

Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Bilimsel Süreç Becerilerine Dayalı Deney Tasarımlarının Değerlendirilmesi

Evaluation on Preservice Science Teachers' Experimental Design Related to Scientific Process Skills

Gülfem MUŞLU KAYGISIZ*

Elif BENZER**

Melike UÇAR***

Öz. Bu çalışmanın amacı fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerine dayalı deney tasarlama düzeylerini ve bu deney tasarımları hakkındaki görüşlerini belirlemektir. Çalışmaya bir devlet üniversitesinden 50 (35 kadın, 15 erkek) fen bilgisi öğretmen adayı katılmıştır. Bu çalışmada durum çalışması model alınmış ve verilerin toplanmasında iki ölçek kullanılmıştır. Bu ölçeklerden birincisi deney tasarlama düzeylerinin belirlemek amacıyla hazırlanan nicel bir değerlendirme formudur. Öğretmen adaylarının deney tasarımlarıyla ilgili görüşlerini belirlemek amacıyla 7 açık uçlu sorudan oluşturulan bir form adaylara uygulanmıştır. Sonuçlar, öğretmen adaylarının deney tasarlama sürecinde en çok tablo ve grafik çiziminde problem yaşadıklarını göstermiştir. Ayrıca, öğretmen adayları bilimsel süreç becerilerine dayalı deney tasarımı yararlı bulduklarını, laboratuvar derslerinde nasıl daha iyi deney tasarlayabileceklerini öğrendiklerini ve ileride kendi sınıflarında bu aktiviteleri öğrencileri ile yapacaklarını bildirmişlerdir.

Anahtar Kelimeler: Fen bilgisi öğretmen adayları, bilimsel süreç becerileri, deney tasarlama

Toplumsal Mesaj. Bu çalışmanın amacı fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerine dayalı deney tasarlama düzeylerini ve bu deney tasarımları hakkındaki görüşlerini belirlemektir. Öğretmen adayları bilimsel süreç becerilerine dayalı deney tasarımı yararlı bulduklarını, laboratuvar derslerinde nasıl daha iyi deney tasarlayabileceklerini öğrendiklerini ve ileride kendi sınıflarında bu aktiviteleri öğrencileri ile yapacaklarını bildirmişlerdir.

Abstract. The purpose of this study is to determine the preservice science teachers' (PSTs) level of designing experiments related to scientific process skills and their views on these experiments. For this purpose, 50 preservice science teachers (35 female, 15 male) enrolled in a state university participated in this study. A case study approach was used in this research. The data were collected through two measures. The first one was a quantitative evaluation form which was generated to measure PSTs' experimental design levels. To determine the prospective science teachers' views on experimental design, a form composed of 7 open-ended questions was generated. The results of the study revealed that the most problematic part in designing experiments for the PSTs was drawing tables and charts. Also, it was found that PSTs think that designing experiments based on science process skills is useful; and they learned how to design these experiments better during the Lab class and they will use these activities in their own classes in the future.

Keywords: Preservice science teachers, scientific process skills, experiment designing.

Public Interest Statement. The purpose of this study is to determine the preservice science teachers' (PSTs) level of designing experiments related to scientific process skills and their views on these experiments. PSTs think that designing experiments based on science process skills is useful; and they learned how to design these experiments better during the Lab class and they will use these activities in their own classes in the future.

* Yrd. Doç. Dr., Hasan Kalyoncu Üniversitesi, Sınıf Öğretmenliği Bölümü, gulfem.muslu@hku.edu.tr

** Dr., Marmara Üniversitesi, Fen Bilgisi Öğretmenliği Bölümü,

*** Arş. Gör., Hasan Kalyoncu Üniversitesi, Sınıf Öğretmenliği Bölümü, melike.ucar@hku.edu.tr

1. GİRİŞ

Yaratıcı zekâya sahip, eleştirel ve mantıksal düşünebilen ve bu potansiyelini problemlerin çözümünde en etkili biçimde kullanabilen bireylerin yetiştirilmesi fen bilimleri eğitiminin temel amaçlarından birisidir (Gürdal,1997) ve bu bireylerin yeteneklerinin keşfedilmesi, geliştirilmesi ancak anlamlı öğrenme stratejilerinin kullanıldığı laboratuvar ortamlarının oluşturulması ile mümkündür (Üstüner, Sancar,1999). İlgili literatür incelendiğinde öğretmenlerin, fen eğitiminde laboratuvarın önemini bildikleri, laboratuvar için yeterli bilgiye sahip olmaları gerektiğini düşündükleri, laboratuvarlar ile ilgili yayın ve gelişmelerin takip edilmesi gerektiğini savundukları; ancak bu konuda mesleki niteliklerini yeterli bulmadıkları, fen ve teknoloji alanında kişisel donanımlarının güncellenmesi gerektiği konusunda hem fikir oldukları görülmüştür (Türk, 2010; Macaroglu, 1995; Taşçı, Soylu, 2015). Bunlar da laboratuvar alanında nitelikli, iyi donanımlı bilimsel süreç becerilerine (BSB) hakim fen bilgisi öğretmenlerinin yetiştirilmesine daha çok önem verilmesi gerektiğinin bir göstergesidir.

BSB, Çepni, Ayas, Johnson ve Turgut'un (1996) çalışmasında "fen bilimlerinde öğrenmeyi kolaylaştıran, öğrencilerin aktif olmasını sağlayan, kendi öğrenmelerinde sorumluluk alma duygusunu geliştiren, öğrenmenin kalıcılığını artıran ayrıca araştırma yol ve yöntemlerini kazandıran temel beceriler" olarak tanımlanmıştır. Ayrıca, yapılan pekçok çalışmada BSB, fen okur-yazarı haline gelmek için herkes tarafından kullanılması gereken beceriler olarak nitelendirilmiş ve bireylerin günlük hayatta karşılaştıkları sorunları çözerken de bu becerileri kullandıkları (Saat, 2004; Aktamış, Ergin, 2007; Işık, Nakiboğlu, 2012) dolayısıyla problem çözme becerileri üzerinde olumlu etkisi olduğu savunulmuştur (Bozdoğan, Taşdemir, Demirbaş, 2006; Monhardt, Monhardt, 2006).

BSB birçok kaynaktan çoğunlukla birbirlerine yakın, ancak farklı şekillerde sınıflandırılmıştır. Örneğin, Tan ve Temiz'in (2003) çalışmasında BSB, gözlemlenme, sınıflama, ölçme, sayı-uzay ilişkileri kurma, önceden kestirme, verileri kaydetme, verileri kullanma ve model oluşturma, verileri yorumlama, sonuç çıkarma, değişkenleri belirleme, değişkenleri değiştirme ve kontrol etme, hipotez kurma ve yoklama, deney yapma becerilerini içermektedir. Öte yandan bilimsel süreç becerilerinin; problemi bulma (soru üretme, problemi belirleme); hipotezleri formüle etme (hipotez kurma, değişkenleri belirleme); hipotezleri test etme (deneyi tasarlama, ölçme, verileri toplama, verileri sunma, değerlendirme) (Aktamış, Ergin, 2007) şeklinde sınıflandırıldığı görülmüştür. Valentino (2000) da benzer şekilde BSB'ni gözlem, sınıflama, ölçme/sayıları kullanma, iletişim kurma, çıkarım, tahmin, veri toplama, kaydetme ve yorumlama, değişkenleri belirleme ve kontrol etme, işlevsel tanımlama, hipotez oluşturma, deney yapma, model oluşturma ve kullanma olmak üzere kategorileştirmiştir.

Bununla birlikte, tüm bu sınıflamaları içeren çalışmalar incelendiğinde bütün becerilerin belirli bazı fen etkinlikleri ile öğrencilere kazandırılabilceği görülmektedir (Harlen, 1999; Huppert, Lomask, Lazarorcitz, 2002). Dolayısıyla, laboratuvar etkinlikleri, öğrencilerin bilimsel süreçleri öğrenmelerine ve bu süreçleri etkin bir şekilde kullanarak bu becerilerin geliştirilmesine fırsat vermelidir (Duru vd., 2011). Özellikle fen öğretmenlerinin feni öğretebilmeleri için bilimsel dile aşina olmaları ve bilimsel süreçleri derinlemesine anlamaları gerekmektedir (Cotabish, Robinson, Dailey ve Hughes, 2011).

