



FİZİK ÖĞRETİMİNDE BİLİM TARİHİ: SARKAÇ ÖRNEĞİ

Selda Atlı

YÜKSEK LİSANS TEZİ
FİZİK EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

AĞUSTOS, 2019

TELİF HAKKI VE TEZ FOTOKOPİ İZİN FORMU

Bu tezin tüm hakları saklıdır. Kaynak göstermek koşuluyla tezin teslim tarihinden itibaren 12 (1 yıl) ay sonra tezden fotokopi çekilebilir.

YAZARIN

Adı : Selda

Soyadı : ATLI

Bölümü : Fizik Öğretmenliği

İmza :

Teslim tarihi

TEZİN

Türkçe Adı : Fizik Öğretiminde Bilim Tarihi: Sarkaç Örneği

İngilizce Adı : History of Science in Teaching Physics : Pendulum Sample

ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI

Tez yazma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyduğumu, yararlandığım tüm kaynakları kaynak gösterme ilkelerine uygun olarak kaynakçada belirttiğimi ve bu bölümler dışındaki tüm ifadelerin şahsıma ait olduğunu beyan ederim.

Yazar Adı Soyadı : Selda ATLI

İmza :

JÜRİ ONAY SAYFASI

Selda ATLI tarafından hazırlanan “Fizik Öğretiminde Bilim Tarihi: Sarkaç Örneği” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Gaz Üniversitesi Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Şebnem KANDİL İNGEÇ

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Başkan: Prof. Dr. Musa SARI

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Üye: Prof. Dr. Deniz GÜRÇAY

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı, Hacettepe Üniversitesi



Tez Savunma Tarihi: 01/08/2019

Bu tezin Matematik ve Fen Bilimleri Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olması için şartları yerine getirdiğini onaylıyorum

Prof. Dr. Selma YEL

Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Sevgili Aileme...

TEŞEKKÜR

Uzun uğraşlar sonucu güzel sonuçlanan bir tez ve bu tezi yazarken en büyük yardımcım çok sevdiğim danışmandan öte canım hocam Prof. Dr. Şebnem KANDİL İNGEÇ... Yürüdüğüm bu yolda her takılıp düşeceğim dediğim anda sıkıca elimi tutan ve yola devam ettiren yolumu aydınlatarak bu süreçte bana çok şey katan hocama sonsuz teşekkürü borç bilirim. Yol arkadaşım... Her kurduğu cümleyle bana güç veren ‘yaparsın, yapacaksın’ diyerek hayatımı anlamlı kılan arkadaştan öte kardeşim Kamile TEKFİDAN’a teşekkür ederim. Çalışmamdaki katkılarından dolayı değerli arkadaşlarım Gamze ŞİMŞEK ve Emine KARAGÖZ’e teşekkür ederim.

Çok küçükken yokluğuyla savaştığım bu günleri görmese de her zaman kalbimde olan babama teşekkür ederim. Manevi huzur kaynağım kısacası her şeyim annem... Senin teşvikinle başladığım bu yolda her koşulda yanımda olduğun için teşekkür ederim. Değerli aile büyüklerimden abim, ablam, eşleri ve birbirinden kıymetli yeğenlerime teşekkür ederim. Bu süre zarfında her konuda ve her koşulda desteğini esirgemeyen biricik eşime ve varlığına şükrettiğim oğlum Alphan’a hayatımda oldukları için teşekkür ederim.

FİZİK ÖĞRETİMİNDE BİLİM TARİHİ: SARKAÇ ÖRNEĞİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Selda Atlı
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Ağustos, 2019

