

## Fen Bilgisi Öğretmenliği Lisans Öğrencilerinin Açık Uçlu Deneylere İlişkin Görüşleri: Deney Günlükleri

### Science Teacher Education Undergraduate Students' Opinions About Open-Ended Experiments: Experiment Diaries

Özlem ERYILMAZ MUŞTU\*

Hülya ERTAŞ KILIÇ\*\*

Ahmet İlhan ŞEN\*\*\*

**Öz.** Yapılış amaçlarına göre deneyler, kapalı uçlu deneyler, açık uçlu deneyler ve hipotez test etme deneyleri olmak üzere üç ana grupta toplanabilir. Açık uçlu deneylerde öğrenciye sadece kullanılan araç-gereçler ve deneyin amacı verilir. Deneyin aşamaları, deney düzeneğinin kurulması, verilerin toplanması, yorumlanması ve sonuçların bulunması öğrenciye bırakılır. Çalışmada fen bilgisi öğretmenliği lisans öğrencilerinin açık uçlu deneylere ilişkin düşüncelerinin deney günlükleri yardımıyla belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma, Fen bilgisi öğretmenliği 2.sınıfta öğrenim görmekte olan 40 öğrencinin katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Öğrencilerle 6 hafta süresince geometrik optik konusu ile ilgili açık uçlu deneyler yapılmıştır. Her deney sonrasında öğrencilerden deneye hazırlanma ve deney yapma aşamaları ile ilgili görüşlerini deney günlükleri aracılığı ile ifade etmeleri istenmiştir. Uygulama süreci sonunda 7 öğrenci ile yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Veriler nitel analiz yapılarak kategorilere ayrılmış ve frekans değerleri elde edilmiştir. Elde edilen bulgulardan öğrencilerin deneyin teorisini anlamakta sıkıntı çekmedikleri, ancak tasarladıkları deneylerin düzeneklerinin kurulmasında, uygulama sırasında özellikle veri almada problem yaşadıkları söylenebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Açık uçlu deney, fizik laboratuvarı, deney günlükleri, fen bilgisi öğretmenliği lisans öğrencileri.

**Abstract.** Depending on their purpose, experiments can be classified into three main groups: closed-ended experiments, open-ended experiments and hypothesis testing experiments. In open-ended experiments, the student is given only the tools-equipment and the purpose of the experiment. The stages of the experiment, establishment of the experimental set-up, data collection, interpretation and elicitation of the results are completely left to the student's discretion. In the current study, it is aimed to determine the science teacher education undergraduate students' opinions about open-ended experiments through experiment diaries. The study was conducted with the participation of 40 second-year students attending the department of science teaching. Open-ended experiments were performed by the students about the topic of geometric optic for 6 weeks. After each experiment, the students were asked to express their opinions about the stages of preparation and implementation of the experiment via their experiment diaries. At the end of the application, semi-structured interviews were conducted with 7 students. The data were categorized through qualitative analysis and frequency values were obtained. The findings of the study revealed that the students did not experience difficulties in understanding the theory of the experiment; yet, they had some problems in the establishment of the experimental set-up for the experiment they had designed, in the implementation and particularly in collecting data.

**Keywords:** Open-ended experiment, physics laboratory, experiment diaries, science teacher education undergraduate students.

#### Toplumsal Mesaj.

Bu çalışmada fen bilgisi öğretmenliği bölümünde öğrenim gören öğrencilerin açık uçlu deney yöntemine ilişkin düşünceleri deney sonrasında yazdıkları günlükler aracılığıyla belirlenmeye çalışılmıştır. Aynı zamanda öğrencilerle görüşmeler yapılmıştır. Araştırma sonucunda öğrencilerin süreç içerisinde zorlanmış olmalarına rağmen, bu tarz uygulamaların gerekli olduğunu, özgüvenlerinin, sorgulama ve iletişim becerilerinin geliştirdiğini düşündükleri belirlenmiştir.

#### Public Interest Statement.

The current study aimed to determine the pre-service science teachers' opinions about the open-ended experiment method by means of the experiment diaries they wrote after the completion of the experiment. At the same time, interviews were conducted with some students. At the end of the study, it was determined that though the students experienced difficulties during the process, they are of the opinion that such applications are necessary as they develop their self-confidence, questioning and communication skills.

\* Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-5125-0873>, Dr. Öğrt. Üyesi, Aksaray Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Fen Bilgisi Eğitimi ABD, [ozlemeryilmaz@gmail.com](mailto:ozlemeryilmaz@gmail.com)

\*\* Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0001-9683-3186>, Dr. Öğrt. Üyesi, Aksaray Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Fen Bilgisi Eğitimi ABD, [ertashulya@gmail.com](mailto:ertashulya@gmail.com)

\*\*\* Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-9913-8573>, Prof. Dr., Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Fizik Eğitimi ABD, [ailhan@hacettepe.edu.tr](mailto:ailhan@hacettepe.edu.tr)

## 1. GİRİŞ

Öğrencilerin, öğrenme ortamı içerisinde aktif rol almaları ve önceki bilgileri ışığında yeni öğrendiklerini zihinsel süzgeçlerinden geçirerek anlamlı hale getirmeleri önemlidir (Akpınar ve Yıldız, 2006). Laboratuvar uygulamaları fen biliminin öğreniminde, etkin, anlamlı ve kalıcı öğrenme ortamı oluşturma açısından büyük önem taşımaktadır (Akdeniz ve Karamustafaoğlu, 2003). Çepni, Ayas, Johnson ve Turgut (1997) laboratuvar çalışmalarının; muhakeme etmede, eleştirel düşünmede, bilimin doğasını anlamada, işlem yeteneklerinde, teorik bilgilerini uygulamada, el becerilerini geliştirmede, sonuçlardan genellemelere ulaşmada yarar sağladığını ifade etmektedir. Laboratuvar çalışmalarının genel olarak amaçları arasında; teorik olarak fen derslerinde öğrenilen bilgilerin laboratuvar deneylerle desteklenme becerisinin kazandırılması, öğrencilerin buluş yapmasını sağlayarak psikomotor becerilerinin gelişmesinin sağlanması bulunmaktadır. Aynı zamanda öğrencilerin elde ettikleri bilgileri günlük yaşamda kullanılabilirliğini fark edebilmeleri, öğrencilerin yaratıcılıklarının artırılması, öğrencilerin doğaya ve canlılara karşı olumlu tutumlar geliştirmesi ve ilgilerinin artırılması, öğrencilerin iletişim becerilerinin geliştirilmesi amaçlanmaktadır. (Bayraktar, Erten ve Aydoğdu, 2006).

Laboratuvar çalışmalarının Fen bilimleri öğretimindeki öneminin yanı sıra laboratuvar kullanılan tekniklerin de ayrı bir önemi olduğu söylenebilir (Aydoğdu ve Ergin, 2008). Bu teknikler iyi derecede yapılandırılmış, öğretmen merkezli deneylerin uygulanmasından açık uçlu ve araştırmaya dayalı deneylere doğru değişim göstermektedir (Hofstein ve Mamlok-Naaman, 2007). Laboratuvar yürütülen deneyler de bu tekniklere bağlı olarak problemin verilip verilmemesine, amaca ve deneyde izlenecek işlem basamaklarının öğretmen ya da öğrenciler tarafından yürütülmesine göre çeşitlenmektedir.

Deneyler genellikle; yapılış şekillerine göre, yapılış amacına göre ve yapılış zamanlarına göre olmak üzere üç ana grupta toplanmaktadır. Yapılış şekillerine göre deneyler; gösteri deneyleri, bireysel deneyler ve grup deneyler olarak sınıflandırılırken, yapılış amacına göre deneyler; kapalı uçlu deneyler, açık uçlu deneyler ve hipotez test etme deneyleri olarak gruplandırılmaktadır. Yapılış zamanına göre deneyler ise; konu öncesinde yapılan deneyler, konu işlenmesi sırasında yapılan deneyler ve konu sonrasında yapılan deneyler olarak sıralanabilir (Çepni ve Ayvaci, 2005). Konu ile ilgili kavram, bilgi, teori ya da yasaların öncelikle derste öğretilip, sonrasında bu bilgilerin deney yoluyla ispatlanmasına dayalı deneyler kapalı uçlu deneyler olarak adlandırılmaktadır. Öğrenciye deneyin amacı, deneyde kullanılacak araç gereçler, deneyde gerçekleştirilecek işlem basamakları ve elde edilecek sonuçlar deney kılavuzlarında verilmektedir (Bayraktar vd., 2006). Açık uçlu deneylerde; öğrencilere bir problem, konu, kavram ya da teorem verilerek öğrencinin deneyi kendisinin hazırlaması sağlanmaktadır. Deneyin aşamaları, deney düzeneğinin kurulması, elde edilen verilerin toplanması, yorumlanması ve ulaşılabilecek sonuçların bulunması tamamen öğrenciye bırakılır. Bu nedenle açık uçlu deneylerde öğrencilerin psikomotor becerilerinin gelişimi yanında bazı davranışları da geliştirmesi beklenir. Bu davranışlar arasında; düşünme, karar verme, verdiği kararlar doğrultusunda özgün uygulamalar yapabilme ve bulgular elde ederek sonuçlar çıkarabilme sayılabilir (Çepni ve Ayvaci, 2005). Hipotez test etme deneyleri ise araştırmaya ve bilimsel süreç becerilerini geliştirmeye yöneliktir. Öğrenciler kendileri deney düzeneğini kurar, deneyi yapar, verileri kaydeder ve analiz eder. Elde ettiği sonuçları yorumlayarak kurduğu hipotezi kabul eder ya da reddeder (Bayraktar vd., 2006).

Taiwan'da 8. sınıf öğrencilerinin laboratuvar öğrenme ortamı ile ilgili yapılan bir çalışmada, öğrencilerin ifadelerinde, laboratuvar deneyimlerinin bilimsel kavramları daha iyi anlamaya yardımcı olduğunu ve bilimsel süreçlerin kavranmasında kolaylık sağladığına yer verdikleri görülmektedir (Tsai, 1999). Gangoli ve Gurumuthy (2007) laboratuvar geleneksel yaklaşım ile açık uçlu yaklaşımı karşılaştırdıkları çalışmalarında, açık uçlu yaklaşımın öğrencilerin bilişsel becerilerini ve laboratuvar becerilerini daha çok geliştirdiğini, bununla birlikte yaratıcılıklarının geliştirilmesinde ise yaklaşımlardan birinin diğerine herhangi bir üstünlüğünün olmadığı sonucuna ulaştıkları görülmektedir. Roth (1994), bir fizik laboratuvarının açık uçlu deneylerle yürütülmesi gerektiğini,

deneylerin araştırma sorusu tasarlama, hikâyeleştirilmiş açıklamalar ve sonucuna öğrencilerin kendilerinin ulaştığı aşamaları içeren bir yapıda olması gerektiğini vurgulamaktadır. Akpınar ve Yıldız (2006), açık uçlu deney tekniğinin öğrencilerin laboratuvara yönelik tutumlarına etkisini araştırdıkları çalışmalarında, öğrencilerin laboratuvarın önemine ve gerekliliğine ilişkin tutumlarının olumlu yönde geliştiği sonucuna ulaşmışlardır. Turgut vd. (2009) gerçekleştirdikleri çalışmada, öğretmen adaylarının açık uçlu laboratuvar uygulamalarını algılayış biçimleri ve süreçle ilgili değerlendirmelerini araştırmışlardır. Genel Fizik I Laboratuvarı dersinde yürütülen çalışmada verilerin analizi sonucunda öğretmen adaylarının algılarının; karşılaşılan zorluklar, elde edilen kazanımlar, laboratuvar ortamı önerileri ve benzer uygulamalara ilişkin tercihleri olduğu görülmüştür.