Ancak buna rağmen yapılan pek çok çalışma öğretmen ve öğretmen adaylarının BSB düzeylerinin yeterli olmadığını göstermektedir. Örneğin, Türkmen ve Kandemir'in (2011) öğretmenlerin BSB ile ilgili algılarını incelediği nitel çalışmada öğretmenlerin bu beceriler hakkında teorik bilgiye sahip olmadıkları belirlenmiştir. Yılmaz-Tüzün ve Özgelen (2012) ise fen bilgisi öğretmen adaylarının BSB'ni öğretme konusunda yeterli olmadıklarını, fakat bu becerileri anlama konusunda gereken bilgi birikimine sahip olduklarını göstermiştir. Yandila ve Komane'nin (2004) ise BSB'ni sınıflandırarak yürüttüğü çalışmalarında fen öğretmenlerinin büyük çoğunluğunun materyalleri belirleme, gözlem, ölçüm ve kayıt yapma, deney verilerini toplama ve yorumlama ve bir araştırma planlama gibi becerileri derslerinde kullanmadıklarını ortaya koymuşlardır. Farsakoğlu, Şahin, Karslı, Akpınar ve Ültay'ın (2008) fen bilgisi öğretmen adaylarının BSB üzerine yürüttükleri çalışmada katılımcıların BSB hakkında bilgi düzeylerinin yetersiz olduğu ortaya konulmuştur. Bu

sonuçlar geleceğin öğretmenleri olan öğretmen adaylarının BSB'lerinin geliştirilmesi gerektiğini göstermektedir. BSB'ne dayalı laboratuvar yaklaşımı ile fen öğretiminin yapılmasının gerekliliği konusunda Rowland, Stuessy ve Vick (1987) üç sebep göstermiştir. Bunlardan ilki, süreç yaklaşımının fenin doğal dünyayı anlamının bir yolu olduğuna vurgu yapmasıdır. İkincisi, bu yaklaşımın öğrencilere fen konularını bir bilim adamının doğal yaşamdaki olayları, ilkeleri ve ilişkileri keşfetme sürecinde izlediği yolu daha iyi anlamalarına olanak vermesi üçüncüsü ise öğrencilerin aktif katılımını sağladığı için bu yaklaşımın bilimsel tutumun gelişmesine katkı sağlayacak olmasıdır.

Sonuç olarak, süreç becerilerini geliştirmeye yönelik fen öğretimi yapacak olan öğretmen adaylarının BSB'ne dayalı deney tasarlama düzeylerinin ve buna yönelik görüşlerinin belirlenmesi, mevcut durumun ortaya konularak öğretmen adaylarının eğitimleri için gerekli düzenlemelerin yapılması, önlemlerin alınması bakımından önemlidir.

Bu nedenle bu çalışmada fen bilgisi öğretmenliği üçüncü sınıf öğrencilerinin enzimler konusunda BSB'ne dayalı deney tasarlama düzeylerinin belirlenmesi ve bu tasarım hakkındaki görüşlerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda aşağıdaki alt problemlere cevap aranmıştır:

1. Fen bilgisi öğretmen adaylarının "Enzim faaliyetleri" konusunda BSB'ne dayalı deney tasarlama düzeyleri nedir?
2. Fen bilgisi öğretmen adaylarının BSB'ne dayalı deney tasarımıyla ilgili görüşleri nelerdir?

2. YÖNTEM

Çalışmada öğretmen adaylarının BSB'ne dayalı deney tasarımları ve tasarım hakkındaki görüşleri durum çalışmasıyla araştırılmıştır. Deneyler enzim faaliyetleri konusunda tasarlanmıştır.

2.1. Çalışma Grubu

Çalışma grubu büyükşehirdeki bir üniversitenin fen bilgisi öğretmenliği anabilim dalında üçüncü sınıfta öğrenim gören 35'i kadın (%70) ve 15'i erkek (%30) olmak üzere toplam 50 öğretmen adayından oluşmaktadır. Uygulama için 3. sınıf öğrencilerinin seçilmesinin nedeni 3. sınıfta bulunan Fen Öğretimi Laboratuvar Uygulamaları-2 dersinin ders içeriğinde farklı deney tasarımlarına yer verilmesidir. Çalışmaya katılan öğretmen adayları Bilimsel Araştırma Yöntemleri, Fizik-Kimya-Biyoloji Laboratuvarı I-II derslerini almışlardır.

2.2 Veri Toplama Araçları

2.2.1 Bilimsel Süreç Becerilerine Dayalı Deney Tasarımlarını Değerlendirme Formu

BSB'ni temel alan deney tasarımlarını değerlendirme formları oluşturulurken öncelikle farklı kaynaklardan BSB'nin genel özellikleri, aşamaları ve öğretimde deneylerle nasıl kullanıldığı ile ilgili literatür taraması yapılmıştır (Akinbobola, Afolabi 2010; Keil, Haney, Zoffel 2009; Yang, Heh 2007; Gürdal, Şahin, Çağlar 2001; Çepni vd.,1997). Araştırma neticesinde problem cümlesinin yazılması, hipotezin oluşturulması, değişkenlerin belirlenmesi, deney tasarlanması, grafik ve tabloların çizilmesi ve sonuç ve yorumların yapılması olmak üzere altı aşamadan oluşan bir değerlendirme formu oluşturulmuştur. Bu form, öğretmen adaylarının BSB'ne dayalı deney tasarımı hangi düzeyde yaptıklarını belirlemek için sayısal veriler elde edilmesinde kullanılmıştır. Formun BSB'e uygunluğunu belirlemek için araştırmacılar haricinde iki fen eğitimi uzmanının görüşüne başvurularak BSB'ne uygun olmayan maddeler çıkarılmış veya değiştirilmiş ve her bir aşamayı oluşturan maddeler soru cümlesi olarak ifade edilmiştir. Böylece altı aşamadan ve toplam 38 sorudan oluşan bir değerlendirme formu oluşturulmuştur.

2.2.2 Öğretmen Adaylarının Görüşlerini Belirleme Formu: Öğretmen adaylarının BSB'ne dayalı deney tasarımı hakkındaki görüşleri yazılı olarak yedi açık uçlu soru vasıtasıyla toplanmıştır. Açık uçlu soruların geçerliğini sağlamak için literatür taraması yapılarak konuyla ilgili kavramsal bir çerçeve oluşturulmuştur. Araştırmada kullanılan soruların içerik bakımından uygunluğu iki fen eğitimcisi, dil bakımından uygunluğusa bir dil uzmanı tarafından kontrol edilmiştir. Elde edilen

veriler bulgular kısmında alıntılarla desteklenmiştir. Formdaki açık uçlu sorular bulgular kısmında tablolarda verilmiştir.

2.3 Verilerin Toplanması

Çalışmada uygulama başlamadan önce BSB'ne dayalı deneyler tasarlanırken hangi basamakların nasıl yapılması gerektiği bir deney raporu örneğiyle birlikte öğretmen adaylarına açıklanmış ve gösterilmiştir. Öğretmen adaylarına; deney konusu olarak enzim faaliyetleri, deneyin değerlendirilme ölçütleri, deney uygulamalarının yapılacağı ve raporların teslim edileceği haftaların tarihleri verilmiştir. Her öğretmen adayı deneyini bireysel olarak tasarlamış ve laboratuvar ortamında uygulamıştır. Her bir öğretmen adayı için 6-10 dakika alan bu uygulamayla araştırmacılardan biriyle, laboratuvarında bulunan diğer öğretmen adayları ve uygulamayı yapan öğretmen adayları ile interaktif bir tartışma ortamı yaratılmıştır. Yapılan tartışma doğrultusunda öğretmen adayları deney tasarımı tekrar gözden geçirip düzenleyerek rapor haline getirmiştir. Öğretmen adayları, BSB'ne dayalı deney tasarımlarını raporlaştırmış ve açık uçlu soruların bulunduğu forma görüşlerini yazarak raporla birlikte teslim etmişlerdir.

2.4 Verilerin Analizi

Verilerin analizi için öncelikle görüşme kayıtları yazıya dökülmüştür. Daha sonra kayıtlar araştırmacılar tarafından birbirlerinden bağımsız olarak incelenmiştir. Veriler içerik analiziyle kodlanarak değerlendirilmiştir. Öncelikle kodlar oluşturulmuştur. Daha sonra oluşturulan kodlar her iki araştırmacı tarafından bir araya gelerek karşılaştırılmış. Yapılan değerlendirmeler sonucunda kodlar tekrar düzenlenmiş ve temalar oluşturulmuştur. Elde edilen verilerin daha rahat anlaşılması için temalar tablolar halinde sunulmuştur. Her tablonun altında, güvenilirliği arttırmak için tablolarda yer alan kodları örnekleyecek öğretmen ifadelerine yer verilmiştir. Alıntılar yapılırken öğretmenler yeniden isimlendirilmiştir. İsimler; kayıt sırası, cinsiyet ve hizmet yılına göre verilmiştir. Örneğin; kayıt sırası 1 olan, erkek ve 17 yıllık öğretmen isimlendirilirken 1E17 şeklinde isimlendirilmiştir.

2.5 Verilerin Çözülmesi

2.5.1 Bilimsel Süreç Becerilerine Dayalı Deney Tasarımlarını Değerlendirme Formu

BSB'ne dayalı deney tasarımlarını değerlendirme formu üçlü derecelendirmeye göre hazırlanmıştır. Öğretmen adayları formdaki soruları eksiksiz bir şekilde yerine getirdilerse üç puan, kısmen hazırladılarsa iki puan, sorulara yönelik bir uygulama bulunmuyorsa bir puan almışlardır. Bu değerlendirmeye göre 38 soruluk formun her bir sorusundan en fazla üç puan olmak üzere tüm formdan alınabilecek en yüksek toplam puan 114'tür. Bulgular kısmında BSB'nin her bir aşamasından ve genel toplamdan alınan ortalama puanlar hesaplanarak tablolar oluşturulmuştur. Tablolarda ham puanlar alınabilecek en fazla puana bölünerek ortalama puanın yüzdesi hesaplanmıştır. Aşamaları oluşturan soruların değerlendirildiği tablolarda ise ortalama puanlarla birlikte sorulardan üç, iki ve bir puan alan öğretmen adaylarının sıklığı ve yüzdesi belirtilmiştir. Tasarımlara örnek teşkil etmesi için öğretmen adaylarından alıntılara yer verilmiştir.

