

## MODERN FİZİK KONULARININ ÖĞRETİMİNDE 7E ÖĞRENME MODELİNİN KULLANILMASINA YÖNELİK ÖĞRETMEN VE ÖĞRENCİ GÖRÜŞLERİ

### Teacher and Students' Opinions on Usage of 7E Learning Model in Teaching Modern Physics

Günay PALIÇ ŞADOĞLU<sup>1</sup>

Ali Rıza AKDENİZ<sup>2</sup>

#### Öz

*Bu çalışmanın amacı, Modern Fizik Ünitesi'nde yer alan Kara Cisim Işınması, Fotoelektrik Olay ve Compton Olayı konularının öğretiminde 7E öğrenme modelinin kullanılmasına yönelik, öğretmen ve öğrenci görüşlerinin belirlenmesidir. Çalışmaya, 2012-2013 eğitim öğretim yılı bahar yarıyılında bir Anadolu Lisesi'nde 11. sınıfta öğrenim gören 26 öğrenci ve 1 öğretmen katılmıştır. Çalışmada Kara Cisim Işınması, Fotoelektrik Olay ve Compton Olayı konuları, dersin öğretmeni tarafından 7E Öğrenme Modeline göre yürütülmüştür. 12 ders saati boyunca yürütülen uygulamanın sonunda dersin öğretmeni ve öğrencilerin görüşleri yarı yapılandırılmış mülakat ile alınmıştır. Bu çalışma betimsel bir çalışma olup, çalışmanın verileri üzerinde betimsel ve içerik analizi yapılmıştır. Çalışmada, 7E öğrenme modeline göre yapılan uygulamaların öğrencilerin derse karşı ilgisini artırdığına ulaşılmıştır. Uygulamanın kendi öğrenmelerine katkı sağladığını gördükçe, öğrencilerin gönüllülüklerinin arttığı ve uygulamalara aktif olarak katıldıkları söylenebilir.*

**Anahtar Kelimeler:** 7E Öğrenme Modeli, Modern Fizik, Öğretmen ve Öğrenci Görüşleri

#### Abstract

*In this study, it is intended to investigate teacher and students' opinions on usage of 7E learning model in teaching Blackbody Radiation, Photoelectric Effect, and Compton Scattering subjects in Modern Physics Unit. The sample composed of 26 11th grade students from Anadolu High School and 1 physics teacher working at this school in the spring semester of 2012-2013 academic year. Subjects were taught according to 7E learning model based on constructivist learning theory by teacher. Teacher and students' opinions were collected by using through semi-structured*

DOI: 10.14582/DUZGEF.541

<sup>1</sup> Dr. Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü, Rize, gunay.palic@erdogan.edu.tr

<sup>2</sup> Prof. Dr. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fatih Eğitim Fakültesi, Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Bölümü, arakdeniz@gmail.com

interviews at the end of the practice process of 12 hours. This study is a descriptive study, descriptive and content analyses were conducted on qualitative data. The study showed that the practices based on 7E learning model increased students' interest. It can be said that students' willingnesses increase and they participate actively to practices when seeing the contribution to their learning.

**Key Words:** 7E Learning Model, Modern Physics, Teacher and Students' Opinions.

## GİRİŞ

Fen ve matematik öğretimi ile günlük yaşamın bağlantılı olması durumunun kavram ve süreçlerin öğrenilmesindeki olumlu etkisi vurgulanmasına rağmen, günümüzde birçok öğrenme ortamında günlük yaşamla çok az ölçüde bağ kurulduğu bilinmektedir. Bu durum, bilginin aynen yansıtılması şeklinde bir öğrenme anlayışını ve ezbere dayalı öğrenme etkinliklerini ortaya çıkarmaktadır (Çam, 2008). Diğer bir ifadeyle, var olan öğrenme süreçleriyle bilgi yeterince yapılandırılmamakta, bilginin gerçek yaşam durumlarına aktarımı sağlanamamaktadır. Lise Fizik Öğretim Programı'nda, kavramların gerçek yaşamla ilişkilendirilerek sunulması gerektiği, öğrencilerin günlük hayatta karşılaştıkları olayları derste öğrendikleri bilgilerini kullanarak yorumlamasına ve çözüm bulabilmesine olanak verilmesi gerektiği ifade edilmektedir. Fizik dersinde anlamlı bir öğrenme, öğrencilerin ön bilgilerinin kontrol edildiği, gerçek yaşamda karşılaştıkları bağlamların temel alındığı, zihinsel ve fiziksel olarak etkin olduğu ve kavramsal değişimin sağlandığı öğrenme ortamlarında gerçekleşmektedir (MEB, 2008). Bu anlamda, öğrencilerin zihinsel ve fiziksel aktif katılımını sağlayabilecek, öğrencilerin ön bilgilerini yoklayan, bireysel farklılıkları ön plana çıkaracak laboratuvar deneylerini ve sınıf etkinliklerini içeren, öğretmenlerin yararlanabileceği ve sınıflarında kolaylıkla uygulayabileceği, yapılandırmacı öğrenme kuramına dayalı uygulamaların yapılması bir çözüm olarak görülmektedir.

Yapılandırmacı öğrenme kuramının fen eğitiminde ve öğrenme ortamlarında kullanımına yönelik çeşitli öğrenme modelleri önerilmekte, 5E ve 7E öğrenme modelleri ise yaygın olarak kullanılmaktadır. Bybee (2003), 5E öğrenme modelindeki basamaklarını geliştirerek 7E öğrenme modelini tanımlamıştır. 7E öğrenme modeli, 5E öğrenme modelinin genişletme basamağından, sorgulama, işbirliği, iletişim, tartışma, paylaşma ve günlük hayatla ilişkilendirmeyi öne çıkaran bir anlayışla ayrılmaktadır. İşbirliğine dayalı yaklaşımla işlenen derslerde öğrencilerin derse aktif olarak katıldıkları, birbirleriyle olan etkileşimlerinin arttığı, birbirlerinin öğrenmesine yardımcı oldukları ve derse yönelik olumlu tutum geliştirdikleri (Çopur ve Moğol, 2012; Ünsal ve Moğol, 2005; Yeşilyurt, 2009), öğrenme modelinin kavram değişimini sağlamada üstün yönleri olarak izah edilebilir (Turgut ve Gürbüz, 2011). 7E öğrenme modelinin aşamalarının ayrıntılı olması sebebiyle daha

nitelikli bir öğretimin gerçekleştirilebileceği, fakat öğretimin zaman alıcı olduğu ifade edilmektedir (Çepni ve diğ., 2001). Bu anlamda, 7E öğrenme modelinin giriş basamağı daha ayrıntılı tanımlandığı için öğrencilerin hazır bulunuşluklarında ve önbilgilerinin tespitinde, dolayısıyla kavram yanlışlarının belirlenmesinde daha etkili olacağı düşünülmektedir. Ayrıca, 7E öğrenme modelinde aşamaların ayrıntılı olması sayesinde kavramsal değişmeyi gerçekleştirmek ve bilginin yapılandırılarak kazanılması noktasında 7E öğrenme modeli daha avantajlı olabilir.

Yapılandırmacı öğrenme kuramına yönelik yapılan çalışmalarda, genellikle yapılandırmacı öğretim gören öğrencilerin dersleri daha zevkli, motive edici, ilgi çekici buldukları ve tutumlarının pozitif yönde etkilendiği sonucuna ulaşılmıştır (Boddy, Watson ve Aubusson, 2003; Değirmençay, 2010; Demirezen, 2010; Demirezen ve Yağbasan, 2013; Dhindsa ve Emran, 2006; Er Nas, 2008; Khalid ve Azeem, 2012; Pradhan ve Mody, 2009; Sağlam, 2005; Şengül, 2006; Tabago, 2011). Ayrıca, yapılandırmacı öğrenme kuramına yönelik geliştirilen dokümanların öğrencilerin başarılarına, kavramsal gelişimlerine ve kalıcı kavramsal değişimlerine, bilişsel yapılarının gelişimine olumlu yönde katkılar sağladığına ulaşılmıştır (Avcıoğlu, 2008; Aydoğmuş, 2008; Aydoğmuş, Sarıkoç ve Cerit Berber, 2010; Demirezen, 2010; Erdoğan, 2011; Ergin, Kanlı ve Tan, 2007; Ergin, 2009; Hırça, 2008; Hırça, Çalık ve Seven, 2011; Keskin, 2008; Kural, 2008; Özkan, 2008; Palıç-Şadoğlu ve Akdeniz, 2015). Yapılan bu çalışmalarda 7E öğrenme modelinin öğrencilerin başarılarına, kavramsal gelişimlerine, kavram yanlışlarının giderilmesine, bilgilerin kalıcılığına ve bilimsel süreç becerilerinin gelişimine olumlu yönde katkılar sağladığı görülmektedir (Avcıoğlu, 2008; Çelik ve Özbek, 2013; Demirezen, 2010; Demirezen ve Yağbasan, 2013; Kanlı, 2007; Kanlı ve Yağbasan, 2008; Şahin, Bülbül ve Durukan, 2013).

Literatürde kuantum fiziği kavramları ile ilgili öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarının tespiti, bu kavramlarının daha etkili öğrenilmesi ve öğretilmesi ile ilgili çalışmalar son yıllarda fizik eğitimi araştırmacılarının yoğun olarak ilgilendikleri bir çalışma alanı haline gelmiştir (Ayvacı, 2013; Çalışkan, Selçuk ve Erol, 2009; Özcan, 2011; Özdemir ve Erol, 2011; Sadaghiani, 2005; Şahin, Bülbül ve Durukan, 2013; Şen, 2002; Vadnere ve Joshi, 2009; Yıldız, 2009; Yıldız ve Büyükkasap, 2011a; Yıldız ve Büyükkasap, 2011b). Bu çalışmalarda, öğrencilerin kuantum derslerini zor ve anlaşılabilir (soyut) olarak gördükleri, kuantum kavramlarının yeterince etkili öğrenilemediği ve öğrenilen kavramların kalıcı olmadığı belirtilmiştir (Didiş ve Özcan, 2007; Didiş, Eryılmaz ve Erkoç, 2010; Özcan, 2011; Steinberg, Wittman, Bao ve Redish, 1999; Singh, 2001; Singh, Belloni ve Christian, 2006; Zhu, 2011). Kuantum fiziği kavramlarının öğrenilmesinde yaşanan güçlükler arasında kuantum fiziğinin karmaşık matematiksel alt yapısı, soyut ve birbirine paralel olmayan kavramların olduğu belirtilmektedir (Akarsu, 2007; Akarsu 2011; Didiş, Eryılmaz ve Erkoç, 2010). Birçok öğrenci tarafından kuantum fiziği sadece matematiksel formüllere dayanmış ve anlaşılması güç olarak

nitelendirilmektedir (Styer, 1997). Bunun sonucunda, öğrencilerin birçok kavram yanlışlığının etkisiyle, çok düşük başarılar sergiledikleri ifade edilmektedir (Didiş, Özcan ve Abak, 2008; Singh, Belloni ve Christian, 2006; Styer, 1997; Yıldız ve Büyükkasap, 2011a).