Fen derslerinde hangi laboratuvar yaklaşımı tercih edilirse edilsin, deneysel aktivitelerin amacına ulaşabilmesi için gerekli temel beceri bilimsel süreç becerileridir. Derslerde öğretmenlerin öğrencileri deney yapma, gözlem, araştırma ve incelemeye yönlendirmesi bu bilimsel süreç becerilerin gelişmesini sağlar. Bu becerilerin gelişmesi deneylerin konuyla ilişkilendirilmesine katkı sağladığı gibi kavramların zihinde yapılandırılmasına da yardımcı olur. Başka bir deyişle deney yapma ve bilimsel süreç becerilerini geliştirme iç içe geçmiş bir süreçtir (Tan ve Temiz, 2003). Özellikle zengin içerikli deneyler ve açık uçlu deneylerin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirebilecek nitelikte olduğu söylenebilir. Temel eğitimde verilen fen eğitimi ilköğretim öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerinin gelişiminde oldukça önemlidir. Muşlu Kaygısız, Benzer ve Uçar (2017), fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerine dayalı deney tasarlama düzeylerini ve bu deney tasarımları hakkında adayların görüşlerini belirlemek istedikleri çalışmalarında, öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerileri ile tasarlanan deneylerin öğrencilere nasıl bir katkı sağlayacağını tam olarak kavrayamadıkları sonucunu ortaya koymaktadır. Fen eğitimi verecek olan öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerini içeren açık uçlu deneyleri tasarlayabilme ve planlayabilme yeterliliklerine sahip olmaları, ayrıca bunun öğrencilere sağlayacağı katkıyı ve önemi kavrayabilmeleri gerekmektedir. Aynı zamanda öğretmen adaylarının, mesleğe atıldıklarında hayata geçirecekleri uygulamalarda bireysel bakış açılarının ve deneyimlerinin büyük oranda belirleyici olacağı söylenebilir. Dolayısıyla uygulanan yöntem önemli olduğu kadar, öğretmen adaylarının uygulanan süreç ile ilgili deneyimleri üzerinden yapacakları yansımalar ve yöntemi kullanma tercihleri de bir o kadar önemlidir (Turgut vd., 2009). Bu nedenle bu çalışmada fen bilgisi öğretmenliği öğrencilerinin uygulanan yöntem ve deney aşamalarında yaşadıkları zorluklara ilişkin düşünceleri, öğrenciler tarafından yazılan deney günlükleri ile belirlenmek istenmiştir. Bu çalışmada, fen bilgisi lisans 2. sınıf öğrencilerinin geometrik optik konusu ile ilgili planlayıp uyguladıkları açık uçlu deneylere ilişkin görüşleri belirlenmeye çalışılmıştır.

## 2. YÖNTEM

Fen bilgisi öğretmenliği lisans öğrencilerinin fizik laboratuvarında açık uçlu deneyler uygulanmasına ilişkin görüşlerinin belirlenebilmesi amacıyla yapılan bu nitel çalışmada durum çalışması desenlerinden bütüncül tek durum deseni kullanılmıştır. Durum çalışmasında belirli bir durumun derinlemesine incelenerek, detaylı sonuçlarının incelenmesi amaçlanmaktadır. Nitel araştırmalardan durum çalışmasında, bir duruma ilişkin çeşitli etmenlerin etkisi ya da durumun başka durumlardan nasıl etkilendiği incelenir (Kıncal, 2010). Çalışmada da fen bilgisi öğrencilerinin laboratuvar derslerde açık uçlu deneyler uygulanmasına yönelik düşüncelerini incelenmek amacıyla bu desen kullanılmıştır. Bu amaçla çalışmada veri toplama aracı olarak öğrencilerin deney günlükleri kullanılmıştır. Günlükler öğrencilerin deney sürecini yansıtan birer doküman olması sebebiyle çalışmada veri toplama yöntemi olarak nitel araştırma yöntemlerinden doküman analizi yöntemi kullanılmıştır. Doküman incelemesi araştırılmak istenen olay veya olgular hakkında yazılı kaynakların derinlemesine analiz edilmesidir (Yıldırım ve Şimşek, 2016). Olay veya olgular gerçekleşirken oluşan veriler doğal veya dolaylı kaynaklar olmak üzere iki farklı şekilde gerçekleştirilebilir. Araştırma sürecinde öğrencilerin tuttukları günlüklerden elde edilen veriler, bilinçli

olarak tutulmuş özel kayıtlar olması ve kaydı tutan katılımcının bakış açısını kayıtlara yansıtması sebebiyle dolaylı kaynaklardan oluşmuştur (Seggie ve Bayyurt, 2015). Araştırma sonuçlarının geçerliğini ve güvenilirliğini arttırmak için farklı yöntemlerle (görüşme, gözlem, doküman analizi vb.) elde edilen veriler birbirini teyit etmek amacıyla kullanılabilir (Yıldırım ve Şimşek, 2016). Araştırma sonuçlarının güvenilirlik ve geçerliğini sağlamak amacıyla uygulama süreci sonunda çalışma grubundan homojen olarak seçilen yedi öğrenci ile yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Uzman incelemesi, araştırmacının yaklaşımının geçerliğini değerlendirmek, sonuçlara ulaşma ve yorum aşamalarının geçerli ve güvenilir olmasına katkıda bulunmaktadır. Bu inceleme bir değerlendirme toplansı ile de yapılabilmektedir. Bu toplantıda tüm süreçler, veriler ve ulaşılan sonuçlar alan uzmanları ile birlikte değerlendirilir (Yıldırım ve Şimşek, 2016). Çalışma sonunda araştırma süreci, elde edilen veriler ve sonuçlar iki fizik eğitimi uzmanı tarafından değerlendirme toplantısı yöntemi kullanılarak incelenmiştir.

## 2.1 Çalışma Grubu

Çalışma, bir devlet üniversitesinin eğitim fakültesinin fen bilgisi öğretmenliği bölümünde 2. sınıfta öğrenim görmekte olan 40 öğrencinin katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışma grubunun oluşturulmasında amaçlı örnekleme yöntemlerinden ölçüt örnekleme kullanılmıştır. Amaçlı örnekleme, çalışmanın amacına bağlı olarak uygun durumların seçilerek derinlemesine araştırma yapılmasına olanak sağlar (Büyüköztürk vd., 2008). Ölçüt örnekleme araştırmacının önceden belirlediği bir dizi ölçüt doğrultusunda örneklem birimlerini oluşturmasıdır (Baş ve Akturun, 2017). Araştırmanın çalışma grubu belirlenirken araştırmaya katılan adayların daha önce optik laboratuvarı ile ilgili ders almamış olmasına dikkat edilmiştir. Çalışma başlamadan önce katılımcılar, çalışmanın konusu ve süreci ile ilgili bilgilendirilmiş ve deney günlüklerinin araştırma dokümanı olarak kullanılabilmesi için kendilerinden izin alınmıştır. Çalışmanın verileri 40 öğrenci günlüğü ve 7 öğrenci ile yapılan yarı-yapılandırılmış görüşmelerden elde edilmiştir.

## 2.2 Veri Toplama Araçları

Veriler, öğrencilerin her hafta deney sürecinde yazdıkları deney günlükleri ve yarı yapılandırılmış görüşmeler aracılığıyla elde edilmiştir. Günlükler öğretmenler için gelişimsel bir değerlendirme aracıdır ve öğrencilerin derse ilişkin performanslarını geliştirmede ihtiyaç duyulan dönütlerin elde edilmesine olanak tanır (Erduran- Avcı, 2008). Alan yazında yer alan günlükler incelenmiş ve araştırma sürecinde etkili ve verimli kullanılacak bir günlük yapısı oluşturulmuştur. Öğrencilerden her deney sonrasında deneyin planlanması, yürütülmesi ve sonuçlandırılması aşamalarında zorlandıkları ve onlara kolay gelen aşamaları deney günlükleri aracılığı ile ifade etmeleri istenmiştir. Her hafta uygulama yapıldıktan sonra öğrencilerin deney günlüklerini oluşturmaları sağlanmıştır. Deneyin planlanması, yürütülmesi ve sonuçlandırılması aşamalarının içerdiği başlıklar aşağıdaki şekilde hazırlanmıştır.

1. Deneyin planlanması aşaması; deneyin adı-amacı-kullanılacak araç gereçler, takip edilecek işlem basamaklarının belirlenmesini içermektedir.
2. Deneyin yürütülmesi aşaması; deney düzeneğinin kurulması, deneyde istenilen verilerin toplanması ve uygun şekilde veri çizelgesinin oluşturulmasını içermektedir.
3. Deneyin sonuçlandırılması aşaması; deney sırasında öğrenciler tarafından kaydedilen verilerin analizi, sonuçlandırılması ve yorumlanmasını içermektedir.

Ayrıca öğrencilerin uygulanan yöntemle ilgili düşünceleri görüşmeler aracılığıyla belirlenmek istenmiştir. Uygulama sonunda öğrencilerle yapılan görüşmelerde, yöntem ve deney aşamalarında yaşadıkları zorlukları ve yöntemle ilişkin düşüncelerini genel olarak ifade etmeleri istenmiştir. Görüşme soruları hazırlanırken öğrencilerin oluşturdukları deney günlüklerinden yola çıkılarak aşağıdaki sorular oluşturulmuştur:

1. Uygulanan yöntemde diğer fizik laboratuvarlarında uygulanan yöntemle göre herhangi bir farklılık var mı? Varsa bu farklılığı açıklayabilir misiniz?
2. Deneylerle ilgili föyleri hazırlarken en çok zorlandığınız aşama hangisidir? Açıklayabilir misiniz?