2.5.2 Öğretmen Adaylarının Görüşlerini Belirleme Formu

Öğretmen adaylarının görüşlerini belirlemek amacıyla oluşturulan formdaki açık uçlu sorulara verilen yanıtlardan hareketle kodlar çıkarılmıştır. Kodların oluşturulurken bir ay arayla iki kez inceleme yapılmış, incelemelerde var olan kodlar sıklık ve yüzdesiyle birlikte tablolaştırılmıştır. Bu aşamada her bir soru için en fazla sıklıkta bulunan koddan en aza doğru sıralama yapılmış ve sadece bir kez tekrarlanan kodlar çıkarılmıştır. Aynı zamanda tablolarda en fazla sıklığa sahip koda yönelik öğretmen adaylarından alıntılara yer verilmiştir.

3. BULGULAR

3.1 Öğretmen Adaylarının BSB'ne Dayalı Deney Tasarlama Düzeyleri

Öğretmen adaylarının BSB'ne dayalı deney tasarımlarından aldıkları puanlara ilişkin bulgular BSB'ni oluşturan aşamalar kapsamında sırasıyla sunulmuştur. Öğretmen adaylarının deney tasarımının her bir aşamasından aldıkları ortalama puanlar Tablo 1'de yer almaktadır.

Tablo 1. Bilimsel Süreç Becerilerine Dayalı Deney Raporlarından Alınan Puanlar

	En düşük puan	En yüksek puan	Ortalama puan	Ortalama puan (%)
Problem cümlesi belirleme	5	15	12.58	83.87
Hipotez kurma	4	12	10.78	89.83
Değişkenleri belirleme	3	9	8.60	95.56
Deney Tasarımı	13	38	30.28	77.64
Tablo/grafikleri çizme ve yorumlama	8	24	15.88	66.17
Sonuç çıkarma ve tartışma	7	15	11.42	76.13
Genel Toplam	50	110	89.54	78.54

Tablo 1'e göre öğretmen adayları deney tasarlamasürecinde en çok değişkenleri belirleme aşamasında başarılı olmuşlardır. Bu aşamayı hipotez kurma ve problem cümlesi belirleme aşamaları izlemektedir. Öğretmen adaylarının en düşük başarı elde ettikleri aşama ise tablo/grafikleri çizme ve yorumlama aşamasıdır. Tüm aşamalarıyla birlikte BSB'ne dayalı tasarlanan deneyden ise %78.54'lük başarı elde edilmiştir. Problem cümlesinin belirlenmesi aşamasından alınan puanlar öğretmen adaylarının sıklıklarıyla birlikte Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Problem Cümlesi Belirleme Aşamasından Alınan Puanlar

Soru ifadeleri	3 puan		2 puan		1 puan		\bar{x}
	s	%	s	%	s	%	
Problem çözüm yolu bulmak için deney tasarlamaya değer nitelikte mi?	45	90	4	8	1	2	2.88
Belirlenen problem cümlesi ifade olarak doğru mu?	41	82	6	12	3	6	2.76
Belirlenen problem cümlesi alan bilgisi olarak doğru mu?	43	86	4	8	3	6	2.80
Belirlenen problem cümlesi çözülebilir nitelikte mi?	44	88	4	8	2	4	2.84
Problemi araştırmaya uygun kaynak taraması yapılmış mı?	7	14	1	2	42	84	1.30

Tablo 2'de görüldüğü gibi öğretmen adaylarının büyük çoğunluğu deney tasarlanması için uygun (%90), çözülebilir (%88), alan bilgisi olarak doğru (%86) ve ifade bakımından doğru (%82) problem cümlesi yazmışlardır. Bununla birlikte öğretmen adaylarının büyük çoğunluğunun problem cümlesi için herhangi bir kaynak araştırması yapmadığı görülmüştür (%84). Öğretmen adaylarının her bir sorudan aldıkları ortalama puanlara bakıldığında ise en yüksek puan ortalamasının problemin deney tasarlamaya değer nitelikte olması ($\bar{x}=2.88$) ve en düşük puan ortalamasının ise problem için uygun kaynak taramasının yapılması ($\bar{x}=1.30$) sorularından alındığı görülmektedir.

PROBLEM! sıcaklık reaksiyon hızını etkiler mi? ÖA19

Yukarıdaki alıntıda öğretmen adayı problem cümlesini soru ifadesi olarak doğru bir şekilde belirlemiştir; ancak problemde hangi maddelerin bulunduğu nasıl bir reaksiyondan bahsedildiği belirtilmediği için alan bilgisi bakımından doğru kabul edilmemiştir. Ayrıca problem cümlesi çözülebilir ve deney tasarlamaya değer nitelikte olmasına rağmen, problemi araştırmaya uygun bir kaynak taraması yapılmamıştır.

Tablo 3. Hipotez Kurma Aşamasından Alınan Puanlar

Soru ifadeleri	3 puan		2 puan		1 puan		\bar{X}	
	s	%	s	%	s	%		
Hipotez Cümlesi	Hipotez cümlesi problemin çözümüne yönelik mi?	40	80	3	6	7	14	2.66
	Hipotez cümlesi ifade olarak doğru mu?	36	72	9	18	5	10	2.62
	Hipotez cümlesi alan bilgisi olarak doğru mu?	40	80	7	14	3	6	2.74
	Bağımsız değişken hipotezde belirtilmiş mi?	42	84	4	8	4	8	2.76

Hipotez cümlesini belirlemede bağımsız değişkene hipotez içerisinde yer verilmiş (%84), problemin çözümüne yönelik (%80) ve alan bilgisini doğru bir şekilde içeren (%80) hipotez cümleleri yazılmıştır. Öğretmen adayları hipotez cümlelerini de sıfır hipotez veya araştırma hipotezi olarak doğru bir şekilde ifade etmişlerdir (%72). Bununla birlikte en yüksek ortalama puanlar, bağımsız değişkenin hipotez cümlesinde belirtilmesi ($\bar{x}=2.76$) ve alan bilgisinin hipotez cümlesinde doğru bir şekilde ifade edilmesi ($\bar{x}=2.74$) sorularından alınmıştır.

Tablo 4. Değişkenleri Belirleme Aşamasından Alınan Puanlar

Soru ifadeleri	3 puan		2 puan		1 puan		\bar{X}	
	s	%	s	%	s	%		
Değişkenleri belirleme	Bağımlı değişken doğru belirlendi mi?	45	90	3	6	2	4	2.86
	Bağımsız değişken doğru belirlendi mi?	46	92	3	6	1	2	2.90
	Kontrol değişkenleri doğru belirlendi mi?	45	90	2	4	3	6	2.84

Öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu bağımlı (%90), bağımsız (%92) ve kontrol (%90) değişkenlerini doğru bir şekilde belirlemişlerdir. Bu bağlamda da her bir değişken için ortalama puanlar, sorulardan alınabilecek en yüksek puan olan üçe yakın çıkmıştır (Tablo 4).

PROBLEM: Patates kesildiğinde limonla ovmak kahverengileşmesini önler mi?

HİPOTEZ: Patates limonla ovulduğunda renginin kahverengileşmesini önleyecektir.

BAĞIMLI DEĞİŞKEN: Kahverengi renk değişikliği ÖA35

BAĞIMSIZ DEĞİŞKEN: Limon

Yukarıdaki alıntıda öğretmen adayı limon (bağımsız değişken) kullanıp kullanmamasına bağlı olarak kahverengi renk değişiminin (bağımlı değişken) oluşmasına yönelik bir deney tasarlamayı ve böylece pH'ın etkisini incelemeyi düşünmüştür. Öğretmen adayı bağımlı ve bağımsız değişkenleri problem ve hipotezine göre doğru belirlemiş olsa da kontrol altında tutulan değişkenlerden bahsetmemiştir.

