

## FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARINA AĞIZDA NIŞASTA SİNDİRİMİNİN TGA (TAHMİN-GÖZLEM-AÇIKLAMA) YÖNTEMİYLE ÖĞRETİMİ: AMİLAZ ÖRNEĞİ

### TEACHING OF STARCH DIGESTION IN THE MATH TO PRE-SERVICE SCIENCE TEACHERS THROUGH THE PREDICT OBSERVE EXPLAIN (POE) METHOD: THE CASE OF ANYLASE

**Sema NUR GÜNGÖR**

Fen Bilgisi Eğitimi, Eğitim Fakültesi, Uludağ Üniversitesi, Bursa, Türkiye

E-posta: semanur.gungor@hotmail.com

**Muhlis ÖZKAN**

Fen Bilgisi Eğitimi, Eğitim Fakültesi, Uludağ Üniversitesi, Bursa, Türkiye

#### Özet

Bu çalışmada, fen bilgisi öğretmen adaylarına tükürükte bulunan enzimle ( $\alpha$ -amilaz) nişasta sindirimi arasındaki ilişkinin, TGA yöntemiyle öğretimi amaçlanmıştır. Araştırmaya, 2014-2015 eğitim-öğretim yılının bahar döneminde fen bilgisi öğretmenliği anabilim dalında öğrenim gören ve “Genel Biyoloji Laboratuvarı” dersini alan 35 öğretmen adayı katılmıştır. Araştırmada, veri toplama aracı olarak “Nişastanın Sindirimi” başlıklı TGA yöntemine göre düzenlenmiş bir çalışma yaprağı kullanılmıştır. Verilerin analizinde, frekans (f) ve yüzde (%) dağılımlarından yararlanılmıştır. Sonuç olarak, tüm öğretmen adaylarının tahminde bulunarak sürece etkin biçimde katıldığı, %80’inin doğru tahminde bulunduğu, tüm katılımcıların gözlem yaparak gözlemlerine gerekçe yazdıkları, %93,3’ünün açıklama aşamasına katıldığı ve %80’inin de doğru açıklamada bulunduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlardan hareketle öğretmen adaylarının, bu tür bir öğretim yaklaşımının öne çıkarılması halinde, tüm aşamalara etkin biçimde katılma eğiliminde oldukları anlaşılmaktadır.

**Anahtar kelimeler:**  $\alpha$ -amilaz, fen bilgisi öğretmen adayları, nişasta sindirimi, TGA yöntemi.

#### Abstract

In this study, it was aimed to teach the relationship between starch digestion with enzyme ( $\alpha$ -amylase) in saliva to pre-service science teachers through the predict-observe-explain (POE) method. From the Faculty of Education, 35 pre-service Science Education teachers who took the “General Biology Laboratory” course participated in the research during the spring semester of 2014-2015 academic year. A work sheet titled “Starch Digestion” prepared based on the Predict-Observe-Explain (POE) strategy was used for data collection. The data was analyzed using frequencies (f) and percentages (%). At the end of the study, it was found out that all of the pre-science teachers actively participated in the process by making predictions, 80% of them correct predictions; all of the pre-science teachers made observations and wrote down reasons for their observations; 93.3% of the pre-science teachers participated in the explain stage and 80% of them made correct explain. These findings reveal that pre-service teachers tend to be actively involved in all steps when such kind of teaching strategy is presented to them.

**Keywords:**  $\alpha$ -amylase, pre-service science teachers, starch digestion, POE method.

## GİRİŞ

Günümüzde biyoloji öğretimini geliştirmek amacıyla yapılan program ve içerikle ilgili çalışmalara rağmen, öğrencilerin halen pek çok biyoloji konusunu öğrenirken zorluklar yaşadığı, temel biyolojik süreçleri anlamada istenilen düzeye ulaşamadıkları ve bazı biyolojik olayları açıklamada güçlük çektikleri bildirilmektedir (Prokop & Frančovičová, 2006; Songer & Mintzes, 1994; Tekkaya, 2002; Yip, 1998). Bunun nedeni olarak, uygulanan öğretim yöntemlerinde öğrenciye kendi açıklamalarını yapma fırsatı verilmediği, işlenen konular arası bağlantılarının zayıf bir şekilde kurgulandığı ve öğrencilerin sahip oldukları farklı anlama şekillerini dikkate alan uygun bir öğretimin

gerçekleştirilemediği öne sürülmektedir (Bilgin, Uzuntiryaki & Geban, 2003; Krall, Lot & Wymer, 2009; Selvi & Yakışan, 2004; Stein, Barman & Larrabee, 2007). Ayrıca, geleneksel öğretim yöntemlerinin, halen sıklıkla kullanılıyor olması da bir diğer önemli nedenlerden biri olarak görülmektedir (Atıcı & Bora, 2004; Han, 2013; İrez & Yavuz, 2009; Schaal, 2010).

Yapılandırmacı yaklaşımı temel alan yöntemlerden biri olarak dikkat çeken TGA yöntemiyle, fen laboratuvarlarında veya alanda, laboratuvar ortamında veya dışında yapılacak etkinliklerde öğrencilere öğrendiklerini uygulama imkânı verilmekte ve fen bilgilerini günlük yaşamda karşılaştıkları doğa olayları ile ilişkilendirebilme imkânı sağlanmaktadır (White & Gunstone, 1992).

Günümüzde hem öğrenme hem de öğretme tekniği olarak kullanılan TGA yöntemi ilk kez Champagne ve arkadaşları tarafından 1979 yılında Pittsburgh Üniversitesi'nde fizik öğrenimi gören birinci sınıf öğrencilerinin, düşünme becerilerini araştırmak amacıyla gösteri-gözlem-açıklama (GGA) şeklinde düzenlenerek uygulanmıştır. Daha sonra bu yöntem Gunstone ve White (1981) tarafından yürütülen bir başka çalışma ile tahmin-gözlem-açıklama (TGA) olarak değiştirilerek bugünkü biçimini almıştır (akt. Yıldırım & Maşeroğlu, 2016).

TGA yönteminde, uygulamaya başlamadan önce laboratuvarda yapılacak deney ile ilgili gerekli malzemeler temin edilmekte ve öğrencilere deneyin yapılışı hakkında bilgi verilmektedir. Öğrencilerin, tahminleri ile bu tahminleri destekleyen nedenlerini yazarak belirtmeleri sağlanmaktadır. Özellikle öğrencilerin tahminlerini, kendi özgün ifadeleriyle belirtmeleri gerekmektedir. Bu aşamada, dikkat edilmesi gereken en önemli nokta, tahminlerin gözlem yapılmadan önce kayıt altına alınmasıdır. Sonraki aşamada, öğrenci deneyini yapmalı ve aynı zamanda süreci de gözlemelidir. Gözlem sonuçları, deney tamamen bittiğinde yazmaya başlanmalıdır. Açıklama aşamasında, öğrencilerden tahminleri ile gözlemlerini karşılaştırmaları, şayet birbiriyle çelişen tespitler varsa bunun nedenlerine ilişkin açıklamaların yapılması beklenmektedir (White & Gunstone, 1992). Öğrencilerin olayı anlayıp anlamadıklarını gösterecek olan en önemli aşama, açıklama aşamasıdır. Ancak bu yöntemin başarılı bir biçimde uygulanmasında, öğrencilerin daha önce TGA yaklaşımıyla bir öğretim yöntemine ne kadar alışık olduklarının da etkisi vardır.

TGA yöntemi öğrencilerin, olayların açıklanmasında basit bir bilimsel anlatım kullanarak iletişim kurma alışkanlıklarının geliştirilmesini, bireysel ve grup etkinliklerinde dayanışma ve sorumluluk bilinci ile hareket etmeyi, inceleme, araştırma, gözlem ve deney sonuçlarını yazı, çizim ve grafiklerle gösterebilmelerini, kavram yanılgılarının ortaya çıkarılması ve giderilmesini, bazı temel kavramları derinlemesine öğrenmelerini, bilimsel süreç becerilerini ve önbilgilerini etkin bir şekilde kullanabilmelerini, öğrenciye mevcut bilgisini ve deneyimlerini günlük hayatta karşılaştığı benzer olaylardan yararlanıp bunları tahminlerini desteklemek için kullanmasını sağlar (Akgün, Tokur & Özkara, 2013; Bilen & Köse, 2012a; Gunstone ve diğ., 1988; Tekin, 2008). TGA yönteminin uygulamaları sırasında, öne çıkan bu nitelikler dikkate alındığında, fen bilgisi öğretmen adaylarının bu yöntemi etkin biçimde kullanmalarının önemi ortaya çıkmaktadır. Çünkü fen bilgisi öğretmenleri için; laboratuvar ortamında öğretim yapabilmek, fen kavramlarının öğretiminde deneylerden yararlanabilmek, öğrenci katılımlarının sağlandığı etkinlikleri planlayabilmek becerileri, önemli mesleki yeterliliklerdir. Öğretmen adaylarının, bu becerileri kazanabilmeleri için, lisans öğrenimleri 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). 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); 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 etkinlikleri ile öğrencilerin kavramları daha iyi öğrendikleri ve mevcut kavram yanlışlarını düzelttikleri, bu tekniğin öğrencilerin ilgisini deneylere çeken bir yöntem olduğu, öğrencilerin deneyi daha iyi anlamalarına yardımcı olduğu ve böylece kavramsal anlamayı desteklediği, TGA yönteminin, ispata dayalı deneyleri kavramsal açıdan zenginleştirebileceği, TGA etkinlikleri ile derslerin işlendiği gruplardaki öğrencilerin daha olumlu tutuma sahip oldukları ve daha başarılı oldukları, TGA'nın öğrencilerin yeni kavramları öğrenmesinde zihinsel çelişki oluşturduğu ve bunun sonucunda tahminleri ile gözlemlerini karşılaştırarak anlamlı öğrenmeyi sağladığı sonucuna varılmıştır.