ÖZ

Bu araştırmanın amacı; fizik öğretmen adaylarının bilim tarihinden hangi konularda, hangi yaklaşımı kullandıklarını “sarkaç tarihi” kapsamında araştırmak ve bu esnada edindikleri deneyimlerden yararlanmaktır. Araştırmanın sarkaç tarihi kapsamında yürütülmesinin iki nedeni vardır. Birinci nedeni Galileo ve Newton gibi bilimsel devrimlerin tüm öncü çehrelerin merkez konularından biri olmasıdır. İkinci nedeni ise alan yazında sarkacın modern bilimin gelişmesinde önemli bir konu olduğu ve bu durumun ders kitaplarında yeterince yansıtılmadığına yönelik yapılan vurgudur. Ayrıca sarkaç tarihi bilimsel yöntem, epistemoloji ve bilimsel süreç becerileri gibi pek çok unsuru içinde barındırmaktadır. Bu araştırma 15 kadın, 4 erkek olmak üzere toplam 19 fizik öğretmen adayının katılımıyla gerçekleştirilmiş nitel bir çalışmadır. Çalışma grubu amaçlı örnekleme yöntemlerinden ölçüt örnekleme yöntemi ile oluşturulmuştur. Bu ölçütler; bilim tarihi dersini almış veya alıyor olmak, bilim tarihi dersi kapsamında gerçekleştirilen etkinliklere katılmış olmak, bilim tarihi dersi kapsamında verilen ödevi istenen koşulları sağlayacak şekilde yapmış olmak ve gönüllü olmak şeklinde belirlenmiştir. Araştırma iki saatlik bilim tarihi dersi kapsamında beş haftalık bir süreçte gerçekleştirilmiştir. Alan yazın taraması yapılarak bilim tarihini fen öğretimi alanında kullanımına yönelik yaklaşımlar belirlenmiştir ve bu yaklaşımlardan sekiz tanesi seçilmiştir. Seçilen yaklaşımlar yapısı göz önüne alınarak iki strateji altında toplanmıştır. 1. stratejide “aydınlatma yaklaşımı”, “modül yaklaşımı” ve “tarih yaklaşımı”,

2. stratejide ise “kesikli hikaye biçimi”, “hikaye biçimi”, “etkileşimli tarihi kesitler”, “ikili zıtlıklar biçimi” ve “tarihsel kısa hikayeler” yer almıştır. 1. ve 2. yaklaşım hakkında katılımcılar bilgilendirilmiş ve her bir yaklaşım için örnekler verilmiştir. Fizik öğretmen adaylarından sarkaç tarihini her bir strateji için seçtikleri birer yaklaşımı fizik dersi öğretim programı kapsamında fizik konusuna uyarlamaları istenmiştir ve ödev olarak verilmiştir. Bu çerçevede katılımcıların yaptıkları etkinlikler yazılı olarak rapor halinde teslim alınmıştır. Bu uygulama sonucunda veri kaynakları ile veriler elde edilmiştir. Çalışmanın veri kaynaklarını sarkaç tarihi kapsamında fizik öğretiminde bilim tarihinden yararlanmaya yönelik görüş formu, demografik bilgi formu, yarı yapılandırılmış görüşme ve katılımcıların uyguma sonucu oluşturdukları rapordan oluşturmuştur. Araştırmacı tarafından oluşturulan fizik öğretiminde bilim tarihinden yararlanmaya yönelik görüş formu beş bölümden oluşmuştur. Bu form likert tipi, sıralama ve açık uçlu olmak üzere farklı formlar barındıran toplam 8 soru içermektedir. Bu sorular rehberliğinde 10-15 dakika süren yüz yüze görüşmeler yapılmıştır. Görüşmelerin ses kayıtları yazılı olarak bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Demografik bilgi formu ise cinsiyet, yaş, öğrenme şekli gibi katılımcıların demografik yapısını ortaya koymak amacıyla kullanılmıştır ve toplam 6 sorudan oluşmuştur. Katılımcıların etkinlik raporları stratejileri belirleyebilme, stratejileri uygulayabilme ve kapsam olmak üzere üç aşamada değerlendirilmiştir. Elde edilen veriler, içerik analizi ile çözümlenmiştir. Bulgular grafik, yüzde ve frekans tabloları yardımıyla sunulmuştur. Araştırma sonucunda fizik öğretmen adaylarının basit sarkaç; düzgün çembersel hareket, Newton yasaları, dalgalar, enerji, momentum, basit harmonik hareket ve dairesel hareket olmak üzere toplam yedi farklı konuya uyarladıkları görülmüştür. Frekansın en fazla basit harmonik hareket konusunda olduğu belirlenmiştir. Araştırma sonucunda fizik öğretmen adaylarının en çok aydınlatma yaklaşımını tercih ettikleri, “kesikli hikâye biçimi” yaklaşımını uyarlayabilme eğiliminde olduklarını ancak hikâye biçimini temel alan yaklaşımları birbirlerinden ayırt etme açısından zorlandıkları görülmüştür. En çok zorlanılan yaklaşım “modül yaklaşımı” olmuştur. Katılımcıların sarkaç tarihini fizik konularına uyarlarken kronolojik sıralamada, Tarihsel hikâye bulup uyarlama kısmında, zorlandıkları tespit edilmiştir. Katılımcıların bilim tarihinden yararlanma düzeyini artırabilme, bilim tarihinden yararlanma yaklaşımlarında kendini yeterli durumlarına yönelik görüşleri ortaya koyulmuştur. Yapılan bu araştırmada ulaşılan sonuçlar ışığında fayda sağlamak maksadıyla önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler : Fizik Eğitimi, Bilim Tarihi, Sarkaç Tarihi, Bilim tarihinden yararlanma yaklaşımları