11. sınıf modern fizik konularından; Kara Cisim ışıması (Planck, 1900), Fotoelektrik Olay (Einstein, 1905) ve Compton Saçılması (Compton, 1923) olayları, ışığın parçacık özelliğini yani elektromanyetik alan kuantumlarının (fotonların) varlığını gerektiren olaylar olup, modern kuantum kuramına yol açmışlardır (Bozdemir ve Eker, 2007). Akdeniz ve Paliç (2012), lise 11. sınıf ünitelerinden biri olan modern fizik konularının genellikle yüzeysel işlendiği ya da geçiştirildiğini belirlemiştir. Bu durum modern fizik konularının soyut olması nedeniyle günlük yaşamla ilişkilendiril(e)mediğini ve bu nedenle öğrenilmede zorluk yaşanıldığını düşündürmektedir. Literatürde de, modern fizik konularının soyut olduğu ve bu nedenle öğrenilmede zorluk yaşandığı belirtilmektedir (Didiş ve Özcan, 2007; Didiş, Eryılmaz ve Erkoç, 2010; Özcan, 2011; Steinberg, Wittman, Bao ve Redish, 1999; Singh, 2001; Singh, Belloni ve Christian, 2006; Zhu, 2011). Bu anlamda, modern fizik konularının günlük hayatla ilişkilendirilmesi ve öğrenilenlerin yapılandırılarak kazanılması noktasında 7E öğrenme modeli gibi yapılandırmacı uygulamaların daha etkili olacağı düşünülmektedir. Modern fizik konularına yönelik yapılan çalışmalarda (ışık, fotoelektrik olay, compton olayı, de Broglie dalga boyu ve modern atom modelleri), öğrenme amaçlı yazma aktivitelerinin öğretmen adaylarının akademik başarılarına etkisi araştırılmıştır (Yeşildağ, 2009; Yıldız, 2009; Yıldız ve Büyükkasap, 2011a; Yıldız ve Büyükkasap, 2011b).

Bu çalışmada ise, lise 11. sınıf Modern Fizik Ünitesi'nde yer alan Kara Cisim Işıması, Fotoelektrik Olay ve Compton Olayı konularının öğretiminde 7E öğrenme modelinin kullanılmasına yönelik, öğretmen ve öğrenci görüşlerinin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Bu çalışma, lise modern fizik konularının öğretiminde 7E öğrenme modelinin kullanılmasının öğrencilerin ilgi ve motivasyonları üzerindeki etkisinin araştırılması açısından önemli olacağı düşünülmektedir.

## YÖNTEM

### Araştırma Modeli

Bu çalışmada öğretmen ve öğrencilerin Modern Fizik Ünitesi'nde yer alan Kara Cisim Işıması, Fotoelektrik Olay ve Compton Olayı konularının öğretiminde 7E öğrenme modelinin kullanılmasına yönelik görüşlerini ortaya koymak amacıyla betimsel yöntem kullanılmıştır. Betimsel yöntem olayların, objelerin, varlıkların, kurumların, grupların ve çeşitli alanların "ne" olduğunu betimlemeye ve açıklamaya çalışmaktır. Betimleme araştırmaları mevcut olayların daha önceki olay ve koşullarla ilişkilerini de dikkate alarak durumlar arasındaki etkileşimi açıklamayı hedeflemektedir (Kaptan, 1998). Bu

çalışmada betimsel yönteminin seçilme nedeni, 7E öğrenme modeline göre yapılan uygulama sonrası öğretmen ve öğrenciler üzerine odaklanarak var olan durumun derinlemesine araştırılmasıdır.

### **Araştırma Grubu**

Bu çalışmaya bir Anadolu Lisesi'nde 11. sınıfta öğrenim gören 26 öğrenci ve 1 öğretmen katılmıştır. Uygulama öncesi Rize il ve ilçelerindeki Fen, Anadolu Öğretmen, Anadolu ve Genel liselerde görev yapan 29 öğretmen ile fizik öğretim programı hakkında görüşülmüştür. Ayrıca Rize il bazında yapılan hizmet içi eğitim seminerlerine katılarak Rize genelinde görev yapan 47 öğretmen ile birebir görüşülmüştür. Görüşmeler dikkate alınarak, 2007 Fizik Öğretim Programı'nın olumlu ve olumsuz yönleriyle kritik edebilen 10 fizik öğretmeni belirlenmiştir. Belirlenen 10 öğretmen bir öğretim dönemi boyunca fizik dersleri kapsamında gözlemlenmiştir. Söyledikleri ile yaptıkları arasındaki tutarlılıkları, program hakkındaki bilgileri, yeniliğe olan açıklıkları dikkate alınarak gözlemlenen 10 öğretmen sonrasında 4 öğretmene indirgenmiştir. Bu öğretmenler Fen Lisesi, Anadolu Öğretmen Lisesi ve Anadolu Lisesi'nde görev yapmakta olup, 11. sınıf modern fizik ünitesi kapsamında gözlemlenmiştir. Gözlemlerde öğretmenlerden birinin mesleki deneyiminin az olmasına bağlı olarak derslerinde sınıf hakimiyetini sağlamakta zorlandığı ve zaman kayıplarının yaşandığı görüldüğünden asıl uygulamaya dahil edilememiştir. Diğer bir öğretmenin ise geliştirilecek ve uygulanacak olan materyalin zorluklarından bahsederek uygulamayı yürütemeyeceğini ifade ettiğinden uygulamaya dahil edilememiştir.

### **Veri Toplama Araçları**

Çalışmada, lise 11. sınıf Modern Fizik Ünitesi'nde yer alan Kara Cisim Işınması, Fotoelektrik Olay ve Compton Olayı konularının öğretiminde 7E öğrenme modelinin kullanılmasına yönelik öğretmen ve öğrenci görüşleri, yarı yapılandırılmış mülakat ile belirlenmeye çalışılmıştır. Kara Cisim Işınması, Fotoelektrik Olay ve Compton Olayı konuları, dersin öğretmeni tarafından 7E Öğrenme Modeline göre 12 ders saati boyunca yürütülmüş, uygulamanın sonunda ise dersin öğretmeni ve öğrencilerin görüşleri alınmıştır. Mülakat, duyuşsal niteliklerin ölçülmesinde kullanılan tekniklerden biri olup (Karaca ve diğ., 2008), uygulamanın öğrencilerin ilgi ve motivasyonlarına yönelik nasıl bir değişime neden olduğu yarı yapılandırılmış mülakatlar ile belirlenmeye çalışılmıştır. Öğrenci ve öğretmen mülakat soruları aşağıda sunulmaktadır.

#### **Öğrenci Mülakat Soruları;**

*7E öğrenme modeline göre yürütülen bu dersteeki uygulamaları diğer uygulamalarınızla karşılaştırdığınızda, sizlere neler kazandırdığını düşünüyorsunuz?*

*7E öğrenme modeline dayalı modern fizik öğretimi, öğrenmenizdeki etkili oldu mu? Nasıl, örnek veriniz?*

*7E öğrenme modeline dayalı modern fizik öğretimi, derse karşı ilgi ve motivasyonunuzda nasıl bir değişiklik oluşturdu?*

*Uygulamada beğendiğiniz durumlar oldu mu? Örnek veriniz.*

*Uygulamada beğenmediğiniz durumlar oldu mu? Örnek veriniz.*

Çalışmada öğrencilerin fizik dersine yönelik ilgi ve motivasyonlarına yönelik görüşlerini belirlemek amacıyla uygulama öncesi ve sonrası sorulan mülakat soruları aşağıda sunulmaktadır.

*Fizik dersine olan ilgini nasıl ifade edersin?*

*Fizik dersi senin için önemli mi? Önemli ise neden önemli olduğunu ifade eder misin?*

*Fizik dersinde başarılı olduğunuzu düşünüyor musun? Nedeni ile birlikte açıkla mısın?*

*Fizik dersinde kendini nasıl hissediyorsun? Nedeni ile birlikte açıkla mısın?*

*7E öğrenme modeline dayalı modern fizik öğretimi, derse karşı ilgi ve motivasyonunuzda nasıl bir değişikliğe neden oldu?*

**Öğretmen Mülakat Soruları;**

*7E öğrenme modeline göre yürüttüğünüz bu 4 haftalık uygulamaları, diğer uygulamalarınızla karşılaştırdığınızda, size ve öğrencilerinize neler kazandırdığını düşünüyorsunuz?*

*Size göre 7E öğrenme modeline göre yürütülen derslerin avantajları nelerdir?*

*Size göre 7E öğrenme modeline göre yürütülen derslerin dezavantajları nelerdir?*

*Sizce, 7E öğrenme modeline dayalı modern fizik öğretimi, öğrencilerinizin öğrenmesinde, derse karşı ilgi ve motivasyonlarında nasıl bir değişiklik oluşturdu?*

*Uygulamada karşılaştığınız herhangi bir sorun oldu mu? Bunların nasıl üstesinden geldiniz?*

*Bu konuları tekrar işleyecek olsanız uygulamada ne gibi değişiklikler yaparsınız?*

### **Materyallerin Geliştirilme Süreci**

Çalışmada, lise 11. sınıf Modern Fizik Ünitesi'nde yer alan Kara Cisim Işıması, Fotoelektrik Olay ve Compton Olayı konularına yönelik 7E öğrenme modeline uygun materyaller kullanılmıştır. Materyal hazırlanırken yapılandırmacı öğrenmenin temel ilkeleri göz önünde bulundurulmuş ve 7E öğrenme modeli aşamaları dikkate alınmıştır. Materyalin hazırlanmasında 11.

Sınıf Fizik Öğretim Programı (MEB, 2008), 11. sınıf MEB fizik ders kitabı, öğretmen görüşleri, piyasada bulunan 11. sınıf fizik ders kitapları ve üniversitede okutulan fizik ders kitaplarından faydalanılmıştır. Hazırlanan materyaller, pilot çalışma öncesi 2 alan uzmanı, 3 alan eğitimcisi uzmanı, 1 ölçme değerlendirme uzmanı ve 2 fizik öğretmeni tarafından incelenmiş ve gerekli düzeltmeler yapılmıştır. Geliştirilen materyallerin uygulama süreleri ise, pilot çalışma sonrası ve uzman görüşü doğrultusunda, Kara Cisim Işıması için 3 ders saati, Fotoelektrik Olay için 4 ders saati ve Compton Olayı için 4 ders saati olarak belirlenmiştir.

Öğrenci Ders Materyali ve Öğretmen Materyalinden Bir Uygulama Örneği: Fotoelektrik Olay

Fotoelektrik olay konusunda, 7E öğrenme modelindeki her bir aşamada yer alan etkinliklere yönelik bilgiler Şekil üzerinde gösterilmektedir.

**DERSİN ADI:** FİZİK  
**Sınıf:** 11. sınıf  
**Ünitenin Adı:** Modern Fizik  
**Öğrenilecek Bilimsel Kavram/Konu:** Fotoelektrik olay  
**İlgili Kazanım:** 1.2. Fotonu enerji paketi (çıkını) olarak açıklar  
 1.3. Fotoelektrik olayını açıklar (B1B-1.a-d)  
 1.4. Fotoelektronların sahip olduğu maksimum kinetik enerjileri ile durdurma gerilimi ve eşik enerjisi arasındaki ilişkileri iletir.

**B1B- 1.a.Farklı bilgi kaynaklarını kullanır.**  
 1.d.Amacına uygun bilgiyi arar, bulur ve seçer.

**UYARI:** Fotoelektrik olayında enerjinin elektron volt mertebesinde olduğu belirtilir. Işın şiddetinin foton sayısı ile orantılı bir büyüklük olduğu vurgulanır. Gelen ışın şiddet ve frekansının fotoelektrik olayındaki etkisi yorumlanır.


Durdurma geriliminin elektronların sahip olduğu maksimum kinetik enerjiye bağlı olduğu, ancak ışın şiddetinden bağımsız olduğu açıklanır. Farklı şiddete sahip ışın etkisi de göz önüne alınarak elektrotlar arasında uygulanan gerilim ile devreden geçen akım şiddeti arasındaki değişim grafiği çizilerek yorumlanır.

Eşik enerjisine iş fonksiyonu da denildiği belirtilir. Eşik enerjisinin ve eşik frekansının maddenin cismine bağlı olduğu vurgulanır ve bazı metallerin iş fonksiyonu değerleri verilir.

