**Öğrencilerin Portakal Suyundaki Asit Derişimini Bulmaya Yönelik Açık Uçlu Deney Tasarlayabilme Becerileri**

**Özet:** Araştırmada öğrencilerin derişimi bilinmeyen bir çözeltinin derişiminin bulunması ile ilgili açık uçlu deney tasarlayabilme becerilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma, genel tarama modeli türlerinden olan tekil tarama modeli kullanılarak yürütülmüştür. Amaçlı örnekleme yöntemlerinden olan ölçüt örnekleme yöntemi kullanılarak çalışma grubu belirlenmiştir. Bu doğrultuda Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Fen Bilgisi Öğretmenliği 1. sınıfta öğrenim gören 93 öğrenci çalışma grubuna dahil edilmiştir. Veriler, 4 açık uçlu sorudan oluşan bir test aracılığıyla elde edilmiştir. Test, derişimi bilinmeyen portakal suyunun derişiminin bulunmasına yönelik olarak sorgulayıcı laboratuvar öğrenme stiline ve açık uçlu deney türüne uygun içeriğe sahiptir. Tasarlanması istenen deneyde öğrencilere sadece problem durumu verilmiş, kullanılacak malzemelerin seçimi, deneyin tasarlanması, çözüm yolunun bulunması ve düzeneğin kurulması öğrencilerin gerçekleştirmesi istenmiştir. Veriler “*deney tasarlama*”, “*malzeme kullanma*”, “*çözüm yolu*”, “*düzenek kurma*” başlıkları altında incelenerek “*boş*”, “*yanlış*”, “*kısmi*” ve “*tam doğru*” şeklinde oluşturulan kategorilere göre değerlendirilmiştir. Ortaya çıkan kategorilerin frekans değerleri verilerek öğrenci cevaplarından doğrundan alıntılara yer verilmiştir. Araştırma sonucunda malzeme seçimi ve deney tasarlamaya yönelik öğrenci cevaplarının yanlış kategorisinde yoğunlaştığı belirlenmiştir. Fen bilgisi öğrencilerinin derişimi bilinmeyen bir çözeltinin derişiminin saptanması probleminin çözümüne yönelik olarak açık uçlu deney tasarlayabilme, uygun malzemeleri belirleyebilme, uygun çözüm yolu üretebilme ve doğru düzenek kurabilmedeki başarılarının yeterli olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Açık uçlu deney, deney tasarlama, fen öğretimi, derişim

**The Skills of Students to Design an Open-ended Experiment to Identify the Acid Concentration in Orange Juice**

**Abstract:** In this research, it is aimed to determine students’ the ability to design an open-ended experiment about to find the unknown concentration of solution. The research was carried out using a single scanning model which is one of the general scanning model types. The study group was determined by the criterion sampling method which is one the purposive sampling methods. In this regard, 93 current students in the first years of Faculty of Education in Ondokuz Mayıs University have been included in the studying group. The data has been obtained via a test formed from four open-ended questions. The test has a content of inquiry laboratory instruction style which was worked for to find out the concentration of unknown concentration of orange juice and a suitable content of open-ended experiment. In the expected designed experiment, the students have only been given the problem state and they have been expected to choose the materials will be used, to design the experiment, to find the solution of the problem and to set up the mechanism themselves. The data has been examined under the title of “*designing experiment*”, “*using appropriate materials*”, “*solution way*” and “*setting up a mechanism*” and evaluated in the categories of “*blank*”, “*wrong*”, “*partial*” and “*fully right”*. Giving the results of the categories’ frequency values, quotations from students’ answers were given directly. At the end of the research, it has been determined that the intense answers of the students on choosing the appropriate materials and designing experiment were in wrong category. In the research, it has been concluded that the science students’ success is not enough in detecting a concentration of an unknown concentration of solution, designing an open-ended experiment, determining appropriate materials, improving an appropriate problem solving way and setting up the right mechanism.

**Keywords:** Open-ended experiment, [designing experiment](https://tureng.com/tr/turkce-ingilizce/designing%20an%20experiment), science education, concentration

**Giriş**

Kavram ve teorilerden oluşan bilgi ve becerilerin öğrencilere aktarılmasını sağlamak fen eğitiminin en önemli amaçları arasında yer almaktadır. Öğrenilen bilgilerin kalıcı olması ve günlük hayatta karşılaşılan problemlerin çözümünde kullanılması durumunda etkili bir fen eğitiminden söz etmek mümkündür. Ezbere dayalı bir öğretimle etkili bir fen eğitiminin sağlanamayacağı yadsınamaz bir gerçektir. Bu nedenle anlamlı öğrenmeyi sağlayan, ezbercilikten uzak yöntem ve tekniklerin kullanılmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

Karamustafaoğlu ve Yaman (2006) anlatım, tartışma, soru-cevap, gezi-gözlem-inceleme, gösteri, proje, problem çözme, rol oynama ve laboratuvar yöntemlerinin fen eğitiminde kullanıldığını belirtmişlerdir. Laboratuvar, konunun yapay bir ortam oluşturularak öğrencilere birinci elden somut deneyimler kazandırılarak öğretildiği veya gösteri deneyleri aracılığıyla verildiği ortamdır. Laboratuvar kullanımının öğrencilerin problem çözme, inceleme yapma, genelleme yapma, bilimin özünü kavrama ve edindikleri deneyimleri farklı alanda kullanabilmelerine yönelik özel becerilerinin geliştirilmesi gibi birçok amacı bulunmaktadır (Çepni ve diğ., 1997). Yaparak yaşayarak öğrenmeye fırsat veren laboratuvar öğretimi tüm duyu organlarına hitap eder (Beach and Stone, 1988). “Duyarım ve unuturum / Görürüm ve hatırlarım / Yaparım ve anlarım” şeklindeki Çin atasözü duyu organları kullanımının öğrenme üzerindeki etkisini açıkça ortaya koymaktadır (Armstrong, 1973; Karaca, Uluçınar ve Cansaran, 2006).

Laboratuvar uygulamalarının fen eğitiminin işlevselliğinde pek çok katkıları bulunmaktadır. Öğrencilerin ilgi ve merakını arttırarak yaratıcı düşünme, eleştirel düşünme, problem çözme ve bilimsel süreç becerilerini geliştirmek başlıca katkılarından sayılabilir (Aydoğdu, 2003; Hofstein and Lunetta, 1982). Laboratuvar, fen eğitiminde deney yönteminin etkili bir şekilde uygulanabileceği ortamdır.

