacı ve öğretmenler tarafından değerlendirme aşamasında yapılması gerekenlerin daha iyi anlaşılabilmesi için ilgili alan yazında bazı çalışmalarda farklı matematik konularına yönelik örnek ders planları da yer almaktadır (Yurtyapan & Kaleli-Yılmaz, 2024a; Yurtyapan & Kaleli-Yılmaz, 2024b). İlgili alanda çalışma yapacak araştırmacı ve öğretmenler bu çalışmalardan faydalanabilir.

Bilgilendirme

Bu çalışma, birinci yazarın ikinci yazar danışmanlığında hazırladığı doktora tezinden üretilmiştir.

Etik kurul izin bilgileri

Etik Kurul Komisyon Adı: Bursa Uludağ Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırma ve Yayın Etik Kurulu

Etik Kurul Belge Tarihi ve Sayı: 25. 11. 2022 tarih ve 22-10/Karar No: 52 sayılı kararı

Yazar Katkı Beyanı

Mehmet İhsan YURTYAPAN: *Kavramsallaştırma, metodoloji, verilerin toplanması, işlenmesi, analizi, yorumlanması, denetim, inceleme-yazma ve düzenleme.*

Gül KALELİ YILMAZ: *Kavramsallaştırma, metodoloji, denetim, verilerin incelenmesi, yazımın kontrol edilmesi ve düzenleme.*

Kaynaklar

- Akarsu, A. H. (2018). *Sosyal bilgiler öğretiminde tahmin et-gözle-açıkla (TGA) uygulamaları* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Rize.
- Ayas, A., Çepni, S., Turgut, F., & Johnson, P. (1997). *Kimya öğretimi öğretmen eğitimi dizisi*. Yüksek Öğretim Kurumu.
- Baird, J. R., & Northfield, J. R. (1992). *Learning from the PEEL experience*. Monash University.
- 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.
- Baltacı, S., & Yıldız, A. (2018). Geometrik yer problemlerinin yazılım destekli çözümleri esnasında Tahmin Et-Gözle-Açıkla (TGA) stratejisinin kullanımı. *Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19(3), 1873-1890. <https://doi.org/10.29299/kefad.2018.19.03.003>
- Barut, D. B. (2020). *Kavram ağlarıyla desteklenmiş TGA etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının laboratuvar tutumlarına, kaygılarına ve bilimsel süreç becerilerine etkisi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi, Ankara.