Sayfa Adedi : 122

Danışman : Prof. Dr. Şebnem KANDİL İNGEÇ

HISTORY OF SCIENCE IN TEACHING PHYSICS : PENDULUM SAMPLE

(M.S. Thesis)

**Selda Atlı
GAZI UNIVERSITY**

GRADUATE SCHOOL OF EDUCATIONAL SCIENCES

August, 2019

ABSTRACT

The aim of this study is to investigate which subjects and approaches do the prospective physics teachers use in the context of “Pendulum history” and to take advantage of their experiences and benefit from the experiences they have gained in the meantime. There are two reasons why the research is conducted within the scope of Pendulum history. The first reason is that all the leading faces of the scientific revolutions such as Galileo and Newton are one of the central issues of all the leading figures. The first reason is that it is one of the central issues of all the pioneering aspects of Scientific Revolutions such as Galileo and Newton. The second reason is that the pendulum is an important issue in the development of modern science in field literature and the emphasis that this situation is not adequately reflected in textbooks. In addition, the the history of pendulum contains many elements such as scientific method, epistemology and scientific process skills. This study was conducted with the participation of 19 prospective physics teachers, 15 female and 4 male. The study group was created by the criteria sampling method which is one of the purpose sampling methods. These criteria are defined as taking or was being taken the history of science course, participating in the activities carried out within the scope of the history of science course, doing the homework given within the scope of the history of science course in such

a way as to provide the desired conditions and to be volunteering. The research was carried out in a five-week process as part of a two-hour science history course. The approaches for the use of the history of Science in the field of Science Teaching have been determined by the literature review and eight of those approaches have been chosen. The selected approaches were assembled under two strategies, by taking into account their structure. The first strategy included “illumination approach”, “module approach” and “history approach”, and the second strategy included “discrete story format”, “story format”, “interactive historical sections”, “binary contrasts format” and “historical short stories”. Participants were informed about the first and second approach and examples were given for each approach. Prospective physics teachers were asked to adapt the history of the pendulum to the subject of physics within the scope of the physics course curriculum and it is given as homework. In this context, the activities of the participants were delivered in written report form. As a result of this application, the data was obtained through data sources. The data sources of the study were generated from opinion form to benefit from the history of Science in physics teaching within the scope of Pendulum history, demographic data form, the semi-structured interview and the report that participants formed as a result of the application. The opinion form for taking advantage of the history of Science in physics teaching created by the researcher was composed of five parts. This form consists of a total of 8 questions that contain different forms, including likert type, sorting, and open-ended. Under the guidance of these questions, 10 to 15 minutes of face-to-face interviews were conducted. Audio recordings of the interviews were transferred to the computer as texts. The demographic data form was used to reveal the demographic structure of the participants, such as gender, age, learning style, and consisted of a total of 6 questions. Activity reports of the participants were evaluated in three stages: determining strategies, implementing strategies and scope. The data obtained is analyzed by content analysis. The findings are presented with the help of graph, percentage and frequency tables. As a result of the research, the prospective physics teachers have adapted the simple pendulum to seven different subjects: uniform circular motion, Newton's laws, waves, energy, momentum, simple harmonic motion, and circular motion. It has been determined that the maximum frequency is about simple harmonic motion. As a result of the research, it is seen that the prospective physics teachers preferred illumination approach the most, tended to adapt the “discrete story format” approach, but had difficulty distinguishing the approaches based on the story format from each other. The most difficult approach has been the “module approach”. The participants were found to have difficulty finding and adapting historical stories in chronological order when adapting the history pendulum to physics subjects. To increase the level of the participants to benefit from the history of science, their views on their adequate status were put forward in the approaches to benefit from the history of science. In the light of the results obtained in this research, suggestions were made in order to benefit.