Tablo 5. Deney Tasarımı Aşamasından Alınan Puanlar

Soru ifadeleri	3 puan		2 puan		1 puan		\bar{X}	
	s	%	s	%	s	%		
Deney Tasarımı	Deneyin tasarımı problemin çözümü için yeterli mi?	38	76	7	14	5	10	2.66
	Deneyin tasarımı hipotezi sınamada yeterli mi?	38	76	8	16	4	8	2.68
	Bağımsız değişkenin nasıl değiştirileceğinden bahsedildi mi?	46	92	2	4	2	4	2.88
	Bağımlı değişkenin nasıl ölçüleceğinden bahsedildi mi?	43	86	5	10	2	4	2.82
	Deneydeki malzemeler yapım aşamasında yerli yerinde kullanıldı mı?	43	86	5	10	2	4	2.82
	Deneydeki malzemeler deneyin problemine ve tasarımına uygun mu?	44	88	4	8	2	4	2.84
	İşlem basamaklarında temel süreçlerden yararlandı mı?	12	24	32	64	6	12	2.12
	İşlem basamakları mantıklı bir bütünlük/sıra içinde verildi mi?	45	90	3	6	2	4	2.86

Deney tasarımına orijinallik eklendi mi?	18	36	4	8	28	56	1.80
Deney temel kavramları içeriyor mu?	9	18	30	60	11	22	1.96
Deney verilerinin güvenilirliği için en az üç deneme yapıldı mı?	2	4	4	8	44	88	1.16
Deney kontrol grubu içeriyor mu?	8	16	5	10	37	74	1.42
Veri toplama ve sonucu değerlendirme için materyaller kullanıldı mı?	24	48	5	10	11	22	2.26

Tablo 5'te görüldüğü gibi öğretmen adayları çoğunlukla bağımsız değişkenin nasıl değiştirileceğini belirtmiş (%92) ve işlem basamaklarını düzgün bir sıra ile uygulamışlardır (%90). Ayrıca, çok azı deneyde daha güvenilir veriler elde etmek için üç deneme yapmış (%4), kontrol grubu belirlemiş (%16) veya deneyde olması gereken temel kavramlardan bahsetmiştir (%18). Deney tasarımı aşamasından alınan ortalama puanlara bakıldığında ise en yüksek puanın bağımsız değişkenin nasıl değiştirileceğinden bahsedilmesi ($x=2.88$), işlem basamaklarının bütünlük içinde sunulması ($x=2.86$) ve malzemelerin problem ve deney tasarımına uygunluğu ($x=2.84$) sorularından alındığı görülmektedir. En düşük puanlar ise veri toplama sürecinin üç kez yapılması ($x=1.16$), kontrol

PROBLEM (Neyi araştırıyorsunuz ?) :

Enzimlerin miktarı reaksiyon hızını nasıl etkiler?

BAĞIMLI DEĞİŞKEN : Tepkime hızı

BAĞIMSIZ DEĞİŞKEN : Enzim miktarı

KONTROL EDİLEN DEĞİŞKENLER : Hidrojen peroksit, maddelerin kütleleri

HADİ YAPALIM !

1-Karaciğer patates ve havuçtan aynı miktarda(1g) bir parça alınır. 3 tane deney tüpüne 2ml oksijenli su konulur.Karaciğer havuç patates parçaları bu 3 deney tüpüne konulur ve reaksiyon hızları kronometre ile kaydedilir. Gözlemler yazılır.

grubunun bulunması ($x=1.42$) ve deney tasarımına orijinallik eklenmesi ($x=1.80$) sorularından alınmıştır.

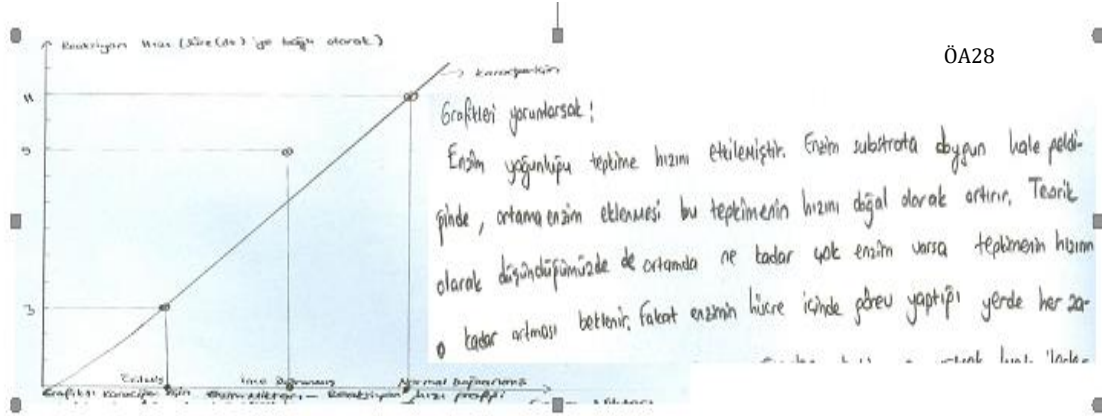
Yukarıdaki alıntıda öğretmen adayı enzim miktarını farklılaştırmak için bitkisel ve hayvansal kaynakları (patates, havuç ve karaciğer) tercih etmiş, tepkime hızını ise kronometre kullanarak hesaplayacağını belirtmiştir. Malzemeleri probleme uygun seçmiş ve eşit miktarda aldığı farklı enzim kaynaklarını ve Hidrojen peroksiti deney uygulamasında doğru bir şekilde kullanmıştır. İşlem basamaklarında temel süreçlerden yararlanmış, ancak işlem basamaklarını belirtirken bazı aşamaları eksik bırakmıştır (Örneğin üç enzim kaynağının aynı anda mı yoksa sırayla mı Hidrojen peroksit dolu tüplere bırakıldığı muğlak kalmıştır.). Deneye orijinallik eklemek için genellikle patates ve ciğerle yapılan deneye havuç eklenmiştir. Deneyden elde edilen verilerin güvenilirliğini sağlamak için üç deneme yapılmamıştır.

Tablo 6. Grafik/Tablo Çizme ve Verileri Yorumlama Aşamasından Alınan Puanlar

Soru ifadeleri	3 puan		2 puan		1 puan		\bar{x}
	s	%	s	%	s	%	
Deneyle ilgili verilere uygun tablo/grafik kullanıldı mı?	26	52	16	32	8	16	2.36
Bağımlı ve bağımsız değişken adlarına tabloda yer verildi mi?	20	40	14	28	16	32	2.08
Tablonun başlığı var mı?	9	18	4	8	37	74	1.44
Bağımlı ve bağımsız değişkenlerin birimleri doğru yazılmış mı?	9	18	10	20	31	62	1.56
Deneydeki ölçümler/bulgular doğru hesaplandı mı?	16	32	19	38	15	30	2.02
Veriler doğru bir şekilde tabloya yerleştirildi mi?	18	36	16	32	16	32	2.04
Çizilen tablo/ grafikler düzenli mi?	21	42	17	34	12	24	2.18

Tablo/grafikler doğru bir şekilde yorumlandı mı? 22 44 13 26 15 30 2.20

Tablo 6'da görüldüğü gibi öğretmen adaylarının yarısı deneye uygun tablo veya çubuk, çizgi, pasta grafiği gibi grafikler kullanmışlardır (%52). Bununla birlikte çok azı tablonun başlığını yazmış (%18) veya bağımlı ve bağımsız değişkenin birimlerini tabloda doğru olarak belirtmişlerdir (%18). Deneyden elde edilen verileri tablo/grafik halinde sunuyorumlarken en çok uygun tablo ve grafik çeşidinin seçilmesinde ($\bar{x}=2.36$), tablo ve grafiklerin doğru bir şekilde yorumlanmasında ($\bar{x}=2.20$) ve tablo ve grafiklerin düzenli çizilmesinden ($\bar{x}=2.18$) başarılı olunmuştur. En düşük başarı ise tabloya başlık verilmesinde ($\bar{x}=1.44$) ve bağımlı ve bağımsız değişkenlerin birimlerinin yazılmasında ($\bar{x}=1.56$) olmuştur.



Yukarıdaki alıntıda öğretmen adayı enzim miktarının reaksiyon hızına etkisini göstermek için genelde çoğu kaynakta da kullanılan çizgi grafiğini tercih etmiştir. Bağımlı ve bağımsız değişkenlerin adlarına grafikte yer vermiş ve grafiğin adını alta eklemiştir. Ancak öğretmen adayı bağımlı ve bağımsız değişkenleri ve birimlerini grafiğe işlerken bazı karışıklıklar yaşamıştır. Şöyle ki; daha fazla enzimin açığa çıkmasını sağlayan enzimin ezilmiş hali, grafiğin X ekseninde daha küçük bir miktarı ifade eden orijine yakın yere yerleştirilmiştir. Ayrıca reaksiyon hızı tutulan süreyle ifade edilmiştir ki reaksiyon hızı arttıkça reaksiyonun bitmesi için tutulan süre aslında kısalmalıdır. Yorum ise grafiğe göre değil, daha önceden bilinen teorik bilgiye göre yapılmıştır.

Tablo 7. Sonuç Çıkarma ve Tartışma Aşamasından Alınan Puanlar

Soru ifadeleri	3 puan		2 puan		1 puan		\bar{X}
	s	%	s	%	s	%	
Sonuçlarda probleme yönelik açıklama yapıldı mı?	36	72	11	22	3	6	2.66
Deney sonucunda yapılan bu açıklama alan bilgisi bakımından doğru mu?	32	64	13	26	5	10	2.54
Deney sonuçları değerlendirilirken hipotez dikkate alındı mı?	37	74	11	22	2	4	2.70
Probleme/Hipoteze/Deneye uygun değerlendirme soruları hazırlanmış mı?	26	52	6	12	18	36	2.16
Deney sonucunda farklı kaynaklarla sonuç desteklendi mi?	7	14	4	8	39	78	1.36

Tablo 7'ye göre öğretmen adaylarının %74'ü deney sonuçlarını hipotez cümlesini dikkate alarak yorumlamış ve %72'si probleme yönelik açıklama yapmıştır; ancak çok az bir yüzdeyle sonuç farklı kaynaklarla desteklenmiş ya da tartışılmıştır (%14). Buradan hareketle benzer şekilde en yüksek ortalama puan hipotez ($x=2.70$) ve problemin ($x=2.66$) sonuçlar kısmında dikkate alınmasından alınırken, en düşük puan kaynakların kullanılmasından ($x=1.36$) alınmıştır.