Alanyazında sindirim konusunda yapılan çalışmaların daha çok sistemi oluşturan organlarla ilgili olduğu (Cerrah Özsevgeç ve diğ., 2012; Çardak, 2015; Çimer Odabaşı & Ursavaş, 2012; Garcia Barros ve diğ., 2011; Ünver, 2015; Sorgo, Hajdinjak & Briski, 2008) görülmekle birlikte; nişastanın tükürükle sindirime yönelik çalışmaların da bulunduğu dikkat çekmektedir (Ekiz, 2015; Munegumi, Inutsuka & Hayafuji, 2016; Ursavaş, 2014). Yapılan araştırmalardan "Sindirim Sistemi" konusunun öğretilmesi ve öğrenilmesi zor olan biyoloji konularından biri olduğu anlaşılmaktadır (Cerrah Özsevgeç, Artun & Ünal, 2012; Demir, 2008; Demir, 2012; Güngör, 2009; Teixeira, 2000; Toyoma, 2000; Yel & Yiğitel, 2005). Bu çalışmalardan elde edilen sonuçlara göre öğrencilerin, bu konuyu somutlaştırmada ve günlük hayatla ilişkilendirmede güçlük çektikleri görülmektedir. İlk, orta ve yükseköğretim düzeyindeki öğrencilerin, bu konuda bilgi eksiklikleri ve kavram yanlışları mevcuttur (Banet & Nunez, 1997, Carvalho, Silva & Clément 2003; Carvalho ve diğerleri, 2004; Çakıcı, 2005; Güngör & Özgür, 2009). Gerek yurt içi gerekse yurt dışı alanyazında, bu yanlışların giderilmesi için geleneksel yöntemlerin yetersiz kaldığı ve öğrenciyi kendi öğrenmesinden sorumlu kılan öğretim yöntemleri ile öğretim materyallerinin kullanıldığı ve bu yöndeki çalışmaların artırılmasının gerektiğine dikkat çekilmektedir (Carvalho, Silva & Clément 2003). Ayrıca, yapılan çalışmaların birçoğu ilk ve orta öğretim seviyesinde olmasına rağmen, benzer yanlışların yükseköğretim kademelerine de taşınıyor olması, öğretimdeki yanlışların varlığını bir şekilde sürdürmekte olduğunun bir göstergesi olarak kabul edilebilir (Çokadar, 2012; Güneş, Dilek, Hoplan & Güneş, 2012; Şaşmaz-Ören & diğ., 2010; Tekkaya & Balcı, 2003).

Çalışmada, fen bilgisi öğretmen adaylarına, tükürükte bulunan  $\alpha$ -amilaz ile nişasta sindirimi arasındaki ilişkinin, TGA yöntemiyle öğretimi amaçlanmıştır. Böylece deneysel etkinliklerle, öğretmen adaylarının, günlük hayatlarında karşılaştıkları olgulara, olaylara veya problemlere bakış açılarının değişeceği, problem çözme sürecinde, fen derslerindeki kavramları öğrenme ve bilimsel yöntemleri uygulamaya yönelik olumlu tutum geliştirecekleri ve ayrıca anlamlı öğrenmelerine de olumlu etkileri olacağı düşünülmektedir.

## YÖNTEM

Çalışmada, nitel araştırma yöntemlerinden, bir veya birkaç durumu kendi sınırları içerisinde bütüncül olarak analiz etmeyi amaçlayan durum çalışması deseni kullanılmıştır (Yıldırım & Şimşek, 2008). Bütüncül tek durum deseninde; bir birey, bir kurum, bir program, bir okul gibi tek bir analiz birimini içerebildiği gibi daha önce hiç çalışılmamış ya da hiç uygulanmamış konular da ele alınabilir (Kaplan-Öztuna, 2013).

### Örnekleme

Araştırmanın çalışma grubu, 2014-2015 eğitim-öğretim yılının bahar döneminde fen bilgisi öğretmenliği 2. sınıfında öğrenim gören ve “Genel Biyoloji Laboratuvarı” dersini alan 35 öğretmen adayından oluşmaktadır. Öğretmen adaylarının 29’u (%82,9) kız, 6’sı (%17,1) erkektir.

### Veri Toplama Aracı

Çalışmada veri toplama aracı olarak, araştırmacılar tarafından hazırlanan “Nişasta Sindirimi” başlıklı TGA yöntemine göre düzenlenmiş çalışma yaprağı kullanılmıştır (Ek 1). Veri toplamada kullanılan çalışma yaprağı, Eğitim Fakültesi İlköğretim Bölümü Fen Bilgisi Eğitimi programı ve 2013 Ortaöğretim Biyoloji Dersi Öğretim Programı’nda sindirim konusunda belirtilen hedef davranışlar esas alınarak ve alan yazın taraması yapılarak hazırlanmıştır (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2013).

Çalışma yaprağında; tahmin, gözlem ve açıklama olmak üzere üç bölüm ve bu bölümlerin altında açık uçlu sorular bulunmaktadır. Tahmin aşamasında “Sırasıyla yapılan bu işlemler sonucunda nasıl bir değişim olmasını beklersiniz? Tahminlerinizi nedenleriyle birlikte yazınız.”, gözlem aşamasında “Gözlem sonuçlarınızı yazınız.” ve açıklama aşamasında “Tahminlerinizle gözlemleriniz arasında karşılaştırmalar yapınız. Gözlem sonuçlarınızla tahminleriniz uyuşmuyorsa nedenlerini açıklayınız.” şeklindeki sorulara yer verilmiştir. Çalışma yaprağındaki soruların; açık, anlaşılır, görünüş geçerliliği bakımından uygun olup olmadığını, araştırılan konuyu temsil etme gücünün ve içerik geçerliliğinin artırılmasını, gereksiz, düzeltilmesi gereken ya da anlaşılmayan herhangi bir ifade olup olmadığını tespit ve kapsam geçerliliğinin denetimi için alan uzmanlarının görüşüne başvurulmuştur.

### Uygulama

Uygulama başlamadan önce öğretmen adaylarına süreç hakkında bilgi verilmiş, TGA yöntemi ayrıntılı biçimde anlatılmıştır. Öğretmen adaylarına, etkinlik öncesi enzimlerin tanımı yapılmış, bu enzimlerden  $\alpha$ -amilazın yapısı ve özellikleri, etki mekanizması ve neden seçildiği gibi çeşitli konularda açıklama yapılmış ve daha sonra yazılı materyal olarak öğrencilere dağıtılmıştır.

Uygulamada ayrıca  $\alpha$ -amilazın ağızda nişasta sindirimi üzerindeki etkisini incelemek amacıyla iki etkinlik hazırlanmış, bu etkinliklerin yapılışı ve kullanılacak araç-gereçlerle ilgili bilginin yer aldığı öğretim materyali öğretmen adaylarına verilmiştir (Ek 2).

Öğretmen adaylarına deney düzeneği ve etkinlik hakkında tahmin, gözlem ve açıklama aşamalarının bulunduğu bir çalışma yaprağı dağıtılmıştır. Geliştirilen çalışma yaprağındaki aşamalarda nasıl bir yol izleneceği öğretmen adaylarına açıklanmıştır. Tahmin, gözlem ve açıklama aşamalarının ve bu bölümlerin altında bulunan açık uçlu soruların, öğretmen adayları tarafından tek tek her seferinde yazılı olarak kayıt altına alınması sağlanmıştır. Tahmin aşamasında öğretmen adaylarına, etkinliklerle ilgili tahmin soruları yöneltilmiş, öğrencilerin tahminlerini dağıtılan çalışma yapraklarına bireysel olarak yazmaları istenmiştir. Gözlem aşamasında öğretmen adaylarının verilen araç gereçleri kullanarak deneyi yapmaları, durumu gözlemleri ve gözlediklerini çalışma yapraklarının gözlem bölümüne yazmaları sağlanmıştır. Açıklama aşamasında ise öğretmen adaylarının tahmin ve gözlemlerini karşılaştırmaları, tahminleriyle gözlem sonuçlarının uyuşup uyuşmadığını, uyuşmadı ise neden yanlış tahmin yaptıklarını tartışmaları ve çalışma yaprağının açıklama bölümüne bireysel olarak yazmaları sağlanmıştır. Uygulama boyunca etkinlik, öğretmen adaylarının davranışları, tahminler, gözlemler, sınıf içi tartışmalar ve açıklamalar değerlendirilmek üzere, araştırmacılar tarafından yazılı ve görsel (video, fotoğraf makinesi) olarak kayıt altına alınmıştır. Öğretmen adaylarının süreci bizzat yönetmelerine imkân verilmiş, ancak ihtiyaç duyulduğunda rehberlik edilmiştir.