Keywords: The Education of Physics, The History of Science, The History of Pendulum

Samle, Approaches to Benefit from The History of Science

Page(s): 122

Advisor: Prof. Şebnem KANDİL İNGEÇ

İÇİNDEKİLER

TELİF HAKKI VE TEZ FOTOKOPİ İZİN FORMU	i
ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI.....	ii
JÜRİ ONAY SAYFASI.....	iii
TEŞEKKÜR.....	v
ÖZ	vi
ABSTRACT	viii
İÇİNDEKİLER.....	xi
TABLolar LİSTESİ.....	xv
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xvi
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	xix
BÖLÜM I	1
GİRİŞ.....	1
Problem Durumu	1
Bilim Tarihi	2
Bilim Felsefesi.....	4
Bilim ve Bilim Tarihi	4
Fen Öğretiminde Bilim Tarihi	5
Sarkaç Hareketi ve Sarkacın Bilim Tarihindeki Yeri	6
Galileo ve Pulsilogium	10
Hooke'un Gezegenler Kuramı ve Sarkaç.....	10
Huygens, Sarkaç ve Zaman Ölçümü	12
Newton Mekaniğinde Sarkaç	14
Bilim Tarihini Öğretimde Kullanma Yaklaşımları	15
Araştırmanın Problemi	15
Araştırmanın Önemi.....	16
Varsayımlar	17

Sınırlılıklar.....	17
BÖLÜM II.....	19
İLGİLİ ARAŞTIRMALAR.....	19
Bilim Tarihi ve Fizik Bilimi ile İlgili Çalışmalar.....	19
Bilim Tarihi ve Bilimin Doğası ile İlgili Çalışmalar	20
Bilim Tarihi ve Matematik Bilimi ile Yapılan Çalışmalar	25
Bilim Tarihi ve Tarihsel Önemi ile İlgili Çalışmalar	26
Bilim Tarihinin Öğretimsel Değeri Üzerine Çalışmalar	28
Bilim Tarihinin Öğretmen Adaylarına Uygulanmasının Nedenlerini Aktaran Çalışmalar.....	28
BÖLÜM III	31
YÖNTEM.....	31
Araştırmanın Deseni	31
Araştırmada Kullanılan Bilim Tarihi Öğretme Yaklaşımları.....	33
Aydınlatma Yaklaşımı	34
Tarih Yaklaşımı.....	35
Modül Yaklaşımı	35
<i>En Düşük Ölçekli Modül</i>	<i>35</i>
<i>Orta Ölçekli Modül.....</i>	<i>36</i>
<i>Yüksek Ölçekli Modül</i>	<i>36</i>
Hikâye Biçimi	36
Kesikli Hikâye Biçimi	36
Etkileşimli Tarihi Kesitler	37
İkili Zıtlıklar Biçimi	37
Tarihsel Kısa Hikâyeler	37
Çalışma Grubu	37
Örnekleme Ölçütleri.....	40
Etik Sözleşme.....	40
Veri Toplama Süreci.....	40
Veri Toplama Araçları	41
Verilerin Geçerliği ve Güvenirliği	43
Geçerlik yada İnandırıcılık	43

Güvenirlilik ya da Tutarlılık	43
Uygulama Süreci	44
Galileo Sarkacı	45
Verilerin Analizi.....	48
BÖLÜM III	50
Sarkaç Tarihinin Fizik Öğretimindeki Hangi Konulara Uyarlandığına İlişkin Bulgular	50
Bilim Tarihini Fizik Öğretiminde Kullanma Yaklaşımlarını Belirlemeye Ait Bulgular	52
Fizik Öğretiminde Bilim Tarihinden Yararlanma Yaklaşımlarında Kendini Yeterli Görme Durumuna Yönelik Bulgular	59
Aydınlatma Yaklaşımı	61
Tarih Yaklaşımı.....	63
En Düşük Ölçekli Modül	64
Orta Ölçekli Modül.....	65
Yüksek Ölçekli Modül	66
Kesikli Hikâye Biçimi	68
İkili Zıtlıklar Biçimi	69
Etkileşimli Tarihi Kesitler	71
Tarihsel Kısa Hikâyeler.....	72
Sarkaç Tarihini Fizik Öğretimine Uyarlarken Kullandıkları Yaklaşımlarda Zorlanma Durumlarına Yönelik Bulgular	73
Fizik Öğretmen Adaylarının Verilen Ödev Kapsamında Yapılan Değerlendirme Sonuçlarına Ait Bulgular	76
Bilim Tarihi Kaynaklarının Dersle İlişkilendirme Durumuna Göre Yapısına Yönelik Bulgular	79
Fizik Öğretmen Adaylarının Sarkaç Tarihini Fizik Öğretimine Uyarlarken Sahip Oldukları Deneyim Işığında Meslektaşlarına Yönelik Önerilerine Ait Bulgular.....	82
Sarkaç Tarihini Fizik Öğretimine Uyarlarken Bilim Tarihinden Yararlanma Düzeyini Artırabilmek İçin Elde Edilen Bulgular.	84
BÖLÜM IV	87