3. Föy hazırlarken size en kolay gelen aşaması hangisidir? Neden?
4. Laboratuvarında deneyi yaparken en çok nerede zorlanıyorsunuz? Neden?
5. Deneyi yaparken en çok keyif aldığınız size kolay gelen bölüm hangisidir? Neden?
6. Laboratuvarında uygulanan bu yöntemin sizin için faydası var mıdır? Varsa açıklayabilir misiniz?

### 2.3 Uygulamanın Yapılması

Öğrencilerle genel fizik laboratuvarı III dersi kapsamında 6 hafta süreyle geometrik optik konusu ile ilgili 7 farklı açık uçlu deney yapılmıştır. Her deney öncesinde öğrencilere bir sonraki derste yapacakları deneyin konusu verilmiş ve öğrencilerin deney föylerini kendilerinin hazırlayarak derse getirmeleri istenmiştir. Uygulama süresince ilk olarak öğrencilerin hazırladıkları deney föyleri fizik eğitiminde uzman iki araştırmacı tarafından kontrol edilmiştir. Deney föyleri kontrol edilirken;

- Deneyin adı ve amacı konu ile uyumlu mu?
- Deneyin işlem basamakları belirlenmiş mi?
- Kullanılacak araç gereçler tasarlanan deneyle uyumlu mu?

araştırmacılar tarafından incelenerek onay verilmiştir.

Deney föyleri kontrol edilen öğrenciler, laboratuvarında kendi hazırladıkları föylerdeki deney düzeneklerini kurarak, deneylerini gerçekleştirmişlerdir.

Öğrencilerle 6 hafta süreyle gerçekleştirilen deneylere ait konu başlıkları şu şekilde sıralanabilir:

- Yansıma kanunları
- Düzlem aynada görüntü oluşumu ve kesişen aynalar
- Çukur aynada / Tümsek aynada ışınlar ve görüntü oluşumu
- Kırılma kanunları
- İnce kenarlı/ Kalın kenarlı mercekte ışınlar ve görüntü oluşumu

Öğrencilerden 6 hafta süreyle gerçekleştirdikleri 7 farklı deney için deneylerin uygulama işlem basamaklarının benzerliğine dikkat edilerek 4 günlük sayfası oluşturmaları istenmiştir. Deneyini tamamlayan her bir öğrenci kendisine ait deney günlüğünü oluşturmuştur.

### 2.4 Verilerin Analizi

Veri toplama araçlarından elde edilen veriler, nitel veri analiz yöntemleri kullanılarak analiz edilmiştir. Öğrencilerin deney günlüklerinden elde edilen veriler, nitel veri analiz yöntemlerinden doküman analizi yöntemi kullanılarak doğru kavram ve ilişkilere ulaşabilmek için betimsel analiz ile incelenmiştir. Betimsel analiz, bir çalışmada elde edilen verilerin daha önceden belirlenen temalara göre özetlenmesi ve yorumlanmasıdır (Yıldırım ve Şimşek, 2016). Bu nedenle her bir deney günlüğü tek tek incelenerek elde edilen veriler açık uçlu deneylerin planlanması, yürütülmesi ve sonuçlandırılması olmak üzere üç ana kategori altında incelenmiştir. Her ana kategori için deney günlüklerinde incelenmek istenilen durumlar ile ilgili alt kategoriler oluşturulmuştur. Öğrencilerin deney günlükleri incelenerek her bir alt kategori kolay, zor olarak değerlendirilmiştir. Öğrencilerin kolay veya zor olarak ifade etmedikleri durumlarda ya da günlüklerde belirlenen kategori ile ilgili ifade yazmadıkları durumlar için diğer kategorisi oluşturulmuştur. Böylece araştırmada kullanılan günlükler yardımıyla, uygulanan açık uçlu deney yöntemine ilişkin, öğrencilerin olumlu ve olumsuz düşünceleri belirlenmiştir. Betimsel analizde, görüşülen ya da gözlenen bireylerin görüşlerini çarpıcı bir şekilde yansıtmak amacıyla doğrudan alıntılara da sık sık yer verilir (Yıldırım ve Şimşek, 2016). Bulgular öğrencilerin verdiği cevaplardan örnek ifadelerle desteklenmiştir. Her bir öğrenci için bir kod numarası verilmiştir.

Öğrencilerin deney günlüklerinden elde edilen bulguları desteklemek ve veri çeşitliliğini arttırmak amacıyla uygulama süreci sonunda yedi öğrenci ile gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen verilerin analizinde, betimsel analiz yöntemi kullanılmıştır.

### 3. BULGULAR

#### 3.1 Deney Günlüklerinden Elde Edilen Bulgular

##### 3.1.1 Düzlem Aynada Görüntü Oluşumu ve Kesişen Aynalar Deneyine Ait Bulgular

Düzlem aynada görüntü oluşumu ve kesişen aynalar deneylerine ait öğrenci görüşlerinin analizi sonucunda elde edilen frekans değerleri Tablo 1'de sunulmuştur.

**Tablo 1.** Düzlem Aynada Görüntü Oluşumu ve Kesişen Aynalar Deneylerine İlişkin Frekans Değerleri

	Kolay f	Zor f	Diğer f	Toplam f
Deneyin planlanması				
Deney konusuna uygun ad ve amaç belirleme	4	19	17	40
Konuya uygun teorik bilgiyi araştırabilme ve anlayabilme	9	10	21	40
Deneyde kullanılacak araç-gereçleri belirleme	9	2	29	40
Deneyin işlem basamaklarını belirleme	8	5	27	40
Deneyin yürütülmesi				
Deney düzeneğini kurabilme	9	11	20	40
Deneyde veri toplayabilme	10	14	16	40
Deneyin sonuçlandırılması				
Verileri analiz edebilme	10	6	24	40
Sonuca ulaşabilme	10	6	24	40
Sonuçlarını yorumlayabilme	10	7	23	40

Tablo 1'de görüldüğü gibi deneyin planlanması aşamasında öğrencilerin en çok deneyin konusuna uygun ad ve amaç belirlemede daha sonra, konuya uygun teorik bilgiyi araştırabilme ve anlayabilme aşamasında zorlandıkları görülmektedir. Ö<sub>32</sub>'nin günlüğünde yer alan "Fizik laboratuvarında amacı yazmakta zorlanıyordum. Neyi ne derece doğru yaptığımı saptamakta zorlanıyorum. Kısacası düşünemiyorum ben günlük, çabalıyorum." ifadesi bu bulguyu desteklemektedir. Tablo 1 incelendiğinde öğrencilerin, deneyde kullanılacak araç gereçleri belirleme ve deneyin işlem basamaklarını belirlemede sıkıntı yaşamadıkları söylenebilir. Deneyin yürütülmesi ve sonuçlandırılması aşamasında ise öğrencilerin deney düzeneğini kurabilme ve deneyde veri toplayabilmede, diğer aşamalar olan verileri analiz edebilme, sonuca ulaşabilme ve sonuçları yorumlayabilmeye göre daha fazla zorlandıkları görülmektedir. Bu duruma öğrencilerin günlüklerinden Ö<sub>7</sub>'nin "Deney föyünü kendimiz hazırlamaya başladığımızdan beri deneyleri daha istekli yapmaya başladık. Fakat deneyin yapılışında yetersiz kalıyoruz, zorlanıyorum." şeklindeki ifadesi örnek gösterilebilir. Ayrıca Ö<sub>9</sub> "Deneyi uygularken zorlanıyorum. Föyü kendimiz hazırlamamız faydalı oluyor." ve Ö<sub>8</sub> ise "Bu deneyi tasarlarken çok zorlandım. Ama kendi deneyimizi yapıyoruz. Mutluyum." şeklinde duygularını ifade etmiştir. Ö<sub>7</sub>'nin, Ö<sub>8</sub> ve Ö<sub>9</sub>'un ifadelerinden yöntemin öğrencileri zorlamasına rağmen öğrencilerin süreçten hoşnut oldukları sonucuna ulaşılmaktadır. Bazı öğrenciler, bu yöntemle deneyde zorlanmayıp kendi eksikliklerini fark ettiğini belirtmişlerdir. Örneğin Ö<sub>12</sub>'nin günlüğündeki "Kolay bir deneydi zorluk çektiğim hiçbir nokta olmadı. Eksikliklerimi de gördüm. Keyifliydi." ifadesi bunu destekler niteliktedir. Ayrıca Tablo1 incelendiğinde yazılan günlüklerde öğrencilerin çoğunlukla araştırmacılar tarafından belirlenen kategoriler dışında ifadeler yazdığı ya da bu kategorileri kolay veya zor olarak ifade etmedikleri belirlenmiştir. Öğrencilerin günlüklerindeki örnek ifadelerinden deneyin farklı basamaklarında zorlanmış olmalarına rağmen bu deney için uygulanan yöntemin faydalı olduğunu düşündükleri görülmektedir. Öğrencilerin

deney sürecinden keyif aldıkları; deneyi yaparken daha istekli ve mutlu oldukları söylenebilir. Özellikle kendi hazırladıkları deneyleri yapıyor olmalarının öğrenciler üzerindeki olumlu etkileri ifadelerinden anlaşılmaktadır.

### 3.1.2 Yansıma ve Kırılma Kanunları Deneylerine Ait Bulgular

Yansıma ve kırılma kanunları deneylerine ait öğrenci görüşlerinin analizi sonucunda elde edilen frekans değerleri Tablo 2'de sunulmuştur.