Deney, yaparak yaşayarak öğrenmeyi hedefleyen, bilgiyi anlamlandırarak kazandıran, etkili ve kalıcı bir fen öğretiminin gerçekleşmesini sağlayan, öğrenci merkezli öğretim yöntemlerinden biridir (Telli ve diğ., 2004). Deney yöntemi, her eğitim kademesinde uygulanması mümkün olan bir yöntem olup günümüzde okul öncesi, ilkokul, ortaokul, lise ve ilgili lisans bölümlerinde kullanılmaktadır. Bu yöntem eğitim fakültesinde fen bilimleri öğretmeni yetiştirme alanında da geniş bir yer tutmaktadır.

Domin (1999), açıklayıcı, sorgulayıcı, keşfedici ve problem tabanlı olmak üzere 4 farklı laboratuvar öğrenme stili tanımlamıştır. Bu stiller uygulama şekilleri açısından birbirinden farklılık göstermektedir. Açıklayıcı ve keşfedici laboratuvar stilleri, deneyin sonucunun öğrenciler tarafından bilindiği ve işlem basamaklarının öğrencilere verildiği stillerdir. Ancak açıklayıcı laboratuvar stili tümdengelim, keşfedici laboratuvar stili ise tümevarım yaklaşımına dayanır. Problem tabanlı ve sorgulayıcı laboratuvar öğrenme stillerinde deneyin işlem basamakları öğrenciler tarafından oluşturulur. Ancak problem tabanlı stilde deneyde ulaşılacak sonuç öğrenciler tarafından bilinirken sorgulayıcı öğrenme stilinde sonuç öğrenciler tarafından bilinmez. Bu iki stil temel aldıkları yaklaşım açısından da farklılık göstermekte olup problem tabanlı stil tümdengelim, sorgulayıcı laboratuvar öğrenme stili ise tümevarım yaklaşımını temel alır. Tümdengelim, öğrencilerin bilinen ilkeleri uygulayarak belirli bir konuyu anlamaya çalıştıkları yaklaşımdır. Tümevarım ise öğrencilerin belirli durumları gözlemleyerek genel ilkelere kendilerinin ulaştıkları yaklaşımdır (Domin, 1999). Tümevarım yaklaşımında öğrencilerin deneyin sonucu hakkında haberdar olmamalarının yanında, deneyin işlem basamakları, verilerin toplanması ve yorumlanması da kendileri tarafından yapılır. Bu açıdan tümevarım yaklaşımı açık uçlu deneylerde benimsenen bir yaklaşımdır (Richardson and Renner, 1970).

Yapılış amacına göre deney çeşitleri kapalı uçlu, açık uçlu ve hipotez test etme deneyleri olmak üzere üçe ayrılmaktadır (Özmen ve Yiğit, 2005; Bozkurt ve diğ., 2008). Kapalı uçlu deneyler; deneyin amacı, işlem basamakları, kullanılacak malzemeler ve ulaşılacak sonuçlarını öğrenciler tarafından önceden bilindiği ispatlamaya dayalı deney türüdür. Hipotez test etme deneyleri ise deney esnasında kullanılacak malzeme, deneyin amacı, verilerin toplanması ve yorumlanması işlemlerinin tamamen öğrencilere ait olduğu kurulan bir hipotezi test etmeye yönelik olan deney türüdür (Ayas ve diğ., 2007). Açık uçlu deneyler; öğrencilere deneyin işlem basamakları ve sonucu hakkında bilginin verilmediği, deney düzeneğinin, elde edilen verilerin toplanması ve yorumlanması işlemlerinin öğrenciler tarafından gerçekleştirildiği deney türüdür (Özmen ve Yiğit, 2005). Açık uçlu deneyler öğrencilerin ilk elden deneyim kazanarak bilgiye kendilerinin ulaşmaları aracılığıyla kalıcı bilgi edinmelerini sağlar. Bunun yanında öğrencilerin yaratıcılıklarının gelişmesinde ve araştırmacı kimlik kazanmalarına da katkıda bulunur (Ayas ve diğ., 2007).

Demir ve Şahin (2015), fen bilgisi öğretmen adaylarının açık uçlu deney oluşturabilme düzeylerini inceledikleri araştırmalarında öğretmen adaylarının açık uçlu deney planlama ve oluşturma aşamalarında yeterli başarıyı göstermediklerini sonucunu ortaya koymuşlardır. Blonder, Mamlock-Naaman ve Hofstein (2008), araştırmalarında, yapılan açık uçlu sorgulayıcı laboratuvar öğretiminde öğrencilerin sorgulayıcı soru sorma düzeyleri ile başarıları arasında korelasyon ortaya çıktığı ve bu yöntemin öğrencilerin anlamalarını derinleştirdiğini ifade etmişlerdir. Eryılmaz-Muştu, Ertaş-Kılıç ve Şen (2018)’in yaptıkları araştırmada fen bilgisi öğrencilerinin tuttukları günlüklerinde açık uçlu deneylere yönelik olarak araç-gereç ile deneyin işlem basamaklarını belirleme, deney düzeneğini kurabilme ve verileri toplama konusunda zorlandıklarını ifade ettiklerini belirtmişlerdir. Açık uçlu deneylerin diğer deney türlerine göre öğrenci başarısında etkili olduğu pek çok araştırma sonucunda ortaya konulmuştur. Bu konuda araştırma yapan Akpınar ve Çite (2015), açık uçlu deneylerin öğrencilerin fen konusundaki başarılarını anlamlı şekilde arttırdığı ve bazı kavram yanılgılarını gidermede kapalı uçlu deneylere göre daha etkili olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Berg ve diğ. (2003) tarafından yapılan bir başka araştırmada kavramların öğrenci tarafından algılanması ve öğrenilmesinde açık uçlu deneylerin açıklayıcı deneylerden daha üstün oldukları belirtilmiştir. Gangoli ve Gurumurthy (1995), araştırmalarında açık uçlu deney yaklaşımının geleneksel yaklaşıma göre öğrencilerin bilişsel yetenekleri ve laboratuvar becerilerinin geliştirilmesinde daha etkili olduğunu rapor etmişlerdir. Açık uçlu deneylerin daha etkili olduğunu ortaya koyan bir diğer araştırma ise Aydoğdu ve Ergin (2008) tarafından yapılarak açık uçlu deney etkinliklerinin normal öğretime göre öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini arttırmada anlamlı düzeyde fark oluşturduğu belirlenmiştir. Açık uçlu deneylerin öğrencilerin tutumları üzerine etkisini araştıran Akpınar ve Yıldız (2006) ise açık uçlu deneylerle yapılan öğretimin fen bilgisi öğrencilerin laboratuvarın önemi, gerekliliği ve laboratuardan hoşlanmaya yönelik tutumlarını anlamlı şekilde arttırdığını tespit etmişlerdir.