### Verilerin Analizi

Veri analizinde öncelikle katılımcıların çalışma yaprakları, 1'den 35'e kadar numaralandırılmıştır. Çalışma yapraklarının tahmin ve açıklama aşamalarından elde edilen veriler "doğru", "kısmen doğru" ve "yanlış" şeklinde değerlendirilerek analizi uygulanmış, herhangi bir puanlama yapılmamıştır. Gözlem basamağında ise verilen yanıtların frekans ve yüzde değerlerine bakılmıştır.

Etkinliğe ilişkin öğretmen adaylarına yöneltilen soru ve beklenen cevaplar aşağıda verilmiştir.

Soru 1: Nişasta çözeltisi üzerine iyot çözeltisi damlattığınızda nasıl bir değişim olmasını beklersiniz? Tahminlerinizi nedenleriyle birlikte yazınız.

Beklenen Cevap 1: *Nişastanın ayırıcı olan iyot, nişasta çözeltisi üzerine damlatıldığında çözelti renginin mavi-siyah olması beklenir.*

Soru 2: Hazırlanan nişasta çözeltisini ikinci bir deney tüpünde toplanmış olan tükürük üzerine ekleyip karıştırdığınızda ve ardından 37°C'lik su banyosunda beklettiğinizde nasıl bir değişim olmasını beklersiniz? Tahminlerinizi nedenleriyle birlikte yazınız.

Beklenen Cevap 2: *Uygun sıcaklıkta tükürükteki  $\alpha$ -amilaz nişastayı parçalar, çözeltinin rengi gittikçe açılır ve eğer ortamda hiç nişasta kalmazsa mavi-siyah renk kaybolur.*

Soru 3: Hazırlanan A, B, C, D deney tüplerine iyot çözeltisi damlatıldıktan sonra tüplerdeki çözeltilerde zamana bağlı nasıl bir değişim olmasını beklersiniz? Tahminlerinizi nedenleriyle birlikte yazınız.

Beklenen Cevap 3: *A tüpünde kaynatılan enzimin yapısı bozulduğundan çalışmaz ve renk mavi-siyah kalır. B tüpünden D tüpüne doğru parçalanan nişasta miktarı*

*artacağından ve dolayısıyla ortamdaki nişasta miktarı azalacağından çözelti rengi giderek açılacaktır.*

### **Geçerlik ve Güvenirlik**

Veri toplama aracı bir fen eğitimcisi ve biyoloji öğretim üyesinin görüşüne sunulmuş ve olumlu görüş alınmıştır. Buna göre, çalışma yapıları geçerliliğinin sağlandığı kanısına varılmıştır.

Çalışma yaprağında, verilecek yanıtların her birinin, ayrı bir satıra yazılması sağlanarak verilen yanıtın önceki yanıtlardan az etkilenmesi sağlanarak güvenirliliğin yüksek tutulması amaçlanmıştır.

Güvenirliliğin tespiti için veriler iki araştırmacı tarafından ayrı ayrı gruplandırılmış ve uyum yüzdesi %90,1 olarak hesaplanmıştır. Uzlaşma yüzdesinin %70 ve üstünde olması kabul edilebilir değer sayılmaktadır (Miles & Huberman, 1994). Ayrıca tahmin ve açıklama aşamalarına ilişkin öğretmen adaylarından doğrudan alıntılara yer verilmiştir.

### **BULGULAR**

Bu bölümde her bir etkinlikte yer alan tahmin, gözlem ve açıklama aşamaları için öğretmen adaylarından alınan cevapların frekans ve yüzdeleri verilmiş, öğretmen adaylarının tahmin ve açıklamalarının nedenlerine ilişkin cevapları da ayrıca sunulmuştur.

Çalışma yaprağında yer alan tahmin ve açıklama aşamalarına ilişkin öğretmen adaylarından elde edilen bulgular Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1.

*“Nişasta sindirimi” başlıklı etkinliğe ilişkin öğretmen adaylarının tahmin ve açıklamaları*

SORU ve CEVAPLARI	TAHMİN (N=35)						AÇIKLAMA (N=35)					
	Doğru		Kısmen Doğru		Yanlış		Doğru		Kısmen Doğru		Yanlış	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
Beklenen Cevap 1	32	91,4	1	2,9	2	5,7	29	82,9	-	-	6	17,1
Beklenen Cevap 2	30	85,7	3	8,6	2	5,7	28	80	-	-	5	14,3
Beklenen Cevap 3	22	62,9	7	20	6	17,1	27	77,1	-	-	3	8,6

Öğretmen adaylarının %91,4’ü çözültide meydana gelecek renk değişimini doğru tahmin etmiştir. Kısmen doğru tahminde bulunan öğretmen adaylarının (%2,9) iyodun nişastanın ayracı olduğunu ifade ettikleri, ancak renk değişiminden bahsetmedikleri belirlenmiştir. Yanlış tahminde bulunan öğretmen adaylarının (%5,7) ise çözültide hiçbir değişim olmayacağını belirttikleri görülmüştür.

Öğretmen adaylarının %85,7’sinin nişasta çözeltisinin tükürük çözeltisiyle birleştirilip sıcak su banyosunda bekletildiğinde neler olması gerektiğine ilişkin, doğru tahminde bulunduğu tespit edilmiştir. Kısmen doğru tahminde bulunan öğretmen adaylarının (%8,6), ikinci soruda renk değişiminden ya da sıcaklığın etkisinden bahsetmedikleri belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının %5,7’sinin de yanlış tahminde bulunduğu saptanmıştır.

Öğretmen adaylarının %62,9’u deney tüplerinde zamana ve sıcaklığa bağlı meydana gelecek değişimleri doğru tahmin ettiği tespit edilmiştir. Kısmen doğru tahminde bulunan öğretmen adaylarının (%20) sıcaklıktan dolayı nişastanın çözüneceğini tahmin edip enzim aktivitesini düşünmedikleri, dört tüpte de tepkime meydana

geleceğini, zamana bağlı olarak gittikçe rengin açılacağını ancak bunun nedeninin iyot miktarındaki azalma olduğunu yazdıkları görülmüştür. Yanlış tahminde bulunan öğretmen adaylarının (%17,1) ise dört tüpte de değişiklik olmayacağını ya da D tüpüne doğru rengin koyulaşacağını düşündükleri tespit edilmiştir.

Birinci soruya yönelik tahmin ve gözlem sonuçları arasındaki uyumu açıklayan öğretmen adaylarının %82,9'unun doğru, %17,1'inin de yanlış açıklama yaptığı ve “*Renk değişimi olacağını tahmin etmemiştik, ama deney sırasında renk değişimi olduğunu gözledik.*”, “*Nişasta çözeltisine iyot çözeltisi eklendiğinde renk değişimi olmaz demiştim, ancak lacivert gibi bir renk oldu.*” şeklinde gerekçe yazdıkları tespit edilmiştir.

İkinci soruya yönelik tahmin ve gözlem sonuçları arasındaki uyumu açıklayan öğretmen adaylarının %80'inin doğru, %14,3'ünün ise yanlış açıklama yaptığı ve “*37 derecede enzimin çalışmayacağını tahmin etmişim fakat renk değişimini gözledim.*”, “*Renk tahminimiz deney sırasında bizden kaynaklanan sebeplerden dolayı uyuşmadı.*” şeklinde gerekçeler ileri sürdükleri belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının %5,7'sinin bu soruya yönelik açıklama yapmadığı tespit edilmiştir.

Üçüncü soruya yönelik tahmin ve gözlem sonuçları arasındaki uyumu açıklayan öğretmen adaylarının %77,1'inin doğru, %8,6'sının ise yanlış açıklama yaptığı ve “*Tahmin ettiğimizden farklı renk değişimi oldu.*”, “*Birinci deney tüpünün rengi açılır demiştim ancak koyu mavi olarak kaldı.*”, “*Birinci deney tüpünde değişim olmaz şeklinde tahmin etmişim, ancak bütün tüplerde sıcaklığa bağlı olarak değişim gerçekleşti.*” şeklinde gerekçeler ileri sürdükleri belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının %14,3'ünün bu soruyu cevapsız bıraktığı saptanmıştır.

Bu etkinlikle ilgili olarak doğru tahmin ve açıklamada bulunan öğretmen adaylarından bazılarının görüşlerine aşağıda yer verilmiştir.

A1: *Derste gördüğümüz kuramsal bilgiye dayalı olarak renk değişiminin mavi-siyah gibi olacağı yönünde tahminde bulundum.*

A6: *Tükürük içinde  $\alpha$ -amilaz bulunur,  $\alpha$ -amilaz da nişastayı parçalar.*

A16: *Nişasta  $\xrightarrow{\alpha\text{-amilaz}}$  maltoz tepkimesi gerçekleşmesi gerekir. Zamana bağlı olarak nişasta miktarı azalır maltoz artar.*

A27: *Nişastanın sindirimi ağızda tükürükle başlar. Sıcaklık vücut sıcaklığı olduğu için de hızlı bir tepkime olur ve renk açılır.*

A28: *Nişasta iyottan dolayı mavi-siyah renk alır. Ancak enzim sıcaktan dolayı çalışmayacağı için A tüpünde başlangıçta renk değişimi biraz gerçekleşirken sonrasında renk olduğu gibi kalır tepkime olmaz.*

A33: *Birinci aşamada nişasta ve amilaz tepkimeye girdi. Renk açılıp şeffaflaştı. Sıcaklığın etkisiyle de uygun koşullar sağlanmış oldu.*

A35: *Zamana bağlı olarak B, C ve D tüplerinde maviden sarıya doğru renk değişimi oldu. Birebir aynı renkler olmasa da benzer renkleri doğru tahmin ettik.*

Gözlem aşamasında, öğretmen adaylarının gözlem sonuçlarına ve gözleme dayalı çıkarımlarına yer verilmiştir. Öğretmen adaylarının çoğu, gözlem aşamasında, gözlenmesi gereken hususları, işlem basamakları itibariyle doğru tespit etmiştir. Tablo 2'ye göre bazı öğretmen adaylarının, her bir etkinliğe yönelik birden fazla gözlem sonucu kaydettikleri görülmektedir.

