



**SAKARYA ÜNİVERSİTESİ EĞİTİM
FAKÜLTESİ DERGİSİ**

ISSN: 1303-0310

Gönderi Tarihi: 19.10.2016 – Kabul Tarihi: 15.07.2017



**Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarına Tahmin-Gözlem-Açıklama (TGA)
Yöntemiyle Biyoloji Konularının Öğretiminin Başarı, Kalıcılık ve
Bilimsel Süreç Becerilerine Etkisi¹**

Sema Nur GÜNGÖR², Muhlis ÖZKAN³

Özet: Bu araştırma, Fen bilimlerinden seçilmiş bazı biyoloji konularının TGA yöntemine dayalı olarak öğretiminin, fen bilgisi öğretmen adaylarının başarılarına, bilişsel ve davranışsal kazanımlarının kalıcılığına ve bilimsel süreç becerilerine etkisini belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Yarı deneysel yöntemlerden eşitlenmemiş kontrol gruplu modelin kullanıldığı çalışmanın örneklemini, 2014-2015 öğretim yılının bahar döneminde Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği 2. sınıfında öğrenim gören ve “Genel Biyoloji Laboratuvarı” dersini alan 75 öğretmen adayı (deney grubu 38, kontrol grubu 37) oluşturmaktadır. Konular 12 hafta süreyle deney grubunda TGA yöntemine göre planlanmış laboratuvar uygulamalarıyla, kontrol grubunda ise geleneksel laboratuvar yaklaşımıyla işlenmiştir. Araştırmada veri toplama aracı olarak İki Aşamalı Kavram Başarı Testi (İKBT) ve Bilimsel Süreç Beceri Testi (BSBT) kullanılmıştır. Verilerin analizinde bağımlı ve bağımsız gruplar için t-testinden yararlanılmıştır.

Araştırma sonuçları, TGA yöntemine dayalı laboratuvar yaklaşımı ile hazırlanan etkinliklerin, fen bilgisi öğretmen adaylarının kavramsal başarılarına, bilimsel süreç becerilerinin gelişimine ve kalıcılık üzerine olumlu etkisinin bulunduğunu ve kavram yanlışlarını tespit etmede etkili olduğunu göstermiştir. Bu bağlamda uygun olan konuların öğretiminde hem lisans düzeyindeki derslerde ve hem

¹ Bu çalışma Sema Nur GÜNGÖR'ün “Fen bilgisi öğretmen adayların tahmin-gözlem-açıklama (TGA) yöntemiyle biyoloji konu ve kavramların öğretiminin başarı, kalıcılık ve bilimsel süreç becerilerine etkisi” (Uludağ Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, 2016) adlı doktora tezinden üretilmiştir.

² Dr., Uludağ Üniversitesi, semanur.gungor@hotmail.com

³ Prof. Dr., Uludağ Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, muozkan@uludag.edu.tr

de öğretmen adaylarının mesleki yaşamlarında TGA yöntemini daha etkin biçimde kullanmalarının yararlı olacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Bilimsel süreç becerileri, fen eğitimi, kalıcılık, TGA yöntemi.

The Influence of Teaching Biology Subjects to Pre-Service Science Teachers Through Predict-Observe-Explain (POE) Method on Achievement, Permanence, and Scientific Process Skills

Abstract: The purpose of this study is to determine the influence of teaching some biology subjects through Predict-Observe-Explain (POE) method on pre-service science teachers' achievement, the permanence of their cognitive and behavioral acquisitions, and their scientific process skills. Nonequivalent control group model, which is a quasi-experimental method, was used. The research participants were 75 second-grade pre-service teachers (38 in the experimental group and 37 in the control group) studying at the Department of Science Teaching of Faculty of Education in the spring semester of the 2014-2015 academic year and taking the "General Biology Laboratory" course. The subjects and concepts were taught to the experimental group through laboratory practices planned according to the POE method for 12 weeks. The same subjects and concepts were covered through traditional laboratory practice in the control group. Two-Stage Concept Achievement Test and Scientific Process Skills Test were used for data collection. T-test for dependent and independent samples was used for data analysis.

The research results indicate a positive influence of the activities prepared through the POE-based laboratory approach on the pre-service science teachers' conceptual achievement, development of scientific process skills, and permanence and reveal the effectiveness of these activities in identifying misconceptions. In this regard, it is considered that more efficient use of the POE method in teaching suitable topics will bring benefits both at undergraduate level and in pre-service teachers' professional lives.

Key Words: Scientific process skills, science education, permanence, POE method

Giriş

Fen bilimlerinde çok fazla soyut ve somut kavram, birbiriyle yakından ilişkili olup bu alan doğası gereği örüntülü bir yapı sergilemektedir. Öğrenciler, soyut ve hiyerarşik yapıdaki kavramları zihinlerinde yapılandırma sırasında bazı problemlerle karşılaşmaktadır (She,

2005a; 2005b). Bu süreçte, ilgili kavrama temel oluşturacak alt kavramların bilinmesi, kavramlar arası ilişkilerin doğru kurulması gerektiği ifade edilmektedir (Grotzer, 2003; Kawasaki, Rupert Herrenkohl & Yearly, 2004; Özsevgeç & Çepni, 2006; Sere, 1982; Snir, 1991).

Yapılandırmacı yaklaşımı temel alan TGA yöntemiyle, fen laboratuvarlarında veya alanda yapılacak etkinliklerde öğrencilere, öğrendiklerini uygulama imkânı verilmekte ve fen bilimlerine ait bilgilerini günlük yaşamlarında karşılaştıkları doğa olayları ile ilişkilendirebilme olanağı sunulmaktadır (White & Gunstone, 1992). Üç aşamalı olarak uygulanan bu yöntemin birinci aşamasında, belirlenen konu öğrenciye kuramsal olarak anlatılarak öğrenciden konuya ilişkin tahminde bulunması, ikinci aşamasında, etkinlik gerçekleştirilirken öğrenciden gözlem yapması, üçüncü aşamasında ise öğrenciden, tahmini ile gözlemleri arasındaki farklılık veya benzerliklerin nedenlerini açıklaması istenmektedir.

TGA yöntemiyle gerçekleştirilen uygulamaların, fen kavramlarının etkin ve derin öğrenilmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Olayların nedenlerini sonuçlarıyla birlikte değerlendirerek, üzerinde daha fazla düşünülmesi ve titizlikle durulması gereken bu yönetime dayalı laboratuvar çalışmalarının, öğretimdeki etkililiği artırdığı bilinmektedir (Akgün, Tokur & Özkara, 2013; Bilen & Aydoğdu 2010; 2012; Bilen & Köse 2012a; 2012b; Gunstone, Mitchell & the Monash Children's Group, 1988). Ancak alan yazında, TGA yönteminden beklenen etkilerin tespiti, yöntemin uygulamaları sırasındaki süreç yönetimi ve sonuçların açıklanması evrelerinde sıkıntılar yaşanmakta olduğu belirtilmektedir (Ayas, Çepni, Turgut & Johnson, 1997). Bu nedenle laboratuvar koşullarında, öğrenmenin etkililiğini arttırmak için, öğrencilerin olay ve olgulara yönelik zihinsel aktivitelerini harekete geçirmek gerekmektedir. Bunu gerçekleştirmenin bir yolu da öğrencilerin, deneysel işlemlerle ulaştıkları sonuçları; edinilen ön bilgileri kullanarak daha önceden tahmin etmelerini ve gözlemlerin doğru yorumlanmasını sağlayacak yöntemler kullanmaktır. İzlenen yolun ve bu arada yapılan her işlem basamağının sorgulanması gerekmektedir. Bu nedenle TGA öğretim yöntemi, etkin ve derin öğrenmede baskın bir seçenek gibi gözükmemektedir (Kearney & Treagust, 2001; Palmer, 1995; Tekin, 2006; White & Gunstone, 1992; Wu & Tsai, 2005).

TGA yöntemi, öğrencilere bilimsel süreç becerilerini kullanmaları için uygun ortam koşulları sağlar. Bilimsel süreç becerileri genel olarak; bilgiyi oluşturmada, problemi muhakeme etmede ve elde edilen sonuçları düzenlemede kullanılan düşünme becerileri olarak tanımlanmaktadır (Anagün & Yaşar, 2009). Bilimsel süreç becerileri, temel ve

bütünleştirilmiş süreç becerileri şeklinde, iki gruba ayrılmış, temel süreç becerilerinin öğrenilmesinin, bütünleştirilmiş süreç becerilerinin geliştirilmesi için ön koşul olarak görüldüğü ifade edilmiştir (Tatar, 2006).

TGA yönteminin öğrencilerin, olayları, olguları ve deneyleri yorumlayabilmeleri için, mevcut bilgilerini nasıl kullanacaklarını öğrenmelerine yardımcı olduğu bilinmektedir. Bu yöntemde ihtiyaç duyulan ön bilgiler, olay ve olgulara ilişkin öngörüler, süreç yönetimi ve sonuçların açıklanmasına ilişkin aşamaların biyoloji tabanlı deney desenleriyle, salt bilişsel başarı yanında, araştırma ve sorgulamada iç tutarlılığının sağlanmasına yönelik yaklaşımın ortaya konulmasına hem öğrenen hem de öğretene için ihtiyaç olduğu düşünülmektedir.

TGA yönteminin uygulamaları sırasında, öne çıkan hususlar dikkate alındığında, fen bilgisi öğretmen adaylarının, bu yöntemi etkin biçimde kullanmalarının önemli olduğu anlaşılmaktadır. Çünkü fen bilgisi öğretmenleri için; laboratuvar ortamında öğretim yapabilme, fen kavramlarının öğretiminde deneylerden yararlanabilme, öğrenci katılımlarının sağlandığı etkinlikleri planlayabilme becerileri, önemli mesleki yeterliliklerdir. Öğretmen adaylarının, bu becerileri kazanabilmeleri için, lisans öğrenimi sırasında ilgili konularda örnek uygulamalar yapmış olmalarının yararlı olacağı düşünülmektedir. Öğretmenlerin bir konu ya da kavramı öğretirken kullandığı öğretim materyalleri, oluşturduğu öğrenme ortamı vb. öğrencilere bilgiye ulaşma ve olayları yorumlama yollarını görmeleri açısından önemli yarar sağlar (Tekin, 2008).