- Bilen, K. (2009). *Tahmin et-gözle-açıkla yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının öğretmen adaylarının kavramsal başarılarına, bilimsel süreç becerilerine, tutumlarına ve bilimin doğası hakkındaki görüşlerine etkisi* (Yayınlanmamış doktora tezi). Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Bolat, A., & Karamustafaoğlu, S. (2021). Kütle ve ağırlık kavramlarının öğretimi: Tahmin-gözlem-açıklama. *Milli Eğitim Dergisi*, 50(230), 663-687.
- Çalık, M. (2019). Alanyazın tarama. H. Özmen & O. Karamustafaoğlu (Ed.), *Eğitimde araştırma yöntemleri* (1. Baskı, s. 19-39). Pegem Akademi.
- Çalık, M. & Sözbilir, M. (2014). İçerik analizinin parametreleri. *Eğitim ve Bilim*, 39(174). <https://doi.org/10.15390/EB.2014.3412>
- Çalık, M., Ünal, S., Coştu, B., & Karataş, F. (2008). Trends in Turkish science education. *Essays in Education*, 24(1). <https://openriver.winona.edu/eie/vol24/iss1/4>
- Çelik, H. (2018). Laboratuvar yaklaşımları ile fen öğretimi. O. Karamustafaoğlu, Ö. Tezel & U. Sarı (Editörler), *Güncel yaklaşım ve yöntemlerle etkinlik destekli fen öğretimi içinde* (ss. 240-272). Pegem Akademi.
- Coştu, B., Ayas, A., & Niaz, M. (2012). Investigating the effectiveness of a POE-based teaching activity on students' understanding of condensation. *Instructional Science*, 40(1), 47-67. <https://doi.org/10.1007/s11251-011-9169-2>
- Coştu, F. (2021). *Tahmin et-açıkla-gözle-tartış-açıkla destekli laboratuvar etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının başarılarına, kavramsal anlamalarına ve bilimsel süreç becerilerine etkisinin incelenmesi* (Yayımlanmamış doktora tezi). Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Egin, M. (2010). *Öğrencilerin grafik okuma ve oluşturma becerilerinin fonksiyonel anlamda incelenmesi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Elmas-Baydar, H. (2023). *Bilgisayar destekli tahmin-gözlem-açıklama stratejisinin normal dağılım ve örnekleme dağılımı konularının öğrenilmesine etkisi* (Yayımlanmamış doktora tezi). Trabzon Üniversitesi, Trabzon.
- 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.
- Güngör, S. N., & Özkan, M. (2017). Fen bilgisi öğretmen adaylarına ağızda nişasta sindiriminin TGA (Tahmin-Gözlem-Açıklama) yöntemiyle öğretimi: Amilaz örneği. *Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, (34), 30-54.
- Gunstone, R. F. (1995). The importance of specific science content in the enhancement of metacognition. In P. J. Fensham, R. F. Gunstone, & R. T. White (Eds.), *The content of science: A constructivism approach to its teaching and learning* (pp. 131-146). The Falmer Press.
- Gunstone, R. F., & White, R. T. (1981). Understanding of gravity. *Science Education*, 65(3), 291-299.
- Güven, E. (2011). *Çevre eğitiminde tahmin-gözlem-açıklama destekli proje tabanlı öğrenme yönteminin farklı değişkenler üzerine etkisi ve yöntemle ilişkin öğrenci görüşleri* (Yayımlanmamış doktora tezi). Gazi Üniversitesi, Ankara.
- 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. Retrieved from <http://www.ijern.com/journal/2015/February-2015/04.pdf>
- İpek, H., Kala, N., Yaman, F., & Ayas, A. (2010). Using POE strategy to investigate student teachers' understanding about the effect of substance type on solubility. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 648-653. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.03.078>

- Kearney M., & Treagust, D. F. (2001). Constructivism as a referent in the design and development of a computer program using interactive digital video to enhance learning in physics. *Australian Journal of Educational Technology*, 17(1), 64-79. Retrieved from https://ascilite.org/conferences/coffs00/papers/matthew_kearney.pdf
- Kearney, M. (2004). Classroom use of multimedia supported Predict-Observe-Explain tasks in a social constructivist learning environment. *Research in Science Education*, 34(4), 427-453.
- Kılınc, B., & Yazıcı, M. (2022). Türkiye’de fen eğitimi alanında TGA tekniği kullanılarak yapılan lisansüstü tez çalışmalarının analizi. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(3), 276-300. <https://doi.org/10.17860/mersinefd.1137261>
- Koparan, T. (2019). Teaching game and simulation based probability. *International Journal of Assessment Tools in Education*, 6(2), 235-258.
- Köse, S., Coştu, B., & Keser Ö F., (2003). Fen konularındaki kavram yanlışlarının belirlenmesi: TGA yöntemi ve örnek etkinlikler. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(13), 43-53. <https://dergipark.org.tr/en/pub/pauefd/issue/11130/133113>
- Köse, N. Y. (2008). *İlköğretim 5. sınıf öğrencilerinin dinamik geometri yazılımı cabri geometriyle simetriyi anlamlandırmalarının belirlenmesi: bir eylem araştırması* (Yayınlanmamış doktora tezi). Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.
- Köseoğlu, F., Tümay, H., & Kavak, N. (2002, Eylül). *Yapılandırıcı öğrenme teorisine dayanan etkili bir öğretim yöntemi tahmin et-gözle-açıkla, buz ile su kaynatılabilir mi?* V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresinde sunuldu, Ankara.
- 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.
- Küçüközer, H. (2008). The effects of 3D computer modelling on conceptual change about seasons and phases of the Moon. *Physics Education*, 43(6), 632-636.
- Lawson, A. E. (1995). *Science teaching and the development of thinking*. Watsworth Pub. Comp.
- Lawson, A. E., Alkhoury, S., Benford, R., Clark, B. R., & Falconer, K. A. (2000). What kinds of scientific concepts exist? Concept construction and intellectual development in college biology. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(9), 996-1018.
- Liew, C-W., & Treagust, D.F. (1998, April). *The effectiveness of predict-observe-explain tasks in diagnosing students' understanding of science an identifying their levels of achievement* Paper Presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association, San Diago, CA.
- Nalkıran, T., & Karamustafaoğlu, S. (2020). Prediction-observation-explanation (POE) method and its efficiency in teaching “work, energy, power” concepts. *International Journal of Assessment Tools in Education (JATE)*, 7(3), 497-521.
- Özyılmaz-Akamca, G., & Hamurcu, H. (2009). Analojiler, kavram karikatürleri ve tahmin-gözlem-açıklama teknikleriyle desteklenmiş fen ve teknoloji eğitimi. *Education Sciences*, 4(4), 1186-1206.
- Rani, O. M. (2021). *Pengaruh model pembelajaran prediction, observation, explanation, elaboration, write, and evaluation (POE2WE) dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah dan penalaran matematis* (Undergraduate Thesis), UIN Raden Intan Lampung.
- Sağiremekçi, H. (2016). *“Tahmin-Gözlem-Açıklama” (TGA) stratejisine dayalı Fen ve Doğa etkinliklerinin, okul öncesi öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine ve bilişsel alan yeteneklerine etkisi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Mustafa Kemal Üniversitesi, Hatay.