PROBLEM Sıcaklık enzimlerin aktivitesini nasıl etkiler?

ÖA32

HİPOTEZ Yüksek sıcaklıklarda enzimin yapısı bozulur ve reaksiyon gerçekleşemez.

SONUÇ Hipotez doğrulanmıştır. Haşlanmış patates ve havuçta reaksiyon olmamıştır. Dondurulmuş yani düşük sıcaklıklarda enzim aktivitesi yavaştır. Oda sıcaklığında reaksiyon hızı artmıştır.

Enzimler genellikle 30-40 o C arası sıcaklıkta optimum olarak çalışırlar ve 55 o C'nin üzerinde denatüre olurlar.Yani yüksek sıcaklıkta enzimlerin protein yapıları bozulur.Bu yüzden haşlanmış besinlerde reaksiyon gerçekleşmemiştir. Dondurulmuş maddelerde reaksiyon oldukça yavaş ve uzun sürelidir.Ayrıca patatesteki reaksiyon daha hızlı gerçekleşir.Bunun sebebi de katalaz miktarının havuçtan daha fazla olmasıdır.

Yukarıdaki alıntıda öğretmen adayı problem cümlesine yönelik bir açıklamada bulunmuştur. Ancak açıklamanın sadece deneyden hareketle elde edilen sonuç şeklinde yapıldığı ve kaynaklarla desteklenmediği görülmektedir. Hipotez deney sonuçlarında ele alınmakla birlikte, sadece yüksek sıcaklığın enzimin aktivitesindeki etkisini içeren hipotez cümlesine ek olarak düşük sıcaklıkta (donmuş besin kaynağında) da meydana gelen enzim aktivitesindeki değişimden bahsedilmiş, deney sonucunun iki farklı hipotez cümlesine yönelik yazılmıştır.

3.2.Öğretmen Adaylarının BSB'ne Dayalı Deney Tasarımıyla İlgili Görüşleri

"Fen bilgisi öğretmen adaylarının BSB'ne dayalı deney tasarımıyla ilgili görüşleri nelerdir?" alt problemi kapsamında içerik çözümlemesi yapılan altı sorudan elde edilen bulgular soru sırasına göre aşağıda verilmiştir.

Tablo 8.Bilimsel Süreç Becerilerine Dayalı Deney Tasarımının Tanımıyla İlgili Bulgular

Açık Uçlu Soru	Adaylardan Alıntılar	Kodlar	f	%
1. Bilimsel süreç becerilerine dayalı deney tasarımı tanımlayınız.	<i>"Bilimsel süreç becerilerine göre deney yapılması denilince problemi, hipotezi, bağımlı ve bağımsız değişkeni olan deney aklıma geliyor. Problem cümlesine göre hipotezi belirliyor ve değişkenleri yazıyoruz, kontrollü deney yaparak sonuçları yorumluyoruz..."ÖA4</i>	Hipotezin belirlendiği deneydir	38	76
		Problem cümlesinin belirlendiği deneydir	34	68
		Değişkenlerin (bağımlı, bağımsız, kontrol) belirlendiği deneydir	30	60
		Deney süreci becerilerine göre yapılan deneydir	28	56
		Kontrollü deneyler tasarlanır	26	52
		Deneyden hareketle sonuçların çıkarıldığı deneydir	22	44
		BSB'e göre yapılan deneydir	22	44
	<i>"Bilimsel süreç becerilerinden deneysel ve temel süreç becerilerini izleyerek bilim adamlarının çalışma prensiplerine uyumlu olarak öğrencinin kendi tasarladığı deneylerdir."ÖA18</i>	Temel süreç becerilerini (gözlem, sınıflama...) içeren deneydir	22	44
		Deneylerin öğrenci tarafından tasarlandığı deneylerdir	19	38
		Bilim adamı titizliğinde yapılan deneylerdir	16	32
		Tablo/grafik oluşturulup yorumlandığı deneydir	6	12

Tablo 8'de görüldüğü gibi öğretmen adaylarının cevaplarında genelde hipotez kurma, problem belirleme ve değişkenleri belirleme gibi deneysel süreç becerilerinin aşamalarının yer aldığı görülmektedir (Bu aşamalar gri gölge ile vurgulanmıştır). Öğretmen adayları bu aşamalardan en az tablo ve grafiklerin oluşturulmasından bahsetmişlerdir. Bununla birlikte öğretmen adayları tanımlarında deneysel süreç becerileri, BSB ve temel süreç becerilerine göre yapılan deney ve öğrenci tarafından tasarlanan ve bilim adamı titizliğinde yapılan deney ifadelerini de kullanmışlardır.

Tablo 9. BSB'ne Dayalı Deney Tasarımının Olumlu Ve Olumsuz Yönleriyle İlgili Bulgular

Açık uçlu soru	Adaylardan Alıntılar	Kodlar	f	%
2. Bilimsel süreç becerilerine göre deney yapmanın olumlu ve olumsuz yönlerini yazınız.	<i>OLUMLU: "...bir kere öğrenci süreci öğrenmiş oluyor. Problem cümlesinin, hipotezin ne demek olduğunu, deneyi bağımlı ve bağımsız değişkenlere göre tasarlamayı öğreniyor..."ÖA35</i>	Bilimsel/Deneysel süreç becerilerini geliştirir (problem, hipotez belirleme, değişkenleri değiştirme...)	32	64
		Kalıcı öğrenmeyi sağlar	16	32
		Problem çözme becerilerini geliştirir	14	28
		Anlamli öğrenmeyi sağlar	13	26
		Bilimsel düşünme becerilerini geliştirir	11	22
		Bilim adamı gibi düşünmeyi öğretir	10	20
		Araştırma becerilerini geliştirir	7	14
		Keşfetme becerilerini geliştirir	4	8
		Sorgulama becerilerini geliştirir	4	8
		<i>OLUMSUZ: "...Bu yöntemin zorlukları olabilir; yapılması, uygulanması uzun sürebilir, malzeme yetersizliği görülebilir."ÖA42</i>	Süre yetmeyebilir	6
	Materyal sıkıntısı çekilebilir	2	4	

Tablo 9'da belirtildiği üzere öğretmen adayları tasarladıkları deneylerin olumlu yönü olarak en çok deneylerin temel aldığı BSB'ni geliştirici etkisinden bahsetmişlerdir. Ayrıca, kalıcı öğrenmeyi sağladığı, problem çözme becerilerini geliştirdiği, anlamlı öğrenme sağladığı, bilimsel düşünmeyi ve bilim adamı gibi düşünmeyi sağladığı da belirtilmiştir. Deneyin olumsuz özellikleri olarak sürenin yetmeyebileceği ve materyal sıkıntısının yaşanabileceği ifade edilmiştir.

Tablo 10. Bilimsel Süreç Becerilerine Dayalı Deney Tasarımı Süreciyle İlgili Bulgular

Açık uçlu soru	Adaylardan Alıntılar	Kodlar	f	%
3. Bilimsel süreç becerilerine göre deney yaparken zorlanarak, kolaylıkla, hoşlanarak veya sıkılarak yaptığınız kısımlar var mıydı?	<i>"Gayet zevkli bir çalışmaydı, problem hazırlama, hipotez belirleme ve deneyi uygulama her aşamasından hoşlandım"ÖA45</i>	Her aşamayı hoşlanarak/zevkle yaptım	20	40
		Problem cümlesini yazmada zorlandım	9	18
		Deney tasarımını hoşlanarak yaptım	9	18
		Tablo ve grafikleri oluşturmada zorlandım	8	16
		Hipotez cümlesini yazmada zorlandım	8	16
		Her aşamayı kolaylıkla yaptım	4	8

Öğretmen adayları Tablo 10'da deneylerini BSB'ne dayalı olarak tasarlarırken genelde her aşamayı hoşlanarak veya zevkle yaptıklarını belirtmişlerdir. Bununla birlikte deney tasarımının hoşlanılarak yapıldığı, problem cümlesi ve hipotez cümlesinin yazılmasında, tablo ve grafiklerin çizilmesinde zorluklar yaşandığı ifade edilmiştir.

Tablo 11. BSB'ne Dayalı Deney Tasarımının Doğru Kullanılmasıyla İlgili Bulgular

Açık uçlu soru	Adaylardan Alıntılar	Kodlar	f	%
4. Deneyinizde bilimsel süreç becerilerini doğru kullandığınızı düşünüyor musunuz?	<i>"Doğru kullanmaya çalıştım fakat eksik yönlerimde olduğunu düşünüyorum. Verileri grafik yapsam sonuç daha net olurdu." ÖA11</i>	Doğru kullandım	21	42
		Doğru kullandım ama eksiklikler vardı.	20	40
		Problem hipotez uyumsuzluğu vardı	3	6
		Kismen doğru kullandım	3	6

Tablo11'de görüldüğü gibi öğretmen adaylarının çoğu BSB'nin aşamalarını doğru kullandıklarını veya doğru kullandıkları fakat eksikliklerin olabileceğini ifade etmişlerdir. Bazı öğretmen adayları bu eksiklikleri açıklamışlardır. Bu açıklamalar genelde her öğretmen adayı için bireysel olmuştur, ancak üç öğretmen adayı benzer bir eksiklik olarak problem ve hipotez cümlesinin uyumsuzluğundan bahsetmişlerdir. Bununla birlikte kısmen doğru kullandığını veya doğru kullanıp kullanmadığı konusunda kararsız kaldığını belirten öğretmen adayları da bulunmaktadır.