Yeni öğrendikleri bilgilerle bağ kurup bilgilerini yapılandırmalarını ve anlamlı bir şekilde ifade etmelerini sağlayan bu öğrenme yöntemi, fen konuları için oldukça uygundur. Tüm öğretim yöntemlerinde olduğu gibi TGA yönteminin de tüm konularda kullanılmasının uygun olmadığı, buna karşılık özellikle deneysel ve uygulamalı konularda çok daha uygun olduğu düşünülmektedir. Bununla birlikte yöntemin, tüm aşamalarının sadece deney basamaklarından ibaretmiş gibi algılanması, TGA'nın öğretim yöntemi olarak kullanılmasını sınırlandırmaktadır. Yönteme yönelik bir diğer sıkıntı da uygulama ve yapılacak deneylerin bir kısmında, varsayımlar doğrultusunda gözlem yapma olanağının bulunmamasıdır.

TGA yöntemiyle Biyoloji alanında; osmoz (Çimer & Çakır, 2008); biyolojik çoğalma (Wu & Tsai, 2005); bitkilerde solunum ve fotosentez (Köse, Coştu & Keser, 2003; McGregor & Hargrave, 2008); bitkilerde madde taşınımı (Bilen & Köse, 2012b); bitki ve hayvan hücrelerinin incelenmesi, plazmoliz ve deplazmoliz, osmoz ve difüzyon, mikroskop kullanımı, bitkilerde

taşıma, bitkisel dokular ve fotosentezi etkileyen faktörler (Bilen, 2009; Bilen & Aydoğdu, 2010; 2012; Harman, 2014; 2015); bitkilerde büyüme ve gelişme (Bilen & Köse, 2012a; Güngör & Özkan, 2017); dolaşım sistemi (Demirelli ve diğerleri, 2008); çevre eğitimi (Güven, 2011; 2014) şeklinde yapılan araştırmalar alan yazında yer almaktadır.

Yapılan araştırmalarda; tahmin sonrasında gözlem yapmanın öğrenmede etkili olduğu, TGA yöntemiyle öğrencilerin kavramları daha iyi öğrendikleri ve mevcut kavram yanlışlarını düzeltebildikleri, TGA'nın öğrencilerin ilgisini deneylere çeken bir yöntem olduğu, daha iyi anlamalarına yardımcı olduğu ve böylece kavramsal anlamayı desteklediği, ispata dayalı deneyleri kavramsal açıdan zenginleştirdiği, yeni kavramların öğrenilmesinde zihinsel çelişki oluşturduğu ve bunun sonucunda tahminleri ile gözlemlerini karşılaştırarak anlamlı öğrenmeyi sağladığı, TGA yöntemine göre derslerin işlendiği gruplardaki öğrencilerin daha olumlu tutum sergiledikleri ve daha başarılı oldukları sonucuna varılmıştır.

2013 Fen Bilimleri Öğretim Programında da öğrencilerin kendi görüşlerini rahatça açıklayabilecekleri bir sınıf ortamının oluşturulması, öğrencinin, bilginin kaynağını araştıran, sorgulayan, açıklayan, uygulayan ve tartışan birey görevini üstlenmesi gerektiği vurgulanmaktadır (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2013). Bu araştırmada uygulanan TGA yönteminde dersin öğrenci merkezli ve uygulamalı şekilde yürütülmesi ilke edinilmiştir. Bu nedenle deneylerin laboratuvar ortamında öğrenci tarafından bizzat yapılması planlanmıştır. Ayrıca bu araştırma ile öncekilerden farklı olarak çimlenme, popülasyon genetiği ve biyolojik çeşitlilik konularının TGA yöntemi ile öğretimi ilk kez planlanmış olmaktadır.

Çalışmanın Amacı

Fen bilimlerinden seçilmiş bazı biyoloji konularının (enzimler, sindirim, çimlenme, bitkilerde büyüme ve gelişme, hormonlar, popülasyon genetiği, solunum, biyolojik çeşitlilik) TGA yöntemine dayalı olarak öğretiminin, fen bilgisi öğretmen adaylarının başarılarına, bilişsel ve davranışsal kazanımlarının kalıcılığına ve bilimsel süreç becerilerine etkisini araştırmaktır.

Yöntem

Çalışma, araştırmacının kontrolü altında gerçekleştirilen uygulamalar ile sebep-sonuç ilişkisi ortaya koyulduğundan deneysel yönetime girmektedir. Araştırmaya katılan öğretmen adaylarının, yansız şekilde gruplara ayrılmasının sınıf ortamının doğallığını bozacağından,

yarı deneysel yöntemlerden “Eşitlenmemiş Kontrol Gruplu Model” kullanılması uygun bulunmuştur (Karasar, 2005).

Deneysel işlem öncesi, belirlenen deney ve kontrol gruplarına ön-test olarak “İki Aşamalı Kavram Başarı Testi” (İKBT) ve “Bilimsel Süreç Beceri Testi” (BSBT) uygulanmıştır. Deney grubunda seçilen konular, TGA yöntemine göre araştırmacı tarafından düzenlenmiş öğrenme etkinlikleri ve geliştirilen çalışma yaprakları kullanılarak, kontrol grubunda ise geleneksel laboratuvar uygulamaları şeklinde yürütülmüştür. Deney ve kontrol gruplarındaki uygulama süresi (12 hafta) eşit tutulmuş ve her iki grupta da uygulamalar araştırmacı tarafından yürütülmüştür. Deneysel işlem tamamlandıktan sonra, İKBT ve BSBT son-test olarak her iki gruba uygulanmış, son-testlerin tamamlanmasından altı hafta sonra İKBT, deney grubundaki öğretmen adaylarına kalıcılık testi olarak yeniden uygulanmıştır.

Çalışma Gurubu

Çalışma; 2014-2015 öğretim yılının bahar döneminde Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği 2. sınıfta farklı iki şubede öğrenim gören ve “Genel Biyoloji Laboratuvarı” dersini alan öğretmen adaylarıyla gerçekleştirilmiştir. Şube ayrımının eğitim-öğretim yılının başında ilgili program tarafından yapılması nedeniyle şubelerden birinin deney, diğerinin kontrol grubu olarak belirlenmesi durumunda kalınmıştır.

Araştırmada, geleneksel laboratuvar yaklaşımının uygulandığı kontrol grubu 37 (7 bay, 30 bayan), TGA yöntemine uygun olarak düzenlenmiş öğrenme etkinlikleri ve geliştirilen çalışma yapraklarının uygulandığı deney grubu ise 38 öğretmen adayından (7 bay, 31 bayan) oluşmaktadır. Deneysel işlem öncesi deney ve kontrol grupları arasında uygulanan İKBT ve BSBT puanları arasında t-testi analiz sonuçları itibarıyla anlamlı bir fark bulunamamıştır.

Veri Toplama Araçları

İki Aşamalı Kavram Başarı Testi (İKBT)

İKBT araştırma kapsamında belirlenen enzimler, sindirim, çimlenme, bitkilerde büyüme ve gelişme, hormonlar, popülasyon genetiği, solunum, biyolojik çeşitlilik konularının, TGA yöntemine dayalı öğretiminin öğrenci başarısına etkisinin ölçülmesi amacıyla, kontrol grubuna ön-test son-test, deney grubuna ön-test son-test ve kalıcılık testi olarak uygulanmıştır.

İKBT'nin hazırlanması ve geçerlik çalışması. İKBT'nin hazırlanmasında öncelikle belirlenen konularla ilgili alan yazın taraması yapılmış, ayrıca Mutlu ve Özel (2008), Uğur (2010), ÖSYM ve TÜBİTAK Biyoloji Olimpiyat sorularından bazıları seçilerek üzerinde gerekli düzeltmeler yapılmıştır. Testte yer alan maddeler ortaokul fen bilimleri ders programında yer alan konularla sınırlı tutulmuştur. Testin ön denemesindeki sorular iki aşamadan oluşmaktadır. Testte beş seçenekli çoktan seçmeli sorular ile işaretlenen seçeneğin gerekçesinin yazılması istenen ikinci bir soru türü yer almaktadır. İKBT'de yer alan soruların, öğretimi yapılan seçilmiş biyoloji konularının tümünü belli oranda temsil edecek biçimde kapsam geçerliliğini sağlamasına özen gösterilmiştir. Testte yer alan soruların geçerliği üç uzman görüşüne başvurularak sağlanmıştır. Uzmanların incelemeleri sonrasında, başarı testinin ön denemesinde yer alacak soru sayısı 42 olarak belirlenmiştir.

İKBT'nin güvenilirlik analizi. Hazırlanan ön deneme formunun ilk aşamasının güvenilirlik analizi için katılımcı grubu, 2014-2015 öğretim yılı güz döneminde Uludağ ve Kocaeli Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği 3. sınıfta öğrenim gören 47 bay, 69 bayan toplam 116 lisans öğrencisi oluşturmuştur. Güvenirlik çalışmasının istatistiksel olarak değerlendirilmesinde SPSS 20 programı kullanılmıştır. Analiz sonucunda KR20 güvenilirlik düzeyi 0,78 olarak hesaplanmıştır.

Yapılan madde analizinde ayırt ediciliği düşük olan ($r < 0,20$) 2., 3., 4., 7., 8., 10., 11., 14., 21., 23., 24., 26., 28., 34., 35., 40. ve 41. maddeler testten çıkartılmıştır. Ayırt ediciliği orta düzeyde olan ($0,20 < r < 0,30$) 16., 17. ve 33. maddelerde çeldiricilerin durumu yeniden incelenmiş ve güçlendirilerek kullanılmasına karar verilmiş, madde güçlük indeksinin (p) de 0,20 ile 0,80 arasında olmasına dikkat edilmiştir.