- Sani, R. A., & Anggryani-Sinaga, L. F. (2012). Improvement of student competency in physics using Predict-Observe-Explain-Write (POEW) learning model at senior high school. *Jurnal Penelitian Inovasi Pembelajaran Fisika*, 4(2), 1-7.
- Searle, P. (1995). Teaching the senior physics topic of force and motion using conceptual change approaches. In B. Hand, ve V. Prain (Eds.), *Teaching and learning in science. The constructivist classroom* (pp. 170-192). Harcourt Brace
- Tahir, F. M., Nasri, N. M., & Halim, L. (2020). The effectiveness of Predict-Observe-Explain-Animation (POE-A) strategy to overcome students' misconceptions about electric circuits concepts. *Learning Science and Mathematics Journal*, 1(15), 1-15.
- Tao, P. K., & Gunstone, R. F. (1999). Conceptual change in science through collaborative learning at the computer. *International Journal of Science Education*, 21(1), 39-57.
- Temizöz, Y., & Özgün-Koca, S. (2010). Matematik öğretmenlerinin kullandıkları öğretim yöntemleri ve buluş yoluyla öğrenme yaklaşımı konusundaki görüşleri. *Eğitim ve Bilim*, 33(149), 89-103.
- White, R., & Gunstone, R. (1992). *Probing understanding* (First edition). The Falmer Pres.
- Yaman, F. (2012). *Bilgisayara dayalı tahmin-gözlem-açıklama (TGA) etkinliklerinin öğrencilerin asit-baz kimyasına yönelik kavramsal anlamalarına etkisi: Türkiye ve ABD örneği* (Yayınlanmamış doktora tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Yaşar, Ş., & Baran, M. (2020). Oyunlarla desteklenmiş TGA (Tahmin Et-Gözle -Açıkla) yöntemine dayalı etkinliklerin 10. sınıf öğrencilerinin fizik başarısına etkisi. *Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 52(52), 420-441.
- Yurtyapan, E. (2018). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının biyoloji konularına yönelik kavram karikatürü destekli tahmin-gözlem-açıklama uygulamalarının başarı ve üst biliş becerilerine etkisi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Amasya Üniversitesi, Amasya.
- Yurtyapan, E., & Kandemir, N. (2022). Developing sample activity based on prediction-observation- explanation (POE) teaching method supported by concept cartoons in science teaching laboratory applications. *International Journal of Humanities and Education (IJHE)*, 8(17), 1-35. <https://dergipark.org.tr/en/pub/ijhe/issue/69713/1017614>
- Yurtyapan, M. (2023). *Fonksiyon Grafiklerine Yönelik TGAD'ye Dayalı Teknoloji Destekli Öğrenme Ortamının Tasarlanması, Uygulanması ve Grafik Okuryazarlık Becerilerine Etkisinin İncelenmesi* (Yayımlanmamış doktora tezi). Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa.
- Yurtyapan, M. & Kaleli-Yılmaz (2024a, Haziran). *Grafik okuryazarlık becerilerinin geliştirilmesine yönelik teknoloji tabanlı bir öğretim etkinliği: Fonksiyon kavramı örneği*. Uluslararası Bilimsel Araştırma ve Yenilik Kongresinde sunuldu, Ankara.
- Yurtyapan, M. & Kaleli-Yılmaz (2024b, Haziran). *Grafiklerde birebir-örten fonksiyon olma durumunun öğretimine yönelik teknoloji destekli bir öğretim etkinliği çalışması*. III. Bilsel Uluslararası Ahlat Bilimsel Araştırmalar Kongresinde sunuldu, Bitlis.