SONUÇ VE ÖNERİLER.....	87
Fizik Öğretimine Sarkaç Tarihi'nin Uyarlandığı Fizik Konularına İlişkin Sonuçlar	87
Fizik Öğretiminde Bilim Tarihinden Yararlanma Yaklaşımlarında Kendini Yeterli Durumuna İlişkin Sonuçlar	91
Aydınlatma Yaklaşımı	92
Tarih Yaklaşımı.....	92
Modül Yaklaşımı	92
Kesikli Hikâye Biçimi	93
İkili Zıtlıklar Biçimi	93
Etkileşimli Tarihi Kesitler	93
Tarihsel Kısa Hikâyeler	94
Bilim Tarihini Fizik Öğretiminde Kullanma Yaklaşımlarını Tercih Etme Durumlarına İlişkin Sonuçlar	94
Sarkaç Tarihini Fizik Öğretimine Uyarlarken Kullanılan Yaklaşımlarda Zorlanma Durumlarına İlişkin Sonuçlar.....	94
Sarkaç Tarihini Fizik Öğretimine Uyarlarken Bilim Tarihinden Yararlanma Düzeyini Artırabilmeye İlişkin Sonuçlar	96
Fizik Öğretmen Adaylarının Verilen Ödev Kapsamında Yapılan Değerlendirmelerine İlişkin Sonuçlar	96
Öneriler	97
Bilim Tarihi Dersine Yönelik Öneriler	97
Fen Öğretiminde Bilim Tarihinden Yararlanmaya Yönelik Araştırmacılara Öneriler	98
KAYNAKLAR.....	100
EKLER.....	108
EK 1. Görüşmeci Onay Formu	109
Ek 2. Bilim Tarihi Öğretimi ve Sarkaç Hakkındaki Görüş Formu	110
Ek 3. Ö10 kodlu katılıncının “sarkaç” tarihine dayalı olarak geliştirdiği etkinlik.....	114
Ek 4. Ö19 kodlu katılıncının “sarkaç” tarihine dayalı olarak geliştirdiği etkinlik.....	117
Ek 5. Demografik Bilgi Formu	119
ÖZGEÇMİŞ.....	120

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1. <i>Bilim Tarihini Öğretimde Kullanma Yaklaşımları</i>	34
Tablo 2. <i>Modül Yaklaşımı</i>	35
Tablo 3. <i>Çalışma Grubunun Demografik Özellikleri</i>	39
Tablo 4. <i>7’li Likert Ölçeğine Göre Aritmetik Ortalamaların Değerlendirme Aralığı</i>	49
Tablo 5. <i>Yaklaşımların Tercih Edilme Sıralamasına Göre Frekans Tablosu</i>	53
Tablo 6. <i>Kendini Yeterli Görme Durumundaki Bulgulardan Elde Edilen Veri Tablosu</i>	60
Tablo 7. <i>Katılımcıların Kullandıkları Yaklaşımların Zorluk Dereceleri ve Gerekçeleri</i>	74
Tablo 8. <i>Sarkaç Tarihine Dayalı Olarak Geliştirilen Etkinliklerin Niteliğine İlişkin Değerlendirme Tablosu</i>	76
Tablo 9. <i>Bilim Tarihi Kaynaklarının Dersle İlişkilendirme Durumuna Göre Yapısı</i>	81