Yapılan analizler sonucu 42 soruluk testten; 17'si çıkartılmış geriye kalan 25'inden 3'ü düzeltilmiş ve sonuçta 25 sorudan oluşan teste, son şekli verilmiştir. Daha sonra İKBT esas uygulamada kullanılmış, madde analizleri tekrar yapılarak KR20 güvenilirlik katsayısı 0,81 olarak bulunmuştur.

Bilimsel Süreç Beceri Testi (BSBT)

Öğretmen adaylarının değişkenleri tanımlayabilme, hipotezleri tanımlama ve anlama, araştırmayı tanımlama, verileri yorumlama ve grafik haline getirebilme gibi zihinsel yeteneklerini ölçen bir testten yararlanılmıştır. Bu test Burns, Okey ve Wise (1985) tarafından geliştirilmiş, Geban, Aşkar ve Özkan (1992) tarafından Türkçe'ye çevrilerek uyarlanmıştır.

Test 36 çoktan seçmeli sorudan oluşmaktadır. Uygulama öncesi testin güvenilirlik analizi, 2014-2015 öğretim yılı güz döneminde Uludağ ve Kocaeli Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği 3. sınıfta öğrenim gören 47 bay, 69 bayan toplam 116 lisans öğrencisinin katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Güvenirlik çalışmasının istatistiksel olarak değerlendirilmesinde SPSS 20 programı kullanılmış, analiz sonucunda KR20 güvenilirlik düzeyi 0,79 olarak hesaplanmıştır.

Uygulama

Uygulama başlamadan önce deney grubundaki öğretmen adaylarına süreç hakkında bilgi verilmiş, TGA yönteminin özellikleri tanıtılmıştır. Her ders öğretmen adaylarına deney ve etkinliklerde yer alan konular önceden anlatılmış ve daha sonra deney düzenekleri ve etkinlikler hakkında tahmin, gözlem ve açıklama aşamalarının bulunduğu ayrıntılı çalışma yaprakları dağıtılmıştır. Geliştirilen çalışma yapraklarındaki bu aşamalarda, nasıl bir yol izleneceği öğretmen adaylarına ayrıca açıklanmıştır. TGA aşamalarının ve bu bölümlerin altında bulunan açık uçlu soruların, öğretmen adayları tarafından yazılı olarak kayıt altına alınması sağlanmıştır. Tahmin aşamasında öğretmen adaylarına, etkinliklere ilişkin tahminlerinin istendiği sorular yöneltilmiş ve öğretmen adaylarının tahminlerini çalışma yapraklarına yazmaları istenmiştir. İkinci aşamada öğretmen adaylarının deneyi yapmaları, durumu gözlemleri ve gözlediklerini çalışma yapraklarının gözlem basamağına kaydetmeleri teşvik edilmiştir. Açıklama aşamasında ise öğretmen adaylarının tahmin ve gözlemlerini karşılaştırmaları, tahminleriyle gözlem sonuçlarının uyuşup uyuşmadığını, uyuşmadıysa yanlış tahmin nedenlerini çalışma yaprağının açıklama kısmına bireysel olarak yazmaları sağlanmıştır. Uygulama boyunca tüm deneyler, etkinlikler, öğretmen adaylarının davranışları, tahminler, gözlemler, sınıf içi tartışmalar ve açıklamaların analiz edilmek üzere araştırmacılar tarafından yazılı ve görsel (video, fotoğraf makinesi) olarak kayıt altına alınmıştır. Öğretmen adaylarının etkinlikleri bizzat yaparak süreci yönetmelerine imkân verilip ihtiyaç duyulduğunda rehberlik edilmiştir.

Hazırlanan bu öğretim materyalleri sadece deney grubundaki öğretmen adaylarına uygulanmıştır. Kontrol grubunda aynı deneysel etkinlikler geleneksel laboratuvar etkinlikleri şeklinde yürütülmüştür. Yani dersin başında deneyle ilgili araç-gereçler tanıtılmış, deneyin yapılış basamakları açıklanmış, dersin yürütücüsünün denetiminde deney yapılmış ve deney sonrası öğretmen adaylarından rapor hazırlamaları istenmiştir.

Araştırmada kullanılan çalışma yaprakları (ÇY) ve uygulama süreci. Araştırmada uygulanan etkinlikler, TGA yöntemine göre araştırmacı tarafından düzenlenmiş ve bu etkinliklere yönelik çalışma yaprakları geliştirilmiştir.

Etkinliklerin ve çalışma yapraklarının düzenlenmesinde Eğitim Fakültesi İlköğretim Bölümü Fen Bilgisi Eğitimi Programı ve 2013 Ortaöğretim Biyoloji Dersi Öğretim Programı'nda genel biyoloji, bitki fizyolojisi, protozooloji ve genetik ile ilgili belirtilen hedef davranışlar esas alınarak hazırlanmış ve bu durum, ayrıca alan yazın taraması ile desteklenmiştir (MEB, 2013).

Bu çalışmada 9 konuya ait 13 çalışma yaprağı kullanılmıştır. Çalışma yapraklarının ilişkili olduğu konu alanları Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Çalışma Yapraklarının İlişkili Olduğu Konular

Çalışma Yaprakları	Konu Alanı	Uygulama Süresi (hafta)
1-Enzim Hızını Etkileyen Faktörler		
a) Katalazın Etkisi		
b) Katalaz Tekrar Kullanılabilir mi?	Enzimler	2
c) Katalazın Yoğunluğu		
d) Katalaz Temas Yüzeyinin Genişlemesi		
e) Sıcaklığın Katalaz Üzerine Etkisi		
2- Nişasta Sindirimi	Sindirim	1
3- Tohum ve Çimlenme	Bitkilerde Büyüme ve Gelişme	2
4- Bitkilerde Büyüme	Bitkilerde Büyüme ve Gelişme	3
5- Havuz Suyundaki Mikroorganizmalar	Birhücreliler-Biyolojik Çeşitlilik	5
6- Bir Bitkinin Işığa Yönelmesinin Sebebi Nedir?	Bitkisel Hormonlar	2
7- Popülasyon Genetiği Üzerinde Üç Çalışma	Popülasyon Genetiği (Hardy-Weinberg Kuralı)	2
8- Hayvanlarda Oksijen Tüketimi	Solunum	1
9- Biyolojik Çeşitlilik	Biyolojik Çeşitlilik	1

Verilerin Toplanması ve Çözümlemesi

Analizlerden önce veri toplama araçlarından elde edilen verilerin, normal dağılıma sahip olup olmadıklarını belirlemek için Kolmogorov-Smirnov (K-S) testi kullanılmıştır. Normal dağılım gösterenler için parametrik, göstermeyenler için parametrik olmayan testler kullanılmıştır.

Tablo 2. Deneysel ve Kontrol Grubu Test Sonuçları

	Grup	N	\bar{X}	Ss	Çarpıklık	Basıklık	K-Smirnov Z	p
İKBT _{ön test}	Deneysel	38	54,7	15	-0,727	0,730	0,134	0,098
	Kontrol	37	52,8	9,7	0,015	0,018	0,077	0,194
İKBT _{son test}	Deneysel	36	78,3	11,5	-0,066	-0,637	0,870	0,254
	Kontrol	35	69,3	9,2	-0,101	-0,719	0,083	0,188
BSBT _{ön test}	Deneysel	38	27,1	2,6	-0,642	0,349	0,127	0,153
	Kontrol	37	22,8	5	-0,281	-0,138	0,130	0,130
BSBT _{son test}	Deneysel	36	38,4	7,2	-0,011	-0,465	0,900	0,197
	Kontrol	35	26,1	7,3	0,295	-0,691	0,093	0,200
İKBT _{kalıcılık}	Deneysel	37	67,8	8,3	-0,203	0,449	0,880	0,236

p>0,05

İKBT, BSBT ve İKBT_{kalıcılık}'dan elde edilen veriler, SPSS 20 paket programı kullanılarak değerlendirilmiştir. Uygun testin kullanılabilmesi için öğretmen adaylarının bu veri toplama araçlarından aldıkları puanların normal dağılıma uygunluğunun incelenmesi için ortalama değerleri karşılaştırılmış ve Kolmogorov-Smirnov testi gerçekleştirilmiştir. Bu test sonuçlarına göre verilerin normal dağılıp dağılmadığına ilişkin çarpıklık (skewness) ve basıklık (kurtosis) değerleri dikkate alınmıştır. Alan yazında çarpıklık ve basıklık değerlerinin -1,5 ve +1,5 (Tabachnick & Fidell, 2013) ya da -2 ve +2 (George & Mallery, 2010) arasında olması gerektiği bildirilmektedir. Tablo 2'deki çarpıklık ve basıklık değerlerine, ortalamalara ve elde edilen Kolmogorov-Smirnov testi sonuçlarına göre deneysel ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının İKBT ve BSBT ile İKBT_{kalıcılık}'dan aldıkları puanların birbirine yakın olduğu ve verilerin normal dağılım gösterdiği tespit edilmiştir (p>0,05). Buna göre, verilerin analizinde parametrik testler tercih edilmiştir.

Verilerin Analizi

İKBT'nin uygulanması ve verilerin analizi. Toplamda 25 soru içeren iki aşamalı test 100 puan üzerinden değerlendirilmiştir. Testin puanlanmasında doğru seçenek işaretlenmiş ve doğru gerekçe yazılmışsa cevap doğru, testin her iki aşamasında ya da her iki aşamadan birinde yanlış seçenek işaretlenmişse cevap yanlış olarak kabul edilmiştir (Haslam & Treagust 1987; Odom & Barrow 1995; Peterson, Treagust & Garnett, 1989). Analizlerde her iki aşamanın da doğru cevaplanması durumunda, tam puan verilmesinin nedeni, öğretmen adaylarının yüzeysel öğrenmelerinin değil, anlamlı öğrenmeyi hedef edindikleri kanısından kaynaklanmaktadır (Karataş, Köse & Coştu, 2003). Soruların puanlanmasında her doğru

cevaba karşılık "4", yanlış ve boş bırakılan cevaplara ise "0" puan verilmiştir. Buna göre testten alınabilecek en düşük puan "0" en yüksek puan "100"dür.

İKBT'nin ikinci aşamasından elde edilen verilerin analizi tekrar yapılarak öğretmen adaylarındaki mevcut kavram yanlışları tespit edilmeye çalışılmıştır.