**Tablo 2.** Yansıma ve Kırılma Kanunları Deneylerine Ait Frekans Değerleri

	Kolay f	Zor f	Diğer f	Toplam f
<b>Deneyin planlanması</b>				
Deney konusuna uygun ad ve amaç belirleme	26	6	8	40
Konuya uygun teorik bilgiyi araştırabilme ve anlayabilme	23	6	11	40
Deneyde kullanılacak araç-gereçleri belirleme	11	11	18	40
Deneyin işlem basamaklarını belirleme	14	9	17	40
<b>Deneyin yürütülmesi</b>				
Deney düzeneğini kurabilme	14	10	16	40
Deneyde veri toplayabilme	13	13	14	40
<b>Deneyin sonuçlandırılması</b>				
Verileri analiz edebilme	12	5	23	40
Sonuca ulaşabilme	13	4	23	40
Sonuçlarını yorumlayabilme	13	4	23	40

Tablo 2'de görüldüğü gibi deneyin planlanması aşaması ile ilgili olarak öğrencilerin günlüklerinde; deneyin konusuna uygun ad ve amaç belirleme, konuya uygun teorik bilgiyi araştırabilme ve anlayabilme aşamasında genellikle zorlanmadıklarını ifade ettikleri görülmektedir. Bu bölümde zorlanan öğrencilerden Ö<sub>33</sub> günlüğüne yazdığı *"Teoriye ve amaca uygun deney tasarlamakta zorlanıyorum. Deney tasarlamak yaratıcı düşünmekte çok zorlanıyorum. Yorum yapamıyorum. Bir maddenin yerine başka ne koyabilirim ne yapabilirim diye düşünüp, yapamıyorum."* ifadesi dikkat çekmektedir. Öğrencilerin yaratıcı düşünmekte ve yeni bir ürün ortaya koymakta zorlandıkları söylenebilir. Bununla birlikte, Tablo 2 incelendiğinde öğrencilerin deneyde kullanılacak araç gereçleri belirleme aşamasında diğer aşamalara göre daha çok zorlandıkları görülmektedir. Ö<sub>16</sub> deneyde kullanılacak malzemeler ile ilgili yaşadığı sıkıntıyı günlüğüne *"Deneyi hazırlarken malzemeleri tam olarak bilmediğim için hazırlamada zorluk çektim."* şeklinde yazmıştır. Ö<sub>9</sub> ise günlüğünde *"Deneyin yapılışını bir hocamız açıklarsa daha iyi anlıyorum. Kullanılan araç ve gereçlerin çoğunu ilk defa gördüğüm için deney yapımında geç kalıyoruz."* şeklinde hem uygulanan yöntem ile ilgili hem de malzemeleri belirleme ile ilgili yaşadığı zorluğa değinmiştir. Günlüğüne *"Bugün arkadaşın bulduğu deneyi yaptık. İlk başta deneyden bir şey anlamadık. Hatta deneyde kullanılan malzemelerin ne olduğunu bile anlamadık."* yazan Ö<sub>8</sub>'in, Ö<sub>9</sub>'un ve Ö<sub>16</sub>'nın ifadeleri öğrencilerin malzemeleri tanımakta zorlandıkları bulgusunu daha da güçlendirmektedir. Tablo 2 incelendiğinde deneyin yürütülmesi aşaması ile ilgili olarak ise deney düzeneğini kurabilme ve deneyde veri toplayabilme aşamalarını kolay ve zor olarak değerlendiren öğrenci sayılarının yakın olduğu ve bazı öğrencilerin bu kategorilere günlüklerinde yer vermedikleri görülmektedir. Bu bölüme günlüklerinde yer veren öğrencilerden Ö<sub>13</sub> *"Deneyi yaparken optik daireyi sabit tutmakta zorluk yaşadık. Bu arada malzemelerin adını da bilmediğimi farkettim. Deney anlatılmadıkça okuyarak anlamakta zorluk yaşıyorum."* şeklinde deney yapılış aşamasında yaşadığı sıkıntıyı ifade etmiştir. Ö<sub>1</sub> ise günlüğüne *"Bugün genel olarak iyiydi. Biraz elimizin titremesinden dolayı açığı düzgün yollamakta"*

zorlandık. Yüzeyin dairesel olmasından dolayı yüzeyin normalini anlamakta zorlandım. Biraz anladım ama tam netleşmedi kafamda ancak anlayacağımı düşünüyorum.” yazarak aslında deneyi yaparken zorlandığını fakat süreci anlayabileceğini düşündüğü görülmektedir. Öğrencilerin büyük bir bölümü günlüklerinde deneyin sonuçlandırılması aşamalarına değinmezken, değinen öğrencilerin bu aşamalarda zorlanmadıklarını ifade ettikleri görülmektedir. Ö<sub>2</sub>'nin “Deneyimizi güzel bir şekilde yaptık. Hatta herkesten önce bitirdik. Bugün laboratuvarından mutlu bir şekilde çıkıyorum. İlk defa sıkıntı çekmeden bir rapor hazırlayacağım için mutluyum.” ifadesi de öğrencilerin deneyin sonuçlandırılması aşamasında zorlanmadıklarına örnek gösterilebilir. Günlüklerdeki ifadeler, öğrencilerin genellikle deney malzemelerini tanımakta ve kullanmakta sıkıntı yaşadıkları bulgusunu desteklemektedir. Aynı zamanda öğrencilerin günlüklerindeki “yorum yapamıyorum, anlamakta zorlanıyorum, yaratıcı düşünmekte zorlanıyorum” gibi ifadelerinden süreç ilerledikçe kendi becerileri ile ilgili farkındalık oluşturdukları söylenebilir. Öğrencilerden Ö<sub>2</sub>'nin ifadesindeki “mutluyum” örneğinde olduğu gibi öğrencilerin günlüklerinde duygu durumlarına da değindikleri ve süreçle ilgili olumlu duygular hissettikleri belirlenmiştir.

### 3.1.3 Çukur Ayna ve Tümssek Aynada Işıklar ve Görüntü Oluşumu Deneylerine Ait Bulgular

Çukur ayna ve tümssek aynada ışınlar ve görüntü oluşumu deneylerine ait öğrenci görüşlerinin analizi sonucunda elde edilen frekans değerleri Tablo 3'de sunulmuştur.

**Tablo 3.** Çukur Ayna ve Tümssek Aynada Işıklar ve Görüntü Oluşumu Deneylerine İlişkin Frekans Değerleri

	Kolay f	Zor f	Diğer f	Toplam f
<b>Deneyin planlanması</b>				
Deney konusuna uygun ad ve amaç belirleme	12	5	23	40
Konuya uygun teorik bilgiyi araştırabilme ve anlayabilme	14	6	20	40
Deneyde kullanılacak araç-gereçleri belirleme	13	4	23	40
Deneyin işlem basamaklarını belirleme	12	7	21	40
<b>Deneyin yürütülmesi</b>				
Deney düzeneğini kurabilme	12	21	7	40
Deneyde veri toplayabilme	11	25	3	40
<b>Deneyin sonuçlandırılması</b>				
Verileri analiz edebilme	6	8	26	40
Sonuca ulaşabilme	6	8	26	40
Sonuçlarını yorumlayabilme	6	8	26	40

Tablo 3'de görüldüğü gibi öğrencilerin, günlüklerinde genellikle deneyin planlanması ve sonuçların değerlendirilmesi aşamalarına yer vermedikleri tespit edilmiştir. Günlüklerinde deneyin planlanması aşamalarına yer veren öğrencilerin genellikle zorlanmadıkları görülmektedir. Ö<sub>21</sub>'in deney günlüğündeki “Deney tasarlama aşamasında internet araştırmasında olumlu sonuç alamadım. Ciddi anlamda kendi deneyimi tasarladım. Tasarlama aşamasında fizik kitaplarındaki sorulardan faydalandım. O soruları deney düzeneği haline getirmeye çalıştım. Evde deneyi ilk denediğimde kaşık kullandım.” ifadesi öğrencilerin deneyi planlama aşamasında zorlanmış olsalar bile vazgeçemediklerine ve farklı yöntemler kullanarak deney tasarlamaya çalıştıklarına örnek gösterilebilir. Tablo 3'ten öğrencilerin günlüklerinde deneyin yürütülmesi aşamalarına ilişkin görüşlerine sıklıkla yer verdikleri söylenebilir. Bu aşamada öğrencilerin veri toplayabilme ve deney düzeneği kurabilmede zorlandıkları görülmektedir. Ö<sub>32</sub>'nin günlüğündeki “Bir şeyler yapıyoruz uygulamada fakat ne bulduğumuzu bilmiyorum. O yüzden çukur aynada anlamadım.” ve Ö<sub>33</sub>'ün “Bu



deneyleri yaparken birçok zorluklarla karşılaştık. Tasarladığımız deneyin uygulamasında problemler oluştu. Aynaya ışığı yansıtma, yansıyan ışığın görüntüsünü bulmada zorlandık. Tümsek aynada görüntü sanal olduğu için odağı tam olarak saptayamadık. Gönderdiğimiz ışınlar yardımıyla aynanın arkasında odak bulmaya çalıştık ama hocamızın yardımı olmadan bulamadık." ifadeleri öğrencilerin deney düzeneğini kurma ve veri toplayabilme aşamalarında zorlandıklarına örnek gösterilebilir. Tablo 3 incelendiğinde öğrencilerin aşamaları kolay ya da zor olarak değerlendirmedikleri ve günlüklerinde Ö<sub>19</sub>'un "Çukur ayna deneyinden tam olarak verim almasam da tümsek ayna deneyinden kendimiz kurup yaptığımız için daha çok verim aldım. Ama en çok bilgiyi föy hazırlarken ediniyorum." ifadesindeki gibi farklı deneyimlerine yer verdikleri görülmektedir.

### 3.1.4 İnce kenarlı Mercek ve Kalın Kenarlı Mercekte Işıklar ve Görüntü Oluşumu Deneylerine Ait Bulgular

İnce kenarlı mercek ve kalın kenarlı mercekte ışıklar ve görüntü oluşumu deneylerine ait öğrenci görüşlerinin analizi sonucunda elde edilen frekans değerleri Tablo 4'te sunulmuştur.

**Tablo 4** İnce Kenarlı Mercek ve Kalın Kenarlı Mercekte Işıklar ve Görüntü Oluşumu Deneylerine Ait Frekans Değerleri

	Kolay f	Zor f	Diğer f	Toplam f
Deneyin planlanması				
Deney konusuna uygun ad ve amaç belirleme	23	5	12	40
Konuya uygun teorik bilgiyi araştırabilme ve anlayabilme	25	1	14	40
Deneyde kullanılacak araç-gereçleri belirleme	15	6	19	40
Deneyin işlem basamaklarını belirleme	3	1	36	40
Deneyin yürütülmesi				
Deney düzeneğini kurabilme	16	10	14	40
Deneyde veri toplayabilme	12	11	17	40
Deneyin sonuçlandırılması				
Verileri analiz edebilme	5	8	7	40
Sonuca ulaşabilme	18	5	17	40
Sonuçlarını yorumlayabilme	14	3	23	40

Tablo 4'te görüldüğü gibi deneyin planlanması aşamasında öğrencilerin genellikle deneyin konusuna uygun ad ve amaç belirlemede, konuya uygun teorik bilgiyi araştırabilme- anlayabilmede ve deneyde kullanılacak araç gereçleri belirlemede zorlanmadıkları görülmektedir. Bu bulguyu Ö<sub>24</sub> günlüğündeki "Bu seneki optik deneylerimiz mi kolay yoksa ben mi kendimi azıcık geliştirdim bilemiyorum ama yorum yapabilmeye başladım. Deneyin amacını belirlemek artık kolay oluyor. Kullanılan araç gereçlere kadar aşamaların hiçbir zorluğu yok." ifadesi desteklemektedir. Bununla birlikte Ö<sub>9</sub>'un günlüğündeki "Kullanılan araç gereçlerde zorlanıyorum çünkü çoğu malzemeyi tanımıyorum. İlk defa gördüğüm için uygulamayı evde çalışmama rağmen yapamıyorum. Malzemeleri tanımayınca haliyle deney düzeneğini hazırlayamıyorum bu nedenle zorlanıyorum. Deneyi güzel yaptığım zaman veri, hesaplama, sonuç ve yorumda zorlanmıyorum. Aksi takdirde çok zorlanıyorum. Ama fiziki seviyorum artık." ifadesinden bazı öğrencilerin hala araç gereçleri tanımakta sıkıntı yaşadıkları, malzemeleri belirledikten sonra diğer aşamaları kolaylıkla yapabildikleri anlaşılmaktadır.