Tablo 2.

*Öğretmen adaylarının gözleme dayalı olarak deney tüplerinde meydana gelen değişimlere ilişkin cevapları*

Etkinlik	Gözlem Sonuçları	f	%
I. Aşama	Nişasta çözeltisine iyot çözeltisi damlatıldığında birkaç saniye içinde çözeltinin rengi laciverte dönüştü.	35	100
	Hazırlanan ilk karışım, tükürük üzerine eklendiğinde, lacivert renkte açılma gözlemlendi.	35	100
	Pembe gibi bir renge dönüştü.	21	60
	Şeffafa yakın bir renk oluştu.	17	48,6
	Deney tüpünün dibinde çökeltme oldu.	10	28,5
	Beyaz gibi bir renk oluştu.	9	25,7
	Önce siyaha yakın daha sonra beyaz-gri renge dönüştü.	2	5,7
	Renk değişimi bir süre sonra durdu.	1	2,9
	Çözeltinin içinde parçacıkların hareket ettiğini gözledik.	1	2,9
	A tüpünde renk, lacivert olarak kaldı. Değişim gerçekleşmedi.	29	82,9
	A tüpünde çözelti koyu renkte kaynatılınca maviden şeffafa döndü.	1	2,9
	A tüpü çok açık mavi oldu.	1	2,9
	A tüpünün dibi sararmaya başladı.	1	2,9
	A tüpünde bulanıklık azaldı.	1	2,9
II. Aşama	B tüpünde renk mavi+sarı (yeşil) oldu.	11	31,4
	B tüpünde renk açıldı.	23	65,7
	B tüpünde renk, A tüpüne göre daha açık oldu.	9	25,7
	C tüpünde sarı renge yakın bir renk oluştu.	6	17,1
	C tüpünde önce sarı sonra pembemsi renk oluştu.	21	60
	C tüpünde koyu mavi renk oluştu.	2	5,7
	C tüpünde renk B tüpüne göre daha açık oldu.	17	48,6
	En açık renk D tüpünde oluştu.	31	88,6
	D tüpünde sarı gibi renk oluştu.	7	20
	D tüpünde renk koyulaştı.	2	5,7
	Zamana bağlı olarak renk açıldı.	27	77,1
	Zamana bağlı olarak renk koyulaştı.	2	5,7
	Zamana bağlı olarak B ve C tüpünde renk açıldı, D tüpünde koyulaştı.	1	2,9

I. aşama için öğretmen adaylarının tamamı “Nişasta çözeltisine iyot çözeltisi damlatıldığında birkaç saniye içinde çözeltinin rengi laciverte dönüştü.” ve “Hazırlanan ilk karışım, tükürük üzerine eklendiğinde, lacivert renkte açılma gözlemlendi.”, %60’ı “Pembe gibi bir renge dönüştü.”, %48,6’sı “Şeffafa yakın bir renk oluştu.”, %28,5’i “Deney tüpünün dibinde çökeltme oldu.”, %25,7’si “Beyaz gibi bir renk oluştu.”, %5,7’si “Önce siyaha yakın daha sonra beyaz-gri renge dönüştü.”, %2,9’u “Renk değişimi bir süre sonra durdu.” ve %2,9’u “Çözeltinin içinde parçacıkların hareket ettiğini gözledik.” şeklinde gözlem sonuçlarını kaydetmişlerdir (Tablo 2). Ayrıca öğretmen adayları etkinliğin birinci aşamasına yönelik “Koyu mavi renkli olan çözelti, dipten yukarıya doğru ilerledikçe rengi açıldı. Dipte koyuluk kalırken üst kısım saydam bir tabaka oldu.”, “Mavi renk çıkması çözeltide nişasta olduğunun göstergesidir.”, “Tükürük içinde enzim olduğundan ve ortam sıcaklığı da uygun olduğundan nişasta parçalanmaya başladı ve renk giderek açıldı.”, “Nişasta maltoza parçalandığı için renk açıldı.” şeklinde gözleme dayalı çıkarımda bulunmuştur.

II. aşama için öğretmen adaylarının %82,9’u “A tüpünde renk, lacivert olarak kaldı. Değişim gerçekleşmedi.”, %31,4’ü “B tüpünde renk mavi+sarı (yeşil) oldu.”, %65,7’si “B tüpünde renk açıldı.”, %25,7’si “B tüpünde renk, A tüpüne göre daha açık oldu.”, %17,1’i “C tüpünde sarı renge yakın bir renk oluştu.”, %60’ı “C tüpünde önce



*sarı sonra pembemsi renk oluştu.*”, %48,6’sı “*C tüpünde renk B tüpüne göre daha açık oldu.*”, %88,6’sı “*En açık renk D tüpünde oluştu.*”, %20’si “*D tüpünde sarı gibi renk oluştu.*”, %77,1’i “*Zamana bağlı olarak renk açıldı.*” şeklinde gözlem sonuçlarını kaydetmişlerdir (Tablo 2). Ayrıca öğretmen adayları etkinliğin ikinci aşamasına yönelik “*A tüpünü kaynattığımız için enzimler etkin değildir.*”, “*A tüpünde amilaz etkin olmadığından nişastayı parçalayamaz.*”, “*Her süre geçişinde tüplerdeki nişasta miktarı azaldığından iyot ile nişasta sonucu oluşan mavi renk daha da açılmıştır.*”, “*Renksiz olması ortamda nişastanın olmadığı anlamına gelir.*” şeklinde gözleme dayalı çıkarımda bulunmuşlardır.

## SONUÇ VE TARTIŞMA

Öğretmen adaylarının etkinliğin tüm aşamalarına ilişkin tahminde bulunarak sürece katıldığı ve %80’inin de doğru tahminde bulunduğu tespit edilmiştir. Alanyazında öğretmen adaylarının, doğru tahminde bulunmaları halinde mutlu oldukları, yanlış tahmin yaptıklarında ise üzüldükleri, ancak tahmin ve gözlemlerini karşılaştırarak yanlış bilgilerinin farkına vardıklarından, kendilerini daha iyi hissettikleri ve bu nedenle de özgüvenlerinin arttığı belirtilmektedir (Bilen & köse, 2012b; Bilen, 2009; Karaer, 2007).

Öğretmen adaylarının %91,4’ü nişasta çözeltilinde meydana gelecek renk değişimini doğru tahmin etmiştir. Kısmen doğru tahminde bulunan öğretmen adaylarının (%2,9) iyodun nişastanın ayırıcı olduğunu ifade ettikleri ancak renk değişiminden bahsetmedikleri belirlenmiştir.

Öğretmen adaylarının %85,7’sinin nişasta çözeltilisinin tükürük çözeltilisiyle birleştirilip sıcak su banyosunda bekletildiğinde neler olması gerektiğine ilişkin doğru tahminde bulunduğu tespit edilmiştir. Kısmen doğru tahminde bulunan öğretmen adaylarının (%8,6) “*Hazırlanan nişasta çözeltilisini ikinci bir deney tüpünde toplanmış olan tükürük üzerine ekleyip karıştırdığınızda ve ardından 37°C’lik su banyosunda beklettiğinizde nasıl bir değişim olmasını beklersiniz? Tahminlerinizi nedenleriyle birlikte yazınız.*” sorusuna verdikleri cevaplarda renk değişiminden ya da sıcaklığın etkisinden bahsetmedikleri belirlenmiştir. Ekiz (2015) yaptığı çalışmasında “Sindirim sürecinde tükürük ne işe yarar?” sorusuna öğretim gerçekleşmeden önce, öğrencilerin %26,6’sı tükürük, besinlerin ağızda yumuşatılmasını sağlar, % 10’u tükürük, fiziksel sindirime yardımcı olur , %13,3’ü ise sindirim sürecinde tükürük, ağızda bulunan besinlerin yutağa iletilmesini sağlar şeklinde açıklama yapmışlardır. Öğrencilerin %50’si ise tükürük içinde bulunan enzimlerle karbonhidratlar kimyasal sindirimi başlatır ve besinleri yumuşatır doğru cevabını vermişlerdir. Model ve etkinliklerle desteklenen öğretim sürecinden sonra öğrencilerin yanlış cevap yüzdelerinin azaldığı, doğru cevap yüzdelerinin ise arttığı belirlenmiştir. Benzer şekilde bu çalışmada da öğretmen adayları tükürük içinde  $\alpha$ -amilaz enziminin varlığından bahsetmiş ve nişasta ile enzim arasında kimyasal bir tepkime gerçekleştiğini doğru tahmin etmiştir.