İKBT'nin ön-test son-test uygulamalarında deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının başarıları arasında anlamlı farklılık olup olmadığı bağımsız örneklem t-testi ile gerçekleştirilmiştir. Deney grubu öğretmen adaylarının son-test kalıcılık testlerinin karşılaştırılmasında ise bağımlı örneklem t-testi analiz sonuçları kullanılmıştır. Elde edilen istatistiksel veriler 0,05 anlamlılık düzeyinde analiz edilmiştir.

BSBT'nin uygulanması ve verilerin analizi. BSBT'de 36 çoktan seçmeli soru bulunmaktadır. Sorular dört seçenekli olup yanıtların değerlendirilmesinde, her doğru cevaba "2,78" puan, yanlış ve boş bırakılan sorular için ise "0" puan verilmiştir. Testten alınabilecek en düşük puan "0", en yüksek puan "100" olarak kabul edilmiştir. BSBT'nin ön-test son-test uygulamalarında deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerileri arasında anlamlı bir fark olup olmadığı bağımsız örneklem t-testi ile gerçekleştirilmiştir.

Bulgular

Uygulama öncesinde deney ve kontrol gruplarının denkleğinin belirlenmesi için İKBT ve BSBT ön-test olarak uygulanmıştır. Gerçekleştirilen bağımsız örneklem t-testi analizi sonuçlarına göre, deney ve kontrol gruplarının İKBT ön-test puanları ($t_{(73)}=0,623$; $p>0,05$) ve BSBT ön-test puanları ($t_{(73)}=0,801$; $p>0,05$) arasında anlamlı bir fark olmadığı ortaya koyulmuştur (Tablo 3). Grupların, ön-test puan ortalamaları incelendiğinde birbirlerine denk oldukları söylenebilir.

Tablo 3. Ön-Test Puanlarının Gruba Göre T-Testi Sonuçları

Test	Grup	N	\bar{x}	ss	sd	t	p
İKBT Ön-test	Deney	38	54,7	15	73	0,623	0,535
	Kontrol	37	52,8	9,7			
BSBT Ön-test	Deney	38	25,1	4,7	73	0,801	0,662
	Kontrol	37	22,8	2,6			

Deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının son-test puanlarının karşılaştırılması için gerçekleştirilen bağımsız örneklem t-testi analiz sonuçlarına göre, deney ve kontrol gruplarının İKBT son-test puanları ($t_{(69)}=3,659$; $p<0,05$) ve BSBT son-test puanları

Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarına Tahmin-Gözlem-Açıklama (TGA) Yöntemiyle Biyoloji Konularının Öğretiminin Başarı, Kalıcılık ve Bilimsel Süreç Becerilerine Etkisi

($t_{(69)} = 7,179$; $p < 0,05$) arasında deney grubu lehine anlamlı bir fark olduğu ortaya koyulmuştur (Tablo 4).

Tablo 4. Son-Test Puanlarının Gruba Göre T-Testi Sonuçları

Test	Grup	N	\bar{X}	ss	sd	t	p
İKBT Son-test	Deney	36	78,3	11,5	69	3,659	0,001*
	Kontrol	35	60,2	10,1			
BSBT Son-test	Deney	36	38,4	7,2	69	7,179	0,000*
	Kontrol	35	26,1	7,3			

*($p < 0,05$)

Uygulama sonrasında deney grubu öğretmen adaylarının İKBT'den aldıkları en düşük puan 100 üzerinden 40 iken kontrol grubu öğretmen adaylarının 16'dır. En yüksek puan ise deney grubunda 96, kontrol grubunda 88'dir. Deney grubundaki öğretmen adaylarının büyük çoğunluğu (%66,7) 61 ve üzeri puan dilimlerinde yer alırken kontrol grubunda bu üst dilimde yer alan öğretmen aday sayısı %23 civarında kalmıştır (Tablo 5).

Uygulama sonrasında deney grubu öğretmen adaylarının BSBT'den aldıkları en düşük puan 100 üzerinden 11,2 iken kontrol grubu öğretmen adaylarının 8,4'tür. En yüksek puan ise deney grubunda 84, kontrol grubunda 81,2'dir. Deney grubundaki öğretmen adaylarının büyük çoğunluğu (%61,1) 40 ve altı puan dilimlerinde yer alırken kontrol grubunda bu alt dilimde yer alan öğretmen aday sayısı %69 civarında hesaplanmıştır (Tablo 5).

Tablo 5. Deney ve Kontrol Grubu İKBT ve BSBT Son-Test Puanları

	Deney Grubu (N=36)					Kontrol Grubu (N=35)				
	X_{min}	X_{max}	Puan aralıkları	N	%	X_{min}	X_{max}	Puan aralıkları	N	%
İKBT	40	96	0-20	0	-	16	88	0-20	3	8,6
			21-40	4	11,1			21-40	7	20
			41-60	8	22,2			41-60	17	48,6
			61-80	14	38,9			61-80	5	14,3
			81-100	10	27,8			81-100	3	8,6
BSBT	11,2	84	0-20	6	16,7	8,4	81,2	0-20	10	28,6
			21-40	16	44,4			21-40	14	40
			41-60	7	19,4			41-60	7	20
			61-80	5	13,9			61-80	3	8,6
			81-100	2	5,6			81-100	1	2,9

Kontrol grubundaki öğretmen adaylarının ön-test ve son-test puanlarının karşılaştırılması için gerçekleştirilen ilişkili örneklem t-testi sonuçları, öğretmen adaylarının

başarılarında ($t_{(70)}=-8,633$; $p<0,05$) ve bilimsel süreç becerilerinde ($t_{(70)}=-2,328$; $p<0,05$) anlamlı bir artış olduğunu göstermektedir (Tablo 6).

Tablo 6. Kontrol Grubu Öğretmen Adaylarının Ön-Test ve Son-Test T-Testi Sonuçları

Test	Ölçüm	N	\bar{x}	ss	sd	t	p
İKBT	Ön-test	37	52,8	9,7	70	-8,633	0,030*
	Son-test	35	60,2	10,1			
BSBT	Ön-test	37	22,8	2,6	70	-2,328	0,026*
	Son-test	35	26,1	7,3			

*($p<0,05$)

Deney grubu öğretmen adaylarının ön-test ve son-test puanlarının karşılaştırılması için gerçekleştirilen ilişkili örneklem t-testi sonuçlarına göre, araştırmacı tarafından hazırlanan TGA yöntemine göre düzenlenmiş çalışma yapraklarının uygulandığı deney grubu öğretmen adaylarının başarılarında ($t_{(72)}=-10,656$; $p<0,05$) ve bilimsel süreç becerilerinde ($t_{(72)}=-9,501$; $p<0,05$) anlamlı bir fark olduğu ortaya koyulmuştur (Tablo 7). Ayrıca öğretmen adaylarının İKBT ve BSBT'den aldıkları puanlar bakımından da istatistiksel olarak anlamlı bir artış görülmüştür.

Tablo 7. Deney Grubu Öğretmen Adaylarının Ön-Test ve Son-Test T-Testi Sonuçları

Test	Ölçüm	N	\bar{x}	ss	sd	t	p
İKBT	Ön-test	38	54,7	15	72	-10,656	0,001*
	Son-test	36	78,3	11,5			
BSBT	Ön-test	38	25,1	4,7	72	-9,501	0,000*
	Son-test	36	38,4	7,2			

*($p<0,05$)

Deney grubu öğretmen adaylarının İKBT ve uygulamadan altı hafta sonra uygulanan son-test kalıcılık puanlarının karşılaştırılması için gerçekleştirilen ilişkili örneklem t-testi sonuçları, öğretmen adaylarının başarı ve kalıcılıklarında ($t_{(70)}=5,448$; $p<0,05$) anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir (Tablo 8).

Tablo 8. Deney Grubu Öğretmen Adaylarının Son-Test T-Testi Sonuçları

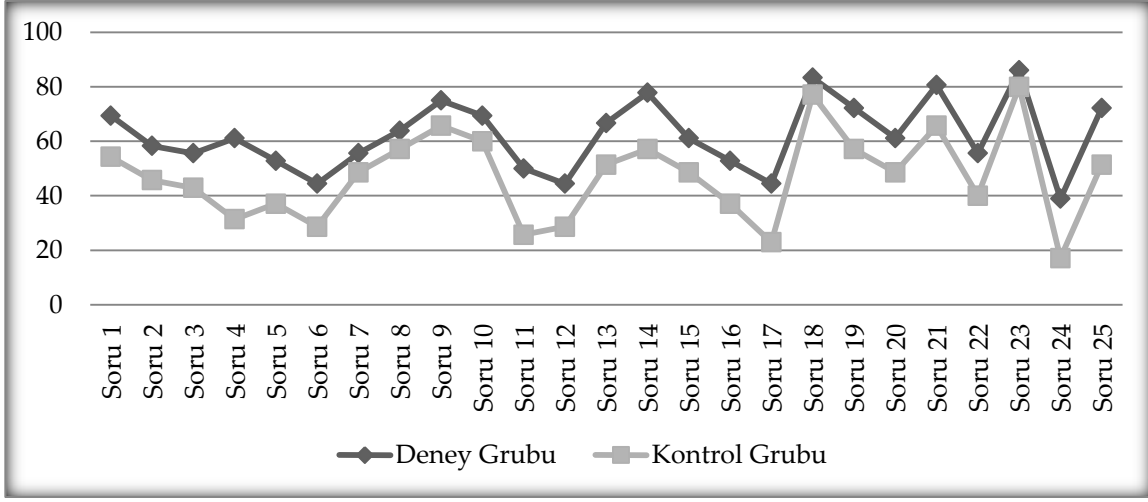
Ölçüm	Test	N	\bar{x}	ss	sd	t	p
Son-test	İKBT	36	78,3	11,5	70	5,448	0,000*
Kalıcılık	İKBT	36	67,8	8,3			

*($p<0,05$)

Şekil 1'de deneysel işlem sonrası uygulanan İKBT sonuçları verilmiştir. Deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının testin her iki aşamasına ilişkin verilen cevapların