Öğrencilerin günlüklerinde deneyin işlem basamaklarını belirleme aşamasına ilişkin ifadeler yer vermedikleri dikkat çekmektedir. Deneyin yürütülmesi aşamasıyla ilgili olarak deney düzeneğini kurabilme ve deneyde veri toplayabilme aşamalarına değinen öğrencilerin veri toplayabilme aşamasında daha fazla zorlandıkları görülmektedir. Ö<sub>31</sub>'in günlüğündeki "Kullanılan araç gereçleri

belirlemek kolay. Ne yapabileceğimizi belirleyebiliyoruz. Deney düzeneği hazırlamada zorlanıyoruz, deneyi yaparken veri almakta zor. Çıkan sonucu teorik bilgimizle birleştirmeye çalışıyoruz. Bazen birleştiremiyoruz.” ifadesi örnek gösterilebilir. Ayrıca Ö<sub>22</sub>'nin günlüğündeki “En zorlandığımız kısım düzeneği hazırlamada ve görüntüyü bulmada oldu. Biraz uğraş sonucunda bulabiliyoruz ama. Sonuçları yorumlamak kolay ve eğlenceli oluyor. Uygulamadan sonra teori bilgilerimizle bütünleşiyor ve sonuç yazmak kolay oluyor.” ifadesi ve Ö<sub>3</sub>'ün günlüğündeki “Çukur ayna ve tümsek ayna deneylerinden sonra mercekle deneyini daha kolay ve çabuk yaptık. Odak noktası bulurken ışınların çiziminde zorlandım. Görüntü elde etmede zorluk yaşamadım. Föy hazırlamada ve deney tasarlamada zorlanmadım.” ifadesi de öğrencilerin en çok veri toplama aşamasında zorlandıklarına örnek gösterilebilir. Tablo 4 incelendiğinde deneyin sonuçlandırılması aşaması ile ilgili ifadelerden sonuca ulaşabilme ve yorumlayabilmede öğrencilerin büyük bir bölümünün zorlanmadıkları görülmektedir. Ö<sub>6</sub>'nın günlüğündeki “İnce kenarlı mercekte görüntü oluşumunu incelediğimiz deneyde aynalardaki deney düzeneğini kurmakta zorlandığımız gibi zorlanmadık. Çünkü ince kenarlı mercekte çukur özellikleri görüldüğü için deneyimizde zorlanmadık. Amacını belirlemede ve sonuca ulaşmada zorlanmadık. İlk deneylerimize göre daha tecrübeliydik. Deneyi daha kolay yorumlayabildiğimizi gördük.” ifadesi öğrencilerin deneyin sonucuna ulaşma ve yorumlama aşamalarında zorlanmadıklarının bir göstergesidir. Öğrencilerin günlüklerindeki örnek ifadelerle bakıldığında; süreç içerisinde deneyin planlaması ve deneyin sonuçlandırılması aşamalarında zamanla daha az zorlandıkları görülmektedir. Ayrıca Ö<sub>3</sub> ve Ö<sub>6</sub>'nın günlüğünde de belirttiği gibi öğrencilerin işlem basamakları paralel deneyleri yaparken daha kolay düzenek hazırlayıp veri alabildikleri görülmektedir. Öğrencilerin “fiziği artık seviyorum, ders daha mı kolaylaştı yoksa ben mi kendimi geliştirdim, daha tecrübeliydik” gibi ifadelerinden uygulanan yöntemle birlikte öğrencilerin fiziğe karşı olumlu tutum geliştirdikleri ve özgüvenlerinin arttığı söylenebilir.

### 3.1.5 Öğrencilerin Açık Uçlu Deney Yöntemine İlişkin Genel Düşüncelerine Ait Bulgular

Optik laboratuvarında uygulanan açık uçlu deney yöntemiyle ilgili öğrenci görüşlerinin analizi sonucunda elde edilen frekans değerleri Tablo 5'te sunulmuştur.

**Tablo 5** Öğrencilerin Açık Uçlu Deney Yöntemine İlişkin Frekans Değerleri

	Olumlu	Olumsuz	Diğer	Toplam
	f	f	f	f
Öğrencilerin açık uçlu deney yöntemine ilişkin genel düşünceleri	31	3	6	40

Tablo 5'te görüldüğü gibi uygulamaya katılan 40 öğrenciden 31' inin açık uçlu deney uygulamasını günlüklerinde olumlu olarak değerlendirdiği, 3' ünün olumsuz değerlendirme yaptığı, 6 kişinin ise bu konuya ilişkin herhangi bir değerlendirme yapmadığı görülmektedir. Günlüklerinde yöntemle ilişkin olumlu değerlendirme yapan öğrencilerden Ö<sub>2</sub>'nin “Deneyleri büyük bir zevkle yapıyorum. Fizik laboratuvarını seviyorum.” ve Ö<sub>20</sub>'nin “Yaptıklarımız beni dersi sevmeye yönlendiriyor. İlk defa föy hazırladığım için çok eksikliğimin olduğunun farkındayım. Gerçekten özeniyorum ama kelimeleri toparlayamıyorum. Edindiğim teorik bilgi ile fikirlerimin çelişeceğinden korktuğum için kendimi ifade etmekten çekiniyorum. Kabul ediyorum yaratıcı bir insan değilim ama farklı düşüncelerim var. Yani kısacası şu fiziği ve laboratuvarını seviyorum artık bu da bir şey.” şeklindeki ifadeleri uygulanan yöntemle öğrencilerin fizik laboratuvarı dersine yönelik motivasyonlarının arttığı şeklinde yorumlanabilir. Yine Ö<sub>9</sub>'un günlüğündeki “Kullandığımız yöntemi kesinlikle faydalı buluyorum. Kendi adıma ben böyle daha çok şey öğreniyordum gibi hissediyorum. Çünkü benim öğrenmem için hem okumam hem yazmam gerekiyor. Üstüne bir de uygulama... Daha ne olsun. Tamam, farklı fikirler çıkmıyor herkes aynısını yazıyor ama alışacağımıza ve daha güzel farklı fikirlerle laboratuvara geleceğimizi düşünüyorum. Deneyin her şeyini hazırlamak beni heyecanlandırıyor.” ifadesi yöntemin öğrencilerin motivasyonlarını arttırdığına örnek gösterilebilir.

Ayrıca yöntemle ilişkin olumlu değerlendirme yapan öğrencilerden Ö<sub>7</sub>'nin “Bu yöntem bence daha verimli oldu. Çünkü kendi yaratıcılığımızı ve yeteneklerimizi arttırdı. Grup içinde arkadaşlarımızda bilgi alışverişi yapmamıza sebep oluyor. Bu yöntem sayesinde kendi fikirlerimiz arttı.” ifadesi ve Ö<sub>32</sub>'nin “Bir

şeyleri birinin söylemesiyle yapmaya o kadar alışmışım ki sorgulama yeteneğimi kaybetmişim. Kafamda neden, niçin, niye gibi sorular yok. Bu yöntemle sorgulamaya başladım." ifadesi uygulanan yöntemin öğrencilerin yaratıcı düşünme ve sorgulama becerilerinin gelişimine katkı sağladığını destekler niteliktedir.

Yönteme ilişkin olumlu değerlendirme yapan öğrencilerden Ö<sub>12</sub>'nin "Föy hazırlamak başlangıçta zor gibi gelse de, bu uygulama derse hazırlık, ön bilgi edinmek açısından kalıcı bir yöntem." ifadesinden ve Ö<sub>19</sub>'un "En iyi öğrenme şeklinin yaparak yaşayarak öğrenme olduğunu anladım." ifadesinden uygulanan yöntemin öğrenmeye olan katkısını da değerlendirdikleri görülmektedir.

Uygulanan yöntemi bazı öğrenciler mesleki gelişimleri açısından da değerlendirmiştir. Ö<sub>8</sub>'in günlüğündeki "İki haftadır deney hazırlamakta zorlansak da, bunun için bayağı stres yaşasak da bu seneki laboratuvar dersinin işleniş tarzı yani deney föylerini bizlerin hazırlamasını daha faydalı buluyorum. Bu sayede dersi daha iyi anlayabiliyorum ve kendimi sanki bir öğretmenmişim de öğrencilerime deney föyü hazırlıyormuş gibi hissediyorum. Bu da bana ayrı bir zevk veriyor." ifadesi yöntemin mesleki açıdan katkısına örnek gösterilebilir.

Uygulanan yöntemi olumlu olarak değerlendiren öğrencilerin günlüklerinden, yaratıcılık, sorgulama ve deney yapabilme becerilerinin yöntem ile birlikte geliştiğini ifade ettikleri görülmektedir. Ayrıca föy hazırlama sürecinde öğrencilerin özgüvenlerinin geliştiğini ve eksikliklerini fark ettiğini ifade ettikleri belirlenmiştir. Diğer yandan öğrencilerin uygulanan yöntemi zevkli buldukları, zorlansalar da kendileri için faydalı olduğunu düşündükleri, bu sürecin bir parçası olmanın onları heyecanlandığını ve derse karşı motivasyonlarının arttığını ifade ettikleri görülmektedir. Hazırlık sürecine dâhil olmak onları öğretmen gibi hissettirmekle birlikte yaparak yaşayarak öğrenmenin en iyi öğrenme şekli olduğunu düşünmelerini sağlamıştır.

Günlüklerinde yönteme ilişkin olumsuz değerlendirme yapan öğrencilerden Ö<sub>1</sub> "Deney anlatılmadıkça okuyarak anlamakta zorluk çekiyorum." ve Ö<sub>33</sub> "Deney yaparken sinir krizi geçiriyorum. Yapamamak, istediğim sonuçları alamayınca çok kötü oluyorum. Bütün derse ilgim bitiyor." şeklinde duygularını ifade etmiştir. Bu öğrencilerin ifadelerinden uygulanan yöntemi faydalı bulmadıkları, bu şekilde deney yaparken deneye ve derse karşı olumsuz tutum geliştirdikleri görülmektedir. Ö<sub>5</sub>'in ise günlüğündeki "Föy hazırlamanın faydalı olmadığını düşünüyorum. Çünkü bütün arkadaşların internetten bulduklarını aynen kâğıda geçirdiklerini düşünüyorum. Ben öyle yapıyorum. Bu hazır föy almaktan farklı değil." ifadesinden kendisinin hazırlık yöntemini yetersiz bulduğunu ve diğer öğrenciler için de aynı şekilde olduğunu düşündüğü söylenebilir.