Tablo 12.BSB'ne Dayalı Deney Tasarımının Deneysel Süreç Becerilerine Etkisiyle İlgili Bulgular

Açık Uçlu Soru	Adaylardan Alıntılar	Kodlar	f	%
5. Bilimsel süreç becerilerine göre deney yapılmasının deneysel süreç becerilerinizde etkisinin olduğunu düşünüyor musunuz?	<i>"Olumlu yanları çok fazla, şu an bilimsel süreç becerilerine göre birisi deney tasarla dese bunu yapabilirim. Kendimin bu konuda yapabileceğime, tecrübe kazandığıma inanıyorum..."ÖA17</i>	BSB'ne dayalı deney tasarlamada tecrübe/pratik kazandım	39	78
		BSB'ne dayalı deneyleri öğrencilere nasıl uygulayacağımı öğrendim	22	44
		Bilimsel yöntemle deney tasarlama becerilerim gelişti	16	32
		Bu yöntemle deneyleri daha iyi anladığımı fark ettim	15	30
	<i>"Önceden yaptığımız deneylerde çoğunlukla deney yönerge olarak elimize veriliyor ve en basit anlamda zaten olması beklenen olayı gözlüyorduk. Ancak bu deneyde enzimleri etkileyen faktörler gibi pek çok fen olayını deneysel süreç becerilerini kullanarak açıklamanın bir den fazla yolu olduğunu gördüm, artık bu deneyleri öğrencilerime nasıl yapacağımı biliyorum..."ÖA37</i>	Bu yöntemle deney tasarımı yaparken ki eksikliklerimi gördüm/kapattım	11	22

Tablo 12'de görüldüğü üzere öğretmen adayları cevaplarında değişkenleri belirleme, problem cümlesi yazma, hipotez belirleme gibi BSB'ne dayalı deney tasarlama aşamalarını belirlemede ve uygulamada tecrübe kazandıklarını belirtmişlerdir. Bununla birlikte öğretmen adayları bu deneyleri öğretmen olduklarında öğrencilerine nasıl uygulayacaklarını öğrendiklerini, bu yöntemle deney tasarlama becerilerinin geliştiğini ve deneyleri daha iyi anladıklarını fark ettiklerini ifade etmişlerdir.

Tablo 13.BSB'ne Dayalı Deney Tasarımının Hizmet İçinde Kullanımıyla İlgili Bulgular

Açık uçlu soru	Adaylardan Alıntılar	Kodlar	f	%
6. Bilimsel süreç becerileriyle tasarlanan deneylerin ilköğretim öğrencilerine uygulandığında yararlı olacağını düşünüyor musunuz?	<i>"Evet yararlı olacağını düşünüyorum. Bilimsel süreç becerilerinin uygulanması öğrencilerin günlük hayatta karşılaştıkları problemleri çözmelerine yardımcı olur. Öğrenciler bilgiye nasıl ulaşacaklar? Bunun için bazı becerilere sahip olmaları gerekir. Aslında bu beceriler onların doğasında var. Önemli olan onlara verdiğimiz eğitimle zaten var olan bu becerileri yok etmemek, geliştirmektir." ÖA40</i>	Yararlı olur	48	96
		Öğretim hayatında kolaylık sağlar	8	16
		Günlük hayatta ve gelecekte karşılaştığı problemleri çözmesini sağlar	6	12
		Bilişsel seviyesine uygun değilse yararlı olmayabilir	2	4
7. Öğretmen olduğunuzda deneyleri bilimsel süreç becerilerini kullanarak öğrencilerinize	<i>"Aslında ilk başlarda bunları yapmak zaman kaybı olarak düşünüyordum ancak öğrenciler alıştırdığında ve biz de bunu uygulamada uzmanlaştığımızda zaman kazancı elde edebileceğimi düşünüyorum. Öğrencilerin bu süreçleri iyi anlaması dahilinde ileriki konularda büyük avantajlar sağlar. Bu yüzden uygulamayı</i>	Yaptırım	44	88
		Uygun konularda yaptırım	4	8

yaptırır mısınız?	<i>düşünüyorum.”ÖA33</i>	Sınıf seviyesi uygun olursa yaptırırım	2	4
-------------------	--------------------------	--	---	---

Tablo13'te görüldüğü gibi öğretmen adaylarının büyük çoğunluğu BSB'ne dayalı deneylerin ilköğretim öğrencilerine uygulandığında yararlı olacağını düşünmektedirler. Bazı öğretmen adayları bu yararı öğrencilerin ileriki öğretim hayatlarında kolaylıklar sağlayacağı veya günlük hayatta problemleri çözmesine yardım edeceği şeklinde açıklamışlardır. İki öğretmen adayı ise öğrencilerin bilişsel seviyelerine uygun olmayabileceğini belirtmiştir. Bununla birlikte öğretmen adaylarının büyük çoğunluğu bu deney tasarımı şeklini öğretmen olduklarında derslerinde uygulamak istediklerini, uygun konularda veya sınıf seviyesine uygun olursa yaptıracaklarını belirtmişlerdir.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışmanın amaçlarından biri fen bilgisi öğretmen adaylarının enzim faaliyetleri konusunda BSB'ne dayalı deney tasarımı düzeylerinin belirlenmesidir. Bu amaç doğrultusundaki bulgular, öğretmen adaylarının BSB'ne dayalı deney tasarımı sürecinde en çok değişkenleri belirleme aşamasında başarılı olduklarını göstermiştir. Bu aşamayı hipotez kurma ve problem cümlesi belirleme aşamaları izlemektedir. Bu sonuç, öğretmen adaylarının BSB'ne dayalı deneyi tanımlarıyla ilişkilendirildiğinde yapılan tanımlar arasında en çok hipotez kurma, problem belirleme ve değişkenleri belirleme gibi aşamaların yer alması nedeniyle öğretmen adaylarının zihinlerinde bu aşamaların daha kalıcı olduğu sonucu çıkarılabilmektedir. Demir ve Şahin'in (2015) benzer bir örneklem ile yürütmüş oldukları çalışmalarında adayların çoğunun problem, hipotez ve değişkenleri belirleyebildiğini ancak bu bilimsel süreçlere bağlı olarak deney planlamada yetersiz oldukları görülmüştür. Başka bir çalışmada ise fen ve teknoloji öğretmen adaylarının değişkenleri belirleme ve verileri yorumlama konusunda yetersiz olduğu belirtilmiştir (Saka, 2012). Bu çalışmalarda görülen farklı sonuçların sebebine odaklanıldığında değişkenlerin belirlenmesi ve değiştirilmesi konusunda başarılı bulunan öğretmen adaylarının daha önce "Bilimsel Araştırma Yöntemleri" dersini almış olduğu, yetersiz bulunanların ise bu dersi almamış olduğu görülmüştür. Dolayısıyla bu çalışmadaki adayların değişkenleri belirleme konusunda daha başarılı bulunmasının da bu dersi almış olmalarından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Öte yandan, öğretmen adaylarının en düşük başarı elde ettikleri aşama ise tablo/grafikleri çizme ve yorumlama aşamasıdır. Benzer şekilde, yine adayların BSB'ne dayalı deneyi tanımlarken en az tablo/grafikleri çizme ve yorumlama aşamasından bahsetmiş olmaları, adayların bu aşamalarda düşük başarı göstermiş olmaları ile tutarlılık göstermiştir. Ayrıca adayların görüşleri alınırken deney tasarımı sürecinde en çok zorlandıkları aşamanın problem cümlesi ve hipotez cümlesinin yazılması ve tablo/grafiklerin çizilmesi olduğu belirtilmiştir. Bu nedenle tablo ve grafik çizme aşamasının onların zihinlerinde tam olarak yer almadığı sonucuna varılabilir. Chabalengula, Mumba ve Mbewe'nin (2012) çalışmasında da fen öğretmen adaylarının kavramsal anlama ve performans bakımından grafik çizme, modelleme ve değişkenleri belirleme becerilerinin en alt seviyede olduğu görülmüştür. Bununla birlikte, Karlı, Yaman ve Ayas'ın (2010) çalışmasında fen bilgisi öğretmen adaylarının BSB'ni tanımlarken değişkenleri değiştirme ve test etme konusunda zorluklarla karşılaştıkları görülmüştür. Bu çalışmada da belirtildiği gibi öğretmen adaylarının BSB'ne dayalı deney tasarımı tanımlarken bazı aşamalarda eksik kaldıkları görülmüştür. BSB'ne dayalı deney tasarımı düzeylerinin belirlenmesi için her aşama kendi içerisinde değerlendirildiğinde ise adayların büyük çoğunluğunun problem cümlesi belirleme aşamasında deney tasarlanması için uygun, çözülebilir, alan bilgisi ve ifade bakımından doğru problem cümlesi yazabildiği, ancak problem cümlesi için herhangi bir kaynak araştırması yapmadığı görülmüştür. Bu durum öğretmen adaylarının kaynak araştırmasına gereken önemi göstermediklerini ortaya koymaktadır. Oysaki araştıran, sorgulayan bir nesil yetiştirmek için öğretmen adaylarının bu özellikleri öncelikle kendilerinde geliştirmeleri gerekmektedir. Bu nedenle öğretmen adaylarının öğretmen yetiştirme kurumlarında bilimsel sorgulamayı benimseyen bir eğitim almaları (Dariel, Beijaard, Verloop, 2001)

ve ancak kaynak araştırması ile güvenilir, sağlam bir hipotez ortaya koyabileceklerini kavramaları gerekmektedir.