Ek:

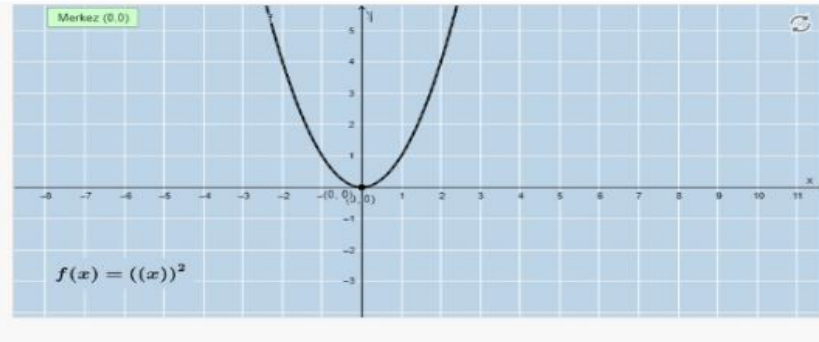
DERS PLANI	
Dersin Adı	Grafik Okuryazarlığı
Konu	Fonksiyon dönüşümü
Kavramlar	İkinci dereceden fonksiyon grafikleri ve dönüşümleri
Öğrenci Kazanımları	<p>Kazanım 1: İkinci dereceden bir fonksiyonun cebirsel ifadesindeki değişimlerin okuma ve yorumlama yoluyla fonksiyon grafiğini nasıl etkileyeceğini belirler. (Tahmin ve Gözlem aşaması)</p> <p>Kazanım 2: Cebirsel ifadesi verilen ikinci dereceden bir fonksiyon grafiğini $f: R \rightarrow R f(x) = x^2$ grafiğinden faydalanarak çizer ve çizimini nasıl yaptığını gerekçeleri ile açıklar. (Açıklama ve Değerlendirme Aşaması)</p>
Kullanılan Teknolojik Ortam	GeoGebra Dinamik Yazılımı

TAHMİN AŞAMASI

Tahmin aşamasında, öğretmen adaylarından <https://www.geogebra.org/classroom> linkine tıklamaları ve ders için tanımlanan şifreyi bu bölüme girmeleri istenir. Bu aşamada öğretmen adaylarından ekranlarında verilen grafikteki h ve k değerlerinin değişmesi durumunda grafikte meydana gelen değişimleri tahmin etmeleri ve tahminlerini gerekçeleriyle birlikte açıklamaları istenir. Tahmin aşamasında grafiklerin dönüşümüne yönelik sorulan soruya bir örnek Şekil 1' de verilmiştir.