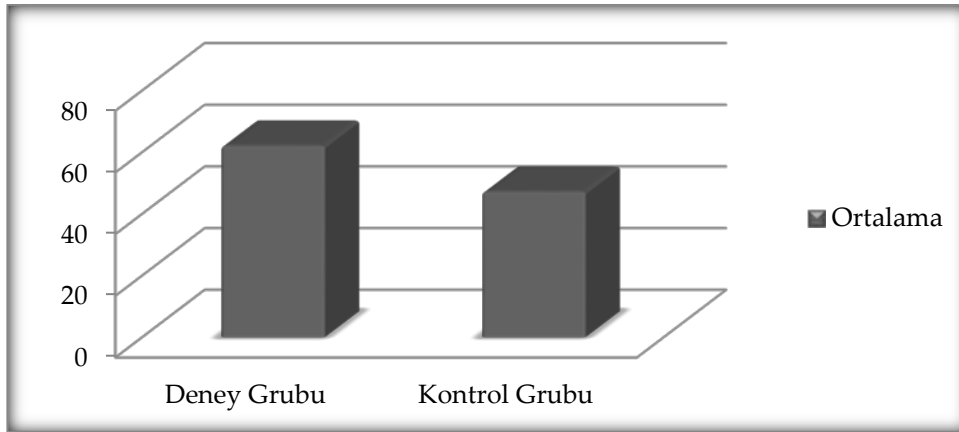
Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarına Tahmin-Gözlem-Açıklama (TGA) Yöntemiyle Biyoloji Konularının Öğretiminin Başarı, Kalıcılık ve Bilimsel Süreç Becerilerine Etkisi

yüzdeleri görülmektedir. Şekil 1'e göre deney grubu öğretmen adaylarının sorulara doğru cevap verme yüzdelerinin kontrol grubuna göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 1. Deney ve Kontrol Grubu İKBT Son-Test Sonuçları

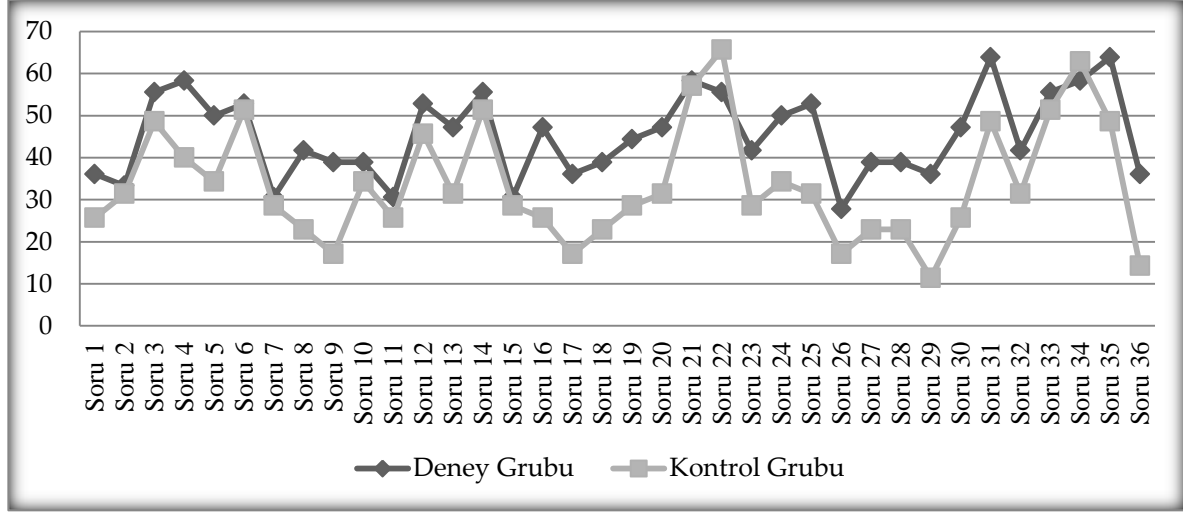
Soruların ilk iki aşamasına verilen doğru cevap yüzdelerinin ortalamaları incelendiğinde deney grubunda bulunan öğretmen adaylarının (%62,1), kontrol grubundaki öğretmen adaylarından (%47,2) daha başarılı olduğu görülmektedir (Şekil 2).



Şekil 2. Deney ve Kontrol Grubu İKBT Son-Test Ortalama Sonuçları

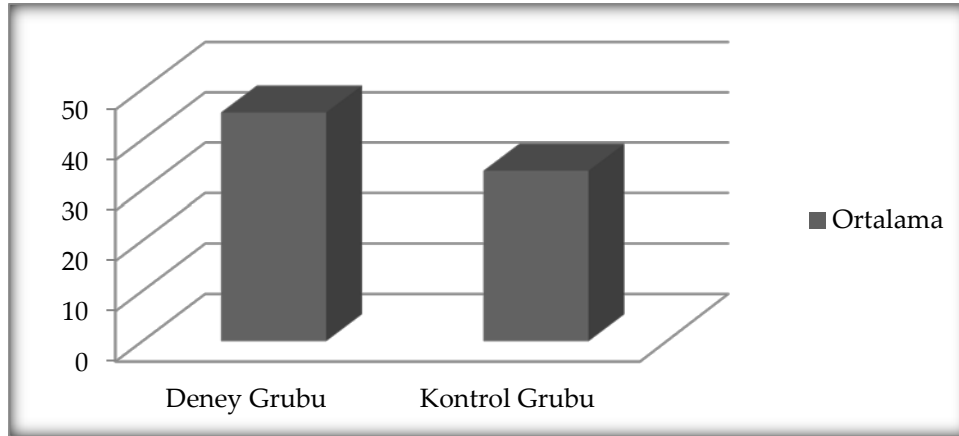
Şekil 3'de deneysel işlem sonrası uygulanan BSBT sonuçları incelendiğinde, deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının vermiş oldukları doğru cevapların yüzdeleri

görülmektedir. Şekil 3'e göre deney grubu öğretmen adaylarının sorulara doğru cevap verme yüzdelerinin kontrol grubuna göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 3. Deney ve Kontrol Grubu Öğretmen Adaylarının BSBT Son-Test Sorularına Verdikleri Doğru Cevap Yüzdeleri

Sorulara verilen doğru cevap yüzdeleri incelendiğinde deney grubundaki öğretmen adaylarının bilimsel süreç beceri puan ortalamalarının (%45,4), kontrol grubundaki öğretmen adaylarına göre (%33,8) daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Şekil 4).



Şekil 4. Deney ve Kontrol Grubu BSBT Son-Test Ortalama Sonuçları

Öğretmen adaylarının İKBT'nin ikinci aşamasına verdikleri yanıtlardan bazı yanlışlara sahip oldukları tespit edilmiştir. Karşılaşılan kavram yanlışları Tablo 9'da verilmiştir.

Tablo 9. Tespit Edilen Bazı Yanlışlar

Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarına Tahmin-Gözlem-Açıklama (TGA) Yöntemiyle Biyoloji Konularının Öğretiminin Başarı, Kalıcılık ve Bilimsel Süreç Becerilerine Etkisi

Uygulamada Karşılaşılan Yanılgılar	f	%
Protein yapıları daha yoğun olduğundan karaciğer ve tavukta daha fazla katalaz vardır.	10	26,3
Katalaz karaciğere özgüdür.	9	23,7
Patateste nişasta vardır.	7	18,4

Tablo 9 Devamı. Tespit Edilen Bazı Yanılgılar

Toprakta su ve minerallere ulaşabilmek için kökün bu maddelere yakın olan yerleri daha çok uzar.	7	18,4
H ₂ O ₂ asit olduğu için elma ve patatesi parçalar.	6	15,8
Tablo 9'un Devamı. Tespit Edilen Bazı Yanılgılar		
Karanlıkta büyüme hormonu salgılanmaz.	6	15,8
Tohum besin elde etmek için fotosentez yapar.	6	15,8
Karaciğer ezildikçe substrat yüzeyi artar.	4	10,6
Kullanılan madde asit olduğu için diğer üç tüpte de tepkime gerçekleşir.	3	7,9
Ette ve yumuşak besinlerde enzim daha çoktur.	3	7,9
Patates ve elma karbonhidrattır.	3	7,9
Enzimler protein yapılıdır karaciğer ve tavuk da proteindir.	3	7,9
60 derecede enzim etkinliği yine artar.	3	7,9
Sıcaklığa bakarak enzim yapısı ile ilgili sonuca varılamaz.	3	7,9
Enzim kullanıldıkça azalır.	3	7,9
Genetik sürüklenme popülasyon dengesini bozmaz.	3	7,9
Kendileştirme homozigotluğu azaltır.	3	7,9
Baskın bireylerin ölmesi sadece genetik sürüklenme sonucu gerçekleşir.	3	7,9
H ₂ O ₂ patates ve elmayla asit olduğu için tepkime vermiştir tıpkı derimize verdiği zarar gibi yoksa bunlarda katalaz yoktur.	2	5,3
Ezilmiş karaciğerin yüzey alanı en azdır ve bu nedenle en hızlı tepkime bu tüpte olur.	2	5,3
Normal doğranmış karaciğerin yüzey alanı en büyüktür.	2	5,3
Karaciğer ezildikçe yüzey alanı artar ve enzimin aktifliği azalır.	2	5,3
Kimyasal sindirim yüksek sıcaklık (60°C) ve pH 2' de gerçekleşir.	2	5,3
Bitkilerin uç kısımda reseptör oluşur.	2	5,3
Fotosentez ve solunum olayında güneş ışığı gerekir.	2	5,3
Tohum fotosentez yapamadığı için kendi besinini üretmez ve bunu topraktan alır.	2	5,3
Bitkinin sadece gövde ve yaprakları büyür.	2	5,3
Karaciğer ve tavuk et olduğu için daha fazla tepkime gerçekleşir.	1	2,6
Patates ve elma vitamindir.	1	2,6
Elma ve patateste enzim yoktur.	1	2,6
Yüksek yapılı canlılarda daha fazla katalaz olmalıdır.	1	2,6
Coğrafi izolasyon dıştan popülasyona girecek gen çeşitliliğini engeller.	1	2,6
Çiftleşmenin rastgele olması ve iç veya dış göçlerin olmasıyla popülasyondaki denge hali bozulur.	1	2,6
Baskın gen kişiden kişiye değişir.	1	2,6
Çekinik genin gendeki varlığı kesin olarak bilinemez.	1	2,6
Homozigot baskın bireylerin ölmesi popülasyonda bir değişiklik yaratmaz.	1	2,6
Bitkilerde ışığa yönelmeyi engelleyecek madde yoktur.	1	2,6
Mika kimyasal bir madde olduğundan yönelme mika tabakasından uzağa doğru olur.	1	2,6
Tohumun çimlenmesine neden olan büyüme hormonu oksinin oluşumu güneş ışığı tarafından teşvik edilir.	1	2,6
Topraktaki maddeler besin olarak kullanılır sonra çimlenme olayı gerçekleşir.	1	2,6
Karbonhidratların sindirimi ağızda başlar, ağızda biter. Ağız bazik bir ortam olduğundan mide de asidik sindirim gerçekleşmez.	1	2,6
Ekstrem koşulların olduğu yerlerde canlı çeşitliliği fazladır.	1	2,6