**Öğrenme-Öğretme -Yöntem ve Teknikler:** 7E Öğrenme Modeli  
**Önerilen Süre:** 4 ders saati

**A. Soru Kartları**

Her soru kartı öğrencilerin ve öğretmenlerin kullanabileceği şekilde hazırlanmıştır.



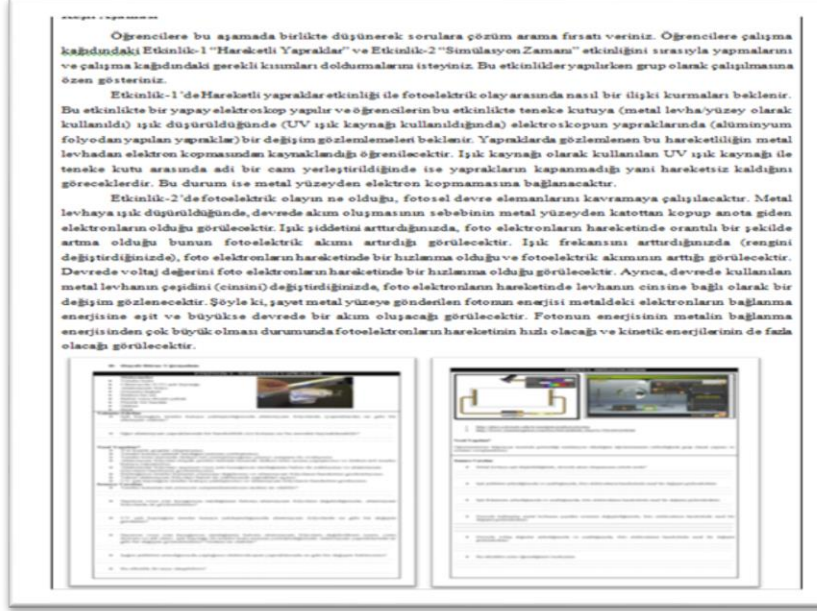
**Merak Uyandırma Aşaması**

Soru kartları öğrencilere dağıtılır. Soru kartları üzerindeki resimlerin öğrenciler tarafından incelenmesi istenir. Bu şekilde öğrencilerin konuya karşı merakının uyandırılması hedeflenmiştir.

Soru kartları üzerindeki sorular ile öğrencilerin ön bilgileri tespit edilmek istenmiştir. Bu amaçla öğrencilerin kendi düşüncelerini soru kartları üzerine yazmaları istenir ve öğrencilere müdahale edilmez. Burada asıl amaç öğrencilerin sorulara doğru cevap vermeleri değil, sadece değişik fikirler öne sürmelerinin sağlanmasıdır. Verilen süre sonunda öğrencilere söz verilerek yazdıkları cümleler okutulur.

Öğrencilerden soru kartlarına yazdıkları cümleleri dikkate alarak, bu resimlerde belirtilen durumlar arasındaki benzerliği ne olabileceği sorular ve boş bırakılan bölüme kendi cümlelerini yazmaları istenir. Bu bölümde öğrencilerin fotoelektrik devre elemanı olan fotoelektrik ve fotosellerin çalışma prensipleri hakkında ne bildiklerini ortaya çıkartılmak istenmiştir. Öğrencilere söz verilerek yazdıkları cümleler okutulur.

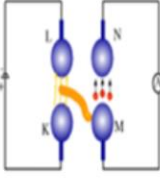
Şekil 1. Merak Uyandırma Aşaması



Şekil 2. Keşif Aşaması

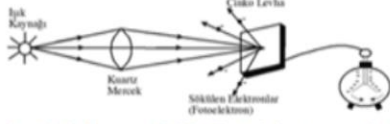


**Açıklama Aşaması**



Öğretmen Etkinlik -1 ve Etkinlik -2 de öğrendiklerini özetlemek, fotoelektrik olay konusunda bilgi vermek için aşağıdaki açıklamalar yapılır ve örnekler çözülür.

1887 yılında ilk kez Alman fizikçi Hertz, radyo dalgaları ile ilgili çalışmaları sırasında elektrotlar arasında meydana gelen kıvılcım atımlarını inceliyordu. Bu sırada deney düzeneğindeki yüklü K ve L küreleri arasında meydana gelen kıvılcım atımasından çıkan morötesi ışığın, düzenekteki M ve N iletken küreleri arasında elektron atımasına sebep olduğunu gözlemledi. Bu durum morötesi ışınlar nedeniyle iletkenliğin artması yani yeni elektrik yüklerinin meydana gelmesi demektir. Buradan hareketle Hertz'in öğrencisi Hallwachs, cıva sürülmüş bir çinko levhayı negatif yükde yükleyerek üzerine ışık düşürdü ve levhmanın yükünü kaybettiğini gördü. Bu çalışmalar metal levhalar üzerine düşen ışığın metal yüzeylerden elektron kopmasına neden olduğunu gösterdi.



Üzerine cıva sürülmüş bir çinko levhayı negatif yüklü elektroskopun topuzuna bağlayalım. Bu durumda çinko levha negatif yüklenir. Levha üzerine ince kenarlı kuartz mercekten geçirilmiş yüksek frekanslı ışığı odaklayalım. Işık düşürüldükten sonra elektroskopun yapraklarının açıldığı yavaş yavaş azalır. Bu olay çinko levha üzerine ışık düşürülünce yüzeyden elektronların söküldüğünü ve bunların yüzeyden ayrıldığını gösterir. Çinko levhayı negatif yükde yükledikten sonra gelen ışığın önüne cam levha tutarak, deney tekrarlandığında elektroskopun yapraklarının kapanmadığı gözlenir. Burada önemli olan Kuartz camın morötesi ışığı geçirdiği, adı camın ise geçirmediği ve bu nedenle metal levhadan elektron süken yüksek enerjili mor ötesi ışınlar olduğudur. Mor ötesi ışığın metal yüzeylerden elektron koparması olayına **fotoelektrik olay**, kopan elektronlara ise **fotoelektron** denir.

Işığın elektron koparması olayında cevaplanması gereken bir soru ışığın metal yüzeye nasıl aktarıldığıdır. Planck, kara cisim ışınımında yayınlanan enerjinin kesikli olduğunu ortaya atmıştı. Planck'ın bu görüşünü Einstein de destekledi. Planck, ışık enerjisinin kuantal paketler halinde taşındığına dair görüşlerini açıkladıktan kısa bir süre sonra 1905 yılında Einstein ışık enerjisinin foton denilen tanecikler halinde yayıldığını açıkladı. Kütleli olmayan ve boşlukta ışık hızıyla hareket eden fotonlar, etkileşimlere parçacık olarak girer fakat dalga olarak yayılır ve kütle çökiminden etkilenir.

Fotonların enerjisi;  $E = h \cdot f = hc/\lambda$  olarak ifade edilmiştir.

Işık enerjisi ışığı oluşturan fotonların toplam enerjisidir. Işık şiddeti ise ışık kaynağından birim zamanda yayılan toplam enerjiyi ifade eder ve kaynaktan birim zamanda yayılan foton sayısı ile doğru orantılıdır. Foton enerjisi çok küçük değerler sahip olduğu için, birim olarak joule yerine elektronvolt (eV) kullanılır ve  $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ 'dir.

Fotoelektrik olayda elektron koparma olayı bir foton ile bir elektron arasında gerçekleşir. Yani 1 foton 1 elektron sökelir. Fotonların metalden elektron sökelmeleri için, öncelikle elektronları metale bağlayan kuvveti yemeleri gerekir. Bu kuvveti ancak belli enerjilerle yenebilmek mümkündür. Bir elektronun belli bir metal yüzeyinden kurtulabilmesi için gerekli bir en küçük E enerjisi olmalıdır, yoksa elektronlar sürekli olarak dışarı dökülürlerdi. 1 elektronu metal yüzeyden koparabilmek için fotonun sahip olması gereken en küçük enerji miktarına **bağlanma (veya koparma) enerjisi** denir ve bu enerji  $E_0$  (veya  $\phi$  (ışık fonksiyonu)) ile gösterilir.

Herhangi bir metalin bağlanma enerjisine eşit enerjili bir fotonun frekansına **eşik frekansı** ( $f_0$  veya  $\nu_0$ ), dalga boyuna ise **eşik dalga boyu** ( $\lambda_0$ ) denir.

O halde bağlanma enerjisi;  $E_0 = h \cdot f_0 = hc/\lambda_0$  eşitliği ile bulunur.

Herhangi bir foton bir metal yüzeyden ancak bağlanma enerjisine eşit ya da bu enerjiden büyük enerji değerine sahipse elektron koparabilir. Eğer bir metal üzerine düşen fotonların enerjisi bağlanma enerjisinden büyükse aradaki fark kopan fotoelektronlara **kinetik enerji** ( $E_k$ ) olarak aktarılır. Bu durum Einstein tarafından;  $E_f = E_0 + E_k$

$$h \cdot f = h \cdot f_0 + E_k \quad \text{veya}$$

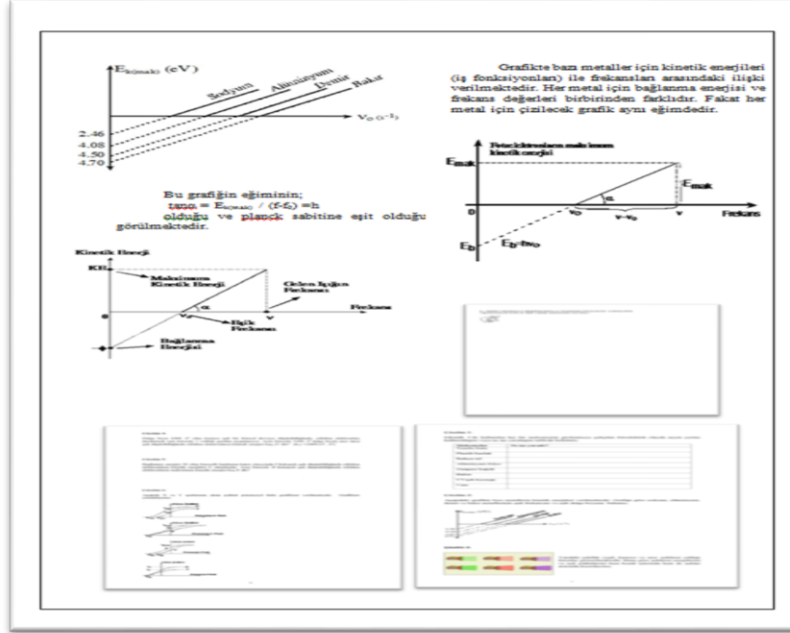
$$hc/\lambda = hc/\lambda_0 + \frac{1}{2} \cdot m \cdot V^2 \quad \text{eşitliği ile ifade edilir.}$$

$$E_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot V^2 \text{ dir.}$$

Bu eşitlik dikkate alınarak;

- $f < f_0$  ise metalden elektron sökülmez.
- $f = f_0$  ise elektron sökülür fakat sökülen elektronun kinetik enerjisi sıfır olur.
- $f > f_0$  ise sökülen elektronun maksimum kinetik enerjisi

$$E_{k(\max)} = h \cdot f - h \cdot f_0 = h \cdot (f - f_0) \text{ olur.}$$



Şekil 3. Açıklama Aşaması

### Genişletme Aşaması

**Öğrencilerin Gözlemleri**

- 1. Her metal için farklı bir frekans vardır. Frekans bu frekansa daha aşağıya kadar düşerse ışık çıkmaz.
- 2. Her frekans için farklı bir metal vardır. Her metal için farklı bir frekans vardır.
- 3. Her metal için farklı bir frekans vardır. Her metal için farklı bir frekans vardır.
- 4. Frekanslar aynı ise ışık frekansları aynıdır. Her metal için farklı bir frekans vardır.
- 5. Her metal için farklı bir frekans vardır. Her metal için farklı bir frekans vardır.