Çözelti hazırlama, çözelti derişimini bulma, asit-baz reaksiyonları ve titrasyon konuları Fen Bilgisi Öğretmenliği lisans programında “Genel Kimya Laboratuvarı II” adlı derste uygulamalı olarak verilmektedir. Bu ders kapsamında laboratuvar ortamında bulunan derişimi bilinmeyen bir asit çözeltisinin ve derişimi bilinmeyen bir baz çözeltisinin derişiminin bulunması deneyi yapılmaktadır. Yapılan alanyazın incelemesi sonucunda derişimi bilinmeyen çözeltilerin derişimlerinin bulunmasına yönelik pek araştırmaya rastlanmamıştır. Fen eğitiminde öğrenilen bilgilerin günlük hayattaki problemlere adapte edilebilmesi oldukça önemlidir. Bu araştırmada öğrencilerin günlük hayatımızda bulunan bir maddedeki asit derişimini bulabilme konusundaki deney tasarlama becerileri incelenmiştir. Ayrıca bilimsel süreç becerileri ve yaratıcılığın gelişmesini sağlayan açık uçlu deneylerin küçük yaşlardan itibaren öğrencilere yaptırılması onları eğitecek öğretmenlerin bu konuda ne kadar donanımlı olduklarına bağlıdır. Bu nedenle geleceğin öğretmenleri olan fen bilgisi öğrencilerinin açık uçlu deney tasarlayabilme becerilerinin önemli olduğu düşünülmektedir. Bu doğrultuda portakal suyundaki asit derişiminin bulunmasına yönelik olarak fen bilgisi öğretmenliğinde öğrenim gören öğrencilerin açık uçlu deney tasarlayabilme becerilerinin incelenmesi amacıyla bu araştırma tasarlanmıştır. Amaca yönelik olarak araştırma kapsamında incelenen problemler aşağıda verilmiştir.

1. Öğrencilerin derişimi bilinmeyen bir asit çözeltisinin derişimini bulmaya yönelik açık uçlu deney tasarlama becerileri nasıldır?

2. Öğrencilerin derişimi bilinmeyen bir asit çözeltisinin derişimini bulmaya yönelik çözüm yolu sunma becerileri nasıldır?

3. Öğrencilerin derişimi bilinmeyen bir asit çözeltisinin derişimini bulmaya yönelik deney tasarlama esnasında uygun malzeme kullanma becerileri nasıldır?

4. Öğrencilerin derişimi bilinmeyen bir asit çözeltisinin derişimini bulmaya yönelik deney tasarlama esnasında deney düzeneği kurma becerileri nasıldır?

**Yöntem**

**Araştırmanın Modeli**

Araştırmada genel tarama modeli türlerinden olan tekil tarama modeli kullanılmıştır. Araştırmaya konu olan değişkenlerin ayrı ayrı incelenerek miktar veya çeşit olarak belirlenmesine dayanan (Karasar, 2014) tekil tarama modelinde aritmetik ortalama, mod, medyan, standart sapma, frekans ve yüzde istatistikleri kullanılarak veriler analiz edilir (Köse, 2010).

**Çalışma Grubu**

Araştırmada amaçlı örnekleme yöntemlerinden ölçüt örnekleme kullanılarak çalışma grubu belirlenmiştir. Ölçüt örneklemede önceden belirlenmiş belli niteliklere sahip kişi, durum, olay veya nesnelerin araştırmaya dahil edilerek derinlemesine incelenmesidir (Büyüköztürk ve diğ., 2008). Çözelti hazırlama, çözelti derişimi bulma, asit-baz reaksiyonları ve titrasyon konularını içeren “Kimya Laboratuvar Uygulamaları II” dersini almış olma bu araştırmanın ölçütünü oluşturmaktadır. Bu amaçla çalışma grubuna Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Fen Bilgisi Öğretmenliği 1. sınıfta öğrenim gören 93 öğrenci seçilmiştir.

**Veri Toplama Aracı**

Araştırmada öğrencilerin derişimi bilinmeyen çözeltinin derişimini bulmaya yönelik becerilerini belirlemek amacıyla 4 açık uçlu sorudan oluşan bir test kullanılmıştır. Testteki sorularda tasarlanması istenen deney sorgulayıcı laboratuvar öğrenme stiline uygun olup tümevarım yaklaşımını benimseyen açık uçlu deney tasarlamaya yöneliktir. Testte öğrencilere sadece problem durumu verilmiş, kullanacakları araç-gereç ve malzemeler, işlem basamakları, çözüm yolu ve deney düzeneğinin belirlenmesi ve ulaşılacak sonuç öğrencilere bırakılmıştır.

Test, aynı bölümde 4. sınıfta öğrenim gören 10 öğretmen adayına uygulanarak anlaşılmayan kısımlar üzerinde gerekli düzeltmeler yapılmıştır. Bu denemede testin cevaplanma süresinin 30 dakika olacağına karar verilmiştir. Testin içeriğindeki sorular aşağıda verilmiştir:

Uyarı: *Aşağıdaki soruları cevaplarken laboratuvar ortamında bulunan bildiğiniz bütün araç-gereç ve malzemeleri kullanabilirsiniz*.