Öğretmen adaylarının %62,9’unun deney tüplerinde zamana ve sıcaklığa bağlı meydana gelecek değişimlere ilişkin doğru tahminde bulunduğu tespit edilmiştir. Kısmen doğru tahminde bulunan öğretmen adaylarının (%20) sıcaklıktan dolayı nişastanın yıkılacağını tahmin edip bu süreçte enzim etkisini düşünmedikleri, A, B, C ve D tüplerinin hepsinde tepkime meydana geleceğini, zamana bağlı olarak gittikçe rengin açılacağını ancak bunun nedeninin iyot çözeltilisinin miktarındaki azalma olduğunu yazdıkları görülmüştür. Yanlış tahminde bulunan öğretmen adaylarının (%17,1) ise A, B, C ve D tüplerinin hiç birinde değişiklik olmayacağını, D tüpüne doğru rengin koyulaşacağını düşündükleri tespit edilmiştir. Ursavaş da (2014) çalışmasında,

öğrencilerin karbonhidratların ağızda sadece mekanik sindiriminin gerçekleştiğini, buna karşın kimyasal sindirimi düşünemediklerini kaydetmektedir.

Öğretmen adaylarının tamamının gözlem yaparak gözlemlerine gerekçe yazdıkları belirlenmiştir. Yöntemin, tahminle gözlem sonuçlarının yorumlanarak doğru ve yanlış bilinenleri karşılaştırma olanağı sunması, sorgulama ve yorum yapma becerisini geliştirmesi, tahmin aşamasının öğrenmede etkili olduğunun düşünülmesi elde edilen bu sonucun nedenleri arasında görülebilir. MCGregor ve Hagrave (2008) yaptıkları çalışmada, TGA yönteminin tahminlerle gözlemlerin karşılaştırılması sonucu zihinsel çelişkiyi ortadan kaldıran ve anlamlı öğrenmeyi sağlayan etkili bir yöntem olduğunu belirtmiştir. Benzer şekilde Küçüközer (2008), Tatlı ve Ayas (2011) da tahmin sonrasında gözlem yapmanın öğrenmede etkili olduğunu vurgulamıştır.

Açıklama aşamasında öğretmen adaylarının uygulama öncesi verilen kuramsal bilgi çerçevesinde tahmin ve gözlem sonuçları arasındaki ilişkiye yönelik doğru veya yanlış bir açıklama yazma eğiliminde oldukları gözlenmiştir. Elde edilen sonuçlardan öğretmen adaylarının %93,3'ünün tahmin ve gözlem sonuçları arasındaki uyumu açıkladığı, %82,9'unun "*Nişasta çözeltisi üzerine iyot çözeltisi damlattığınızda nasıl bir değişim olmasını beklersiniz? Tahminlerinizi nedenleriyle birlikte yazınız.*" sorusuna, %80'inin "*Hazırlanan nişasta çözeltisini ikinci bir deney tüpünde toplanmış olan tükürük üzerine ekleyip karıştırdığınızda ve ardından 37°C'lik su banyosunda beklettiğinizde nasıl bir değişim olmasını beklersiniz? Tahminlerinizi nedenleriyle birlikte yazınız.*" sorusuna, %77,1'inin "*Hazırlanan A, B, C, D deney tüplerine iyot çözeltisi damlatıldıktan sonra tüplerdeki çözeltilerde zamana bağlı nasıl bir değişim olmasını beklersiniz? Tahminlerinizi nedenleriyle birlikte yazınız.*" sorusuna doğru açıklama yaptığı görülmüştür. Öğretmen adaylarının sindirim konusunda sahip oldukları ön bilgileriyle, uygulamalar sırasında deney tüplerindeki gözle görülebilir renk değişimlerinin kolayca ilişkilendirilebilmesi ve dolayısıyla bu değişimin yorum yapmaya teşvik etmesi bu sonucun nedenleri arasında düşünülebilir.

Öğretmen adaylarının %6,7'sinin tahmin ve gözlem sonuçları arasındaki uyuma yönelik açıklama yazmadığı belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının açıklama yazmama nedenlerinin, bu aşamada zorlanmalarından, tahmin ile gözlem arasında ilişki kurmada sorun yaşamalarından, yorum yapma, temel ve üst düzey bilimsel süreç becerilerinin yetersiz olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu sonuçlar alan yazındaki araştırma sonuçlarıyla da benzerlik göstermektedir (Kırılmazkaya & Kırbağ Zengin, 2015; Köse, Coştu & Keser, 2003; White & Gunstone,1992).

Öğretmen adaylarından bazılarının "*37°C'de enzimin çalışmayacağını tahmin etmiştim, fakat renk değişimini gözledim.*", "*Kaynatılan tüpte tepkime olmasını bekliyordum, ancak amilazın yapısının bozulduğunu unutmuşum.*" şeklindeki açıklamalarından farklı sıcaklık değerlerinin enzim üzerindeki etkisini karıştırdığı belirlenmiştir. Munegumi, Inutsuka ve Hayafuji (2016) yaptıkları çalışmada; yüksek sıcaklıklarda, temizlik malzemelerinin yapısındaki enzimle, insan tükürüğündeki enzim arasındaki ilişkiyi keşfetmede, bu şekildeki bir uygulamayla, enzimlerin kararlı yapısını ve bozunmasını açıklamada ve öğrencilerin derin öğrenmesinde, etkili bir öğretim yaklaşımı olarak dikkate alınmasının uygun olacağını ileri sürmüşlerdir.

Öğretmen adaylarının bir kısmı renk değişiminden bahsetmediğini, ancak diğer tahminlerinin doğru olduğunu, bir kısmı da mavi-siyah değil de siyah-lacivert renk gördüklerini belirterek, tahmin ve gözlem sonuçlarının uyum gösterdiğini ifade etmişlerdir. Bu etkinlikte her öğretmen adayı kendi tükürüğünü kullanmıştır. Her tükürük örneği farklı miktarda amilaz ihtiva edebileceği için öğretmen adaylarının deney sırasında

gözlenen renk değişiminin farklı olma (mavi-mor, lacivert-siyah gibi) ihtimalini düşünemedikleri dikkat çekmiştir. Munegumi, Inutsuka ve Hayafuji (2016) çalışmasında temizlik malzemelerindeki amilazın, nişastanın hidrolizini gerçekleştirdiğini ve benzer tepkimenin insan tükürüğünde de meydana geldiğini ifade etmişlerdir. Bu şekildeki bir benzetmeyle, öğrencilere enzimin kimyasal bir yapısının olduğunun ve bu yapının çevresel koşullara göre değişik tepkilerde bulunabileceğinin vurgusu yapılmıştır.

Uygulama sürecinde öğretmen adaylarının TGA yönteminin tüm basamaklarındaki çalışma yapraklarından elde edilen açıklamalar incelendiğinde, bu etkinliklerden zevk aldıkları, yanlış bilgilerini düzeltme imkânı buldukları, etkinliklerin bireyler arası etkileşime olumlu katkısı olduğu, anlaşılmaktadır. Bu açıklamaların, öğretmen adaylarının öğrenmeleri hakkında fikir verebileceği de dikkate alınmalıdır. Benzer şekilde alanyazında anlamlı ve kalıcı öğrenmenin öğrencinin derse etkin katılımının ve bilişsel seviyelerinin farkındalığının sağlanmasında TGA yönteminin etkili olduğu vurgulanmaktadır (Şahin & Çepni, 2009; Mısır, 2009). Yapılan birçok çalışmada TGA yönteminin öğrencilerin kavramsal başarısına anlamlı düzeyde olumlu katkıda bulunduğu sonucu elde edilmiştir (Bilen & Köse, 2012a; Chen, Pan, Sung & Chang, 2013; Chew, 2008; Çinici & Demir, 2013; Hong, Hwang, Liu, Ho & Chen, 2014; Kearney & Treagust, 2001; Kearney, 2004; Küçüközer, 2008). Ayrıca TGA yönteminin fen bilgisi öğretmen adaylarının, öğrenme ortamından etkilenmiş olarak mevcut bilgilerini sınama imkânı sağladığı ve kavram yanlışlarını giderdiği ifade edilebilir (İpek, Kala, Yaman & Ayas, 2010; Tekin, 2008; Yaman, 2012; Yılmaz & Ayas, 2004). Uygulamalarda özellikle yazılı bir tahminde bulunma ve tahminin nedenini açıklama mecburiyetinin bulunması, öğrencinin zihinsel olarak derse katılımını zorunlu kıldığı ve buna bağlı olarak da öğrencinin, sürece etkin katılımını sağladığı kanısındayız. Öğrenci tahmin ve gözlem sonuçlarını karşılaştırdığı sırada mevcut bilgilerinin, yeni olayları açıklamada yetersiz kaldığını fark etmektedir. Bu durumun, öğrencinin uygulamaya katılımını teşvik etmede önemli bir etken olduğu düşünülmektedir.

## ÖNERİLER

Öğretmen adaylarının biyoloji dersinde akademik başarı düzeylerini artırarak, kalıcı öğrenmeyi sağlayacak yapılandırmacı öğrenme kuramına göre geliştirilen TGA yönteminin geliştirilmesinde ve uygulanmasında, öğretmen adaylarının anlamada zorlandıkları ve sıkıcı buldukları farklı konular içinde kullanılması yararlı olacaktır.