Bu aşamada öğrencilerin fotoelektrik olayı öğrenmeleri hedeflenmiştir. Öğrencilerden etkinlik 2'de simülasyonda gözlediklerini dikkate alarak her metal levha üzerine ışık düşürülünce, devrede bir fotoelektrik akım oluşmasını bekler misiniz sorusunu cevaplamaları beklenir. Bir fotoelektrik devresinde üzerine ışık gönderilen bir metal levhanın yani katodun ve anodun yüzey alanını artırırsanız devrede oluşan akımda nasıl bir değişim beklersiniz sorusunu cevaplamaları beklenir. Her ışık renginde devrede bir fotoelektrik akım oluşur mu ve ışık rengi ile foto elektronların hareketinde nasıl bir ilişki söz konudur sorusunu cevaplamaları beklenir. Bir alışveriş merkezine gittiğinizde sizi karşılayan otomatik kapıların çalışma prensibi ile karanlık bir apartmana girdiğinizde sizin gelişinizle aydınlanan lambaların çalışma prensibi aynı mıdır sorusunu cevaplamaları beklenir.

Fotoelektrik olayı ile ilgili başka bir deney (1. Etkinlikten farklı olarak) tasarlamak isteseydiniz ne yapmak isterdiniz sorusu sorularak, öğrencilerin fotoelektrik olayı nasıl algıladıkları daha net olarak ortaya konulabilir.

Klasik fiziğin ve modern fiziğin Fotoelektrik olayına bakışını açıklayınız ve klasik fiziğin yetersiz kaldığı durumu belirtmeleri hedeflenir.

Proje Yapalım etkinliğinde ise, teknolojik bir tasarım yapar ve bu süreçte öğrendiği bilgiyi de kullanarak etkinlikte istenilen bilimsel bilgiyi açıklamaları beklenir. Bu etkinlikte sınıfı 4 gruba ayırınız ve projeyi yapmaları için teşvik ediniz. Bu süreçte öğrencilerin proje malzemelerini temin etme ve etkinliği yapabilmek için onları yönlendirme adına sizinle irtibat içerisinde olmasına özen gösteriniz.

Şekil 4. Genişletme Aşaması



### Verilerin Analizi

Bu çalışma betimsel bir çalışma olup, çalışmanın verileri üzerinde betimsel ve içerik analizi yapılmıştır. Çalışmada uygulamayı yürüten öğretmen ve öğrencilerin uygulamaya yönelik görüşlerini belirlemek amacıyla yarı yapılandırılmış mülakatlar gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, öğretmen mülakatında öğretmenin verdiği cevapların doğrudan aktarılması yoluna gidilmiştir. Öğrenci mülakatlarında ise içerik analizi yöntemi kullanılmıştır. İçerik analizi, belirli kurallara dayalı kodlamalarla, bir metnin bazı sözcüklerinin daha küçük içerik kategorileri ile özetlendiği sistematik, yinelenbilir bir teknik olarak tanımlanmaktadır (Büyüköztürk ve diğ.,2008).

### BULGULAR

Bu kısımda modern fizik konularının öğretiminde 7E öğrenme modelinin kullanılmasına yönelik görüşler, öğretmen ve öğrenci görüşleri alt başlıklarında sunulmaktadır.

#### 7E Öğrenme Modelinin Kullanılmasına Yönelik Öğrencilerin Görüşleri

Öğrenci görüşleri; “uygulamanın öğrenmeleri üzerindeki etkisi”, “uygulamanın ilgi ve motivasyonları üzerindeki etkisi”, “uygulamada beğendikleri ve beğenmedikleri özellikler”, “uygulamaya yönelik öneriler” kategorilerinde sunulmaktadır.

“Uygulamanın öğrenmeleri üzerindeki etkisi” kategorisinde; öğrencilerin görüşleri olumlu ve olumsuz görüşler olarak Tablo 1’de gösterilmektedir.

**Tablo 1. Uygulamanın Öğrenci Öğrenmeleri Üzerindeki Etkisi**

	Öğrenciler	Örnek Alıntılar
Olumlu görüşler	Öğrenilenlerin deneylerle desteklenmesi, pekiştirilmesi ve bu sayede öğrenilenlerin daha kalıcı olması	Ö1,2,4,5,7,9,11,19,20,25,26 “Bu süreçte işlediğimiz konuların deney ve etkinliklerini yaptığımız için konuyu daha iyi anlıyorum.” (Ö2) “Bu bir aylık süreçte daha çok deney yaptık ve bu deneyler sayesinde konular aklımda kalıcı oldu.” (Ö11)
	Deneyler sayesinde görselleştirerek/so mutlaştırarak akılda kalmasını sağlanması	Ö7,8,9,10,11,12,18,20 “Deney yaparak daha iyi öğrendik. Öğrendiklerimizi görselleştirerek unutmamı engelledi ve daha çok aklımda kaldı. Daha çok deney yaptık ve öğrendiklerimiz havada kalmadı ve görselleşince mantıksız konular mantıklı gelmeye başladı.” (Ö8)

	Diğer derslerden farklı olması/daha zevkli ve öğretici olması	Ö6,12,13,19,22	"Daha eğlenceliydi ve deneyler yapıldı daha zevk aldım dersten. Derslerde deney yapılarak hem daha iyi anladık ve hem daha eğlenceli geçti." (Ö13)
	Görsellerin ve deneylerin derse ilgilerini artırması	Ö1,2,3,5,10,12,13	"Daha çok materyal kullanmak algulamamızı artıracak, derse olan ilgimizi o oranda artıracaktır, görseller ve deneyler bu açıdan etkili olmuştur." (Ö10)
	Daha kolay ve anlaşılır işlenmesini sağlaması	Ö3,14,15	"Deney üzerinde konuyu işlemek daha güzel ve konunun daha kolay anlaşılmasını sağladı." (Ö14)
	Deneyler sayesinde gözlem becerilerinin artması, veri toplama ve yorum yapmayı sağlaması	Ö4,18	"...deneyleri gözlemleyip, materyal üzerinde gözlemlediklerimi yazdım ve grupça tartıştık." (Ö18)
	Konunun sıkıcı olması nedeniyle dersten sıkılma	Ö14,16,17,21,22,23	"...konunun sıkıcı olduğunu düşünüyorum." (Ö17)
	İşlemsel soruların az olması nedeniyle dersten sıkılma	Ö6	"Daha zevkli ve öğreticiydi ama fazla işlem sorusu çözmediğimizden basit ve sıkıcı da olduğu oldu." (Ö6)
Olumsuz görüşler	Uygulama süresinin yetersiz oluşu ve bu nedenle konuyu anlayamama	Ö11,12,15	"... deneyler sayesinde konular aklımda kalıcı oldu. Fakat deneylere daha fazla süre ayrılabilirdi." (Ö11) "Bir aylık süreçte sınırlandırılmamış olmasaydı konuları daha rahat anlardım" (Ö15)
	İleriye dönük bir şey kazandırmayacağını düşünme ve zaman kaybı olarak görme	Ö17,22,23	"Pek bir şey kazandırmadı. Bir ay zaman kaybı oldu, iki saatlik işti." (Ö23)
	Uygulamaların çok zaman alması/yoğun ve uğraştırıcı olması	Ö23,24,25	"Sürekli bir şeyler yapıp durduk...daha çok zorlanmama neden oldu." (Ö24)
	Sınıfın gürültülü olmasına neden olması	Ö21,24	"Sınıf çok gürültülü oldu, sınıf düzeni bozuldu, adapte olamadım." (Ö21)

7E öğrenme modeline dayalı modern fizik öğretimine yönelik uygulamanın kendi öğrenmeleri üzerinde etkili olduğunu ifade eden 20 öğrencinin olduğu, 6 öğrencinin ise etkili olmadığını ifade ettiği görülmüştür.

"Uygulamanın ilgi ve motivasyonları üzerindeki etkisi" kategorisinde; öğrencilerin görüşleri fizik dersine olan ilgileri, fizik dersine verdikleri önem,

fizik başarı motivasyonu, kendilerine duydukları güven ve fizik endişesi alt kategorilerinde Tablo 2’de gösterilmektedir.

**Tablo 2.** *Uygulamanın İlgi ve Motivasyon Üzerindeki Etkisi*

Kategoriler		Uygulama öncesi (f)	Uygulama sonrası (f)	
Fizik dersine ilgi	Olumlu	Dersin eğlenceli olması	19	20
		Dersin ilgi çekici bulunması	13	16
	Olumsuz	Ders zili çalınca derse isteksiz gitme	7	15
		Zorunlu olmasa fizik dersi almayı istememe	6	7
		Dersi sıkıcı bulma	5	6
		Fizik dersini sevmeme	4	3
Fizik dersine önem / ihtiyaç	Olumlu	İleriki çalışmalarda (üniversite ya da akademik) yararlı olduğunu düşünme	16	22
		Günlük hayatta işe yarayabileceğini/ hayatı kolaylaştırabileceğini düşünme	17	23
		Günlük hayatta mutlaka kullanılacağını düşünme	9	18
	Olumsuz	Deneysel becerilerini geliştirebileceğini düşünme	6	15
		Fiziğin hiçbir şekilde kendi işine yaramayacağını düşünme	9	3
		Başarısız olduklarını düşündüklerinden ileride fizik dersi almak istememe	7	5
Fizik başarı motivasyonu	Olumlu	Fizik dersinde başarılı olmayı isteme	12	16
		Deneysel becerilerini geliştirmeyi isteme	12	17
		Dersin zor olduğunun düşünülmesine rağmen başarılı olmak için çaba gösterme	7	16
	Olumsuz	Sınavlarda (yazılılar, sözlüler, deneme sınavları) başarısız olunmaya rağmen çaba gösterme	9	11
		Başarısız olduğunu düşünme ve buna rağmen çaba göstermeme	6	4
Kendine güven	Olumlu	Kendisinde en iyisini yapma inancı ve isteği görme	5	13
		Fizik dersinde becerili olduğunu düşünme ve becerilerine güvenme	7	10

	Fizik dersinin zor olduğunun düşünülmesine rağmen başarılı olacağını düşünme	2	7
	Fizik dersinde başarılı olduğunu düşünme	7	9
Olumsuz	Kendini yetersiz hissetme / kendine güvenmeme	17	10
Fizik endişesi	Fizik dersinde kendini gergin hissetme	5	7
	Fizik dersinden korkma / zayıf not alacağını düşünme	9	3
	Kendini şaşkın hissetme/ ne yapacağını bilememe	3	3
	Kendini tedirgin hissetme	6	7
	Başarısız olduğunu düşünme	15	8

Tablo 2’de, uygulama öncesi derse isteksiz olarak gittiğini ifade eden öğrencilerin 7 olduğu, uygulama sonrası ise öğrencilerin sayısının 15’e yükseldiği görülmektedir. Uygulama öncesi fizik dersinin akademik çalışmalarda yararlı olduğunu düşünen öğrenci sayısı 16 iken, uygulama sonrası öğrenci sayısının 22 olduğu görülmektedir. Uygulama öncesi fizik dersinin günlük hayatta işe yarayabileceğini düşünen öğrenci sayısı 17 iken, uygulama sonrası öğrenci sayısının 23 olduğu görülmektedir. Uygulama öncesi fizik dersinin günlük hayatta mutlaka kullanılacağını düşünen öğrenci sayısı 9 iken, uygulama sonrası öğrenci sayısının 18 olduğu görülmektedir. Uygulama öncesi deneysel becerilerini geliştirebileceğini düşünen öğrenci sayısı 6 iken, uygulama sonrası öğrenci sayısının 15 olduğu görülmektedir. Uygulama öncesi fiziğin hiçbir şekilde kendi işine yaramayacağını düşünen öğrenci sayısı 9 iken, uygulama sonrası öğrenci sayısının 3 olduğu görülmektedir. Uygulama öncesi dersin zor olduğunun düşünülmesine rağmen başarılı olmak için çaba gösterdiğini ifade eden 7 öğrenci olduğu, uygulama sonrası ise 16 öğrenci olduğu görülmektedir. Uygulama öncesi kendisinde en iyisini yapma inancı ve isteği gören öğrenci sayısı 5 iken, uygulama sonrası 13 öğrenci olduğu görülmektedir. Uygulama öncesi kendini yetersiz hisseden ve kendine güvenmeyen öğrenci sayısı 17 iken, uygulama sonrası öğrenci sayısının 10 olduğu görülmektedir. Uygulama öncesi öğrencilerinin 15’i başarısız olduğunu düşünürken, uygulama sonrası öğrenci sayısının 8 olduğu görülmektedir.