TAHMİN

Aşağıda $f(x) = (x-h)^2 + k$ grafiği veriliyor. Buna göre aşağıdaki soruları cevaplayınız



1. SORU

Yukarıda verilen $f(x)$ fonksiyonunun h değeri değiştiğinde fonksiyon grafiğinde ne gibi bir değişiklik olabilir? Cevabınızı gerekçenizi belirterek açıklayınız.

A

f_x

Şekil 1. Tahmin aşamasında sorulan örnek bir grafik dönüşüm sorusu

Tahmin aşaması için verilen çalışma süresi sonunda, öğretmen adaylarının görüşleri alınmaya başlanır. Bu süre tahmin aşamasında kaç soru yöneltildiğine, öğrencilerin bilgi seviyelerine bağlı olarak ayarlanmalıdır. Ancak ders planlanırken tahmin aşamasına tanınan sürenin, gözlem aşamasına göre daha az olmasına dikkat edilmelidir. Çünkü gözlem aşaması öğrencilerin uygulama yaptığı bir aşama olduğu için daha fazla süre alacaktır. Tahmin aşamasında öğretmen adaylarının her görüşü ve ifadesi tartışılmaya çalışılır. Görüş ayrılıkları olduğunda öğrencilerin birbirlerini ikna etmeleri için bilimsel anlamda kanıt ve gerekçelerini paylaşmaları konusunda teşvik edilir. Bu aşamada amaç bütün öğrencilerin görüşlerini gerekçelerini sunarak tartışmaya katılmalarını sağlamaktır. Böylece her öğrenci savunduğu görüşün doğru mu yanlış mı olduğunu merak ederek bir sonraki aşamada yapılacak etkinliğe motive olacaktır. Öğretmen bu aşamada moderatör rolünde

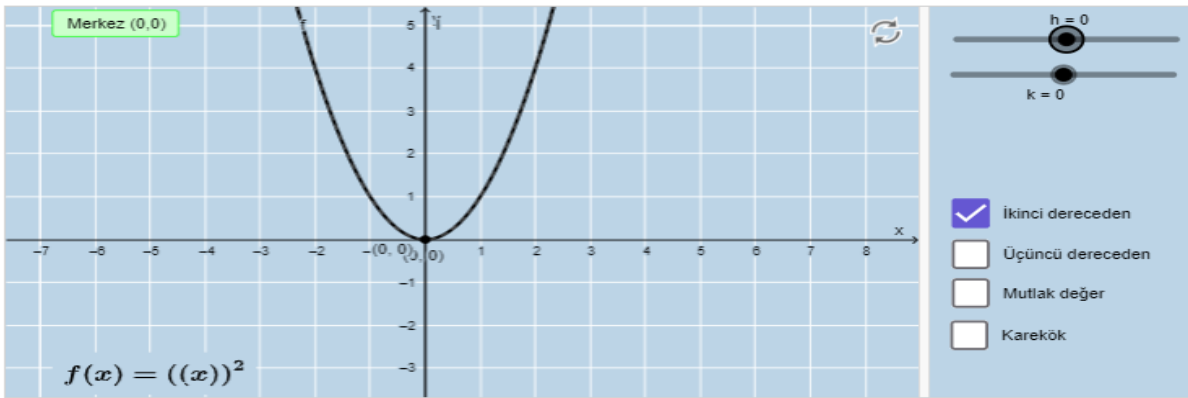
hareket etmelidir. Cevabı söylemek yerine öğrencilerin takıldığı noktalarda tartışmayı ve karmaşıklığın yaşandığı noktaları öğrenci gibi ifade ederek öğretmen adaylarının zihninde soru işareti oluşturarak kavramsal anlamda dengesizliği ve merakı tetiklemelidir.