*Katalaz Tekrar Kullanılabilir mi? adlı etkinlik

Tablo 9'a göre öğretmen adaylarının %26,3'ü protein yapıları daha yoğun olduğundan karaciğer ve tavukta daha fazla katalaz bulunduğunu, %23,7'si katalazın karaciğere özgü olduğunu, %18,4'ü patatesten nişasta bulunduğunu, %18,4'ü toprakta su ve minerallere ulaşabilmek için kökün bu maddelere yakın olan yerlerinin daha çok uzadığını, %15,8'i H₂O₂'nin asit olduğu için elma ve patatesi parçaladığını, %15,8'i karanlıkta büyüme hormonunun salgılanmadığını, %15,8'i tohumun besin elde etmek için fotosentez yaptığını düşündükleri tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarında tespit edilen diğer kavram yanlışları Tablo 9'da sıralanmıştır.

Sonuç, Tartışma ve Öneriler

Öğretmen adaylarının İKBT ve BSBT ön-test puan ortalamalarından ulaşılan sonuçlar, uygulama öncesi biyoloji konularında sahip oldukları ön bilgilerinin ve bilimsel süreç becerilerinin birbirine oldukça yakın olduğunu göstermektedir (Tablo 3).

Uygulama sonrası İKBT son-test sonuçlarına göre, fen bilgisi öğretmen adaylarının biyoloji konu ve kavramlarını anlamaları açısından, TGA yönteminin uygulandığı deney grubu ile geleneksel laboratuvar yaklaşımının kullanıldığı kontrol grubu arasında anlamlı bir fark olduğu belirlenmiştir (Tablo 4). Alan yazındaki diğer çalışmaların bu sonucu desteklediği görülmektedir. Harman (2015) hücre zarından madde geçişiyle ilgili TGA yöntemine dayalı bir laboratuvar etkinliği düzenlemiş, elde edilen bulgulardan deney grubu öğrencilerinin başarılarının daha yüksek olduğunu tespit etmiştir. Yapılan birçok araştırmada TGA yönteminin öğrencilerin başarısına olumlu katkıda bulunduğu sonucu elde edilmiştir (Bilen, 2009; Chew, 2008; Fayakun & Joko, 2015; Göktürk, 2015; Kearney & Wright, 2002; Kearney, 2004; Kırılmazkaya & Kırbağ-Zengin, 2015; Teerasong, Chantone, Ruenwongsa & Nacapricha, 2010; Tiftikçi, Yüksel, Koç & Çıbık, 2017; Yıldırım & Maşeroğlu, 2016).

TGA yöntemiyle öğretmen adaylarının, uygulamayı bizzat yaparak sürece etkin katılımları sağlanmaktadır. Bu da konuya ilgiyi artırarak akademik başarıya katkıda bulunmaktadır. Bu durum, deney ve kontrol grubu öğretmen adaylarının İKBT puan aralıkları ve ortalamalarından görülmektedir (Tablo 5). Soruların ilk iki aşamasına verilen doğru cevap yüzdelerine göre, deney grubundaki öğretmen adaylarının, kontrol grubundaki öğretmen adaylarına göre daha başarılı olduğu tespit edilmiştir (Şekil 1 ve 2).

BSBT'nin son-test sonuçları, TGA yönteminin uygulandığı deney grubu ile geleneksel laboratuvar yaklaşımının kullanıldığı kontrol grubu arasında, istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu göstermiştir (Tablo 4). Bu durum deney grubunda bulunan öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerini, kontrol grubuna göre daha etkin kullandığının bir sonucu olarak görülebilir. Karatekin ve Öztürk (2012)'ün, öğretmen adaylarıyla yaptığı çalışmasında; TGA yönteminin kullanıldığı deney grubu ile doğrulamalı laboratuvar yaklaşımının uygulandığı kontrol grubu öğrencilerinin başarı ve bilimsel süreç beceri test puanları arasında anlamlı fark olduğu belirlenmiştir. Kaynaklarda TGA yönteminin öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerine olumlu katkıda bulunduğu vurgulanmaktadır (Bilen, 2009; Liew, 2004; Russell, Lusac & Mcrobbie, 2004; Tokur, 2011). Öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerini yaparak ve yaşayarak geliştirebilecekleri bir eğitim ve öğretim ortamı oluşturulmaya çalışılan bu yöntemde, öğretmen adayları tahminlerini yazarken, kendilerine verilen kuramsal bilgilerden yararlanmakta ve aslında deneyin sonucuna yönelik bir hipotez kurup değişkenler hakkında yorum yapmaktadırlar. Bu sonuçlara benzer durum deney ve kontrol grubu öğretmen adaylarının BSBT son-test puan aralıkları ve ortalamalarından görülmektedir (Tablo 5). Sorulara verilen doğru cevap yüzdeleri incelendiğinde deney grubundaki öğretmen adaylarının bilimsel süreç beceri puan ortalamalarının, kontrol grubundaki öğretmen adaylarına göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3 ve 4).

Bilişsel gelişimlerinin belirlenmesi için deney grubu öğretmen adaylarının İKBT ön-test ile son-test puanları ve kontrol grubu öğretmen adaylarının ön-test ile son-test puanları arasındaki farklılıklar değerlendirilmiştir. Belli bir öğretim sürecinden geçen her öğrenciden beklenildiği gibi hem araştırmacı tarafından hazırlanan TGA yöntemine dayalı çalışma yapraklarının uygulandığı deney grubunun, hem de geleneksel laboratuvar yaklaşımının uygulandığı kontrol grubunun ön-test ve son-test puanları arasındaki farklılıklar anlamlı çıkmış ve bu durum öğretmen adaylarının bilişsel gelişmelerinin olduğunu ortaya koymuştur. Gerçekleştirilen analizlerde hem deney hem de kontrol grubu öğretmen adaylarının İKBT puanlarında artış olduğu belirlenmekle beraber, deney grubu öğretmen adaylarındaki puan artışının daha yüksek olduğu görülmüştür. Benzer şekilde her iki grupta yer alan öğretmen adaylarının, BSBT ön-test ile son-test puanları arasında da son-test lehine anlamlı bir farklılık olduğu belirlenmiştir. Deney ve kontrol grubunda bulunan öğretmen adaylarının, bilişsel

gelişimlerinin yanı sıra bilimsel süreç becerilerinde de ilerleme kaydettikleri elde edilen sonuçlardan anlaşılmaktadır (Tablo 6 ve 7).

Deney grubu öğretmen adaylarının, İKBT son-test ve kalıcılık puanları karşılaştırılmış ve sonuçta anlamlı bir fark olduğu görülmüştür (Tablo 8). Alan yazında TGA yönteminin, bilginin zihinde yapılandırılması sürecine ve kalıcılığına olumlu etkisi olduğunu gösteren çalışmaların bulunduğu bilinmektedir (Güngör & Özkan, 2016; Keeratichamroen, Panijpan & Dahsah, 2007; Liew, 2004; McGregor & Hargrave, 2008; Özyılmaz, 2008; Wu & Tsai, 2005; Yavuz & Çelik, 2013; Yıldırım, 2016). Ancak bunun, öğretimi planlanan konu ve kavramların bilişsel ve deneysel dokusu ile ilişkili olduğu anlaşılmaktadır. Tokur (2011) çalışmasında TGA yönteminin uygulandığı deney grubu öğrencilerinin son-test hatırd tutma testi puan ortalamaları arasında anlamlı bir fark olmadığı sonucuna ulaşmış, fakat öğrencilerin öğretilen ve yaptırılan etkinlikleri hatırd tutma puanlarının ön-test puan ortalamalarından daha yüksek olduğunu ifade etmiştir.

Deney grubu öğretmen adaylarının çalışma yapraklarından tespit edilen bazı hususlar karşılaşılan güçlüklerle işaret etmiştir. Öğretmen adaylarının *“Karaciğerin temas yüzeyi küçüldükçe tepkime hızı artar ve en hızlı tepkime B tüpünde olur diye tahmin etmiştim ancak en hızlı tepkimenin C tüpünde olduğunu gözledim”, “37 derecede amilazın çalışmayacağını tahmin etmiştim fakat renk değişimini gözledim.”, “Kaynatılan tüpte tepkime olmasını bekliyordum, ancak amilazın yapısının bozulduğunu unutmuşum.”, “Tavşan daha çok oksijen tüketir, çünkü kurbağa sulak yerlerde yaşar. Bunun oksijen kullanma miktarını azaltacağını düşünüyorum. Tavşanın vücut ağırlığıyla da ilgisi olabilir.”, “Belirlediğimiz alanda bitkiler daha çok olur dedim ancak hayvanlar daha çoktu.”, “Bitki sayısı fazla ancak hayvan çeşitliliği daha çok.”, “Bitkiler yüzeyde görünüyor fakat toprağı eştikçe hayvan çeşitliliğinin daha fazla olduğunu gördük.”* şeklindeki ifadelerinden yeni durumu açıklamada, sahip oldukları ön bilgileri kullandıkları anlaşılmaktadır. Gözlem sonuçlarına yönelik çıkarımda bulunma ve tahmin ile gözlem sonuçlarını açıklamadaki tutarsızlık ve sahip oldukları bilgilerin yetersiz kaldığı durumlarda ise bilişsel çelişkiye düştükleri saptanmıştır. Buna karşın TGA yönteminin kavramsal öğrenmeyi artırmada etkili olduğu alan yazındaki pek çok çalışmayla desteklenmektedir (Chen, Pan, Sung & Chang, 2013; Chew, 2008; Çinici & Demir, 2013; Hong, Hwang, Liu, Ho & Chen, 2014).