Öğrencilerin uygulama sonrası olumlu görüşleri arasında; deneyler sayesinde derse karşı olan ilgilerinin artması (Ö1,7,10), fizik dersinin deneylerle daha eğlenceli olması (Ö7,10,15,19,25,26), etkinlik yaparak derse karşı motivasyonun artması (Ö2,5), derslerin daha zevkli geçtiğini ifade ederek kendilerini derste daha iyi hissetme/gerilmeme (Ö11,12), daha istekli çalışma (Ö13), derse daha fazla katılmayı sağlama ve bu sayede kendine olan güvenin artması (Ö14), günlük hayatta kullanılacağını ve hayatı kolaylaştırabileceğini

düşünme (Ö20), günlük hayattan örnekler görmenin bilgilerin kalıcı olmasını sağladığını düşünme (Ö4,5), deneyler yaparak dersin nasıl geçtiğini anlamama ve derste sıkılmama (Ö11) gibi ifadelerin yer aldığı görülmüştür.

Öğrencilerin uygulama sonrası olumsuz görüşleri arasında; ilk başta deneylerden dolayı eğlenceli olup sonradan yoğunluk nedeniyle sıkılmaya başlaması (Ö6), deneylerin çok zaman alıcı olması (Ö8,9), çok fazla bilgi olması ve yetiştirmeye çalışmanın ilgi ve motivasyonun azalmasına neden olması (Ö16,21), sürekli bir yoğun çalışma ve koşturma nedeniyle bazen derse gitmek istememe (Ö21), konunun sıkıcılığından dolayı fizik dersine karşı düşüncesinin değişmemesi (Ö22) gibi ifadelerin yer aldığı görülmüştür.

Öğrencilerin uygulama öncesi ve sonrası görüşlerinden bazı alıntılar aşağıda sunulmaktadır.

Ö1: “Fizik dersindeki konuları genelde anlamıyorum. Fakat fizik dersinde başarılı olmak için de çaba göstermiyorum. Fizik dersini zaman kaybı olarak görüyorum” (Uygulama Öncesi). “Deneyler sayesinde derse karşı ilgimiz arttı. Fizik dersi deneylerle daha eğlenceliydi” (Uygulama Sonrası).

Ö4: “Fizik dersini sevmediğim için belki de ilgi çekici bulmuyorum. Hatta fiziğin sıkıcı bir ders olduğunu düşünüyorum. Böyle düşündüğüm için mi bilemem fakat fiziğin ne ileriki öğrenimimde ne de günlük yaşamımda işe yarayacağını düşünüyorum. Bu nedenle bir daha fizik dersiyle karşılaşmasam iyi olur. Derse girmek beni kaygılandırıyor ve dersten bir an önce çıkmak istiyorum. Öğretmen soru sormasın beni tahtaya kaldırmasın diye düşünüyorum. Hep bir korkum oluyor, sınıf önünde yapamamak da beni korkutuyor” (Uygulama Öncesi). “Uygulama iyiydi. Bomboş kağıtları doldurmaktansa soruları yanıtlamak ve örnekler görmek aklımda kalıcı olmasını sağladı” (Uygulama Sonrası).

Ö5: “Fizik derslerimiz eğlencelidir, çünkü sıkıldığımızda Zeynep öğretmen konu anlatımını ya da soru çözümünü bırakıp bizi konu ile ilgili oyun oynatıyor. Eğlenerek öğreniyoruz. Bu ders benim için önemlidir. Çünkü fizik dersinde öğrendiğim bilgilerin ve konuların günlük hayatta işime yarayacağını düşünüyorum. Fizik derslerinde öğretmene deney yapımında yardımcı olduğum zaman fiziği başarabildiğimi düşünüyorum ve bu durumda fizikle ilgili daha çok şey öğrenmek istiyorum” (Uygulama Öncesi). “Deney ve uygulamalar ilgimi çekti ve konuya daha çok ısındım. Dersler daha iyi konsantre oldum. Yaptığımız uygulamalar konuyu öğrenmeme yardımcı oldu. Bu nedenle dersi daha çok sevdim” (Uygulama Sonrası).



Ö9: “Fizik dersini Zeynep öğretmenimden dolayı seviyorum. Fakat fiziği pek anlamıyorum. Dersi geçmek benim için yeterli. İleriki dönemlerde fiziğin işime yaramayacağını düşündüğüm için fizik dersi ile bir daha karşılaşmak istemiyorum” (Uygulama Öncesi). “Uygulamalar olumlu olarak etkiledi ama çok zamanımızı aldı. Basit deneylerdi ama zevkliydi. Derse karşı daha çok ilgili oldum fakat uygulamalar çok zaman aldı.” (Uygulama Sonrası).

Ö16: “Fizik derslerinde öğrendiklerimizin günlük yaşamda işe yaramayacağını düşünüyorum. Üniversite sınavında konuların günlük yaşamla ilişkisi sorulmuyor. Bu nedenle benim için ne kadar çok soru çözsük o kadar iyidir” (Uygulama Öncesi). “İlgi ve motivasyonum düştü. Çok fazla bilgi vardı ve yetiştirmeye çalıştık sürekli” (Uygulama Sonrası).

Ö20: “Fizik derslerimiz eğlencelidir ve derse severek gidiyorum. Fakat fiziği başaramıyorum. Sınıfta kendimi gergin hissediyorum. Öğretmenimiz soru sorduğunda hemen heyecanlanıp bildiklerimi de unutuyorum. Fakat fiziği başarmayı, fizikle ilgili deney yapmayı ve iyi notlar almayı isterim” (Uygulama Öncesi). “Derse daha iyi katılmam ve dersi daha iyi anlamama yardımcı oldu. Günlük hayatta kullandığımız ve işlerimizi kolaylaştıran tüm teknolojik araç-gereç alt vb. ürünlerin alt yapısında hafife aldığımız ama insanlığın temellerini oluşturan bazen akla hayale sığmayan bilimin ve bilimin yapıtaşlarından olan fiziğin etkilerinin olduğunu fark ettim.” (Uygulama Sonrası).

Ö23: “Fizik dersini severim, fakat başarılı olduğum söylenemez. Zeynep hocamız elinden geleni yapıyor, bu nedenle fizik dersini ve öğretmenimi seviyorum” (Uygulama Öncesi). “Fizik derslerimiz güzel geçiyor. Hem eğleniyoruz hem de öğreniyoruz. Tahtaya kalkıp soru çözmeyi, laboratuvar malzemelerini karıştırmayı, öğretmene deney yaparken yardımcı olmayı seviyorum. Fiziğin yararlı bir ders olduğunu düşünüyorum. Fizik dersinde kendime güveniyorum, başarılı olduğumu ve olacağımı düşünüyorum. Fizikle ilgili yeni ve ilginç şeyler öğrenmeyi istiyorum.” (Uygulama Sonrası).

“Uygulamada beğendikleri ve beğenmedikleri özellikler” kategorisinde; öğrencilerin beğendikleri durumlara yönelik olarak, her konuyla ilgili yapılan deneyler (Ö1,2,3,4,5,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,19,22,23,24,25,26), soruların cevabını tartışarak ve herkesin kendi fikirlerini söyleyerek bulmaya çalışmaları (Ö3,12,14,15,22,23), görsel verilerden yararlanılması/ bilgisayar kullanılması

(Ö3,8,11,14,16,17,19,25), sürekli etkinlik yapma (Ö12,20), günlük hayatla ilişkili örnekler ve sorular (Ö3,4,5,11,20,25,26), araştırma soruları (Ö25,26), yeni ve bilinmeyen bir konu hakkında ilgi çekici örnekler duymak (Ö24) şeklindeki görüşleri verilebilir.

Beğenmedikleri durumlara yönelik olarak, önceki dersler gibi işlenmemesi nedeniyle adapte sorunu yaşama (Ö21,24), deneylere ayrılan sürenin yetersiz olması (Ö11,12) dersi materyaller üzerinden işleme (defter kullanmama) (Ö14,15,19), etkinliklerin fazla detaylandırılmış olması nedeniyle uygulamaya çok fazla zaman ayırmak (Ö10,18), dersin kameraya çekilmesi (Ö1,2,3,4,11,14,19,22,23,24,26), sürekli ödev verilmesi (Ö1,2,22), compton olayı konusunda son ders olması nedeniyle fazla zaman ayıramamak ve bol soru çözememek (Ö6,12,14,19,22,24), fazla deney yapılması, yorum yaptırılması, çok soru çözülmemesi (Ö6), soruların zor ve ayrıntılı olması (Ö4), konunun dağılmaya elverişli olması nedeniyle arada yaşanan kopuklar (Ö25) şeklindeki görüşler verilebilir.

Uygulamada beğendikleri ve beğenmedikleri özellikleri ifade eden öğrencilerden bazılarının görüşleri aşağıda sunulmaktadır:

Ö1: *“Deneyler ve materyalleri beğendim, fakat kameraya çekilmesi beni rahatsız etti ve sürekli ödev verilmesini beğenmedim.”*

Ö4: *“Deneyler, deney ile gözlemlerimle alakalı soruları beğendim. Soruların zorluğunu beğenmedim. Sorular ayrıntılıydı ve biz o kadar ayrıntılı öğrenmedik... kamerayla çekim yapılması beni rahatsız etti.”*

Ö6: *“Fazla deney yapılıp, soru çözülmemesi, yorum yaptırılması beğenmediğim durumlardı.”*

Ö10: *“Materyaller derse olan ilgimi artırdı...deneyler derse aktivitemizi de artırmıştır. Fakat bazı durumlarda materyaller üzerinde fazla zaman harcadık. Onun dışında beğenmediğim durum yok.”*

Ö18: *“Beğenmediğim durum olarak konuların üzerinde, etkinliklerin ve deneylerin üzerinde çok fazla duruldu.”*

Ö20: *“Deneyler yapmamız ve sürekli etkinlik yapmamız beğendiğim durumlardı. En güzel fizik dersleri bu etkinliklerle geçti.”*

Ö21: *“Beğendiğim bir şey olmadı. Ders konusundaki alışkanlığımı bozdu. Adapte sorunu yaşadım.”*

“Uygulamaya yönelik öneriler” kategorisinde ise; dersin önceki dersler gibi işlenmesi(Ö14,15,16,17,21,22,24), kamera ile derste çekim yapılmaması (Ö1,9,12,13,26), ders saatinin haftada 2-3 saat değil 5-6 saat olması (Ö19),

daha çok deney yapılması ve sürekli tartışma ortamı oluşturulması (Ö3,7,12,25), daha çok test çözülmesi (daha çok sayısal işlemlerli soruların çözülmesi) (Ö2,6,8,11,20), deneyler ve deneylerle ilgili sorulara fazla zaman harcanmaması (Ö18) şeklindeki görüşleri yer almaktadır.