### 3.2 Görüşmelerden Elde Edilen Bulgular

Bu bölümde öğrenciler ile yapılan yarı yapılandırılmış görüşmelere ait bulgulara yer verilmektedir. Birinci soruda öğrencilere uygulanan yöntem ile diğer fizik laboratuvarlarında uygulanan yöntemler arasında herhangi bir farklılık olup olmadığı sorulmuştur. Öğrenciler ile gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış görüşmeler sonucunda; birinci soruya verdikleri cevaplardan, tüm öğrencilerin optik laboratuvarında araştırmacılar tarafından uygulanan yöntemin, diğer laboratuvar derslerinde yürütülen yöntemlere göre farklılık gösterdiğini belirtmişlerdir. Örneğin Ö<sub>9</sub>'un "Hocam geçen sene hocalar anlatıyor biz yapıyorduk, önce üzerimde bir stres oldu hoca anlatmayacak ben yapacağım. Şimdi sınıf ortamında uygulama olsun ders olsun daha aktif olmam gerekiyor. Geçen yıldan daha iyi diye düşünüyorum. Biz önce kendimiz uğraşıyoruz bir şeyler yapıyoruz. Sizin istediğinizi değil de biz aslında orda kendi fikirlerimizi ortaya koyuyoruz. Mesela siz bize demiyorsunuz ışık şuradan yansıyacak biz kendi fikirlerimizi ortaya koyarak bir şeyler buluyoruz." ifadesi uygulanan yöntemin diğer derslerde yürütülen yöntemlerden farklı olduğunu, bunun yanı sıra öğrencileri keşfederek öğrenmeye yönlendirdiğini göstermektedir. Ö<sub>7</sub>'nin "Evet arada farklılık çok. Geçen yıl ben pek alakadar olmadım deneylerle. Ama bu sene grupların sayısı azaldı ve kendimiz hazırladığımız için föyü daha çok bilgi ediniyoruz. Geçen sene mesela föyü hocalar veriyordu bize. Sadece rapor yazıyorduk. Zaten internete girdiğimiz zaman bütün deneyler iniyordu. Bu sene kendimiz araştırıyoruz daha güzel oluyor. Hem teorik hem uygulamalar öyle. Kendi tasarladığımız deneyleri uyguluyoruz biz." ifadesiyle uygulanan yöntemin farklılığı ve öğrencilerin bu yöntemle daha aktif çalışmaya yönlendirildikleri anlaşılmaktadır.

Öğrencilerin ifadelerinden uygulanan yöntemde aktif katılımcı olmalarının kendi fikirlerini ifade etmeye yönlendirdiği ve özgüvenlerine de katkı sağladığı söylenebilir.

Görüşmelerde ikinci soruda öğrencilere deney föyünü hazırlarken en çok hangi aşamada zorlandıkları sorulmuştur. Ö<sub>9</sub> deney föyü hazırlarken kullanılacak araç gereçleri belirlemede ve tanımakta zorlandığını *"En çok deneyin amacında zorlanıyorum. Bir de araç gereçleri tespit etmekte. Kâğıda yazıyorum ama tanımadığım için çok zorlanıyorum."* şeklinde ifade etmiştir. Ö<sub>5</sub> deneyin işlem basamaklarını belirlerken zorlandığını *"En çok işlem basamaklarını yazarken zorlanıyorum. Çünkü toparlaması zor oluyor."* Yeni bir şey kurgulamak zor oluyor." şeklinde ifade etmiştir. Ö<sub>7</sub>'nin *"Föyü yazarken en çok zorlandığım kısım malzeme seçmede sıkıntım var. Malzemeleri bulduğum zaman nasıl bir deney ortaya koyacağım ona da karar veremiyorum. Mesela çukur ayna deneyinde aynaların hangi düzende hazırlayacağım? Görüntüyü nasıl düşürebilirim levhaya? O sıkıntılı oluyor."* ifadesinden öğrencilerin bu aşamadan kullanılacak araç gereçleri belirleme ve tanımanın yanı sıra deneyin işlem basamaklarını belirlemede de sıkıntılar yaşadığını göstermektedir. Ö<sub>11</sub> uygulanan yöntemde föy hazırlarken çok zorlanmadığını *"Amacını ben hep en sona bırakıyorum. Deneyin adı zaten belli ortada. Sonra deneyler buluyorum. Kitaplardan arıyorum. Fizik kitaplarından yararlanıyorum. Oradaki sorulardan deneyi tasarlamaya çalışıyorum. Sonra da amacını yazıyorum. Verileri yazmak için tabloları yazıyorum. Aslında pek zorlanmıyorum. Ders aralarında yazdığım deneyler oluyor. En kolay teoriyi yazmak..."* şeklinde ifade etmiştir. Ö<sub>9</sub> ve Ö<sub>11</sub>'in ifadelerinden uygulanan yöntemde föy hazırlarken öğrencilerin deneyin konusuna uygun amacı yazmada zorlandıkları anlaşılmaktadır. İkinci soruya verilen cevaplar öğrencilerin föy hazırlama sürecinde ağırlıklı olarak deneyin işlem basamaklarını ve kullanılacak araç gereçleri belirlemede zorluk yaşadıklarını ortaya koymaktadır.

Görüşmelerde öğrencilere yöneltilen üçüncü soru ile föy hazırlarken hangi aşamanın onlar için daha kolay olduğu tespit edilmeye çalışılmıştır. Genel olarak öğrencilerin deneye ilişkin teoriyi hazırlarken sıkıntı çekmediği belirlenmiştir. Ö<sub>9</sub>'un *"Teoriyi zaten bir şekilde kitaplardan ve internetten ulaşabiliyoruz."* ifadesi ve Ö<sub>11</sub>'in *"En kolay teori yazmak"* ifadesi öğrencilerin internet, ders kitabı vb bir şekilde hızlı ve hazır bir şekilde ulaşabildikleri bölümü kolay olarak değerlendirdiklerini göstermektedir.

Görüşmelerde öğrencilere yöneltilen dördüncü ve beşinci sorular ile deneyi yaparken hangi aşamada zorlandıkları ve hangi aşamaları kolaylıkla yapabildikleri belirlenmeye çalışılmıştır. Ö<sub>11</sub> deney düzeneğini kurabildiyse verileri alıp sonuca ulaşabildiğini *"Uygulamada eğer yaptıysak sonuç çıkıyorsa mutlu oluyorum. Çıkıyorsa üçümüz de föy yazıyoruz bir de diğer grupları da dolaşıyorum ben. Onlardan da farklı şeyler öğrenmeye çalışıyorum. Mesela merceklede Nevzat'ın deneyini bu yüzden çok kışkırdım. Neden ben düşünemedim diye."* şeklinde ifade etmiştir. Benzer şekilde Ö<sub>9</sub> deney düzeneğini kurmakta sıkıntı yaşadığını *"Hocam deneye evde hazırlanıyorum. Ayna bulamadığım zaman mesela kaşıkla. Ama sınıfa gelince yapamıyorum. Mesela Emine'nin telle yaptığı deneyi Gülşah ile ben tasarlamıştım. Ama sınıfta kuramadım, uygulamaya dökemiyorum. Deneyi düzeneği kurmada sıkıntı yaşıyoruz. Kuruluşunu yaptığımız zaman hepsi oluyor zaten."* şeklinde ifade etmiştir. Öğrencilerin deney düzeneğini kurmakta zorlandıklarını bu basamağı geçtiklerinde verileri alıp sonuçlara ulaşabildiklerini ifade ettikleri görülmektedir. Ayrıca yapılan görüşmelerde Ö<sub>11</sub> ve Ö<sub>9</sub>'unda belirttiği gibi öğrencilerin birbirlerinin yaptıkları farklı deneyleri inceledikleri ve değerlendirdikleri belirlenmiştir. Ö<sub>24</sub> ise *"Eğer o gün deneye pek hazırlanmamışsam ne yapacağız ne edeceğiz diye böyle biraz geride kalıyorum. Normalde hani biraz daha öne çıkıyorum ben yapalım diye atağım ama böyle olunca biraz geride kalıyorum. O zaman biraz sıkıntı oluyor."* ifadesi öğrencilerin uygulanan yöntem ile ilgili gerekli hazırlıkları yaparak derse katıldıklarında zorlanmadıklarını göstermektedir. Bu durum uygulanan yöntemin öğrencileri derse hazırlıklı gelmeye yönlendirdiği şeklinde yorumlanabilir.

Altıncı soruda öğrencilere uygulanan yöntemin onlar için faydalı olup olmadığı sorulmuştur. Ö<sub>22</sub> uygulanan yöntemin katkısını *"Bana çok var. %100 var bence. Uygulamada sorun yaşıyor olabiliriz ama teoriyi kaç kere kendimiz okuyoruz. Nasıl bir deney geliştirebiliriz diye 3-5 kere okuduğum oluyor. Daha değişik ne yapabilirim, daha ilginç ne yapabilirim diye. Öğrenmiş oluyorum teoriyi ezberlememiş oluyorum. Bence çok faydası var... Föyü kendimiz hazırlıyoruz geliyoruz. Kendimiz bir şeyler yapıyoruz. Bayağı föyü de biz hazırlıyoruz, yapılışını da biz yapıyoruz, verileri de biz alıyoruz. Bence çok faydalı..."*

şeklinde ifade etmiştir. Benzer şekilde Ö<sub>5</sub> "*Bence eskisine göre daha iyi. Benim de fikrim değişti. Bendekinin ön yargı olduğunu fark ettim. Bizim için zor oldu ama faydalı. Başını biz yapıyoruz. Sonunu da biz bitiriyoruz. Aklımda kalıyor. Mesela ışığı merkezden gönderdik merkezden yansıdı onu unutmam ben. Teorik olarak ezberleyeseydim böyle aklımda kalmazdı.*" ifadesinde yöntemin ezberlemeden uzaklaştırdığına ve kendisine olan faydasına değinmiştir. Uygulanan yöntemle öğrencilerin laboratuvara gelirken daha hazırlıklı ve daha çok şey bilerek geldikleri görülmektedir. Yöntemin öğrencilerin anlamlı öğrenmesine ve farklı fikirler ortaya koyarak yaratıcılıklarının geliştirilmesine yönelik faydalı olduğu söylenebilir.