Deney grubu öğretmen adaylarının İKBT'nin ikinci aşamasına verdikleri yanıtlardan, bazı eksik ya da hatalı açıklamalar yaptığı ve ayrıca bazı kavram yanlışlarına sahip oldukları

görülmektedir (Tablo 9). TGA yönteminin kavram yanlışlarını tespit etmede ve gidermede etkili olduğu birçok araştırmayla desteklenerek ifade edilmiştir (Mthembu, 2001; Tatlı & Ayas, 2011; Tiftikçi, Yüksel, Koç & Çıbık, 2017; Yavuz & Çelik, 2013). Etkili bir öğretim için öğretmenler temel alan bilgisine hâkim olmalı ve bunu öğretim sürecinde anlaşılabilir hale getirebilmelidir (Gürçay, Bozkurt, Kaptan & Berberoğlu, 2000). Öğretmenlerin temel bilgilerindeki yanlış anlamaları öğrencilerde kavram yanlışları oluşmasına yol açmaktadır. (Yip, 1998). Tüm öğretim seviyelerinde öğrenciler, ilköğretim ve ortaöğretim düzeyinde sahip oldukları kavram yanlışlarıyla üniversiteye gelmekte ve lisans sonrasında da bu konudaki kavram yanlışlarını devam ettirmektedirler (Mutlu & Özel, 2008). İleride mesleğe başlayacak olan fen bilgisi öğretmen adaylarının, öğrencilere doğru bilgiler sunması, kendi yanlış anlamalarının farkına vararak bunları gidermelerıyla mümkün olabilir.

Sonuç olarak; Öğretmen adaylarının biyoloji dersinde akademik başarı düzeylerini artırarak, kalıcı öğrenmeyi sağlayacak yapılandırmacı öğrenme kuramına göre geliştirilen TGA yönteminin, öğretmen adaylarının anlamada zorlandıkları ve sıkıcı buldukları farklı konular için de kullanılmasının yararlı olacağı düşünülmektedir. Öğretmen adaylarına laboratuvar dersinde TGA uygulamaları, sınırlı sürede işlenmiş ve bu uygulama süreci, öğretmen adaylarının akademik başarı ve bilimsel süreç becerileri üzerinde olumlu yönde anlamlı değişikliklerin kazanılmasına olanak sağlamıştır. Bu bağlamda uygun olan konu ve kavram öğretiminde hem lisans düzeyindeki derslerde ve hem de öğretmen adaylarının mesleki yaşamlarında TGA yöntemini daha etkin biçimde kullanmalarının yararlı olacağı düşünülmektedir.

Öneriler

TGA yönteminin; tahmin, tahmin sebebi, gözlem ve açıklama basamakları, öğrencilerin sahip oldukları bilgileri sorgulama ve ortaya çıkarması açısından son derece elverişlidir. Bu nedenden dolayı yöntemin, kavramsal anlamaların belirlenmesinde veya ölçülmesinde kullanılması önerilmektedir.

Biyoloji konuları için yapılacak başka araştırmalarda TGA farklı öğretim, yöntem ve teknikleriyle ya da farklı tekniklerle birlikte kullanılabilir ve böylece uygun öğretim yöntemleri belirlenebilir.

Tahminlerinin nedenlerini yazmada ve açıklama basamaklarında zorluk yaşayan öğretmen adayları için TGA etkinlikleri uygulanırken, tahmin sebebi ve açıklama

basamaklarından önce sınıf içi tartışması ya da gruplar arası çalışmayla öğretmen adaylarının tartışma, düşüncelerini yansıtma ve kendilerini ifade etme becerilerinin geliştirilmesi önerilmektedir.

Kaynakça

- Akgün, A., Tokur, F., & Özkara, D. (2013). TGA stratejisinin basınç konusunun öğretimine olan etkisinin incelenmesi. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(2), 348-369.
- Anagün, Ş. S., & Yaşar, Ş. (2009) İlköğretim beşinci sınıf fen ve teknoloji dersinde bilimsel süreç becerilerinin geliştirilmesi. *İlköğretim Online*, 3(8), 843-865.
- Ayas, A., Çepni, S., Turgut, F., & Johnson, P. (1997). *Kimya öğretimi*. Yök/Dünya Bankası Milli Eğitimi Geliştirme Projesi-Öğretmen Eğitimi Dizisi, Ankara: YÖK.
- Bilen, K. (2009). *Tahmin et-gözle-açıkla yöntemine dayalı lâboratuar uygulamalarının öğretmen adaylarının kavramsal başarılarına, bilimsel süreç becerilerine, tutumlarına ve bilimin doğası hakkındaki görüşlerine etkisi*. Doktora tezi. Gazi Üniversitesi, 169s, Ankara.
- Bilen, K., & Aydoğdu, M. (2010). Fen Bilgisi öğretmen adaylarına bitkilerde fotosentez ve solunum kavramlarını öğretmede TGA (Tahmin Et-Gözle-Açıkla) stratejisinin kullanımı. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 7(14), 179-194.
- Bilen, K., & Aydoğdu, M. (2012). TGA (tahmin et-gözle-açıkla) 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. (2012a). Yapılandırmacı öğrenme teorisine dayalı etkili bir strateji: tahmin-gözlem-açıklama (TGA)“bitkilerde büyüme ve gelişme”. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 31(1), 123-136.
- Bilen, K., & Köse, S. (2012b). Kavram öğretiminde etkili bir strateji TGA (tahmin et-gözle-açıkla) “bitkilerde madde taşınımı”. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24, 21-42.
- Burns, J. C., Okey, J. C., & Wise, K. (1985). Development of an integrated porcess skills test:TIPS II. *Journal of Research in Science Teaching*, 22(2), 169-177.
- Chen, Y. L., Pan, P. R., Sung, Y. T., & Chang, K. E. (2013). Correcting misconceptions on electronics: Effects of a simulation-based learning environment backed by a conceptual change model. *Educational Technology ve Society*, 16(2), 212-227.
- Chew, C. (2008). *Effects of biology-infused demonstrations on achievement and attitudes in junior college physics*. EdD Thesis, Education of Faculty, The University of Western Australian.

- Çimer, O. S., & Çakır, İ. (2008). Using the predict-observe-explain (POE) strategy to teach the concept of osmosis. *XIII. IOSTE Symposium* 21-26 September-Izmir.
- Çinici, A., & Demir, Y. (2013). Teaching through cooperative poe tasks: a path to conceptual change. *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas*, 86(1), 1-10.
- Demirelli, H., Özkaya, A., Demir, M., Altınkaynak, Ö., Akgül, P., & Başkurt, P. (2008). 6.Sınıf fen ve teknoloji dersinde 'dolaşım sistemi' konusunun analoji ve tahmin et-gözle-açıkla (TGA) yöntemleri ile işlenmesinin öğrenci başarısına ve tutumuna etkisi. *VIII.Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Özetler*, 27-29 Ağustos, Bolu.
- Fayakun, M., & Joko, P. (2015). The Effectiveness of physics course using contextual models (CTL) with POE (predict, observe, explain) methods toward high-order thinking skill. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia-Indonesian Journal Of Physics Education*, 11(1), 49-58.
- Geban, O., Aşkar, P., & Özkan, İ. (1992). Effects of computer similation and problem solving approaches on high school. *Journal of Educational Research*, 86(1), 5-10.
- George, D., & Mallery, P. (2010). *SPSS for windows step by step: A simple guide and reference 17.0 update*. 10th Edition, Pearson, Boston.
- Göktürk, M. (2015). *Fen ve teknoloji dersinde TGA stratejisi ile zenginleştirilmiş animasyon destekli öğretimin akademik başarıya, tutuma ve kalıcılığa etkisinin incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Grotzer, T. A. (2003). Transferring structural knowledge about the nature of causality: An emprical test of tree levels of transfer. Presented at the *National association of research in science teaching (NARST) conferance Philadelphia*, March 23-26.
- Gunstone, R. F., & Mitchell, I. J. (1988). Two teaching strategies for considering children's science. *Yearbook of the International Council of the Association for Science Education*, 2, 1-12.
- Güngör, S. N. (2016). *Fen bilgisi öğretmen adaylarına tahmin-gözlem-açıklama (TGA) yöntemiyle biyolojik konu ve kavramların öğretiminin başarı, kalıcılık ve bilimsel süreç becerilerine etkisi*. Yayınlanmış Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Güngör, S. N., & Özkan, M. (2017). TGA (tahmin-gözlem-açıklama) yöntemiyle bitkilerde oksin ışık ilişkisinin öğretimi üzerine bir çalışma. *Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi (CFD)*, 38(2), 194-203.
- Gürçay, D., Bozkurt, A. İ., Kaptan, F., & Berberoğlu, G. (2000). Öğretmen adaylarının fen derslerinde değişik taksonomik düzeylerdeki başarılarının değerlendirilmesi. *IV.*

Ulusal Fen Bilimleri Eğitimi Kongresi, 6-8 Eylül, HU Eğitim Fakültesi, Ankara, Bildiriler Kitabı, 131-134.

Güven, E. (2011). *Çevre eğitiminde tahmin-gözlem-açıklama destekli proje tabanlı öğrenme yönteminin farklı değişkenler üzerine etkisi ve yönteme ilişkin öğrenci görüşleri*. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Güven, E. (2014). Tahmin-gözlem-açıklama destekli proje tabanlı öğrenme yönteminin çevre sorunlarına yönelik tutum ve davranışlara etkisi. *Eğitim ve Bilim*, 39(173), 25-39.