Bununla birlikte, değişkenlerin belirlenmesi aşamasında öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu bağımlı, bağımsız ve kontrol değişkenlerini doğru bir şekilde belirleyebilmişlerdir. Deney tasarımı aşamasında ise öğretmen adaylarının bazı basamakları doğru bir şekilde tasarladıkları ancak bazı noktalarda eksik oldukları tespit edilmiştir. Örneğin, sadece 2 kişideneyde daha güvenilir veriler elde etmeye çalışmış ve sadece 8 kişi deneyine kontrol grubunu dahil etmiştir. Oysaki öğretmen adaylarının 45'i kontrol grubunu doğru belirleyebilmiştir. Dolayısıyla, öğretmen adayları kontrol grubunun ne olduğunu bilmelerine rağmen deneylerinde kullanma gereği görmemişlerdir. Bu durumun öğretmen adaylarının kontrol grubunun önemini kavrayamamış olmalarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Sonuç çıkarma ve tartışma aşamasında ise adayların çoğunun verilerini yorumlayabildiği, ancak sonuçlarını farklı kaynaklarla desteklemediği ya da tartışmadığı görülmüştür. Bu sorunla problem cümlesi belirleme aşamasında da karşılaşmıştır. Dolayısıyla öğretmen adaylarının kaynak taramayı bilmedikleri ya da ihmal ettikleri sonucuna varılabilir.

Bu çalışmanın diğer bir amacı ise fen bilgisi öğretmen adaylarının BSB'ne dayalı deney tasarımıyla ilgili görüşlerinin belirlenmesidir. Adayların görüşleri incelendiğinde pek çok adayın BSB'ne göre deney yapmanın BSB'ni geliştirdiğini belirttiği, ancak kalıcı ve anlamlı öğrenme sağlaması ya da problem çözme becerilerini geliştirmesi gibi bilinen olumlu katkılarından bahseden öğrencilerin sayısının az olduğu görülmüştür. Ayrıca fen öğretimi açısından olumlu yanından bahseden hiç kimsenin olmaması dikkat çekmektedir. Bu durum belki fen bilgisi öğretmen adaylarının BSB ile öğretim programı arasında yeterli bir ilişki kuramamış olmaları ile açıklanabilir (Farsakoğlu vd., 2008).

Öğretmen adaylarının BSB'ni doğru kullanıp kullanmadıkları ile ilgili soruya verdikleri cevaplar her öğretmen adayı için bireysel olmuştur. Her bireyin farklı BSB basamaklarında farklı başarılar veya başarısızlıklar göstermiş olmasının öğrencilerin öğretim geçmişi, kullanılan ölçme aracı gibi sebeplerden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Bununla birlikte, pek çok öğretmen adayı BSB'ye dayalı deneylerin ilköğretim öğrencilerine uygulandığında yararlı olacağını düşünmesine rağmen nasıl bir fayda sağlanacağı konusunda görüş sunanların sayısı çok azdır. Bu sonuca bakarak öğretmen adaylarının BSB ile tasarlanan deneylerin öğrencilere nasıl bir katkı sağlayacağını tam olarak kavrayamadıkları söylenebilir. Benzer bir sonuç Yıldırım, Atila, Özmen ve Sözbilir (2013) tarafından da ortaya konmuş, bazı öğretmen adaylarının BSB'nin bireylere sağladığı yararlar konusunda bilgi sahibi oldukları fakat buna karşın bazılarının bu konuda eksik ve yanlış düşüncelere sahip olduklarını belirtmişlerdir. Son aşamada ise adayların büyük çoğunluğu öğretmen olduklarında BSB'ni kullanarak deney yaptırmak istediklerini belirtirken sadece 4 kişi uygun konularda, 2 kişi ise uygun sınıf seviyesinde yaptıracaklarını ifade etmiştir. Bilişsel gelişimde yaşın önemi ve öğretmen adaylarının bu bilgiyi daha önceki dönemlerde almış oldukları derslerde edinmiş olmaları gerektiği göz önünde bulundurulduğunda, bu cevabın daha çok öğretmen adayı tarafından ifade edilmiş olması gerektiği düşünülmektedir. Bu durum öğretmen adaylarının var olan bilgileri ile yeni edindikleri bilgileri yapılandırmadıkları şeklinde açıklanabilir.

Özetle, öğretmen adaylarına BSB'ne dayalı deney tasarımı yaptırmanın adayların BSB'ne katkısı olduğu görülmüş, ancak buna rağmen bu konuda eksikliklerinin de olduğu ortaya konulmuştur. Benzer sonuçlar, bazı çalışmalarda da belirtilmiştir (Yılmaz- Tüzün ve Özgelen, 2012; Balfakih, 2010; Farsakoğlu vd., 2008). Bu sorunun giderilmesi için öğretmen adayı yetiştiren kurumlarda çeşitli yöntemler kullanılarak BSB'nin geliştirilmesinin sağlanabileceği düşünülmektedir. Örneğin, öğretmen adaylarının sorumlu oldukları laboratuvar derslerinde BSB'ne katkısı olduğu bilimsel metotlarla belirlenen açık uçlu deneyler ve araştırmaya dayalı deneyler (Aydoğdu, Ergin, 2008), grup deney tekniği (Erdoğan, 2010), ya da Tahmin et-Gözle-Açıkla stratejisi (Bilen, Aydoğdu, 2012) kullanılabilir. Ayrıca, sorgulamaya dayalı laboratuvar uygulamalarının da BSB'ne etkisi olduğu bilinmektedir (Duru vd., 2011).

Kaynakça

- Akinbobola, A. O. ve Afolabi, F. (2010). Analysis of Science Process Skills in West African Senior Secondary School Certificate Physics Practical Examinations in Nigeria. *American-Eurasian Journal of Scientific Research*, 5(4), 234-240.
- Aktamış, H. ve Ergin, Ö. (2007). Bilimsel Süreç Becerileri İle Bilimsel Yaratıcılık Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 33(33), 11-23.
- Aydoğdu, B. ve Ergin, Ö. (2008). FenTeknoloji Dersinde Kullanılan Farklı Deney Tekniklerinin Öğrencilerin Bilimsel Süreç Becerilerine Etkileri, *Ege Eğitim Dergisi*, (9)2, 15-36.
- Balfakih, N. M. (2010). The Assessment of The UAE's In-Service and Pre-Service Elementary Science Teachers In The Integrated Science Process Skills. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 3711-3715.
- Bilen, K. ve Aydoğdu, M. (2012). Tahmin Et-Gözle-Açıkla Stratejisine Dayalı Laboratuvar Uygulamalarının Öğrencilerin Bilimsel Süreç Becerileri ve Bilimin Doğası Hakkındaki Düşünceleri Üzerine Etkisi, *University of Gaziantep Journal of Social Sciences*, 11(1), 49-69.
- Bozdoğan, A. E., Taşdemir, A. ve Demirbaş, M. (2006). Fen Bilgisi Öğretiminde İşbirlikli Öğrenme Yönteminin Öğrencilerin Bilimsel Süreç Becerilerini Geliştirmeye Yönelik Etkisi. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7(11), 23-36.
- Chabalengula, V. M., Mumba, F. ve Mbewe, S. (2012). How Pre-Service Teachers' Understand and Perform Science Process Skills. *EJMSTE*, 8(3), 167-176.
- Cotabish, A., Dailey, D. ve Hughes, G. D., Robinson, A. (2011). The Effects of a STEM Professional Development Intervention on Elementary Teachers' Science Process Skills. *Research in the Schools*, 18(2), 16-25.
- Çepni, S., Ayas, A., Johnson, D. ve Turgut, M. F. (1996). Fizik Öğretimi. Ankara: Milli Eğitimi Geliştirme Projesi Hizmet Öncesi Öğretmen Eğitimi Deneme Basımı.
- Dariel, J. H., Beijaard, D. ve Verloop, N. (2001). Professional Development and Reform in Science Education: The Role of Teacher Practice Knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 38 (2), 137-158
- Demir, S. ve Şahin, F. (2015). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Açık Uçlu Deney Oluşturabilme Düzeyleri. *International Journal of Social Science*, 33, 433-442.
- Duru, M. K., Demir, S., Önen, F., Benzer, E. (2011). Sorgulamaya Dayalı Laboratuvar Uygulamalarının Öğretmen Adaylarının Laboratuvar Algısına Tutumuna Ve Bilimsel Süreç Becerilerine Etkisi, M.Ü. *Atatürk Eğitim Fak. Eğitim Bilimleri Dergisi*, 33, 25-44.
- Erdoğan, M. (2010). Gösteri ve Grup Deney Tekniklerinin Bilimsel Süreç Becerilerine, Başarılarına veHatırda Tutma Düzeylerine Etkisi. Yayınlanmamış Y.L.Tezi, S.Ü., Konya.
- Farsakoğlu, C. F., Şahin, Ç., Karslı, F., Akpınar, A. ve Ultay, N. (2008). A Study on Awareness Levels of Prospective Science. *World Applied Sciences Journal*, 4(2), 174-182.
- Gürdal, A. (1997). Fen Öğretiminde Sınıf Öğretmenliği Öğrencilerinin Fen Dersine Karşı Tutumları ve Fen Öğretiminde Entegrasyonun Önemi. *M.Ü. Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 9, 237-253.
- Gürdal, A., Şahin, F. ve Çağlar, A. (2001). Fen Eğitimi İlkeler, Stratejiler ve Yöntemler, İstanbul, Marmara Üniversitesi Yayınları.
- Harlen, W. (1999). Purposes and Procedures for Assessing Science Process Skills. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 6(1), 129-144.
- Huppert, J., Lomask S. M. ve Lazarorcitz, R. (2002). Computer Simulations in the High School: Students' Cognitive Stages, Science Process Skills and Academic Achievement in Microbiology. *International Journal of Science Education*, 24(8), 803-821.