### **7E Öğrenme Modelinin Kullanılmasına Yönelik Öğretmen Görüşleri**

Öğretmenin görüşleri, “uygulamanın kendisine ve öğrencilerine kazandırdıkları”, “uygulamanın avantajları”, “uygulamanın dezavantajları”, “uygulamanın öğrencilerin öğrenmesine, derse olan ilgi ve motivasyonuna etkisi”, “uygulama sürecinde karşılaşılan sorunlar ve çözümler”, “uygulamaya yönelik öneriler” kategorilerinde sunulmaktadır.

“Uygulamanın kendisine ve öğrencilerine kazandırdıkları” kategorisinde; öğretmen uygulamada yer alan etkinlikleri yapmak için daha iyi araştırma ve pratik yapmak gerektiğini ifade etmiştir. Kazanımların kazandırılmasında fizik öğretim programında belirtildiği gibi farklı yöntemlerden yararlanılması gerektiğini ve öğrencilerde soru işareti uyandırarak sorgulatarak yapılan uygulamalar sonucunda kazanımların daha kalıcı olduğunu gördüğünü ifade etmiştir. Uygulamada giriş aşamalarında yer alan soruların, günlük hayatta kullanılan teknolojik araçlar veya materyallerin öğrenciler tarafından fark ettirilmesini sağladığını, öğrencilerin öğrenecekleri konuyla alakalı olarak zihinlerinde bir çağrışım yapmayı sağladığını, bu sayede fizik konularıyla günlük yaşam arasında kolay bağlantı kurmasını sağladığını ifade etmiştir. Öğrencilerin söylediklerini de destekler nitelikte öğretmen, uygulamada yer alan etkinlikler sayesinde deney ve gözlemlerle konuların daha zevkli hale geldiğini ve öğrenmelerin daha kalıcı olduğunu ifade etmiştir. Ayrıca, uygulamada yer alan etkinliklerde ulaşılanların öğrenciler tarafından sınıfta paylaşılmasının, öğrencinin kendi arkadaşlarından hangi yönlerden farklı düşünebileceklerini görmelerine fırsat sağlandığını ifade etmiştir.

*Öğretmen: “Anlattığım dersin öğrencilerde farklı farklı algılanabileceğini, bu farklılığın aslında yanlış olmadığını, yeni düşünme ve öğrenme yollarına giden kapıları açtığını daha iyi kavradım. Etkinlikleri yapmak için daha iyi araştırmak gerektiğini, aslında kazanımları verirken farklı yöntemler geliştirmek gerektiğini, öğrencilerde soru işareti uyandırarak sorgulatarak kazanımların daha kalıcı olduğunu gördüm. Konuya başlamadan önce öğrencilerde, daha önce gördükleri, günlük hayatta kullandıkları teknolojik araçlar veya materyalleri fark ettirerek, öğrenecekleri konuyla alakalı olarak zihinde bir çağrışım yaptırarak, fizik konularıyla günlük yaşama kolay bağlantı kurmasını sağlamıştır. Deney ve gözlemlerle konuları yaparak öğrenmeleri daha zevkli ve kalıcı olmuştur. Yorumlarken sentez kurarken, arkadaşlarından hangi yönlerden farklı*

*düşünebileceklerini görmelerine fırsat sağlamıştır.” şeklinde görüşünü belirtmiştir.*

“Uygulamanın avantajları” kategorisinde; uygulamada yer alan etkinlerin öğrencilerin işbirliği içinde öğrenmelerine katkı sağladığını ve bireysel olarak da öğrenmeyi kalıcı hale getirdiğini, uygulamanın tartışma aşamasında yer alan sorular sayesinde sorgulatan ve soruları sorarken aslında cevaba giden yolu olarak öğrenmeye katkı sağladığını ifade etmiştir. Ayrıca, işlenen konuların soyut olmasına rağmen uygulamada yer alan etkinlikler sayesinde konuların daha eğlenceli hale geldiğini ve öğrenmenin daha kalıcı olmasını sağladığını ifade etmiştir.

*Öğretmen: “Birlikte öğrenme ve başarıya yönünü güçlendirirken, bireysel olarak öğrenmeyi kalıcı hale getirmesi, sorgulatan ve soruları sorarken aslında cevaba giden yolu olarak öğrenmeyi sağlaması avantajlarıdır. İşlenen konu öğrenciler için daha soyut gibi dursa da, aslında etkinlikler yapılarak öğrenmenin daha eğlenceli ve kalıcı olduğunu gördüm.” şeklinde görüşünü belirtmiştir.*

“Uygulamanın dezavantajları” kategorisinde; konuların ve kazanımların fazla olduğunu, etkinlikler üzerinde durulması gereken sürenin yetersiz olduğunu, her öğrencinin uygulamadaki etkinliklere katılabilmesi için oldukça çaba harcanması gerektiğini ifade etmiştir.

*Öğretmen: Konular ve kazanımlar fazla olduğundan zaman yetersiz olmaktadır. Etkinlikler üzerinde durulması gereken süre yetersiz kalmaktadır. Materyallerin hazırlanması ve her öğrencinin bu etkinliklere katılabilmesi için oldukça çaba gerekmiştir.” şeklinde görüşünü belirtmiştir.*

“Uygulamanın öğrencilerin öğrenmesinde, derse olan ilgi ve motivasyonuna etkisi” kategorisinde; öğrencilerin uygulama başlangıcında uygulamaya karşı bir direnç gösterdiğini ve etkinliklerde aktif rol almak için pek istekli olmadıklarını, fakat daha sonra uygulama sürecine alıştıktan sonra konuyu kavradıklarını, uygulama sonucunda ise seyirci olmak yerine etkinliklere aktif katılmanın gerekliliğini ve sorguladıkları soruların cevaplarını kendilerinin fark ederek bulabildiklerini gördüklerini ifade etmiştir.

*Öğretmen: “Öğrencilerde önce bir direnç oluşmuştur, sınav ve puan odaklı bu sistemde, öğrencilerin, alıştıkları hızlıca öğrenme ezberleme ve soruları çözerek daha çabuk kazanımları gerçekleştirmede var olan eğilim, yapılandırmacı öğrenmedeki motivasyonlarını başlarda olumsuz etkilemiştir. Sürekli sorarak sorgulayarak öğrenmek başlarda zor gelmiştir. Beyin fırtınası yapmak günlük hayatla bağlantı kurmak, etkinliklerde aktif rol almak için istekleri pek yeter değildi. Fakat bir süre sonra*

*alıştılar ve başlarda direnç gösterdikleri bu yöntemle aslında konuyu kavramış olduklarını fark ettiler. Etkinlikler bittikten sonra aslında seyirci olmak yerine aktif katılım gerçekleştirmenin, sorguladıkları soruların cevaplarını kendilerinin fark ederek bulabildiklerini gördüler.” şeklinde görüşünü belirtmiştir.*

“Uygulama sürecinde karşılaşılan sorunlar” kategorisinde; bazı etkinliklerde her öğrenci gruplarına materyal vermenin zor olduğunu ve sayı olarak yetersiz materyal olduğunda, bunları hazırlamak veya her öğrencinin grup içinde istifade etmesini sağlamanın biraz zor ve zaman aldığını ifade etmiştir.

“Uygulamaya yönelik öneriler” kategorisinde; proje olarak verilen ödevler için daha yapılabilir etkinliklerin olması gerektiğini, çünkü uygulamada yer alan projelerin zaman ve çaba gerektirdiğini ifade etmiştir.

*Öğretmen: “Materyaller uygun ve tedarik edilebilir olduğundan aynısını seçerdim. Yalnız proje olarak verilen ödevler için daha yapılabilir etkinlik seçebilirim. İşlediğimiz konu itibariyle etkinlik ve deneyler çok uygundu, hemen hemen aynısını yaptırırdım.” şeklinde görüşünü belirtmiştir.*

Öğrenci mülakatlarında deney yaparak daha kolay öğrendiklerini, deneyler sayesinde görselleştirerek konunun anlaşılır hale geldiğinden akılda kaldığını ifade ettikleri görülmektedir. Öğrencilerin söylediklerini de destekler nitelikte öğretmen, uygulamada yer alan etkinlikler sayesinde deney ve gözlemlerle konuların daha zevkli hale geldiğini ve öğrenmelerin daha kalıcı olduğunu ifade etmiştir. Ayrıca, uygulamada yer alan etkinliklerin öğrencilerin işbirliği içinde öğrenmelerine katkı sağladığını ve bireysel olarak öğrenmeyi kalıcı hale getirdiğini ifade ettiği görülmektedir. Öğretmen, uygulamada yer alan etkinliklerde ulaşılanların öğrenciler tarafından sınıfta paylaşılmasının, öğrencinin kendi arkadaşlarından hangi yönlerden farklı düşünebileceklerini görmelerine fırsat sağlayacağını ifade etmiştir. Öğrenci mülakatlarında da, soruların cevabını tartışarak ve herkesin kendi fikirlerini söyleyerek bulmaya çalışmanın yararlı olduğu ifade edilmiştir. Öğrenci mülakatlarında, uygulamaların çok zaman aldığı ifade edilmiştir. Benzer şekilde öğretmen uygulamanın dezavantajlarına ilişkin olarak, konuların ve kazanımların fazla olduğunu, etkinlikler üzerinde durulması gereken sürenin yetersiz olduğunu ve her öğrencinin uygulamadaki etkinliklere katılabilmesi için oldukça çaba harcadığını ifade etmiştir.

## TARTIŞMA ve SONUÇ

Uygulama öncesinde fizik dersinin günlük hayatta işe yarayabileceğini düşünen öğrenci sayısının, uygulama sonrasında arttığı görülmüştür. Bu

durumun, uygulamanın özellikle giriş ve ilişkilendirme aşamalarındaki örneklerin günlük yaşamdan seçilmiş olması ile ilişkili olduğu düşünülebilir. Uygulamada yer alan örnekler, günlük hayatta kullanılan teknolojik araçların öğrenciler tarafından fark edilmesini sağlamıştır. Böylece, öğrenciler fizik konularıyla günlük yaşam arasında bağlantı kurabilmişlerdir. Koçak ve Önen (2012) çalışmasında, günlük yaşamla ilişkilendirilmiş etkinliklerin, öğrencilerin motivasyonlarını olumlu yönde arttırdığını tespit etmiştir. Yayla (2010) çalışmasında, günlük yaşamla ilişkilendirilerek yapılan uygulamaların öğrenmenin zevkli, ilgi çekici ve kalıcı olmasına olumlu katkı sağladığı, öğrencilerin motivasyonlarını arttırdığı ve öğrencilerin fiziğe karşı tutumlarında olumlu etkiler meydana getirdiğini tespit etmiştir.