1. Derişimi bilinmeyen portakal suyunun derişimini bulabilmek için bir deney tasarlayınız.

2. Deneyde kullanacağınız araç-gereç ve malzemeleri yazınız.

3. Portakal suyunun derişimini bulabilmek için bir çözüm yolu sununuz.

4. Tasarladığınız deney düzeneğini çiziniz.

**Verilerin Analizi**

Testte bulunan 4 soru sırasıyla “*deney tasarlama*”, “*malzeme kullanma*”, “*çözüm yolu*”, “*düzenek kurma*” adlarıyla ilişkilendirilerek incelenmiştir. Bu sorulara verilen cevaplar “*boş*”, “*yanlış*”, “*kısmi*” ve “*tam doğru*” şeklinde oluşturulan 4 kategoriye göre değerlendirilmiştir. Cevaplanmayan sorular boş kategorisinde, bilimsel olarak doğruluğu bulunmayan cevaplar yanlış kategorisinde, yanlışlık içermeyen ancak sorunun cevabının bir kısmını içeren eksik cevaplar kısmi kategorisinde ve soruyu tam olarak açıklayabilen cevaplar tam doğru kategorisinde değerlendirilmiştir. Bu başlıklara yönelik yapılan kategorik analizler frekans (f) ve yüzde (%) şeklinde verilmiştir. Bu kategoriler altındaki cevaplar detaylı bir şekilde incelenmiştir. Bu inceleme sonucunda deney tasarlama esnasında indikatör kullanma, renk değişiminden bahsetme, titrasyon gibi tekrarlanma sıklığı fazla olan cevaplar belirlenerek frekansları gösterilmiştir. Benzer şekilde çözüm yolu sunulurken formül kullanma ve hesaplama yapma gibi cevapların frekansları verilmiştir. Ayrıca öğrencilerin sundukları yanlış çözüm önerilerinin frekanslarına da yer verilmiştir. Son olarak da tam doğru kategorisinden bulunan bir öğrencinin ve yanlış kategorisinde bulanan ve önerilen 6 farklı yanlış çözüm yoluna ait birer öğrencinin kağıdı rastgele olarak seçilerek cevaplarından doğrudan alıntılar verilmiş ve çizdikleri düzenek gösterilmiştir.

**Veri Toplama Aracının Geçerliliği ve Güvenirliği**

Öğrenci cevap kağıtları arasından rastgele olarak seçilen 20 cevap kağıdınınkategorik değerlendirmesi iki alan uzmanı tarafından yapılmıştır. Testteki soruların güvenirliklerini belirlemek amacıyla iki değerlendirici arasındaki tutarlılık Kappa katsayısı kullanılarak hesaplanmıştır. Kappa katsayısının 0,00’den düşük olduğu durumlarda iki puanlayıcı arasında “kötü uyum”, 0,00-0,20 aralığında olduğu durumlarda “zayıf uyum” olduğu şeklinde yorumlanmaktadır. Katsayının 0,21-0,40 aralığında “ortanın altında uyum”, 0,41-0,60 aralığında “orta düzeyde uyum”, 0,61-0,80 aralığında “önemli düzeyde uyum” ve 0,81-1,00 aralığında olması “mükemmel uyum” bulunduğunu göstermektedir (Landis and Koch 1977). Testteki soruların kategorik değerlendirmesi sonucu hesaplanan Kappa katsayıları Tablo 1’de verilmiştir.

**Tablo 1.** Testteki kategorik değerlendirmelere yönelik kappa katsayıları

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Soru | Kappa Katsayısı | Kategori |
| 1 | 0,924 | Mükemmel |
| 2 | 1,000 |
| 3 | 0,860 |
| 4 | 1,000 |
| Ortalama | 0,946 |

Testteki soruların tamamı ve bu soruların aritmetik ortalamalarına yönelik hesaplanan Kappa katsayılarının mükemmel düzeyde uyum sergiledikleri belirlenmiştir. Değerlendirme sonrası iki değerlendirici arasında görüş ayrılığına düşülen kağıtlar tartışılarak ortak bir karar çerçevesinde uygun kategoriye yerleştirilmiştir.

**Bulgular**

Fen bilimleri öğretmenliği öğrencilerinin oluşturulan kategorilere yönelik olarak cevaplarının frekans ve yüzde dağılımları Tablo 2’de verilmiştir.

**Tablo 2.** Öğrenci cevaplarının değerlendirme kategorilere göre f ve % dağılımları

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Kategoriler | Boş | | Yanlış | | Kısmi | | Tam Doğru | |
| f | % | f | % | f | % | f | % |
| Malzeme seçimi | 1 | 1,1 | 45 | 48,4 | 11 | 11,8 | 36 | 38,7 |
| Deney tasarlama | 4 | 4,3 | 40 | 43,0 | 21 | 22,6 | 28 | 30,1 |
| Çözüm yolu | 11 | 11,8 | 32 | 34,4 | 14 | 15,1 | 36 | 38,7 |
| Düzenek kurma | 13 | 14,0 | 33 | 35,5 | - | - | 47 | 50,5 |

Öğrencilerin % 38,7’si malzeme seçimi, % 30,1’i deney tasarlama, % 38,7’si çözüm yolu sunma ve % 50,5’i düzenek kurmada başarılı oldukları belirlenmiştir. Ancak öğrencilerin % 43,0’ının yanlış deney tasarladığı ve % 34,4’ünün deney tasarlama sonrası çözüme ulaşmak için yanlış yol önerdikleri tespit edilmiştir. Ayrıca öğrencilerin % 48,4’ünün doğru malzemeleri kullanmadığı ve % 35,5’inin düzenek kurmada başarısız oldukları belirlenmiştir.

Öğrencilerin deney tasarlama ve çözüm yolu önerme esnasında yaptıkları işlemlere yönelik cevaplarının frekans değerleri Tablo 3’te verilmiştir.

**Tablo 3.** Öğrencilerin deney tasarlama ve çözüm yolu önerme şekilleri

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Kategoriler | İşlemler | | f |
| Deney tasarlama | indikatör kullanma | fenol ftalein | 41 |
| metil oranj | 1 |
| renk değişimi | pembe renk | 9 |
| belirsiz (indikatörsüz: 7) | 29 |
| titrasyon | asit | 11 |
| baz | 45 |
| su | 2 |
| belirsiz | 7 |
| asit ve bazı birleştirme şekli | büret | 45 |
| deney tüpü | 11 |
| kaşık | 1 |
| derişimi bilinen çözelti | - | 35 |
| Çözüm yolu | formül kullanma | doğru formül | 45 |
| yanlış formül | 10 |
| hesaplama | - | 14 |

Deney tasarlama esnasında yalnızca 42 öğrencinin indikatör kullandığı belirlenmiştir. Bu öğrencilerin 41’inin fenol ftalein, tek bir öğrencinin ise metil oranj indikatörünü kullandığı belirlenmiştir. Renk değişiminden bahseden 38 öğrenciden 9 öğrencinin titrasyon esnasında pembe rengin kaybolacağını ifade ettikleri belirlenmiştir. Rengin değişeceğini ifade eden ancak hangi renk olacağını ifade etmeyen 29 öğrencinin bulunduğu ve bu öğrencilerden 7’sinin indikatör kullanmadığı belirlenmiştir.