GÖZLEM AŞAMASI

Gözlem aşamasında, öğretmen adaylarından <https://www.geogebra.org/classroom> linkine tıklamaları ve ders için tanımlanan şifreyi bu bölüme girmeleri istenir. Bu aşamadaki temel amaç öğretmen adaylarının sunulan teknolojik ortam ile ikinci dereceden bir fonksiyonun cebirsel ifadesindeki değişimin fonksiyonun grafiğine nasıl yansıdığını gözlem ve uygulama yaparak keşfetmesini sağlamaktır. Bu amaç doğrultusunda öğretmen adaylarının tahmin aşamasında cevapladıkları ve tartıştıkları dönüşümlere ilişkin verdikleri yanıtları kontrol etmeleri için GeoGebra uygulamalarını yapmaları istenir. Öğretmen adaylarına gözlem aşamasında sunulan GeoGebra uygulamalarından bir örneğin yapılmadan önceki hali Şekil 2’de gösterilmiştir.

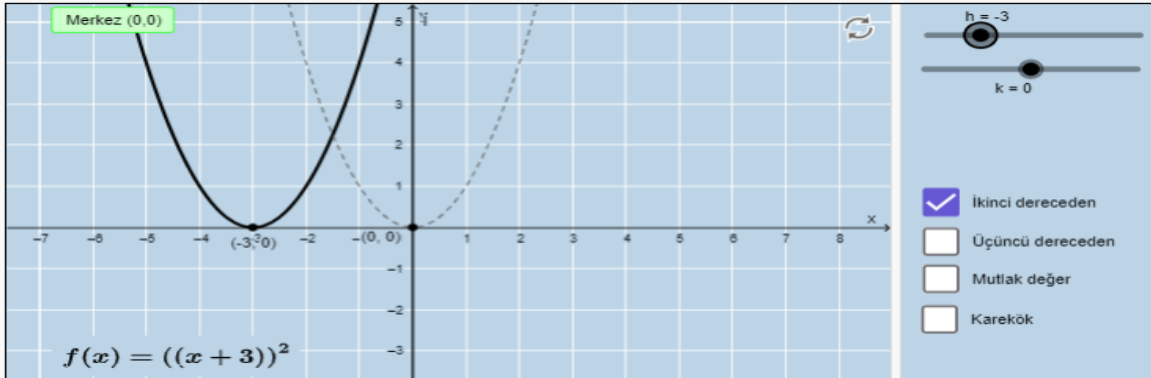
YÖNERGELER

$f(x) = (x-h)^2 + k$ grafiği veriliyor. h ve k sürgülerini ayrı ayrı kullanarak gözlem yapınız.

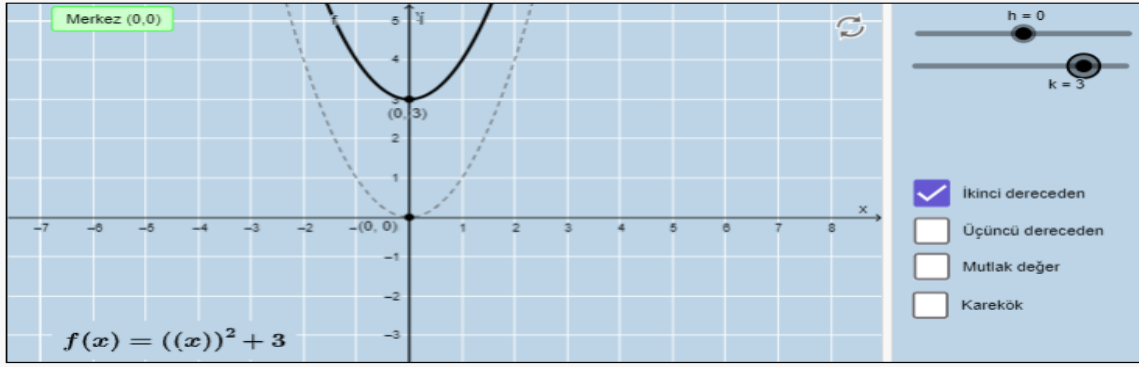


Şekil 2. GeoGebra’deki fonksiyon dönüşüm etkinliğinin ilk hali

Öğretmen adaylarından Şekil 2’de verilen yönerge doğrultusunda fonksiyon dönüşüm etkinliğini yapmaları istenmiştir. Fonksiyon dönüşüm etkinliği yapılırken uygulamanın ekran görüntüleri Şekil 3 ve Şekil 4’de verilmiştir.