Öğrencilerden bazıları başlangıçta yönetime alışamayacağını hatta bir süre sonra yöntemden vazgeçileceğini düşünürken, daha sonra deneyler ilerledikçe fikirlerini değiştirmişlerdir. Ö<sub>11</sub> uygulanan yöntemi ile ilgili başlangıçta yaşadığı kaygılarını "*Sırf quizlere çalışıyorduk. Biraz sıkıcıydı. Şimdi biz yapıyoruz. İlk başta föyü siz hazırlayacaksınız dediğinizde baktım yok yani olmaz bu böyle. Hocalarda sıkılacaklar vazgeçecekler bu durumdan. Sonuçta söyleme hocaların karşısında kötü duruma düşme dedim kendi kendime. Ama şimdi öyle bir sıkıntım yok. Ben de alıştım föy hazırlamaya. Biz hazırlıyoruz biz yapıyoruz.*" şeklinde ifade etmiştir. Uygulanan yöntemin yaratıcı düşünmeye katkı sağladığı Ö<sub>24</sub>'ün "*Bence yapmaya devam edelim. Önümüze hazır geldiği zaman gidiyoruz yapıyoruz ediyoruz ama araştırdığımız zaman daha iyi oluyor diye düşünüyorum ben. Mesele şey yaptık geçen haftalarda odak noktası falan buluyorduk ya arkadaşıma tutturdum gözlüğünü çıkartalım onun odağını bulalım diye. Hani değişik şeyler geliyor aklımıza. Bu sefer elimizde kağıt olduğu zaman hoca demiş ki şunu yapın, onu yapalım geçelim işte, niye ekstra bir şey buluyoruz ki gibi geliyor insanın aklına. Bunu yapalım yeter oluyor. Ekstra bir şey yapmamıza gerek olmuyor.*" ifadesinde de görülebilmektedir. Öğrencilerle yapılan görüşmeler sonucunda bazılarının başlangıçta bu yöntemin yararı olmayacağını düşünürken, daha sonra deneyleri yaptıkça fikirlerinin tamamen değiştiği söylenebilir.

#### 4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Deney günlüklerinden elde edilen bulgular incelendiğinde, öğrencilerin deneyin planlanması aşamasında başlangıçta deneyin konusuna uygun ad ve amaç belirlemede, konuya uygun teorik bilgiyi araştırabilme ve anlayabilmede zorlandıkları, ilerleyen haftalarda bu zorluğun üstesinden geldikleri sonucuna ulaşılmıştır. Süreç ilerledikçe deneyin planlanması aşamasında deneyde kullanılacak araç-gereçleri belirlemede ve deneyin işlem basamaklarını belirlemede zorlandıkları görülmektedir. Ancak üçüncü ve dördüncü deneylere gelindiğinde öğrencilerin günlüklerinden elde edilen bulgular, deneyin yürütülmesi aşamasında diğer aşamalara göre daha çok zorlandıklarını göstermektedir. Bu aşamada özellikle deney düzeneğini kurabilme ve deneyde veri toplayabilme aşamalarının öğrencileri zorladığı sonucuna ulaşılmıştır. Öğrencilerin günlüklerinde ve görüşmelerde yer alan ifadeler incelendiğinde deney araç gereçlerini tanımadıkları veya nasıl kullanıldıklarını bilmedikleri ile ilgili ifadeler sıklıkla yer verdikleri görülmektedir. Öğrencilerin deney düzeneğini kuramadıkları ve bu nedenle deneyin yürütülmesi kategorisinde de zorlandıkları sonucuna ulaşılmıştır. Elde edilen tablolardan bu durumun işlem basamakları ve düzeneği paralel deneylerde azaldığı, fakat deneyin işlem basamakları farklılaştığında deneyin yürütülmesinde yaşadıkları zorlukların tekrar arttığı görülmektedir. Deney düzeneğini kurma aşamasında başarılı olduklarında deneyle ilgili verilerin toplanması, verilerin analizi ve sonuca ulaşmada sıkıntı yaşamadıkları ortaya çıkmaktadır. Elde edilen bulgulardan öğrencilerin sürecin başında sonuçları yorumlamada zorlandıkları fakat giderek bu durumun azaldığı söylenebilir. Turgut vd. (2009) tarafından gerçekleştirilen ve öğrencilerin açık uçlu deneylere ilişkin algılarını belirlemeye yönelik çalışmalarında sürecin (i) zorlukları, (ii) kazanımları, (iii) adayların laboratuvar ortamıyla ilgili önerileri ve (iv) benzer uygulamaları kullanma tercihleri gibi boyutları incelemişlerdir. Öğrencilerin deneyin amacını analiz etme, sunulan teorik alt yapıyı yorumlama, deneyi tasarlama boyutlarında zorlandıkları sonuçlarını elde etmişlerdir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlarda Turgut vd. (2009)'nin elde ettiği sonuçları destekler niteliktedir.

Araştırmada Turgut vd. (2009)'nin çalışmasında elde ettiği sonuçlardan farklı olarak, öğrencilerin deneyin tasarlanmasında zorlandıkları, ancak deneyin gerçekleştirilmesi aşamasında daha çok

zorluk yaşadıkları görülmektedir. Kocakulah ve Savaş (2011) fen bilgisi öğretmen adaylarının deney tasarlama ve uygulama sürecine ilişkin görüşlerini belirlemeye çalıştıkları araştırmalarında, öğretmen adaylarının deney tasarlama ve uygulama aşamalarında çeşitli sıkıntılarla karşılaştıklarını belirtmişlerdir. Deney tasarlamada özellikle öğretmen adaylarının kazanımlara uygun deney bulmada zorlandıkları sonucuna ulaşan araştırmacılar, yine deneyin tasarlanması aşamasında öğrencilerin malzeme belirleme ile ilgili zorluk yaşadıkları sonucuna ulaşmışlardır. Bu durumu, öğretmen adaylarının kazanımlar hakkında yeteri kadar bilgi sahibi olmamaları ya da deney tasarımları gereken konu hakkında bilgi eksiklikleri olabileceği şeklinde açıklayan araştırmacıların ulaştığı sonuçlar, bu çalışmada elde edilen bulguları destekler niteliktedir. Bu araştırmada elde edilen derse hazırlıklı gelmeye başlayan öğrencilerin deneyin tasarlanması aşamasında daha az zorluk yaşadığı sonucu ile de örtüşmektedir.

Hem deney günlüklerinden hem de yapılan görüşmelerden elde edilen bulgularda bazı öğrencilerin yapılan uygulamayla ilgili başlangıçta kendileri açısından faydasının olmayacağını düşündükleri belirlenmiştir. Ancak uygulama sonunda öğrencilerin düşüncelerinin değişerek, yapılan uygulamanın onlara yarar sağladığını ifade ettikleri görülmektedir. Öğrencilerin ifadelerinden derse hazırlıklı gelme, deneye ilişkin teoriyi ve ulaşılmak istenen sonucu daha iyi anlayabilme, yorumlayabilmenin yanı sıra deneyin işlem basamaklarını gerçekleştirmede de gelişim sağladıkları belirlenmiştir. Bu sonuç Gangoli ve Gurumuthy (2007) laboratuvarında geleneksel yaklaşım ile açık uçlu yaklaşımı karşılaştırdıkları çalışmalarında, elde ettikleri açık uçlu yaklaşımın öğrencilerin bilişsel becerilerini ve laboratuvar becerilerini daha çok geliştirdiği sonuçları ile örtüşmektedir.

Günlüklerindeki örnek ifadeler incelendiğinde, öğrencilerin çoğunlukla süreç içerisinde zorlandıkları, sıkıntı çektikleri bölümlere ya da keyifle yaptıkları, mutlu oldukları durumlara yer verdikleri belirlenmiştir. Bu durum günlüklerin, sadece ders sürecinde öğrencilerin uygulanan yöntem ve kendilerinde hissettikleri eksiklikleri değil derse yönelik duygu durumlarının ve tutumlarının da belirlenmesinde etki olduğunu göstermektedir.

Elde edilen sonuçlar, uygulanan yöntemin, öğrencilerin yaratıcı düşünme, sorgulama ve iletişim becerilerinin gelişimine katkı sağladığı yönündedir. Ayrıca uygulanan yöntemle öğrencilerin özgüvenlerinin geliştiği ve bu yöntemle yalnızca laboratuvar derslerine değil öğretmenlik mesleğine karşı da olumlu tutum geliştirdikleri ifade edilebilir. Öğrencilerin araştırma sürecinde uygulanan yöntemde zorlanmış olmalarına rağmen kendilerini geliştirmek için bu tarz uygulamaların gerekli olduğunu ve yaparak yaşayarak öğrenmenin en iyi öğrenme şekli olduğunu düşündükleri belirlenmiştir. Elde edilen bu sonuçlar aynı zamanda, Turgut vd. (2009) ve Kocakulah ve Savaş (2011)'in çalışmalarında elde ettikleri sonuçlarla örtüşmektedir. Açık uçlu deneyler yardımıyla öğrencilerin elde ettiklerine inandıkları kazanımlar arasında yaratıcı düşünme becerilerinin gelişimi, deneysel sürecin kavranması, özgüven gelişimi yer almaktadır. Kocakulah ve Savaş (2011)'in çalışmasında öğretmen adaylarının ders sonunda mesleki deneyim ve tecrübe kazandıklarını, özgüvenlerinin arttığını ve deneyleri kendileri yaptıklarında daha akılda kalıcı olduğunu belirtmişlerdir. Berg, Bergendahl, Lundberg ve Tibell (2003) çalışmalarında, aynı deneyin açık uçlu planlanmış versiyonu ve açıklayıcı versiyonunun lisans öğrencileri üzerindeki etkisini karşılaştırmışlardır. Çalışmada öğrencilerle ve dersin yürütücüsüyle yaptıkları görüşmelerden elde ettikleri sonuçlar öğrencilerin açık uçlu yürütülen deneyi daha iyi tanımlayabildikleri ve değerlendirebildiklerini göstermektedir. Dersin yürütücüsü ile yapılan görüşmelerde öğrencilerin kendi deneylerini tasarlayıp, yürütmelerinin öğrencileri daha fazla tatmin ettiği ve bir fikrin başka bir fikri ortaya çıkarıp geliştirdiği sonucuna varılmıştır.

Elde edilen sonuçlar doğrultusunda, optik konusu ile ilgili yapılacak laboratuvar derslerinde, açık uçlu deneylere dayanan uygulamalara daha fazla yer verilmesi gerektiği düşünülmektedir. Açık uçlu deneylerin planlanması aşamasında, konuya uygun araç gereç belirleme ve deneyin işlem basamaklarının belirlenmesi; deneyin yürütülmesi ve sonuçlandırılması aşamasında deney düzeneğinin kurulması ve verilerin toplanması üzerinde ağırlıklı durulmasının faydalı olacağı düşünülmektedir. Öğrencilerin süreç içerisindeki izlenmesi, deney tasarlama ve uygulama becerilerini gelişimi açısından yararlı olacaktır. Temel fen eğitiminde bilimsel süreç becerilerinin

önemi göz önünde bulundurulduğunda süreç içerisinde öğrencilerin/öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerinin gelişiminin takip edilmesi ve değerlendirilmesinin mesleki gelişimlerine de katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Deney uygulamalarında öğrencilerin, bilişsel, duyuşsal ve psikomotor becerilerinin belirlenip buna göre uygulanacak olan yöntemin seçilmesinin yararlı olacağı düşünülmektedir.