Harman, G. (2014). Hücre zarından madde geçişi ile ilgili kavram yanlışlarının tahmin-gözlem-açıklama yöntemiyle belirlenmesi. *Journal of Turkish Science Education*, 11(4), 81-106.

Harman, G. (2015). Tahmin gözlem açıklama (TGA) yöntemine dayalı bir laboratuvar etkinliği: hücre zarından madde geçişi. *International Journal of New Trends in Arts, Sports & Science Education (IJTASE)*, 4(1), 23-36.

Haslam, F., & Treagust, D. F. (1987). Diagnosing secondary students' misconceptions of photosynthesis and respiration in plants using a two-tier multiple choice instrument. *Journal of Biological Education*, 21(3), 203-211.

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 & Education*, 72, 110-120.

Karasar, N. (2005). *Bilimsel araştırma yöntemi*. Ankara: Nobel Yayınları.

Karataş F. Ö., Köse S., & Coştu B. (2003). Öğrenci yanlışlarını ve anlama düzeylerini belirlemede kullanılan iki aşamalı testler. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(13), 54-69.

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. *Celal Bayar Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2, 111-136.

Kawasaki, K., Rupert Herrenkohl, L., & Yeary, S. A. (2004). Theroy building and modelling in a sinking and floating unit: A case study of third and fourth grade students' developing epistemologies of science. *International Journals of Science Education*, 26(11), 1299-1324.

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.

- Kearney, M., & Wright, R. (2002). Predict-Observe-Explain. Eshell. Learning Designs Website, <http://www.learningdesigns.uow.edu.au/tools/info/T3/> Aralık 2016 Tarihinde erişilmiştir.
- 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.
- Keeratichamroen, W., Panijpan, B., & Dahsah, C. (2007). Using the predict–observe–explain (POE) to promote students’ learning of tapioca bomb and chemical reactions. *Mahidol University Annual Research Abstracts*, 35, 563.
- Kırılmazkaya, G., & Kırbağ-Zengin, F. (2015). Tahmin et-gözle-açıkla yönteminin ortaokul öğrencilerinin akademik başarılarına ve fene karşı tutumlarına etkisinin incelenmesi. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 8(4), 975-981.
- Köse, S., Coştu, B., & Keser, Ö. F. (2003). Fen konularındaki kavram yanlışlarının belirlenmesi: TGA yöntemi ve örnek etkinlikler. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(13), 43-53.
- Liew, C. (2004). *The effectiveness of predict-observe-explain technique in diagnosing students’ understanding of science and identifying their level of achievement*. Doctorate Thesis, Science and Mathematics Education Centre, Curtin University of Technology.
- MEB (Milli Eğitim Bakanlığı). (2013). *İlköğretim kurumları (ilkokullar ve ortaokullar) fen bilimleri dersi (3, 4, 5, 6,7 ve 8. sınıflar) öğretim programı [Primary education institutions (primary and secondary schools) curriculum of science course (3, 4, 5, 6, 7 and 8 classes)]*. Ankara: MEB Yayınları.
- McGregor, L., & Hargrave, C. (2008). The use of “predict-observe-explain” with on-line discussion boards to promote conceptual change in the science laboratory learning environment. In K. McFerrin et al. (Eds.), *Proceedings of Society for Information Technology and Teacher Education International Conference* (pp. 4735-4740). Chesapeake, VA: AACE.
- Mthembu, Z. P. (2001). Using predict, observe and explain technique to enhance students’ understanding of chemical reactions (Short Report on pilot study). *Paper Presented at the AARE Annual Conference, Fremantle*.
- Mutlu, M., & Özel, M. (2008). Sınıf öğretmen adaylarının çiçekli bitkilerin büyüme ve gelişimi konuları ile ilgili anlama düzeyleri ve kavram yanlışları. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 16(1), 107-124.
- Odom, A. L., & Barrow, H. L. (1995). Development and application of a two-tier diagnostic test measuring college biology students’ understanding of diffusion and osmosis after a course of instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, 32(1), 45–61.

- Özsevgeç, T., & Çepni, S. (2006). Farklı sınıflardaki öğrencilerin yüzme ve batma kavramlarını anlama düzeyleri. *Milli Eğitim Dergisi*, 172, 297-311.
- Özyılmaz, G. A. (2008). *İlköğretimde analogiler, kavram karikatürleri ve tahmin-gözlem açıklama teknikleriyle desteklenmiş fen ve teknoloji eğitiminin öğrenme ürünlerine etkisi*. Doktora tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi, 325 s., İzmir.
- Palmer, D. (1995). The POE in the primary school: An evaluation. *Research in Science Education*, 25(3), 323-332.
- Peterson, R. F., Treagust, D. F., & Garnett, P. J. (1989). Development and application of a diagnostic instrument to evaluate grade-11 and -12 students' concepts of covalent bonding and structure following a course of instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, 26(4), 301-314.
- Russell, D. W., Lusac, K. B., & Mcrobbie, C. J. (2004). Role of the microcomputer-based laboratory display in supporting the construction of new understandings in thermal physics. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(2), 165-185.
- Sere, M. G. (1982). A study of some frameworks used by pupils aged 11 to 13 years in the interpretation of air pressure. *International Journal of Science Education*, 4(3), 299-309.
- She, H. C. (2005a). Promoting students' learning of air pressure concepts: the interrelationship of teaching approaches and student learning characteristics. *The Journal of Experimental Education*, 74(1), 29-51.
- She, H. C. (2005b). Enhancing eighth grade students' learning of buoyancy: the interaction of teachers' instructional approach and students' learning preference styles. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 3, 609-624.
- Snir, J. (1991). Sink or float- what do the experts think?: The historical development development of explanations for floatation. *Science Education*, 75(5), 595-609.
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2013). *Using multivariate statistics*. 6th edition. Boston Pearson.
- Tatar, N. (2006). *İlköğretim fen eğitiminde araştırmaya dayalı öğrenme yaklaşımının bilimsel süreç becerileri, akademik başarı ve tutuma etkisi*. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Tatlı, Z., & Ayas, A. (2011). Sanal kimya laboratuvarı geliştirilme süreci. *5th International Computer & Instructional Technologies Symposium*, 22-24 September 2011 Fırat University, Elazığ.

- Teerasong, S., Chantore, W., Ruenwongsa, P., & Nacapricha, D. (2010). Development of a predict-observe-explain strategy for teaching flow injection at undergraduate chemistry. *The International Journal of Learning*, 17(8), 137-150.
- Tekin, S. (2006). Tahmin-gözlem-açıklama stratejisine dayalı fen bilgisi laboratuvar deneyleri tasarlanması ve bunların öğrenci kazanımlarına katkılarının irdelenmesi. *VII. Fen Bilimleri Ve Matematik Eğitimi Kongresi Bildiriler Kitabı*. Gazi Üniversitesi. 07-09 Eylül 2006 Ankara.
- Tekin, S. (2008). Tahmin-gözlem-açıklama stratejisinin fen laboratuvarında kullanımı: Kükürdün molekül kütlesi nedir? *Erzincan Eğitim Fakültesi Dergisi*, 10(2), 173-184.
- 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. *Journal of Kirsehir Education Faculty*, 18(1), 19-29.
- Tokur, F. (2011). *TGA stratejisinin fen bilgisi öğretmen adaylarının bitkilerde büyüme gelişme konusunu anlamalarına etkisi*. Yüksek lisans tezi. Adıyaman Üniversitesi, 94 s., Adıyaman.
- Uğur, U. K. (2010). *Lise öğrencilerinin sindirim sistemi ile ilgili kavram yanlışlarının iki aşamalı testler ile tespit edilmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- White, R., & Gunstone, R. (1992). *Probing understanding*. London And New York: The Falmer Pres.
- Wu, Y. T., & Tsai, C. (2005). Effects of constructivist-oriented instruction on elementary school students' cognitive structures. *Journal of Biological Education*, 39(3), 113-120.
- Yavuz, S., & Çelik, G. (2013). Sınıf öğretmenliği öğrencilerinin gazlar konusundaki kavram yanlışlarına tahmin et-gözle-açıkla tekniğinin etkisi. *Karaelmas Journal of Educational Sciences*, 1, 1-20.
- 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.
- Yıldırım, P. (2016). *Fiziksel ve kimyasal değişimler konusunda "tahmin-gözlem-açıklama" stratejisi kullanımının akademik başarı ve kalıcılığa etkisinin incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Pamukkale Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Yip, D. Y. (1998). Teachers' Misconceptions of the Circulatory System. *Journal of Biological Education*, 32(3), 207-216.

Ek 1: Çalışma Yaprağı

Öğrencinin Adı-Soyadı:

Numara:

TAHMİN-GÖZLEM-AÇIKLAMA

Etkinliğin Adı: Enzim Hızını Etkileyen Faktörler

V. Aşama: Sıcaklığın Katalaz Üzerine Etkisi

a. Tahmin Aşaması



2 ml H₂O₂

Karaciğer (0°C)



2 ml H₂O₂

Karaciğer (25°C)



2 ml H₂O₂

Karaciğer (37°C)



2 ml H₂O₂

Karaciğer (90°C)

1- Hangi deney tüplerinde tepkime olmasını beklersiniz? Tahminlerinizi nedenleriyle birlikte yazınız.

A tüpünde tepkime olur/olmaz. Çünkü.....

B tüpünde tepkime olur/olmaz. Çünkü.....

C tüpünde tepkime olur/olmaz. Çünkü.....

D tüpünde tepkime olur/olmaz. Çünkü.....

2- Tepkime hızlarına göre deney tüplerini nasıl bir sıralamaya koyarsınız? Tahminlerinizi nedenleriyle birlikte yazınız.

Tepkime hızı en yüksek

Tepkime hızı en yavaş

.....>.....>.....>.....

Çünkü.....

3- Sizce katalaz için en uygun sıcaklık derecesi kaçtır? Tahminlerinizi nedenleriyle birlikte yazınız.