Uygulama öncesi fizik dersinin deneysel becerilerini geliştirebileceğini düşünen öğrenci sayısının, uygulama sonrasında arttığı görülmüştür. Bunun nedenleri arasında, öğrenci mülakatlarında da ifade edildiği gibi uygulamada yer alan deneyler gösterilebilir. Öğrencilerin çoğu deney yaparak daha kolay öğrendiklerini ve deneyler sayesinde görselleştirerek konunun anlaşılır hale geldiğini ifade etmişlerdir. Ayrıca, öğrenciler dersin deney, uygulamaya ve araştırmaya dayalı olmasını istediklerini, çünkü bu sayede konunun daha iyi anlaşılabilceğini, dersin daha verimli işlenebileceğini, dersi daha ilgi çekici olacağını, bilgilerin kalıcı olmasını sağlayacağını ve dersi somutlaştıracağını ifade etmiştir. Öğretmen de mülakatta, uygulamada yer alan deneylerle konuların daha zevkli hale geldiğini ve öğrenmelerin daha kalıcı olduğunu ifade etmiştir. Bu nedenle, uygulamada yer alan deneylerin, Kara Cisim Işınması, Fotoelektrik ve Compton Olayı konularını somutlaştırarak konuların anlaşılmasını, dersin ilgi çekici ve zevkli hale gelmesini sağladığı söylenebilir. Yapılandırmacı öğretim gören öğrencilerin dersleri daha zevkli, motive edici, ilgi çekici buldukları ve tutumlarının pozitif yönde etkilendiği sonucuna ulaşılmıştır (Aydoğmuş, 2008; Aydoğmuş, Sarıkoç ve Cerit-Berber, 2010; Boddy, Watson ve Aubusson, 2003; Hırça, Çalık ve Seven, 2011; Pradhan ve Mody, 2009; Sağlam, 2006; Şengül, 2006; Tabago, 2011).

Öğrenciler etkinliklerde aktif rol almak için pek istekli olmadıklarını, uygulama sürecine alıştıktan sonra uygulamalara aktif olarak katıldıklarını ifade etmiştir. Benzer şekilde öğretmen, öğrencilerin uygulama başlangıcında uygulamaya karşı bir direnç gösterdiğini ve etkinliklerde aktif rol almak için pek istekli olmadıklarını, fakat daha sonra uygulama sürecine alıştıktan sonra etkinliklere ve tartışma ortamına aktif katıldıklarını ifade etmiştir. Bu durum, 7E öğrenme modeli gibi yapılandırmacı uygulamaların öğrencilerin derse karşı ilgisini artırmasına bağlanabilir. Uygulamaların kendi öğrenmelerine katkı sağladığını gördükçe, öğrencilerin gönüllülüklerinin arttığı ve uygulamalara aktif olarak katıldıkları söylenebilir. Derslerin yapılandırmacı öğrenme kuramına göre işlenebilmesi ve öğrencilerin derse aktif katılımının sağlanabilmesi için sınıfta mümkün olduğunca tartışma ortamının hazırlanması, öğrencilerin işbirliği ve iletişim becerilerini arttırmalarına olanak

sağlanması gerektiği sonucuna varılmıştır. İşbirliğine dayalı yaklaşımla işlenen derslerde öğrencilerin derse aktif olarak katıldıkları, birbirleriyle olan etkileşimlerinin arttığı, birbirlerinin öğrenmesine yardımcı oldukları ve derse yönelik olumlu tutum geliştirdikleri bilinmektedir (Çopur ve Moğol, 2012; Ünsal ve Moğol, 2005; Yeşilyurt, 2009). 7E öğrenme modeli, 5E öğrenme modelinin genişletme basamağından, sorgulama, işbirliği, iletişim, tartışma, paylaşma ve günlük hayatla ilişkilendirmeyi öne çıkaran bir anlayışla ayrılmaktadır (Bybee, 2003). Bu anlamda, 7E öğrenme modelinin genişletme basamağı daha ayrıntılı tanımlandığı için öğrencilerin derse aktif olarak katılması, öğrencilerin işbirliği, iletişim becerilerinin ve birbirleriyle olan etkileşimlerinin artırılması noktasında daha etkili olduğu ifade edilebilir. Bu şekilde öğrenciler düşünecek, araştırma yapacak ve bilgiyi zihninde yapılandıracaktır (Çepni, Şan, Gökdere ve Küçük, 2001). Evans (2004) ve Sağlam (2006) çalışmalarında, yapılandırmacı öğrenme kuramına dayalı derslerde öğrencilerin kendi öğrenmelerinde sorumluluk alarak etkinliklere aktif olarak katıldıklarını, sorumluluk üstlendiklerini ve zevk aldıklarını tespit etmiştir.

Uygulamanın keşfetme aşamasında, Compton Olayı ve Fotoelektrik Olayı ile ilgili simülasyonların, öğrencilerin ilgilerini çektiği ve tüm öğrencilerin aktif olarak katılmak istedikleri görülmüştür. Simülasyonların kullanılması derse karşı ilgiyi artırmakta ve öğrencilerin derse katılımını desteklemektedir. Bu durum, konu anlatımında ve deneylerde bilgisayardan yararlanılmasının, simülasyon ve seslendirmelerin kullanılmasının, karmaşık ve soyut fikirleri görselleştirerek somutlaştırmasına ve anlaşılır hale getirmesine bağlanabilir. Fizik Öğretim Programı'nda, fiziksel veya teknik sınırlılıkların olması durumunda gösteri deneyi veya simülasyonların kullanılması önerilmektedir (MEB, 2013). Bilgisayar, video gibi eğitim teknolojisi araç ve gereçleri, kuantum fiziğinin çoğu kez soyut olan kavramlarının açıklanmasında büyük bir destek sağlayacaktır (Şen, 2002). Özmen (2004), yapılandırmacı tasarımda teknoloji kullanımının, öğrenenlerin aktif öğrenmesine destek olacağını ifade etmektedir. Robblee, Garik ve Abegg (1999), kuantum fiziğini bilgisayar teknolojisinden yararlanarak öğretmenin öğrencilerin kuantum fiziği kavramlarını anlama düzeylerini artırdığını ortaya koymuştur. Rebello ve Zollman (1999) geliştirdikleri görsel materyalleri bilgisayar yardımıyla lise öğrencilerine uygulamışlar ve öğrencilerin bu konulara ilişkin yanılgılarının azaldığını ortaya koymuştur. Vadnere ve Joshi (2009) çalışmasında, kara cisim radyasyonu konusunda multimedya öğrenme yazılımı, simülasyon ve seslendirmelerin kullanılmasının, karmaşık ve soyut fikirlerin etkin olarak ifade edilmesinde yararlı olacağını belirledi.

Uygulamada yer alan bazı etkinliklerde her öğrenci gruplarına materyal vermenin zor olduğu ve sayı olarak yetersiz materyal olduğunda her öğrencinin grup içinde istifade etmesini sağlamanın biraz zor ve zaman aldığı ifade edilmiştir. Öğrenci mülakatlarında, bu durumun bazen sınıf içerisinde gürültüye yol açtığı ve uygulamada zaman kaybı yaşandığı ifade edilmiştir.

Sağlam (2006) çalışmasında, yetersiz araç-gereçler ve etkinliklere yeterli sürenin ayrılmaması gibi problemlerin uygulamanın sonuçlarını olumsuz etkilediğine ulaşmıştır. Konuların ve kazanımların fazla olduğu, etkinlikler üzerinde durulması gereken sürenin yetersiz olduğu ve her öğrencinin uygulamadaki etkinliklere katılabilmesi için oldukça çaba harcadığı ve zaman kaybı yaşandığı ifade edilmiştir. Bu durum, yapılandırmacı uygulamaların özellikle 7E öğrenme modeli gibi geniş kapsamlı modellerin uygulanmasının daha fazla zaman aldığı şeklinde yorumlanmıştır. Evans (2004) çalışmasında, 5E modelinin uygulanabilmesi için öğretmenin hazırlık aşamasında daha fazla zaman ihtiyacı olduğu vurgulanmıştır. Çepni ve diğ. (2001) çalışmasında, 7E öğrenme modelinin kullanılmasıyla daha nitelikli bir öğretim gerçekleştirilebileceği fakat zaman alıcı olduğu ifade edilmektedir.

## ÖNERİLER

Bu çalışmada, fizik dersinde başarılı olmayı istediğini ifade eden öğrenci sayısının uygulama sonrası arttığı, benzer şekilde fizik dersinde kendini yetersiz hisseden ve kendine güvenmeyen, başarısız olduğunu düşünen öğrenci sayısının uygulama sonrası azaldığı görülmüştür. Yapılandırmacı öğrenme kuramına dayalı 7E öğrenme modeli, öğrencilerin fizik dersine yönelik ilgi ve motivasyonlarını olumlu yönde etkilemiştir.

Uygulamanın keşfetme aşamasında yer alan Compton Olayı ve Fotoelektrik Olay ile ilgili simülasyon etkinliklerinin, öğrencilerin ilgilerini çektiği ve tüm öğrencilerin aktif olarak katılmak istedikleri görülmüştür. Bu durum, konu anlatımında ve deneylerde bilgisayardan yararlanılmasının, simülasyon ve seslendirmelerin kullanılmasının, karmaşık ve soyut fikirleri görselleştirerek somutlaştırması ve anlaşılır hale getirmesi olarak yorumlanmıştır. Uygulamada yer alan bazı etkinliklerde her öğrenci gruplarına materyal vermenin zor olduğu ve sayı olarak yetersiz materyal olduğunda her öğrencinin grup içinde istifade etmesini sağlamanın biraz zor ve zaman aldığı ifade edilmiştir. Bu durum uygulamada zaman kaybı yaşanmasına neden olmuştur. Bu sonuçlara göre, geliştirilen materyallerde fiziksel ve teknik sınırlılıkların söz konusu olduğu durumlarda gösteri deneylerine ya da bilgisayar etkinliklerine yer verilmesi önerilebilir.

Çalışmada, uygulama sonlarına doğru fizik dersine isteksiz gittiğini ifade eden öğrencilerin olduğu görülmüştür. Bu durumun, materyallerin içeriğinin yoğun olması, uygulamanın çok zaman alması ve dönem sonuna gelmesi nedeniyle yetiştirmeye çalışma gibi sebeplerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu açıdan, geliştirilen materyallerin içeriğinin yoğun olmaması ve uygulamaların yapılacağı zamanın iyi ayarlanması önerilebilir.



## KAYNAKÇA

- Akarsu, B. (2007). Students' misconceptual understanding of quantum physics in college level classroom environments. Unpublished doctoral dissertation, Indiana University, USA.
- Akarsu, B. (2011). Instructional design in quantum physics: a critical review of research, *Asian Journal of Applied Sciences*, 4(2), 112-118.
- Akdeniz, A. R. ve Paliç, G. (2012). Yeni fizik öğretim programına ve uygulanmasına yönelik öğretmen görüşleri, *Milli Eğitim Dergisi*, 196, 290-307.
- Avcıoğlu, O. (2007). Lise 2 fizik dersinde newton yasaları konusunda 7E modelinin başarıya etkisinin araştırılması. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Gazi üniversitesi, Ankara.
- Aydoğmuş, E. (2008). Lise 2 fizik dersi iş-enerji konusunun öğretiminde 5E modelinin öğrenci başarısına etkisi. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Aydoğmuş, E., Sarıkoç, A. ve Cerit Berber, N. (2010). Lise 2 fizik dersi iş-enerji konusunun öğretiminde 5e modelinin öğrenci başarısına ve tutuma etkisinin araştırılması, *Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Dergisi*, 29, 83-94.
- Ayvacı, H. Ş. (2013). Investigating the effectiveness of predict-observe-explain strategy on teaching photo electricity topic, *Journal of Baltic Science Education*, 12(5), 548-564.
- Boddy, N., Watson, K. and Aubusson, P. (2003). Trial of the five Es: A referent model for constructivist teaching and learning, *Research in Science Education*, 33, 27-42.
- Bozdemir, S. ve Eker, S. (2007). Fizikte yeni bir çağ açan buluş: kuantum kuramı (2), *Bilim ve Ütopya Dergisi*, Sayı 161. [http://strateji.cukurova.edu.tr/EGITIM/bozdemir/bozdemir\\_kuantum\\_02.pdf](http://strateji.cukurova.edu.tr/EGITIM/bozdemir/bozdemir_kuantum_02.pdf) adresinden 23 Nisan 2014 tarihinde edinilmiştir.
- Brooks, J. G. and Brooks, M. G. (1993). In search of understanding: the case for constructivist classrooms. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Bybee, R. W. (2003). Why the seven E's. <http://www.miamisci.org/ph/lpintro7e.html> adresinden 24 Nisan 2014 tarihinde edinilmiştir.
- Çalışkan, S., Sezgin Selçuk, G. and Erol, M. (2009). Student understanding of some quantum physical concepts, *Latin American Journal of Physics Education*, 3(2), 202-206.