Deney tasarlama sorusuna cevap veren 89 öğrenciden 65’i deneylerinde titrasyon işleminden söz ettikleri belirlenmiştir. Titrasyon işleminde derişimi bilinmeyen portakal suyunu 45 öğrencinin baz, 11 öğrenci asit, 2 öğrencinin su ile titre ettikleri tespit edilmiştir. Öğrencilerin 7’si ise titrasyon işleminde kullandıkları maddeyi belirtmemişlerdir. Deneylerinde titrasyon yapılması gerektiğini belirten 65 öğrenciden 35’i derişimi bilinmeyen portakal suyunun derişiminin bulunabilmesi için titrasyon işleminde kullanacakları çözeltinin derişiminin bilinmesi gerektiğini ifade etmişlerdir.

11 öğrencinin asit ile baz titrasyonunda büret kullanmayarak hazırlanan çözeltilerin deney tüplerinde birbirine karıştırılması gerektiğini belirtmişlerdir. 1 öğrenci ise karıştırma işleminin bir kapta kaşık aracılığıyla yapılmasını önermiştir. Ayrıca 35 öğrencinin portakal suyunu titre etmek için kullanacakları çözeltinin derişimin bilinmesi gerektiğini ifade etmişlerdir.

Çözüm yolu sunma esnasında formül kullanan 55 öğrenciden 45’inin çözüme ilişkin doğru formül, 10’unun ise yanlış formül önerdikleri belirlenmiştir. 14 öğrencinin ise çözümü sunarken bilinmeyenlere değerler verip hesaplama yaptıkları görülmüştür.

Öğrencilerin yanlış kategorisinde sundukları çözüm yollarına ilişkin cevapları Tablo 4’te verilmiştir.

**Tablo 4.** Öğrencilerin yanlış kategorisinde sundukları çözüm yolları

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Çözüm Yolu | f | Sunulan Formül |
| Derişimin tepkime hızına etkisi | 12 | *C1 x V1= C2 x V2* |
| Yoğunluk | 10 | d= m/V |
| Donma noktası alçalması | 5 | ∆Td= -i.kd.m |
| Molarite | 3 | M= n/V |
| Çözelti hazırlama | 2 | - |

Öğrencilerden 12’si çözüm yolu olarak aynı dönem içinde yaptıkları “*derişimin tepkime hızına etkisi*” deneyini anlatmışlardır. Bu öğrencilerin bir kısmı asit-baz çözeltilerinin bir kısmı da farklı derişime sahip KIO3-NaHSO3 (potasyum iyodat-sodyum bisülfit) çözeltilerinin tüplere konulması ve birbirlerine karıştırılması esasına dayalı yanlış çözüm yolu sunmuşlardır. 10 öğrenci ise hassas terazi ile kütle ve dereceli silindir ile hacim ölçümüne bağlı olarak yoğunluğun hesaplanmasına dayalı yanlış çözüm yolları sunmuşlardır. 5 öğrencinin “*donma noktası alçalması*” deneyindeki işlemleri tarif ettikleri belirlenmiştir. 3 öğrencinin M = n/V bağıntısını kullanarak molaritenin hesaplanmasını önerdiği, 2 öğrencinin ise çözelti hazırlamanın işlem basamaklarını tarif ettiği belirlenmiştir.

Deney tasarlama, malzeme kullanma, çözüm yolu sunma ve düzenek hazırlamada tam doğru kategorisinde bulunan bir öğrencinin açıklaması ve kurduğu düzenek Tablo 5’te verilmiştir. Cevapların incelenmesi esnasında öğrencilerin kağıtları 1’den 93’e kadar numaralandırılmıştır. Tablo 5 ve Tablo 6’daki bulgular sunulurken öğrenciler “Ö” harfi ve kağıtlarındaki numaraları ile “Ö1, Ö2, Ö3,…” şeklinde anılmıştır.

**Tablo 5.** Tam doğru kategorisinde bulunan öğrenci cevabı

|  |
| --- |
| Ö44:  1. *Deney için 250 mL erlen, büret, mezür, spor, kıskaç, baz çözeltisi, fenol ftalein malzemelerini bir araya getiriniz.*  *2. Büreti kıskaç yardımıyla spora tutturarak titrasyon düzeneğini oluşturunuz. Erleni büretin altına yerleştiriniz. Portakal suyu asit içerdiği için derişimi bilinen bir baz çözeltisine ihtiyaç duyarız. Büretin içine derişimi 0,1 N olan NaOH (sodyum hidroksit) ölçek çizgisine kadar doldurunuz. Erlenin içine ise derişimini bilmediğimiz portakal suyundan 10 mL koyunuz. Üzerine 15 mL saf su + 2-3 damla fenol ftalein ekleyiniz. Erleni sağ elimize alıp büret musluğunu sol elimizle kavrayarak yavaş yavaş musluğu açınız. Erleni küçük daireler yapacak şekilde yavaş yavaş çalkalayınız. Bu işlemler devam ederken erlende oluşan pembe renk korununca işlemi bitiriniz. Bu nokta dönüm noktasıdır. Büretin musluğunu kapatarak erlen içine boşalan NaOH’ın hacmini büretten okuyunuz. Not ediniz.*  *3. Nasit x Vasit = Nbaz x Vbaz denkleminde verileri yerine koyarak derişimi bilinmeyen portakal suyunun derişimini hesaplayınız*.  4. |
| C:\Users\sony\Desktop\çözelti hazırlama\doğru - Kopya.jpg |

Ö44 öğrencisinin verilen problemin çözümüne ilişkin kullandığı malzemelerin, tasarladığı deneyin, önerdiği çözüm yolunun ve çizdiği düzeneğin doğru olduğu görülmektedir. Ayrıca öğrencinin indikatör kullanmaya dikkat ettiği, fenol ftalein indikatörünün bazik ortamda pembe renkli, asidik ortamda renksiz olduğunun farkında olduğu ve büretin kullanımını doğru şekilde tarif ettiği görülmektedir.