TGA yönteminin tahmin, tahmin sebebi, gözlem ve açıklama basamakları, öğrencilerin sahip olduklarını 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 tekniği farklı öğretim, yöntem ve teknikleriyle karşılaştırılabilir 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 tartışması ya da gruplar halinde çalışmayla öğretmen adaylarının tartışma, düşüncelerini yansıtmaya ve kendini ifade etme becerilerinin geliştirilmesi önerilmektedir.

## KAYNAKLAR

- Akgün, N. (1988). *Fizyoloji*. Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Yayınları No:38, 8. Baskı. İzmir: Ege Üniversitesi Matbaası.
- Akgün, A., Tokur, F. & Özkara, D. (2013). TGA stratejisinin basınç konusunun öğretimine olan etkisinin incelenmesi. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(2), 348-369.
- Amerongen, N. A. V. & Veerman, F. C. (2002). Saliva the defender of the oral cavity. *Oral Dis.*, 8, 12-22.
- Anonim (2012). Sindirim sistemi sıvıları. Erişim Tarihi: 05.04.2017 <http://www.mustafaaltinisik.org.uk/89-2-08.pdf>
- Aras, K. & Ersen, G. (1988). *Teorik ve Klinik Enzimoloji*. Ankara: Ankara Üniversitesi Basımevi.
- Atıcı, T. & Bora, N. (2004). Suggestions and evaluation of teaching methods that are used for biology education in secondary education. *Journal of Social Sciences, University of Afyon*, 6(2), 51-64.
- Banet, E. & Nünez, F.(1997). Teaching and Learning about Human Nutrition: A constructivist approach. *International Journal of Science Education*, 19(10), 1169-1194.
- 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*. Yayımlanmış 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). Kavram öğretiminde etkili bir strateji TGA (tahmin et-gözle-açıkla) “Bitkilerde madde taşınımı”. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12(24), 21-42.
- 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.
- Bilgin, İ., Uzuntiryaki, E. & Geban, Ö. (2003). Student’s misconceptions on the concept of chemical equilibrium. *Eğitim ve Bilim*, 29(127), 10-17.
- Burns, C. A. & Axhwood, E. R. (1994). *Tietz Textbook of Criminal Chemistry*. 2nd Edition, Philadelphia: WB Saunders Company.
- Carvalho, G.S., Silva, R., & Clément, P. (2003). Epistemological and didactical learning obstacles identified in Portuguese primary school pupils (Synopsis), in ESERA 2003: *Research and the Quality of Science Education*. ESERA, Noordwijkerhout, CD.

- Carvalho, G.S., Silva, R., Lima, N., Coquet, E., & Clément, P. (2004). Portuguese primary schoolchildren's conceptions about digestion: Identification of learning obstacles. *International Journal of Science Education*, 26, 1111-1130.
- Cerrah Özsevgeç, L., Artun, H. & Ünal, M. (2012). The effects of Swedish Knife Model on students' understanding of the digestive system. *Asia-Pacific Forum on Science Learning & Teaching*, 13(2), 1-21.
- 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. The University of Western Australian. Education of Faculty.
- Çardak, O. (2015). Student science teachers' ideas of the digestive system. *Journal of Education and Training Studies*, 3(5), 127-133.
- Çakıcı, Y. (2005). Exploring Turkish Upper Primary Level Pupils' Understanding of Digestion. *International Journal of Science Education*, 27(1), 79-100.
- Çimer, O. S. & Çakır, İ. (2008). Using the predict-observe-explain (POE) strategy to teach the concept of osmosis. *XIII. İste Symposium* 21-26 September- Izmir.
- Çimer, O. S. & Ursavaş, N. (2012). Student teachers' ways of thinking and ways of understanding digestion and the digestive system in biology. *International Education Studies*, 5(3), 1-14.
- 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.
- Çokadar, H. (2012). Photosynthesis and respiration processes: Prospective teachers' conception levels. *Education and Science*, 37(164), 81-93.
- Demir, R. (2008). *Zihinsel engelli öğrencilere fen bilgisi dersinde sindirim konusunu basamaklandırılmış öğretim yöntemiyle sunulmasının etkililiği*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Demir, M. (2012). *7.sınıf vücudumuzdaki sistemler ünitesinin oyun tabanlı öğrenme yaklaşımı ile işlenmesinin öğrencilerin akademik başarılarına ve fen teknoloji dersine karşı tutumlarına etkisi*. Erişim Tarihi: 05.04.2017 <http://kongre.nigde.edu.tr/xufbmek/dosyalar/bildiri.pdf>
- 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.
- Diaz-Arnold A. M. & Marek, C. A. (2002). The impact of saliva on patient care: A literature review. *J. Prosthet. Dent.*, 88, 337-343.
- Edgar W. M. (1992). Saliva: its secretion, composition and functions. *Br. Dent. J.*, 72, 305-312.
- Ekiz, M. (2015). *Model ve etkinliklerle desteklenen öğretim sürecinin sindirim sistemi konusundaki kavram yanlışları ve bilgi eksiklikleri üzerindeki etkisi*. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Erdem, V. (2010). *Behçet hastalarında tükürük akış hızı, ph, tamponlama kapasitesi, tükürüğün mikrobiyolojik içeriği ile dmft indekslerinin değerlendirilmesi*. Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı. Doktora tezi.

- Garcia-Barros, S., Martínez-Losada, C. & Garrido, M. (2011). What do children aged four to seven know about the digestive system and the respiratory system of the human being and of other animals? *International Journal of Science Education*, 33(15), 2095-2122.
- Guerra, A., Etienne-Mesmin, L., Livrelli, V., Denis, S., Blanquet-Diot, S., Alric, M. (2012). Relevance and challenges in modeling human gastric and small intestinal digestion. *Trends in Biotechnology*, 30(11), 591-600.
- Gunstone, R.F., Mitchell, I.J., the Monash Children's Group. (1988). Two teaching strategies for considering children's science. *The Yearbook of the International Council of Associations of Science Education*, 1(12).
- Güneş, T., Dilek, N. Ş., Hoplan, M. & Güneş, O. (2012). İlköğretim 8. sınıf öğrencilerinde fotosentez ve solunum konusunda oluşan kavram yanlışları. *Dünya'daki Eğitim ve Öğretim Çalışmaları Dergisi*, 2(1), 42-47.
- Güngör, B. (2009). *İnsanda sindirim sistemi konusunda ilköğretim 7. sınıf öğrencilerinin kavram yanlışlarının kökenlerinin belirlenmesine yönelik boylamsal bir çalışma*. Yayınlanmamış doktora tezi, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.
- Güngör, B., & Özgür, S. (2009). İlköğretim beşinci sınıf öğrencilerinin sindirim sistemi konusundaki didaktik kökenli kavram yanlışlarının nedenleri. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 3(2), 149-177.
- Gürken, V. S. (2005). *Tükürüğün biyokimyası, işlevleri ve ağız sağlığı açısından önemi*. Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyokimya Anabilim Dalı Bitirme Tezi, İzmir.
- Güven, E. (2011). *Çevre eğitiminde tahmin-gözlem-açıklama destekli proje tabanlı öğrenme yönteminin farklı değişkenler üzerine etkisi ve yönteme ilişkin öğrenci görüşleri*. Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
- 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.
- Hall, J. E. (2010). *Guyton and Hall Textbook of medical physiology*. 12th ed. W.B. Saunders Co., Philadelphia, PA, USA, 1091 p.
- Han, Ç. (2013). Öğretmenlerin işlevsel paradigmatları ve eğitim reformu. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 3(1), 59-79.
- 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).
- 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.
- Hoşrik V. E. & Alalay, A. (1983). Alfa amilaz enziminin Bacillus Subtilis' ten saflaştırılması ve kinetik özellikleri. *Biyokimya Dergisi*, 8, 32.
- Humphrey S. P. & Williamson, R. T. (2001). A review of saliva: Normal composition, flow, and function, *J. Prosthet. Dent.*, 85, 162-169.
- 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.