- Çam, F. (2008). Biyoloji derslerinde yaşam temelli öğrenme yaklaşımının etkileri. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Çelik, H. ve Özbek, G. (2013). 7E Öğretim Modelinin Hipotez Kurma ve Değişken Belirleme Becerileri Üzerine Etkisi, *Gazi Üniversitesi Endüstriyel Sanatlar Eğitim Fakültesi Dergisi*, 31, 13-23.
- Çepni, S., Ayas, A., Ekiz, D. ve Akyıldız, S. (2010). Öğretim ilke ve yöntemleri. Trabzon: Celepler Matbaacılık.
- Çepni, S., Şan, H. M., Gökdere, M. ve Küçük, M. (2001). Fen bilgisi öğretiminde zihinde yapılanma kuramına uygun 7E modeline göre örnek etkinlik geliştirme, Maltepe Üniversitesi Yeni Bin Yılın Başında Türkiye’de Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, İstanbul.
- Çopur, T. ve Moğol, S. (2012). Fizik eğitimde işbirliğine dayalı yaklaşımın kullanılmasına yönelik öğrenci görüşleri, *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 32(2), 251-266
- Değirmençay. Ş. A. (2010). Zenginleştirilmiş 5E öğretim modeline dayalı rehber materyallerin kavramsal değişim üzerine etkileri: “ısının yayılması ve genleşme”. Yayınlanmamış doktora tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Demirezen, S. ve Yağbasan, R. (2013). 7E modelinin basit elektrik devreleri konusundaki kavram yanlışları üzerine etkisi, *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28(2), 132-151.
- Demirezen, S. (2010). Elektrik devreleri konusunda 7E modelinin öğrencilerin başarı, bilimsel süreç becerilerinin gelişimi, kavramsal başarıları ve kalıcılık düzeylerine etkisi. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Dhindsa, H. S. and Emran, S. H. (2006). Use of the interactive whiteboard in constructivist teaching for higher student achievement. Proceedings of the Second Annual Conference for the Middle East Teachers of Science, Mathematics, and Computing, (pp. 175-188). Abu Dhabi.
- Didiş, N., Özcan, Ö. ve Abak, M. (2008). Öğrencilerin bakış açısıyla kuantum fiziği: nitel çalışma, *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34, 86-94.
- Didiş, N., Eryılmaz, A. and Erkoç, Ş. (2010). Pre-service physics teachers’ comprehension of quantum mechanical concepts, *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 6(4), 227-235.
- Ergin, İ. (2009). 5E modeli’nin öğrencilerin akademik başarısına ve hatırlama düzeyine etkisi: “eğik atış hareketi” örneği, *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9(18), 11-26.

- Ergin, İ., Kanlı, U. ve Tan, M. (2007). Fizik eğitiminde 5E modeli'nin öğrencilerin akademik başarısına etkisinin incelenmesi, *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27(2), 191-209.
- Erdoğan, S. (2011). Elektrik konularının 5E modeline göre öğretiminin öğrencilerin akademik başarılarına ve tutumlarına etkisi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Er Nas, S. (2008). Isının yayılma yolları konusunda 5E modelinin derinleşme aşamasına yönelik olarak geliştirilen materyallerin etkililiğinin değerlendirilmesi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Evans, C. (2004). Exploring the relationship between cognitive style and teaching style. *Educational Psychology*, 24(4), 509-530.
- Hırça, N. (2008). 5E modeline göre “iş, güç ve enerji” ünitesiyle ilgili geliştirilen materyallerin kavramsal değişime etkisinin incelenmesi. Yayınlanmamış doktora tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Hırça, N., Çalık, Ü. ve Seven, S. (2011). 5E modeline göre geliştirilen materyallerin öğrencilerin kavramsal değişimine ve fizik dersine karşı tutumlarına etkisi: “iş, güç ve enerji” ünitesi örneği, *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 8(1), 139-152.
- Kamii, C., Manning, M. and Manning, G.(1991). *Early literacy: a constructivist foundation for whole language*. National Education Association, Washington, D.C.
- Kanlı, U. (2007). 7E modeli merkezli laboratuvar yaklaşımı ile doğrulama laboratuvar yaklaşımlarının öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin gelişimine ve kavramsal başarılarına etkisi. Yayınlanmamış doktora tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Kanlı, U. ve Yağbasan, R. (2008). 7E modeli merkezli laboratuvar yaklaşımının öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirmedeki yeterliliği, *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28(1), 91-125.
- Kaptan, S. (1998). *Bilimsel araştırma ve istatistik teknikleri*. Ankara: Tekişik Ofset.
- Keskin, V. (2008). Yapılandırmacı 5E öğrenme modelinin lise öğrencilerinin basit sarkaç kavramları öğrenmelerine ve tutumlarına etkisi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Khalid, A. and Azeem, M. (2012). Constructivist Vs Traditional: Effective Instructional Approach in Teacher Education, *International Journal of Humanities and Social Science*, 2(5), 170-177.

- Koçak, C. ve Önen, A. S. (2012). Kimya konularının günlük yaşam konsepti çerçevesinde değerlendirilmesi, *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 42, 262-273.
- Kural, M. (2008). Yapılandırmacı yaklaşımın temel alındığı ışığın dalga modeli öğretiminin öğrencilerin kavramsal değişimleri üzerindeki etkisinin incelenmesi. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.
- MEB (2008). *Ortaöğretim 11. sınıf fizik dersi öğretim programı*, Ankara.
- MEB, (2013). *Ortaöğretim Fizik Dersi (9, 10, 11 ve 12. Sınıflar) Öğretim Programı*, Ankara.
- Özcan, Ö. (2011). What are the students' mental models about the "spin" and "photon" concepts in modern physics?, *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 15, 1372-1375.
- Özdemir, E. and Erol, M.(2008). Student misconceptions relating wave packet and uncertainty principle in quantum physics. *Balkan Physics Letters*, Special Issue, 641-635.
- Özkan, Y. (2008). Fizik dersinde yapılandırmacı öğrenme yaklaşımına göre hazırlanan öğretim materyallerinin öğrenci başarısına etkileri. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Özmen H. (2004), Fen öğretiminde öğrenme teorileri ve teknoloji destekli yapılandırmacı (constructivist) öğrenme. *The Turkish Online Journal of Education Technology*, 3(1), 100-111.
- Paliç Şadoğlu, G. ve Akdeniz, A.R. (2015). 7E Öğrenme Modeline Yönelik Tasarlanan Materyallerin Lise Öğrencilerinin Modern Fizik Başarılarına Etkisi. *Journal of Computer and Education Research*, 3(5), 77-110.
- Pradhan, H. C. ve Mody, A. K. (2009). Constructivism applied to physics teaching for capacity building of undergraduate students, *University News*, 47(21) 4-10.
- Sadaghiani, H. R. (2005). Conceptual and mathematical barriers to students learning quantum mechanics. Unpublished doctoral thesis, Ohio State University.
- Sağlam, M. (2006). Ses ve ışık ünitesi konusunda 5e modeline uygun rehber materyal geliştirilmesi ve etkililiğinin araştırılması. Yayımlanmamış doktora tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Singh, C. (2001). Student understanding of quantum mechanics, *Association of Physics Teachers*, 69(8), 885-895.
- Singh, C., Belloni, M. And Christian, W. (2006). Improving students' understanding of quantum mechanics, *Physics Today*, 59(8), 43-49.

- Steinberg, R., Wittman, M. C., Bao, L. and Redish, E. F. (1999).The influence of student understanding of classical physics when learning quantum mechanics. Retrieved on 23-Nisan-2014, at URL: [http://www.physics.umd.edu/perg/qm/qmcourse/NewModel/research/qm\\_narst.pdf](http://www.physics.umd.edu/perg/qm/qmcourse/NewModel/research/qm_narst.pdf)
- Styer, D. (1997).Teaching time development in quantum mechanics.A paper contributed to the meeting of the Ohio Section of the American Physical Society at Miami University, Oxford, Ohio.
- Şahin, Ç., Bülbül, E. ve Durukan, Ü.G. (2013). Öğrencilerin Gök Cisimleri Konusundaki Alternatif Kavramlarının Giderilmesinde Kavramsal Değişim Metinlerinin Etkisi, *Journal of Computer and Education Research*, 1(2), 38-64.
- Şen, A. İ. (2002). Fizik öğretmen adaylarının kuantum fiziğinin temeli sayılan kavram ve olayları değerlendirme biçimleri, *Balikesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 4(1), 76-85.
- Şengül, N. (2006).Yapılandırmacılık kuramına dayalı olarak hazırlanan aktif öğretim yöntemlerinin akan elektrik konusunda öğrencilerin fen başarı ve tutumlarına etkisi. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Celal Bayar Üniversitesi, Manisa.
- Şimşek, N. (2004). Yapılandırmacı öğrenme ve öğretime eleştirel bir yaklaşım, *Eğitim Bilimleri ve Uygulama*, 3(5), 115–139.
- Tabago, L. C. (2011).The effectiveness of constructivist approach-based experiments in teaching selected physics concepts. Retrieved on 23-Nisan-2014, at URL: [http://www.auamii.com/proceedings\\_phuket\\_2012/tabago.pdf](http://www.auamii.com/proceedings_phuket_2012/tabago.pdf)
- Ünsal, Y. ve Moğol, S.(2004). İşbirliğine dayalı öğrenmenin öğrencilerin fizik dersi akademik başarısına etkisi, *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi*, 40, 616-627.
- Vadnere, R. and Joshi, P.(2009). On analysis of the perceptions of standard 12 students regarding a physics conceptusing techniques of quantummechanics, *Physics Education*, 26, 279-290.
- Yayla, K. (2010).Elektromanyetik indüksiyon konusuna yönelik bağlam temelli materyal geliştirilmesi ve etkililiğinin araştırılması. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Yeşildağ, F. (2009). Modern fizik öğretiminde öğrencilerin çoklu modsal betimlemeleri algılamaları ve modsal betimlemelerle hazırladıkları yazma aktivitelerini değerlendirme sürecinin öğrenmeye etkisi. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.

- Yeşilyurt, E. (2009).İşbirliğine dayalı öğrenmenin öğrenci davranışları üzerindeki etkisine ilişkin öğrenci görüşleri, *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 19(2), 161-178.
- Yıldız, A. (2009). Üniversite öğrencilerinin kuantum fiziği konularını anlama düzeyleri ve öğrenme amaçlı yazma aktivitelerinin akademik başarıya etkisi. Yayımlanmamış doktora tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Yıldız, A. ve Büyükkasap, E. (2011a). Öğretmen adaylarının compton olayını anlama düzeyleri ve öğrenme amaçlı yazma aktivitelerinin akademik başarıya etkisi, *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi*, 8(1), 1643-1664.
- Yıldız, A. ve Büyükkasap, E. (2011b). Öğretmen adaylarının fotoelektrik olayını anlama düzeyleri ve öğrenme amaçlı yazmanın başarıya etkisi, *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 11(4), 2259-2274.
- Zhu, G. (2011).Improving students' understanding of quantum mechanics. Unpublished doctoral thesis, University of Pittsburgh.