Açık uçlu deneylere ilişkin yapılacak gelecek çalışmalarda araştırmacının süreç içerisinde gözlemlerine de yer verilmesi önerilmektedir. Ayrıca gelecek çalışmalarda açık uçlu deneylerin gerçekleştirildiği öğrenci grupları küçültülebilir ve deneyler daha çok gözlemci ile yapılabilir. Ek olarak açık uçlu deneylerin öğrencilerin akademik başarılarına, bilimsel süreç becerilerine ve yaratıcı düşüncelerine katkısı araştırılabilir.

### Kaynakça

- Akdeniz, A. R. ve Karamustafaoğlu, O. (2003). Fizik Öğretimi Uygulamalarında Karşılaşılan Güçlükler. *G.Ü Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 1(2), 193-203.
- Akpınar, E. ve Yıldız, E. (2006). Açık Uçlu Deney Tekniğinin Öğrencilerin Laboratuvara Yönelik Tutumlarına Etkisinin Araştırılması. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20, 69-76.
- Aydoğdu, B. ve Ergin, Ö. (2008). Fen ve Teknoloji Dersinde Kullanılan Farklı Deney Tekniklerinin Öğrencilerin Bilimsel Süreç Becerilerine Etkileri. *Ege Eğitim Dergisi*, 9(2), 15-36.
- Baş, T. ve Akturan, U. (2017). *Sosyal Bilimlerde Bilgisayar Destekli Nitel Araştırma Yöntemleri*, Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Bayraktar, Ş, Erten, S.ve Aydoğdu C. (2006). Fen ve Teknoloji Öğretiminde Laboratuvarın Önemi ve Deneyler. Mehmet Bahar (Ed.), *Fen ve Teknoloji Öğretimi* içinde (s. 220-248). Ankara: Pegem Akademi.
- Berg, C. A. R., Bergendahl, V. C. B., Lundberg, B. K. S. ve Tibell, L. A. E. (2003). Benefiting From an Open-Ended Experiment? A Comparison of Attitudes to, and Outcomes of, an Expository Versus an Open-Inquiry Version of the Same Experiment. *International Journal of Science Education*. 25 (3), 351-372.
- Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E. K., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. (2008). *Bilimsel Araştırma Yöntemleri*. Ankara: Pegem Akademi.
- Çepni, S., Ayas, A., Johnson, D. ve Turgut, M.F. (1997). *Fizik Öğretimi*, YÖK/Dünya Bankası Milli Eğitimi Geliştirme Projesi Hizmet Öncesi Öğretmen Eğitimi, Ankara: YÖK Yayınları
- Çepni, S. ve Ayvaci H. Ş., (2005). Laboratuvar Destekli Fen Öğretimi Yaklaşımları. Salih Çepni (Ed.) *Fen ve Teknoloji Öğretimi* içinde (s. 168-195). Ankara: Pegem Akademi.
- Erduran-Avcı, D., (2008). Fen ve Teknoloji Eğitiminde Öğrenci Günlüklerinin Kullanılması, *Eurasian Journal Of Educational Research*, 30, 17-32.
- Gangoli, S. G. ve Gurumurthy, C. (1995). A Study of the Effectiveness of a Guided Open-Ended Approach To Physics Experiments. *International Journal of Science Education*, 17(2), 233-241.
- Hofstein, A. ve Mamlok-Naaman, R. (2007). The Laboratory In Science Education: The State Of The Art. *Chemistry Education Research and Practice*, 8(2), 105-107.
- Kıncal, R. (2010). *Bilimsel Araştırma Yöntemleri*. Ankara: Nobel Yayınevi.
- Kocakulah, A. ve Savaş E. (2011). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Deney Tasarlama ve Uygulama Sürecine İlişkin Görüşleri. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 30(1), 1-28.
- Muşlu Kaygısız G., Benzer, E. ve Uçar, M. (2017). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Bilimsel Süreç Becerilerine Dayalı Deney Tasarımlarının Değerlendirilmesi. *Sakarya University Journal of Education*. 7(3), 467-483.
- Roth, W. M. (2006). Experimenting in a constructivist high school physics laboratory. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(2), 197-223.

- Seggie, F. N. ve Bayyurt, Y. (2015). Nitel Araştırma Yöntemlerine Giriş. Fatma Nevra Seggie ve Yasemin Bayyurt (Ed.) *Nitel Araştırma Yöntem, Teknik, Analiz ve Yaklaşımları* içinde (10-22). Ankara: Anı Yayıncılık.
- Tan, M. ve Turgut, B.K. (2003). Fen Öğretiminde Bilimsel Süreç Becerilerinin Yeri ve Önemi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13 (1), 89-101.
- Tsai, C.C. (1999). Laboratory Exercises Help Me Memorize The Scientific Truths: A Study of Eighth Graders' Scientific Epistemological Views and Learning in Laboratory Activities. *Science Education*. 83(6). 671.
- Turgut, H., Turgut-Şengül, G., Ercan, S., Öztürk, N. ve Bozkurt, E. (2012). *Rutin Dışına Çıkmak: Öğretmen Adaylarının Açık Uçlu Laboratuvar Uygulamalarına Dair Algılamaları*, X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, 27-20 Haziran 2012, Niğde.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2016). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.



## Extended Summary

Students' taking active roles in the learning environment and making sense of what they have learned on the basis of their prior knowledge is of great importance. Laboratory applications are important in the establishment of the environments enabling effective, meaningful and long-lasting learning to occur in science education. Laboratory applications help students to develop their reasoning, critical thinking, understanding the nature of science, processing capacity, ability to put their theoretical knowledge into practice, hand skills and ability of reaching generalizations from results. Among the general objectives of laboratory applications is there the inculcation of the skill of reinforcing theoretical information learned in science classes with experiments in the laboratory in students and contributing to the development of students' psycho-motor skills by enabling them to make discoveries. Moreover, through laboratory applications, it is aimed to make students recognize that they can use the information they learned in their daily lives, to enhance students' creativity, to make students develop positive attitudes towards nature and living things, to increase their interest in nature and to develop their communication skills.

During science teaching process, the experiments conducted in the laboratory can be classified in three different ways depending on how they are done, their purpose and when they are done. The experiments are classified into three groups depending on their purpose as open-ended experiments, closed-ended experiments and hypothesis testing experiments. In open-ended experiments, students are given a problem, a topic, a concept or a theorem for them to prepare the experiments themselves. The stages of such experiments are establishment of the experimental set-up, collection of the data, interpretation of the collected data and reaching conclusions and all of them are left to students' discretion. Therefore, open-ended experiments are expected to develop students' thinking, decision-making, conducting specific applications on the basis of the decisions they have made and reaching conclusions in light of the results as well as their psycho-motor skills. The laboratory method employed in the current study relies on open-ended experiments. The study was conducted with the participation of 40 second-year students attending the department of science teaching in the education faculty of a state university. The current study employed the case study method, one of the qualitative research designs, to determine the pre-service science teachers' opinions about the open-ended experiments conducted on the topic of geometric optic. The case study method is used to conduct an in-depth analysis of a particular case and of the obtained results.

When pre-service teachers start their professional career, their individual viewpoints and experiences will be important determiners of the applications they will conduct. Thus, besides the adopted method, the pre-service teachers' reflections on their experiences about the process they have been engaged in and their preferences for using the method are also of great importance. Therefore, in the current study, it was aimed to determine the pre-service science teachers' opinions about the method implemented and the difficulties they experienced during the implementation stages of the experiment by means of the experiment diaries kept by the students. At the same time, the study aimed to elicit the students' opinions about the open-ended experiments they had conducted. The data were collected by means of the experiment diaries and semi-structured interviews. The students had been asked to express their opinions after the completion of the experiment about the difficulties they experienced during the planning, implementation and concluding of the experiment and about the method used by means of the experiment diaries. In the analysis of the data, the content analysis, one of the qualitative data analysis methods, was employed. At the end of the application, semi-structured interviews were conducted with seven students. During these interviews, the students were asked to express their general opinions about the method employed and the difficulties they had experienced across the stages of the experiment. The interview data were analyzed by using the descriptive analysis method, one of the qualitative research methods.

When the findings obtained from the experiment dairies were examined, it was seen that initially the students experienced some difficulties in determining the suitable name and purpose for the experiment, tools and equipment to be used for the experiment and the implementation stages of the experiment in the category of preparation, yet, in the following weeks, they were able to overcome these difficulties. From the experiment dairies of the students, it is understood that they did not experience any difficulties in preparing the theoretical knowledge throughout the experimental process.

From the students' statements in their experiment dairies and responses to the interview questions, it was concluded that they did not know the experiment tools and equipment or they did not know how to use them and they were not able to establish the experiment set-up; thus, they experienced difficulties in the category of the implementation of the experiment. These difficulties decreased when similar set-up and implementation stages were involved in the following experiments, but increased again when the implementation stages of the experiment differed. When the students were successful during the stage of establishing the experiment set-up, the students did not experience problems in the collection and analysis of the data and reaching conclusions. From the findings, it is understood that the students experienced difficulties in interpreting the results at the beginning of the process, yet overtime the difficulties they experienced decreased.

From the students' general evaluations about the implementation of the open-ended experiments, it is understood that some of the students initially thought that the open-ended experiments they would conduct would not have any benefits to them. However, at the end of the application, their thoughts changed and they stated that the application had some benefits to them. Thus, it can be argued that the students benefited from this application not only in terms of coming to the class as prepared, better understanding and interpreting the theory and the conclusion intended to achieve but also implementing the stages of the experiment better.

When some sample statements from the dairies were examined, it was found that the students mostly mentioned either the difficulties experienced during the process or the cases in which they had fun and felt happy. This helped to determine not only the students' feelings and attitudes about the method employed and the course but also their shortcomings. The employed method can be claimed to have developed the students' creative thinking, questioning and communication skills. Moreover, as a result of the application, it can be maintained that the students' self-confidence and their attitudes towards not only the laboratory course but also the profession of teaching developed.

In light of the results of the study, it can be argued that in laboratory lessons to be delivered to address the topic of optic, the use of applications based on open-ended experiments and in these applications, focusing on the stages of planning, determining the suitable tools and equipment, establishment of the experiment set-up, implementation and concluding will be useful.