- İrez, S.. & Yavuz, G. (2009). Biyoloji öğretmenlerinin yeni öğretim programlarının getirdiği değerlendirme yaklaşımları hakkındaki görüş ve uygulamaları. *Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 30, 137-158.
- Kaplan-Öztuna, A. (2013). Durum çalışması. S. Baştürk (Ed.). *Bilimsel Araştırma Yöntemleri İçinde* (197-217). Ankara: Vize Yayıncılık.
- Karaer, H. (2007). Yapılandırıcı öğrenme teorisine dayalı bir laboratuvar aktivitesi (kromotografi yöntemi ile mürekkebin bileşenlerine ayrılması). *Amasya Üniversitesi Kastamonu Eğitim Dergisi*, 15(2), 591-602.
- Kaya, N. (1993). *Biokimya*. Atatürk Üniversitesi Yayınları No:743, Erzurum: Atatürk Üniversitesi Basımevi.
- Kaya, S. (1997). *Tükürük bezi hastalıkları*. Ankara: Güneş Tıp Kitabevi.
- 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.
- 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.
- 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.
- Krall, R. M., Lot, K. H., & Wymer, C. L. (2009). In-service elementary and middle school teachers' conceptions of photosynthesis and respiration. *Journal of Science Teacher Education*, 20, 41-55.
- Küçüközer, H. (2008). The effects of 3D computer modelling on conceptual change about seasons and phases of the moon. *Physics Education*. (43), 632-636.
- 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.
- MEB. (2013). *İlköğretim kurumları (ilkokullar ve ortaokullar) fen bilimleri dersi (3, 4, 5, 6,7 ve 8. sınıflar) fen bilimleri öğretim programı*. Ankara.
- Mısır, N. (2009). *Elektrostatik ve elektrik akımı ünitelerinde TGA yöntemine dayalı olarak geliştirilen etkinliklerin uygulanması ve etkililiğinin incelenmesi*. Yüksek lisans tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, 196 s., Trabzon.
- Miles, M. B., & M. Huberman. (1994). *Qualitative Data Analysis: A Sourcebook of New Methods*. 2d Edition. Beverly Hills, CA: Sage Publications.
- Munegumi, T., Inutsuka, M., & Hayafuji, Y. (2016). Investigating the hydrolysis of starch using  $\alpha$ -amylase contained in dishwashing detergent and human saliva. *Journal of Chemical Education*, 93(8), 1401-1405.
- Örten, J. M. & Neuhaus, O. W. (1982). *Human biochemistry*. 10th Edition. Mosby Company. St Louis.
- Palmer, T. (1994). *Enzim bilgisi*. Çev: Cengiz S, Cengiz M. İstanbul: Bilimsel ve Teknik Yayınları Çeviri Vakfı Basım ve Ciltevi.

- Pedersen, A. M., Bardow, A., Jensen, B. S. & Nauntofte, B. (2002). Saliva and gastrointestinal functions of taste, mastication, swallowing and digestion. *Oral Dis.*, 8, 117-129.
- Prokop, P., & Frančovičová, J. (2006). Students' ideas about the human body: Do they really draw what they know? *Journal of Baltic Science Education*, 2(10), 86-95.
- Schaal, S. (2010). Enriching traditional biology lectures-digital concept maps and their influence on achievement and motivation. *World Journal on Educational Technology*, 2(1), 42-54.
- Selvi, M., & Yakışan, M. (2004). Üniversite birinci sınıf öğrencilerinin enzimler konusu ile ilgili kavram yanlışları. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(2), 173- 182.
- Songer, C. J., & Mintzes, J. J. (1994). Understanding cellular respiration: An analysis of conceptual changes in college biology. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(6), 621-637.
- Stein, M., Barman, C. R., & Larrabee, T. (2007). What are they thinking? The development and use of an instrument that identifies common science misconceptions. *Journal of Science Teacher Education*, 18, 233-241.
- Sorgo, A., Hajdinjak, Z., & Briski, D. (2008). The journey of a sandwich: computer-based laboratory experiments about the human digestive system in high school biology teaching. *Advances in Physiology Education*, 32(1), 92-99.
- Şahin, Ç. & Çepni, S. (2009). Animasyon destekli tahmin-gözlem-açıklama tekniğinin fen öğretiminde kullanılması. *K.T.Ü., 3. Uluslararası Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Sempozyumu*, Trabzon.
- Şaşmaz-Ören, F., Ormancı, Ü., Erdem, Ş. & Karatekin, P. (2010). Kavram karikatürlerinin farklı bir kullanım alanı: ilköğretim öğrencilerinin bitkilerde solunum ve fotosentez konusuna ilişkin bilgi düzeylerini belirleme çalışması. *IX. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*, İzmir.
- Tabak, L. A. (1990). Structure and function of human salivary mucins. *Crit. Rev. Oral Biol. Med.*, 1, 229-234.
- Tatlı, Z. & Ayas, A. (2011). Sanal kimya laboratuvarı geliştirilme süreci. *5th International Computer & Instructional Technologies Symposium*, 22-24 September 2011 Fırat University, Elazığ.
- Tekin, S. (2008). Kimya laboratuvarının etkililiğinin aksiyon araştırması yaklaşımıyla geliştirilmesi. *Kastamonu Eğitim Fakültesi*, 16(2), 567-576.
- Tekkaya, C. (2002). Misconceptions as barrier to understanding biology. *Hacettepe University Journal of Education*, 23, 259-266.
- Tekkaya, C., & Balcı, S. (2003). Öğrencilerin fotosentez ve bitkilerde solunum konularındaki kavram yanlışlarının saptanması. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24, 101-107.
- Teixeira, M. F. (2000). What happens to the food we eat? Children's conceptions of the structure and function of the digestive system. *International Journal of Science Education*, 22(5), 507-520.
- Tietz, N. W. (1982). *Fundamentals of clinical chemistry*. Philadelphia: WB Saunders Company.
- Toyoma, N. (2000). What are food and air like inside our bodies?: Children's thinking about digestion and respiration. *International Journal of Behavioral Development*, 24(2), 220-230.



- Ursavaş, N. (2014). *EGS (DNR) tabanlı öğretim yönergesi kullanılarak öğretmen adaylarının sahip oldukları biyolojik anlama şekilleri ve düşünme yollarının geliştirilmesi*. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
- Ünver, E. (2015). *5. sınıf öğrencilerinin sindirim sistemindeki kavramları öğrenmede hikayeleştirme tekniğinin etkisi*. Ege Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- 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.
- Yaman, F. (2012). *Bilgisayara dayalı tahmin-gözlem-açıklama (TGA) etkinliklerinin öğrencilerin asit-baz kimyasına yönelik kavramsal anlamalarına etkisi: Türkiye ve ABD örneği*. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
- Yeğin, M. M. (1989). *Biyokimya-I*. Atatürk Üniversitesi Yayınları No:653. Erzurum: Atatürk Üniversitesi Basımevi.
- Yel, M. & Yiğitel, S. (2005). *Lise II. sınıf biyoloji dersi sindirim sistemi konusunda uygulanan çoklu zeka kuramının öğrencilerin başarısına etkisi*. Erişim Tarihi: 05.04.2017 <http://kongre.nigde.edu.tr/xufbmek/dosyalar/bildiri.pdf>
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2008). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayınevi.
- Yıldırım, N. & Maşeroğlu, P. (2016). Kimyayı günlük hayatla ilişkilendirmede tahmin-gözlem-açıklamaya dayalı etkinlikler ve öğrenci görüşleri. *Turkish Online Journal of Qualitative Inquiry (TOJQI)*, 7 (1), 117-145.
- Yılmaz, M. & Ayas, A. (2004). Sınıf öğretmenliği öğrencilerinin asit-baz ve indikatör kavramlarını anlama seviyelerini tespit etmede tahmin-gözlem-açıklama (POE) metodunun web ortamında kullanılması. *XII. Eğitim Bilimleri Kongresi Bildiriler*, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- 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: Nişastanın Sindirimi

#### a. Tahmin Aşaması

1- Birinci aşamada nişasta çözeltisi üzerine iyot çözeltisi damlattığınızda nasıl bir değişim olmasını beklersiniz? Tahminlerinizi nedenleriyle birlikte yazınız.

.....  
.....  
.....

2- Hazırlanan bu karışımı ikinci bir deney tüpünde toplanmış olan tükürük süzüntüsü üzerine ekleyip karıştırdığınızda ve ardından 37 °C'lik su banyosunda beklettiğinizde nasıl bir değişim olmasını beklersiniz? Tahminlerinizi nedenleriyle birlikte yazınız.

.....  
.....  
.....

A



B



C



D



	A	B	C	D
İçerik	Tükürük süzüntüsü 2 ml nişasta çözeltisi	Tükürük süzüntüsü 2 ml nişasta çözeltisi	Tükürük süzüntüsü 2 ml nişasta çözeltisi	Tükürük süzüntüsü 2 ml nişasta çözeltisi
1. İşlem	Kaynatılır.	37°C'lik su banyosunda bekletilir.	37°C'lik su banyosunda bekletilir.	37°C'lik su banyosunda bekletilir.
2. İşlem	İyot damlatılır.	2 dk sonra iyot damlatılır.	5 dk sonra iyot damlatılır.	10 dk sonra iyot damlatılır.

3- İkinci aşamada yukarıdaki gibi hazırlanan deney tüplerine iyot çözeltisi damlatıldıktan sonra

zamana bağlı nasıl bir değişim olmasını beklersiniz? Tahminlerinizi nedenleriyle birlikte yazınız.

A

tüpü.....  
.....

.....  
.....

**B**  
tüpü.....  
.....  
.....  
.....

**C**  
tüpü.....  
.....  
.....  
.....

**D**  
tüpü.....  
.....  
.....  
.....

### **b. Gözlem Aşaması**

1- Birinci aşamada nişasta çözeltisi üzerine iyot çözeltisi damlattığınızda neler gözlemlediniz? Gözlem sonuçlarınızı yazınız.

.....  
.....  
.....

2- Hazırlanan bu karışımı ikinci bir deney tüpünde toplanmış olan tükürük süzüntüsü üzerine ekleyip karıştırdığınızda ve ardından 37 °C'lik su banyosunda beklettiğinizde nasıl bir değişim oldu? Gözlem sonuçlarınızı yazınız.

.....  
.....  
.....

3- İkinci aşamada hazırlanan deney tüplerine iyot çözeltisi damlatıldıktan sonra zamana bağlı nasıl bir değişim oldu? Gözlem sonuçlarınızı aşağıdaki tabloya yazınız.