Deney tasarlama, malzeme kullanma, çözüm yolu sunma ve düzenek hazırlamada yanlış kategorisinde bulunan ve farklı çözüm yolu öneren 6 öğrencinin açıklamaları ve kurdukları düzenekler Tablo 6’da verilmiştir. Ö29, Ö35, Ö55, Ö57 ve Ö92 öğrencileri tasarladıkları deneyde kullandıkları malzemeleri sorunun altına yazmak yerine çizdikleri düzenek üzerinde yazmayı veya düzeneğin yanında listelemeyi tercih ettikleri için bu öğrencilerin 1. ve 4. sorularının cevapları aynı yerde gösterilmiştir.

**Tablo 6.** Yanlış kategorisinde bulunan öğrenci cevapları

|  |
| --- |
| **Ö24:**  1. *Öncelikle deney araç gereçlerimizin hazır olduğundan emin olalım. 2 adet deney tüpü, 0,1 M baz.*  *2. Deney tüplerinden birine derişimini bildiğimiz baz çözeltisini koyalım. Diğer tüpe portakal suyunu koyalım. Bunları yapmadan önce portakal suyumuzun ve derişimini bildiğimiz maddenin hacimlerini ölçtük.*  *3. Birbirlerine karıştırarak portakal suyunun derişimini hesaplarız. C1 x V1= C2 x V2 formülünü kullanalım. Veri analizlerimizi ve gerekli notlarımızı tuttuk. Deneyimizi sonlandırdık*”.  4. |
| C:\Users\sony\Desktop\çözelti hazırlama\deney tüpü - Kopya (2).jpg |
| **Ö29:**  *2. Öncelikle portakal suyunun hacmi ve molaritesi bulunmalıdır. Gerekli işlemler ve hesaplamalar yapılmalıdır. Bir deney tüpüne 5 g portakal suyu konulmalıdır. Hazır bulunan tüpteki portakal suyu balon jojeye boşaltılmalıdır. Üzerine bir miktar su eklenip çalkalanmalı.*  *3. Balon joje 1000 mL’ye kadar su ile tamamlanmalıdır. Bu şekilde derişimi belirlenmiş olur.*  *1.* 4. |
| C:\Users\sony\Desktop\çözelti hazırlama\çöz - Kopya.jpg |
| **Ö35**  *2. Derişimi bilinen bir çözelti alırız. Derişimi bilinen çözelti ile derişimi bilinmeyen çözeltiyi ayrı ayrı beherde ısıtırız. Isıtılan çözeltilerin içine termometre koyup sıcaklığın düşüşünü not ederiz. Çözeltilerin soğuduğu yani sık olarak tekrar ettiği sıcaklığı donma noktasıdır. Derişimi bilinmeyeninki 740C, derişimi bilinen 760C olsun.*  *3. Bu değerleri ∆Td= -i.kd.m formülünde yerine yazarsak kütleyi buluruz...*  *1.- 4.* |
| C:\Users\sony\Desktop\çözelti hazırlama\donma - Kopya.jpg |
| **Ö55**  2. *Öncelikle portakal suyunu dereceli silindire koyarak hacmini bulunuz. Daha sonra hassas terazi ile portakal suyunun kütlesini bulunuz. Teraziyi sıfırlamayı unutma.*  *3. Son olarak da bulduğumuz d=m/V den faydalanarak kütle değerini hacim değerine oranlarız. Böylece yoğunluğu buluruz*.  1.- 4. |
| C:\Users\sony\Desktop\çözelti hazırlama\yoğunluk - Kopya.jpg |
| **Ö57**  *2. Derişimi bilinmeyen bir maddeyi bulmak için derişimi bilinen bir bazdan yardım alırız. 10 tane deney tüpü alırız. 5 tanesin sırasıyla numara ile isim vererek içlerine derişimi bilinen maddeden koyarız. Diğer 5 tüpün içine de derişimi bilinmeyen maddeden 10’ar mL koy. Daha sonra 1. tüpü 6. tüpe dökeriz. Bunu diğer tüpleri de eşleştirerek yaparız. Sonra tepkimelerin oluşma sürelerini kronometre yardımıyla bulalım.*  *3. Verileri deftere not ettikten sonra bulduğumuz değerleri C1 x V1= C2 x V2 formülünde yerine koyarak portakal suyunun derişimini bulalım.*  *1. – 4.* |
| C:\Users\sony\Desktop\çözelti hazırlama\derişim - Kopya.jpg |
| **Ö92**  *2. Verilen portakal suyunun kütlesini terazide tartıp bulurum. Hacmini beherden okurum.*  *3. Bu değerleri kullanırım ve M= n/V formülünde yerine yazarak molaritesini hesaplarım. Daha sonra portakal suyunun derişimini hesaplarım.*  *1. – 4.* |
| C:\Users\sony\Desktop\çözelti hazırlama\yoğunluk_molalite - Kopya.jpg |

Ö24 öğrencisinin portakal suyunda asit bulunduğunun ve bu asidin derişiminin derişimi bilinen bir baz yardımıyla bulunması gerektiğinin farkında olduğu ancak öğrencinin asit-baz tepkimelerinde dönüm noktasının öneminin farkında olmadığı görülmektedir. Öğrenci deney tüplerine koyduğu asit ve baz çözeltilerini birbirleri üzerine dökerek tepkimeye sokmaya çalışmıştır. Ayrıca öğrencinin herhangi bir indikatör kullanmadığı ve kullandığı asit ve baz çözeltilerinin ikisinin de hacimlerini kendisi belirlediği görülmektedir. Öğrencinin problemin çözümün yönelik olarak tasarladığı deney ve önerdiği çözüm yolunun yanlış olduğu belirlenmiştir.

Ö29 öğrencisinin kullandığı malzeme, tasarladığı deney, önerdiği çözüm yolu ve çizdiği düzeneğin tamamen yanlış olduğu görülmektedir. Bu öğrencinin derişim bulma konusunda yanlış bilgilere sahip olduğu ve derişim bulmayı çözelti hazırlama ile karıştırdığı belirlenmiştir. Ö35 öğrencisinin de derişim bulma konusunu bilmediği çözeltini donma noktasının saf çözücünün donma noktasından daha düşük olduğunu ispatlamayı amaçlayan deneyi derişim bulmayla karıştırdığı belirlenmiştir.

Ö55 öğrencisinin derişim ile yoğunluk kavramlarının aynı olduğuna dair yanılgıya sahip olduğu görülmektedir. Bu öğrenci portakal suyunun yoğunluğunun bulunması işlemlerini anlatmıştır.