Şekil 3. Fonksiyon dönüşüm etkinliğinde h sürgüsü hareket ettirildiğinde uygulamanın ekran görüntüsü

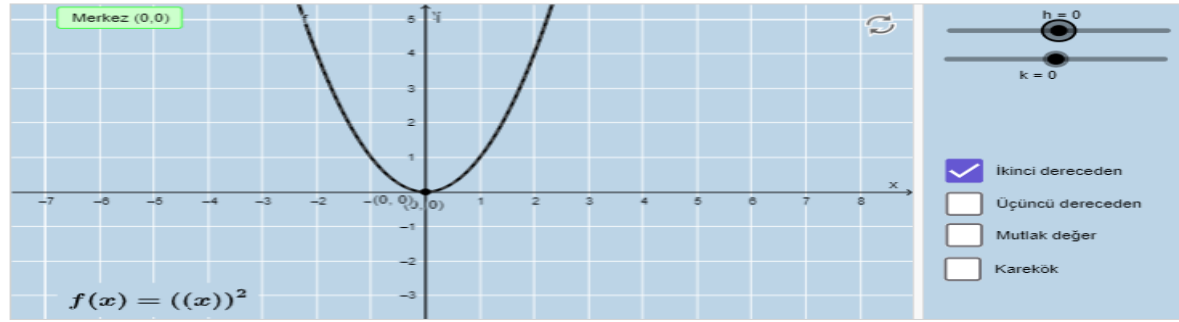


Şekil 4. Fonksiyon dönüşüm etkinliğinde k sürgüsü hareket ettirildiğinde uygulamanın ekran görüntüsü

Öğretmen adayları tarafından fonksiyon dönüşüm etkinliği yapıldıktan sonra etkinliğe yönelik gözlem ve tahmin aşamasındaki düşüncelerinin ne yönde etkilendiğini açıklamalarını gerektiren bölüm Şekil 5’de verilmiştir.

YÖNERGELER

$f(x) = (x-h)^2 + k$ grafiği veriliyor. h ve k sürgülerini ayrı ayrı kullanarak gözlem yapınız.



Yukarıdaki Etkinliğe Yönelik Yaptığınız Açıklamalar ve Gözlemler

(Tahminimdeki düşüncem değişti ya da değişmedi. Çünkü gözlemledim, fark ettim.)

A	
f _x	

Şekil 5. GeoGebra'daki fonksiyon dönüşüm etkinliğine yönelik "Düşüncem Değişti/ Değişmedi" bölümü

Şekil 5’de gösterildiği gibi örnek olarak verilen GeoGebra uygulamasını yaptıktan sonra öğretmen adaylarından uygulamanın altında yer alan uygulamadaki gözlemlerini ve bu grafiğe ait tahmin aşamasındaki düşüncesinin değişip değişmediğine yönelik açıklamalarını Şekil 5’de verilen "Düşüncem Değişti/ Değişmedi" bölümüne yazmaları istenir. Tahmin aşamasında verilen bütün grafikler için yukarıda anlatılan bütün uygulamalar yapıldıktan sonra gözlem aşaması tamamlanır.