- Işık, A. ve Nakiboğlu, C. (2012). Sınıf Öğretmenleri İle Fen ve Teknoloji Dersi Öğretmenlerinin Bilimsel Süreç Becerileri İle İlgili Durumlarının Belirlenmesi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11(2),145-160.
- Karslı, F., Yaman, F. ve Ayas, A. (2010). Prospective Chemistry Teachers' Competency of Evaluation of Chemical Experiments in Terms of Science Process Skills. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 778-781.
- Keil, C., Haney, J. ve Zoffel, J. (2009). Improvements in Student Achievement and Science Process Skills Using Environmental Health Science Problem-Based Learning Curricula. *Electronic Journal of Science Education*, 13(1).
- Macaroğlu, E. (1995). İlköğretim Kurumlarında Fen Bilgisi Programlarının Etkinliği (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Marmara Üniversitesi, Sosyal Bil. Ens., İstanbul.
- Monhardt, L. ve Monhardt, R. (2006). Creating a Context for The Learning of Science Process Skills Through Picture Books. *Early Childhood Education Journal*, 34(1), 67-71.
- Rowland, P., Stuessy, C. L. ve Vick, L. (1987). Basic Science Process Skills: An inservice workshop kit. [Workshop manual]. Retrieved from ERIC database. (ED282773)
- Saka A., (2012). "Öğretmen Adaylarının Nedensel Süreç Becerileri Açısından Değerlendirilmesi", X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Niğde, Türkiye, 27-30 Temmuz.
- Taşçı, G. ve Soylu, M. (2015). Sınıf Öğretmenlerinin Fen Öğretim Programına Yönelik Görüşlerinin Biyoloji Konuları Bakımından Değerlendirilmesi: Erzincan Örneği, *Erzincan Ü. E.F.Dergisi*, 17(1), 55-72.
- Temiz, B. K. ve Tan, M. (2003). İlköğretim Fen Öğretiminde Temel Bilimsel Süreç Becerileri. *Eğitim ve Bilim*, 28(127).
- Türk, S. (2010). İlköğretim Fen Bilgisi Öğretmenlerinin Laboratuvar Yeterliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü
- Türkmen, H. ve Kandemir, E. M. (2011). Öğretmenlerin Bilimsel Süreç Becerileri Öğrenme Alanı Algıları Üzerine Bir Durum Çalışması. *Journal of European Education*, 1(1), 15-24.
- Üstüner, I. Ş. ve Sancar, M. (1999). Lise öğrencilerinin fizik kavramlarını anlama düzeylerini ve tutumlarını etkileyen faktörlerin değerlendirilmesi. *DEÜ Buca Eğitim Fakültesi Dergisi, Özel Sayı*, 339-347.
- Valentino, C. (2006). Developing Science Skills, <http://www.eduplace.com/science/profdev/articles/valentino2.html>. Erişim Tarihi: 20 Haziran 2016.
- Yandila, C. D. ve Komane, S. S. (2004). Acquisition of Scientific Process Skills in Botswana General Certificate Secondary Education Science. *The Journal of the International Council of Associations for Science Education*, 16(4), 333-344.
- Yang, K. Y. ve Heh, J. S. (2007). The Impact of Internet Virtual Physics Laboratory Instruction on the Achievement in Physics, Science Process Skills and Computer Attitudes of 10th-Grade Students. *Journal of Science Education and Technology*, 16(5), 451-461.
- Yıldırım, M., Atila, M. E., Özmen, H. ve Sözbilir, M. (2013). The Preservice Science Teachers' Views About the Developing Science Process Skills. *Mersin U. Journal of Faculty of Education*, 9(3), 27-40.
- Yılmaz-Tüzün, Ö. ve Özgelen, S. (2012). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Bilimsel Süreç Becerilerini Uygulama Hakkındaki İnançları: Bir Durum Çalışması. *Eğitim ve Bilim*, 37(164).

Extended Summary

This study aims to investigate the prospective science teachers' (PSTs) levels of experimental design based on science process skills (SPS) about enzyme activities, and views on experimental design based on SPS. The study group is composed of 50 students (35 girls, 15 boys) from a university in Turkey. Qualitative case study approach was used in this study. The case in this study is PSTs' experimental design based on scientific process skills, and their views about these designs.

Based on the literature on SPS, a quantitative evaluation form was generated to measure PSTs' experimental design level. It includes totally 38 items in six categories, which are stating problem, developing a hypothesis, defining variables, designing an experiment, drawing a graph or table and presenting the results, and making interpretation. In addition, a form composed of 7 open-ended questions was generated to discover the PSTs' views on experimental design. To ensure the reliability and validity of the findings some strategies were used in this study. For example, the process of data analysis was explained in detail, by presenting examples from codes and quotations of the participants. In addition, content analysis was conducted to analyze the data.

Initially, PSTs were trained about how an experiment based on SPS can be designed with an example of laboratory report. Then, PSTs designed their experiments and tested them individually in laboratory environment. Finally, they prepared a report about their experimental designs and they filled a form which consists of seven open-ended questions about their views on experimental design based on science process skills. Findings of the study was considered in two main parts which are namely levels of experimental design based on SPS about enzyme activities; and views on experimental design based on SPS.

In the first part, PSTs' mean scores from each step were examined. Accordingly, their success was highest at defining variables step. Followingly, developing hypothesis and stating the problem steps were higher than the remaining. However, the lowest success was estimated in the step of drawing and interpreting the tables or graphs. When looking to scores on the category of developing hypothesis, it is seen that independent variable was included while developing hypothesis, and the hypothesis was written to solve the problem and was correct in terms of content knowledge. Also, alternative and null hypotheses were stated correctly. With respect to the scores on the category of defining variables, it was seen that a great majority of PSTs stated independent, dependent and control variable correctly. When it comes to scores on the category of designing experiment, most of the PSTs correctly mentioned how to change the independent variable and conduct the process steps in turn. However, they obtained low scores on making at least three attempts to get reliable data, including control group into the experiment and mentioned about the basic concepts in the experiment. In terms of scores on the category of drawing graph/table and interpreting data, half of the PSTs used appropriate table and graphs such as pie chart, bar graph, and line chart. However, a few of them wrote title of the table and stated the units of the dependent and independent variables correctly. When the scores on category of making conclusion and discussion were examined, it is seen that most of the PSTs interpret their results considering their hypothesis and make explanation about problem. However, a few of them supported their findings with different sources.

In the second part, when the definitions of the PSTs about experimental design were examined, it is seen that definitions were related to determining hypothesis, defining problem, and describing variables. Similarly, PSTs also obtained highest scores on these categories. Therefore, it can be said that these categories were remembered. Additionally, a few PSTs' definitions included drawing tables and graphs and this category had lowest scores of PSTs. Therefore, it can be said that the most problematic part in designing experiments for the PSTs was drawing tables and charts. Considering positive aspects of the experiments, most of PSTs stated science process skills' enhancing effect. Other positive aspects were providing permanent and meaningful learning; developing the problem-solving skills and scientific thinking skills, and inquiry skills. On the other hand, as negative aspect, they expressed the insufficiency of time and materials. In terms of views

on designing experiments, PSTs stated that they enjoyed in every step while conducting their experiment. However, some of them had difficulties in writing the hypothesis and drawing graphs and tables. In terms of findings related to correct use of the experimental design, nearly half of the prospective teachers stated that they used SPS correctly; and nearly half of them stated that they used correctly despite of lacking some parts. Findings related to influence of experimental design on experimental process skills showed that PSTs gained experience especially about designing and applying experiment and learned how they can conduct these experiments to their students. In addition, PSTs stated that designing experiments based on science process skills is useful and they will make students do these experiments if the students' level and topics are appropriate.