Ö57 öğrencisinin de derişimi bilinen baz kullanması gerektiğinin farkında olduğu görülmektedir. Ancak öğrencinin tasarladığı deneyin ve önerdiği çözüm yolunun doğru olmadığı belirlenmiştir. Öğrenci derişimin tepkime hızına etkisini belirlemek için yapılan bir deneyin işlem basamaklarını anlatmıştır.

Ö92 öğrencisi de öncelikle portakal suyunun yoğunluğunun bulunması gerektiğini önermiştir. Ardından yoğunluğu molarite ile ilişkilendirerek molarite bağıntısından derişimin bulunabileceğini ifade etmiştir. Öğrencinin yaptığı bu yanlış ilişkilendirme oldukça dikkat çekicidir.

**Tartışma, Sonuç ve Öneriler**

Araştırma sonucunda öğrencilerin yarısı düzenek kurma konusunda başarılı olurken, kullanılacak malzemeleri belirlemede daha düşük başarı sergilemişlerdir. Eryılmaz-Muştu ve diğ. (2018)’nin yaptıkları araştırmada fen bilgisi öğretmenliğinde okuyan öğrenciler tuttukları günlüklerinde açık uçlu deneylere yönelik olarak araç-gereç belirleme ve deney düzeneği kurabilmede zorlandıklarını ifade etmeleri bu sonucu desteklemektedir. Göze hitap eden titrasyon düzeneğinin akılda kalması nedeniyle öğrencilerin düzenek kurma konusunda malzeme seçimi konusu kadar zorlanmadıkları tespit edilmiştir. Çünkü öğrencilerin malzeme seçiminde indikatörün olmadığı eksik liste oluşturmaları cevaplarının kısmi kategorisinde değerlendirilmesine neden olmuştur. Ayrıca öğrencilerin bir kısmının içerisinde sitrik asit bulunan portakal suyunun baz ile titre edilmesi gerekirken asit ile titre etmesi gibi hataları cevaplarının yanlış kategorisinde yer almasına neden olmuştur.

Öğrencilerin deney tasarlama konusundaki cevaplarının yanlış kategorisinde yoğunlaştığı sonucuna ulaşılmıştır. Benzer şekilde Demir ve Şahin (2015) tarafından yapılan araştırmada fen bilgisi öğretmen adaylarının açık uçlu deney planlamada zorlandıkları ve deney oluşturmada başarısız oldukları belirtilmiştir. Ayrıca fen bilgisi öğretmenliği öğrencilerinin deney tasarlamada sıkıntı yaşadıklarına dair kendi ifadelerinin yer aldığı bulgular bazı araştırma sonuçlarında rapor edilmiştir (Eryılmaz-Muştu ve diğ., 2018; Kocakülah ve Savaş, 2011; Turgut ve diğ., 2012)

Öğrencilerin derişimi bilinmeyen portakal suyunun derişiminin bulunmasına yönelik olarak önceki zamanlarda yaptıkları “derişimin tepkime hızına etkisi”, “donma noktası alçalması”, “çözelti hazırlama”, “yoğunluk bulma” deneylerini tasarladıkları sonucuna ulaşılmıştır. Bu öğrencilerin verilen probleme çözüm olarak tasarladıkları yanlış deney doğrultusunda çözüm sundukları belirlenmiştir. Bu sonuç, öğrencilerin derişimi bilinmeyen bir çözeltinin derişiminin nasıl bulunması gerektiğini tam olarak kavrayamadıklarını göstermektedir. Ayrıca öğrencilerin daha önceki zamanlarda yapmış oldukları deneyleri tasarlamaları bu öğrencilerin yaptıkları deneylerin yapılış amacını kavrayamadıklarını göstermektedir. Bu durumun geçmişte yapılan deneylerin doğrulamaya dayalı kapalı uçlu deneyler şeklinde yapılmasından kaynaklandığını düşündürmektedir.

Öğrencilerin bir kısmının sitrik asit barındıran portakal suyunun baz ile titre edilmesi yerine asit, su gibi maddeler kullanarak titre etmeye çalışmaları asit ve bazların tepkimelerinin derişim bulmadaki etkisini anlayamadıklarını göstermektedir. Ayrıca bir kısım öğrencinin sitrik sit içeren derişimi bilinmeyen portakal suyunu derişimini bulmak için kullanacakları çözeltinin derişiminin bilinmesi gerektiğini belirtmemeleri öğrencilerin bu konuda değişkenleri belirleme konusunda sıkıntı yaşadıklarını göstermektedir.

Öğrencilerin yarısına yakını asit-baz tepkimeleri için büret tercih ederken bir kısmı da deney tüpü tercih etmiştir. Bu sonuç, öğrencilerin asit-baz tepkimesindeki dönüm noktasının hassasiyetinin farkında olmadıklarını göstermektedir.

Araştırma sonucunda öğrencilerin yarısına yakını indikatör kullanırken yarısından fazlası herhangi bir indikatörden bahsetmemiştir. Bu sonuç, öğrencilerin büyük bir kısmının asit-baz tepkimelerindeki dönüm noktasını belirlemede indikatör kullanımının etkisini kavrayamadıklarını göstermektedir. Ayrıca öğrencilerin yarısından fazlası tepkime esnasında gerçekleşen renk değişiminden bahsetmediği, renk değişimi olacağını belirten öğrencilerin ise az bir kısmının rengin pembeliğinden bahsettiği belirlenmiştir. Bu durumun öğrencilerin indikatörlerin asidik ve bazik ortamdaki renkleri konusunda yeterli bilgiye sahip olmadıklarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Genel olarak bakıldığında fen bilgisi öğrencilerinin derişimi bilinmeyen bir çözeltinin derişimini bulma probleminin çözümüne yönelik olarak açık uçlu deney tasarlama, uygun malzeme kullanma, uygun çözüm yolu üretme ve doğru düzenek kurma konusunda yeterli başarıyı gösteremedikleri sonucuna ulaşılmıştır. Öğrencilerin alıştıkları kapalı uçlu deney tarzından uygulama şekli bakımından oldukça farklı bir yapıya sahip olan açık uçlu deney tarzına geçmeleri zorlanmalarına neden olduğu düşünülmektedir. Açık uçlu deney türlerinin laboratuvara yönelik tutum üzerinde olumlu etki ettiği (Akpınar ve Yıldız, 2006) yaratıcılık ve zihinsel becerileri geliştirdiği (Gangoli and Gurumurthy; 1995; Temizyürek, 2003), bilimsel süreç becerilerini geliştirdiği (Aydoğdu ve Ergin, 2008), kavramsal algılamayı arttırdığı (Berg et al., 2003) gibi birçok olumlu etkisi olduğundan dolayı öğretim sürecinde açık uçlu deneylere daha fazla yer verilmesi gerektiği önerilmektedir.