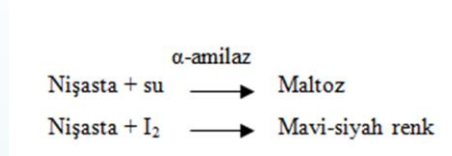
<b>Tüpler</b>	<b>Süre (dk)</b>	<b>Değişim</b>
A tüpü	0	
B tüpü	2	
C tüpü	5	
D tüpü	10	

### **c. Açıklama Aşaması**

Tahminlerinizle gözlemleriniz arasında karşılaştırmalar yapınız. Gözlem sonuçlarınızla tahminleriniz uyuşmuyorsa nedenlerini açıklayınız.

## Ek 2: Etkinlik. Nişasta sindirimi

Canlı besinlerinin büyük bir kısmını karbonhidratlardan nişasta oluşturur. Bitki ve hayvanlardaki her türlü hücre faaliyeti için gerekli enerjinin kaynağı olan nişasta, bitkiler tarafından üretilmektedir. Bir hafta süren bu etkinlikte;



denklemlerinden hareketle tükürükte bulunan enzimlerinden  $\alpha$ -amilazın nişasta sindirimini nasıl etkilediği ve nişastanın iyot çözeltisiyle etkileşimi sonucu meydana gelecek renk değişimi incelenmiştir. Deneyin aşamaları aşağıda verilmiştir.

### Etkinliğin Yapılışı:

**%0,5'lik Nişasta Çözeltisinin Hazırlanması:** 0,5 g nişasta suda çözündürülür ve 100 ml'lik balon jojeye aktarılır. Balon jojeye 100 ml olacak şekilde su eklenir.

#### I. Aşama:

Bir deney tüpüne 5 ml %0,5'lik nişasta çözeltisi alınır. Üzerine 1 damla iyot çözeltisi eklenerek değişim gözlenir.

Hazırlanan bu karışım ikinci bir deney tüpünde toplanmış olan tükürük üzerine eklenip karıştırılır ve 37°C'lik su banyosunda kendi haline bırakılır. Meydana gelen değişimler gözlenir.

#### II. Aşama:

Yaklaşık 2 ml tükürük 8 ml su ile karıştırılır.

Hazırlanan karışım 4 deney tüpüne (A, B, C ve D) eşit olarak paylaşılır.

Tüplerden her birine 2 ml % 0,5'lik nişasta çözeltisinden eklenir ve çalkalandıktan hemen sonra A tüpü kaynatılır.

Daha sonra tüpler 37°C'lik su banyosuna bırakılır ve yaklaşık 2 dakika sonra B tüpünden, 5 dakika sonra C tüpünden ve 10 dakika sonra D tüpünden örnekler alınarak iyot çözeltisiyle karıştırılır. Değişimler gözlenir.

### Extended Abstract

**Purpose:** The purpose of this study is to teach the relationship between  $\alpha$ -amylase contained in saliva and digestion of starch to pre-service science teachers through POE method. In this way, it is hoped that experimental activities will alter pre-service teachers' perspectives on the phenomena, events, or problems they encounter in the daily life, make them develop a positive attitude towards applying the concepts taught in the science course as well as scientific methods to the problem-solving process, and contribute to their meaningful learning.

**Method:** Case study design, which is a qualitative research method aimed at making a holistic analysis of one or more than one case within its/their own borders, was used in the study (Yıldırım & Şimşek, 2008). The study group consists of 35 pre-service teachers studying in the second grade of a department of science teaching in the spring semester of the 2014-2015 academic year and taking the "General Biology Laboratory" course.

**Findings:** Of the pre-service teachers, 29 (82.9%) were female, and 6 (17.1%) were male. Table 1 presents the findings concerning the predict and explain stages contained in the worksheet that were obtained from the pre-service teachers.

Table 1.

*The pre-service teachers' predictions and explanations concerning the activities entitled "digestion of starch"*

QUESTIONS and ANSWERS	PREDICTION (N=35)						EXPLANATION (N=35)					
	Correct		Partly Correct		Incorrect		Correct		Partly Correct		Incorrect	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
Expected Answer 1	32	91.4	1	2.9	2	5.7	29	82.9	-	-	6	17.1
Expected Answer 2	30	85.7	3	8.6	2	5.7	28	80	-	-	5	14.3
Expected Answer 3	22	62.9	7	20	6	17.1	27	77.1	-	-	3	8.6

In the observe stage, the pre-service teachers made inferences based on observations and observation results. In this stage, most of them correctly determined the points required to be detected depending on each process step. According to Table 2, some pre-service teachers recorded more than one observation result for each activity.

Table 2.

*The pre-service teachers' responses to the changes taking place in test tubes based on observation*

Activity	Observation Results	f	%
1 <sup>st</sup> Stage	When iodine solution was dripped on starch solution, the color of the solution turned into dark blue in a few seconds.	35	100
	When the first mix prepared was added onto the saliva, the darkness of dark blue decreased.	35	100
	It turned into a color like pink.	21	60
	A color close to transparent came out.	17	48.6
	Precipitation occurred at the bottom of the test tube.	10	28.5
	A color like white came out.	9	25.7
	It became something close to black first. Then it turned into white-grey.	2	5.7
	Change of color stopped after a while.	1	2.9
	We observed that particles in the solution moved.	1	2.9
	2 <sup>nd</sup> Stage	The color remained dark blue in the tube A. No change took place.	29
The solution in the tube A was dark in color, but turned into transparent from blue when it was boiled.		1	2.9
The tube A became very light blue.		1	2.9
The bottom of the tube A started to go yellow.		1	2.9
Blur decreased in the tube A.		1	2.9
The color became blue+yellow (green) in the tube B.		11	31.4
The color was light in the tube B.		23	65.7
The color was lighter in the tube B than in the tube A.		9	25.7
A color close to yellow came out in the tube C.		6	17.1
First a yellow, then a pinkish color came out in the tube C.		21	60
A dark blue color came out in the tube C.		2	5.7
The color was lighter in the tube C than in the tube B.		17	48.6
The lightest color came out in the tube D.		31	88.6
A color like yellow came out in the tube D.		7	20
The color became darker in the tube D.		2	5.7
The color became lighter in the course of time.		27	77.1
The color became darker in the course of time.		2	5.7
The color became lighter in the tubes B and C but became darker in the tube D in the course of time.	1	2.9	

The pre-service teachers participated in the process by making predictions about all stages of the activity. 80% of them made correct predictions. It is reported in the literature that when pre-service teachers make correct predictions, they get happy; but they get sad upon making incorrect predictions, and that as they notice their imperfect knowledge by comparing their predictions and observations, they feel better and get more self-confident (Bilen & köse, 2012b; Bilen, 2009; Karaer, 2007).

All the pre-service teachers made observations and wrote justifications for their observations. This may be because the method allows comparing perfect knowledge with imperfect knowledge by interpreting predictions and observation results and improves questioning and interpreting skills. Another reason may be the thought that the predict stage is effective in learning. MCGregor and Hagrave (2008) state that POE is an effective method that eliminates mental contradictions through comparison of predictions with

observations and ensures meaningful learning. Similarly, Küçüközer (2008) and Tatlı and Ayas (2011) highlight that observation following prediction is effective in learning.

In the explain stage, the pre-service teachers had a tendency to write a correct or incorrect explanation concerning the relationship between their predictions and observation results within the framework of the theoretical knowledge provided to them before the experiment. 93.3% of the pre-service teachers explained the consistency between their predictions and observation results. 82.9% made a correct explanation in response to the question, “*What kind of a change do you expect when you drip iodine solution on starch solution? Write your predictions along with relevant reasons.*”; 80% in response to the question, “*What kind of a change do you expect when you add the starch solution prepared onto the salvia accumulated in a second test tube and mix it and then keep it in a 37 °C water bath? Write your predictions along with relevant reasons.*”; and 77.1% in response to the question, “*Upon dripping iodine solution on the test tubes A, B, C, and D prepared, what kind of a temporal change do you expect in the solutions in the tubes? Write your predictions along with relevant reasons.*” This may be because the pre-service teachers were able to associate their prior knowledge about digestion with visible changes of color occurring in the test tubes during the experiment and such changes encouraged them to make comments.

**Results and Suggestions:** The explanations obtained from the worksheets of the pre-service teachers filled up in all stages of POE method during the experiment show that they enjoyed the activities and had a chance to improve their incorrect knowledge and that the activities made a positive contribution to interpersonal interactions. It should be noted that these explanations may give information about the learning of pre-service teachers. In a similar vein, it is stressed in the literature that POE method is effective in ensuring meaningful and permanent learning, students’ active participation in lessons, and increased awareness of cognitive levels (Şahin & Çepni, 2009; Mısır, 2009). In addition, it can be said that POE method allows pre-service teachers to test their current knowledge as affected by the learning environment and eliminates their misconceptions (İpek, Kala, Yaman & Ayas, 2010; Tekin, 2008; Yaman, 2012; Yılmaz & Ayas, 2004). We think that requirement to make a written prediction and to explain the reason for such prediction during the experiment forced the students to show active mental participation in lessons. In this method, when a student compares his predictions and observation



results, he may notice that his current knowledge falls sort of explaining new events. This is considered important to encourage students to participate in the process.