AÇIKLAMA

Gözlem aşamasında öğretmen adaylarından her bir soru için "düşüncem değişti/ değişmedi" bölümüne gerekli açıklamalar ve uygulamada yaptıkları gözlemleri yazmaları istenmiştir. Açıklama aşamasında ise her bir soru için öğretmen adaylarının gözlem aşamasında yazdıkları bu düşünce ve gözlemleri sınıf arkadaşları ile paylaşmaları istenir. Böylece öğretmen adaylarının arkadaşlarının düşüncelerini aktif bir şekilde dinlemeleri, hatalarını fark etmeleri sağlanması amaçlanmaktadır. Öğretmen adaylarının gözlem aşamasında yaptıkları uygulamalar ve açıklama aşamasında yapılan sınıf içi tartışmalara rağmen bazı grafiklerin dönüşümleri konusunda çeşitli fikir ayrılıkları olabilir. Bu tip durumların giderilmesi için öğretimin yürütücüsü olan öğretmenin rolü büyük öneme sahiptir. Öğretmen adaylarının her bir grafik dönüşümü için yaptıkları fikir paylaşımından sonra sınıfça genel bir kaniya varılması için öğretmen, gözlem aşamasındaki uygulamaları aşama aşama öğretmen adaylarıyla birlikte tekrar yapar. Bu uygulamaları yaparken fikir ayrılıklarının yaşandığı

yerlere, hataları buldurmaya ya da grafiğin doğru yorumlanabilmesi için keşfetmeye yönelik bazı sorular öğretmen adaylarına sorulabilir. Örneğin “ h değeri negatif olduğunda fonksiyon grafiği ne yönde hareket eder? Neden? k değerinin değişmesi grafiği nasıl etkiler?” şeklindeki sorular yöneltilebilir. Tahmin aşamasındaki her bir sorunun öğretmen adayları ile bu şekilde birlikte incelenmesinden sonra ikinci dereceden bir fonksiyonun denklemindeki h ve k değerlerinin grafiği nasıl etkilediğine yönelik öğretmen tarafından genel bir tekrar yapılarak grafiğin okunması ve yorumlanmasına yönelik olan öğretim tamamlanır. Daha sonra öğretmen adaylarına $f: R \rightarrow R$ $f(x) = x^2$ grafiğinden faydalanarak cebirsel ifadesi verilen ikinci dereceden başka bir fonksiyon grafiğinin nasıl çizildiğine yönelik örnek sorular yöneltilir. Gönüllü olan öğretmen adaylarının cevaplarını sınıfla paylaşmaları sağlanır. Yapılan sınıf paylaşımından sonra öğretmen gerek GeoGebra’da gerekse tahtaya sorudaki grafiği aşama aşama çizerek gösterir. Ancak bu çizim gerçekleştirilirken noktasal bir bakış açısından çok (x yerine değer vererek) bütünsel bir bakış açısı ile daha çok grafiğin dönüşümsel olarak çizimi nasıl yapılır vurgulanır. Burada amaç öğretmen adaylarının grafik çizme becerilerinin geliştirilmesini sağlamaktır. Grafik çizmeye yönelik yapılan öğretimden sonra açıklama aşaması tamamlanır.

DEĞERLENDİRME

Bu aşamada öğretmen adaylarına <https://www.geogebra.org/m/rj9wccgx> linkine tıklamaları, karşlarına gelen ekranda yer alan fonksiyon dönüşümüne yönelik grafik çizme sorularını defterlerine cevaplamaları istenir. Bu bölüm ders dışı ödev olarak verilmiştir. Çizdikleri grafiklerin fotoğraflarını öğretmenin daha sonra incelemesi için Google Classroom’daki sınıf çalışmaları bölümüne yüklemeleri istenir. Dersin yürütücüsü olan öğretmen ödev teslim süresi tamamlandığında ödevleri inceleyerek yapılan hataları sınıflandırarak bu hatalı çözümleri bir sunum haline getirir. Daha sonra öğretmen adaylarının yaptıkları hatalar etik kurallar çerçevesinde ayrı bir derste sınıf ortamında tartışılarak hataların görülmesi ve yorumlanması sağlanır. Yapılan etkinlik sonunda dersi yürüten öğretmen tarafından her bir sorudaki grafiğin çizimi öğretmen adayları ile birlikte GeoGebra’da yapılır. Grafiğin yorumlanması noktasında ihtiyaç duyulduğunda dersi yürütülen öğretmen tahtayı kullanarak da bu grafiklerin çizimlerdeki detayları gösterebilir. Grafik çiziminin pekiştirilmesine yönelik yapılan öğretimden sonra değerlendirme aşaması tamamlanır.