Yapılan araştırmada öğrencilerin açık uçlu deney tasarlayabilme becerileri açık uçlu soruların yer aldığı bir test aracılığıyla belirlenmiştir. Öğrencilerin açık uçlu deney tasarlayabilme becerileri ile ilgili derinlemesine veri elde etmek için deneyler uygulamalı olarak yaptırılarak deney sürecinde gözlem yapılabilir ve deney sonrasında öğrencilerle görüşmeler gerçekleştirilebilir.

**Kaynakça**

Akpınar, E. ve Yıldız, E. (2006). Açık uçlu deney tekniğinin öğrencilerin laboratuvara yöneliktutumlarına etkisinin araştırılması. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20, 69-76.

Akpınar, E. ve Çite, D. E. (2015). Açık uçlu deney tekniğine dayalı yapılan öğretimin 6. sınıf öğrencilerinin bazı temel fen kavramlarını öğrenmelerine etkisi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 33, 130-147.

Armstrong, H. E. (1973). *How science must be studied to be useful*, G. Van Praagh (cd) The Technical World: H. E. Armstrong and Science Education. London: John Murray.

Ayas, A. P., Çepni, S., Akdeniz. A. R., Yiğit, N., Özmen, H. ve Ayvacı, H. Ş. (2007). *Kuramdan uygulamaya fen ve teknoloji öğretimi.* (Editör: S. Çepni, 6. Baskı). Ankara: Pegema Yayıncılık.

Aydoğdu, C. (2003). Kimya eğitiminde yapılandırmacı metoda dayalı laboratuvar ile doğrulama metoduna dayalı laboratuvar eğitiminin öğrenci başarısı bakımından karşılaştırılması. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25, 14-18.

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.

Beach, D. H. and Stone, H. M. (1988). Survival of the high school chemistry laboratory. *Journal of Chemical Education, 65* (7), 619-620.

Berg, C. A. R., Bergendahl, V. C. B., Lundberg, B. and Tibell, L. (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.

Blonder, R., Mamlock-Naaman, R. and Hofstein, A. (2008). Analyzing inquiry questions of high-school students in a gas chromatography open-ended laboratory experiment. [*Chemical Education Research Practice*](https://doi.org/10.1039/1756-1108/2008), **9**, 250-258

Bozkurt, O., Orhan., A. T. ve Kaynar, G. (2008). *Fen ve teknoloji laboratuarı uygulamaları I-II*. Ankara: Maya Akademi Yayıncılık.

Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E. K., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. (2008). *Bilimsel araştırma* *yöntemleri (5. Baskı)*. Ankara: Pegem Akademi.

Çepni, S., Ayas, A. P., Johnson, D. ve Turgut, F. (1997). *Fizik öğretimi.* YÖK/Dünya Bankası, Milli Eğitimi Geliştirme Projesi, Hizmet Öncesi Öğretmen Eğitimi, Ankara, <http://www.hskizilcik.com/fizik/egitim/FizikOgretimi.pdf>, 22 Aralık 2018.

Demir, S. ve Şahin, F. (2015). Fen bilgisi öğretmen adaylarının açık uçlu deney oluşturabilme düzeyleri. *The Journal of Academic Social Science Studies, 33, 433-442.*

Domin, D. S. (1999). A review of laboratory instruction styles. *Journal of Chemical Education, 76* (4), 543-547.

Eryılmaz-Muştu, Ö., Ertaş-Kılıç, H. ve Şen, A. İ. (2018). Fen bilgisi öğretmenliği lisans öğrencilerinin açık uçlu deneylere ilişkin görüşleri: Deney günlükleri. *Sakarya University Journal of Education, 8* (3), 158-175.

Gangoli, S. G. and Gurumurthy, C. (1995). A study of the effectiveness of a guided open-endedapproach to physics experiments. *International Journal of Science Education*, *17* ( 2), 233-241.

Hofstein, A. and Lunetta, V. N. (1982). The role of the laboratory in science teaching: Neglected aspects of research. *Review of Educational Research, 52* (2), 201-217

Karaca, A., Uluçınar, Ş. ve Cansaran, A. (2006). Fen eğitiminde laboratuvarda karşılaşılan güçlüklerin saptanması. *Milli Eğitim Dergisi, 35* (170), 250-259.

Karamustafaoğlu, O. ve Yaman, S. (2006). *Fen eğitiminde özel öğretim yöntemleri I-II*. Ankara: Anı Yayıncılık.

Karasar, N. (2014). *Bilimsel araştırma yöntemi* (27. Baskı). Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.

Kocakülah, A. ve Savaş, E. (2011). Fen bilgisi öğretmen adaylarının deney tasarlama ve uygulama sürecine ilişkin görüşleri. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 30* (1), 1-28*.*

Köse, E. (2010). Bilimsel araştırma modelleri. Bulunduğu eser: Kıncal, R. Y. (Ed.), *Bilimsel araştırma yöntemleri* (ss. 97-120). Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.

Landis, J. R. and Koch, G. G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, 33, 159.174.

Özmen, H. ve Yiğit, N. (2005). T*eoriden uygulamaya fen bilgisi öğretiminde laboratuvar kullanımı.* Ankara: Anı Yayıncılık.

Richardson, V. and Renner, J. W. (1970). A study of the inguiry-discovery method of laboratory instruction. *Journal of Chemical Education, 47* (1), 77-79.

Telli, A., Yıldırım, H. İ., Şensoy, Ö. ve Yalçın, N. (2004). İlköğretim 7. sınıflarda basit makineler konusunun öğretiminde laboratuvar yönteminin öğrenci başarısına etkisinin araştırılması. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 24* (3), 291-305.

Temizyürek, K. (2003). *Fen öğretimi ve uygulamaları.* Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.

Turgut, H., Turgut-Şengül, G., Ercan, S., Öztürk, N. ve Bozkurt, E. (2012). *Rutinin dışına çıkmak:* *Öğretmen adaylarının açık uçlu laboratuar uygulamalarına dair algılamaları*, X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, 27-20 Haziran 2012, Niğde.