ŞEKİLLER LİSTESİ

<i>Şekil 1.</i> Ariston'nun hareketi gözlemi..	8
<i>Şekil 2.</i> Oresme'nin "Düşünce Deneyi"	9
<i>Şekil 3.</i> Hooke'un gezegenler kuram'ı (a) ve sarkaç kanıtı (b) çizim	11
<i>Şekil 4.</i> a) düşeyle 45'lik bir açı yapan konik sarkaç b) Farklı düşey yükseklikli konik sarkaç	13
<i>Şekil 5.</i> Hareketli çemberin oluşturduğu sikloid. Pendulum motion: A case study in how history and philosophy can contribute to science education.....	14
<i>Şekil 6.</i> Veri toplama aşaması	41
<i>Şekil 7.</i> Galileo (1564-1642) tarafından zamanı ölçmek için tasarlanana sarkacın Ersan Doğan tarafından yapılan çalışan bir replikası.....	46
<i>Şekil 8.</i> Ersan Doğan tarafından Galileo sarkacının çalışma prensibinin anlatılışı.....	47
<i>Şekil 9.</i> Sarkaç tarihinin fizik öğretimindeki konulara uyarlamasındaki frekans ve yüzde dağılımı.	51
<i>Şekil 10.</i> Aydınlatma yaklaşımının tercih edilme sıralaması frekans tablosu.....	53
<i>Şekil 11.</i> Kesikli hikâye biçimi yaklaşımının tercih edilme sıralaması frekans tablosu	54
<i>Şekil 12.</i> Hikâye biçimi yaklaşımının tercih edilme sıralaması frekans tablosu.....	55
<i>Şekil 13.</i> Tarih yaklaşımının tercih edilme sıralaması frekans tablosu	55
<i>Şekil 14.</i> Tarihsel kısa hikâyeler yaklaşımının tercih edilme sıralaması frekans tablosu	56
<i>Şekil 15.</i> En düşük ölçekli modül yaklaşımının tercih edilme sıralaması frekans tablosu ..	57
<i>Şekil 16.</i> Etkileşimli tarihi kesitler yaklaşımının tercih edilme sıralaması frekans tablosu.	57

<i>Şekil 17.</i> İkili zıtlıklar biçimi yaklaşımının tercih edilme sıralaması frekans tablosu	58
<i>Şekil 18.</i> Yüksek ölçekli modül yaklaşımının tercih edilme sıralaması frekans tablosu	58
<i>Şekil 19.</i> Orta ölçekli modül yaklaşımının tercih edilme sıralaması frekans tablosu.....	59
<i>Şekil 20.</i> Öğretmen adaylarının bilim tarihinden yararlanma yaklaşımlarında kendini yeterli görme durumuna yönelik ortama puan düzeylerine göre dağılımı	61
<i>Şekil 21.</i> Aydınlatma yaklaşımına yönelik ortama puan düzeylerine göre frekans ve yüzde dağılımı	62
<i>Şekil 22.</i> Aydınlatma yaklaşımına yönelik zorlanma düzeylerine ilişkin frekans ve yüzde dağılımı	62
<i>Şekil 23.</i> Tarih yaklaşımına yönelik ortama puan düzeylerine göre frekans ve yüzde dağılımı	63
<i>Şekil 24.</i> Tarih yaklaşımına yönelik zorlanma düzeylerine ilişkin frekans ve yüzde dağılımı	63
<i>Şekil 25.</i> En düşük ölçekli modüle yönelik ortama puan düzeylerine göre frekans ve yüzde dağılımı	64
<i>Şekil 26.</i> En düşük ölçekli modüle yönelik zorlanma düzeylerine ilişkin frekans ve yüzde dağılımı	65
<i>Şekil 27.</i> En düşük ölçekli modüle yönelik ortama puan düzeylerine göre frekans ve yüzde dağılımı	65
<i>Şekil 28.</i> Orta ölçekli modüle yönelik zorlanma düzeylerine ilişkin frekans ve yüzde dağılımı	66
<i>Şekil 29.</i> Yüksek ölçekli modüle yönelik ortama puan düzeylerine göre frekans ve yüzde dağılımı	67
<i>Şekil 30.</i> Orta ölçekli modüle yönelik zorlanma düzeylerine ilişkin frekans ve yüzde dağılımı	67
<i>Şekil 31.</i> Kesikli hikaye biçimine yönelik ortama puan düzeylerine göre frekans ve yüzde dağılımı	68

Şekil 32. Kesikli hikâye biçimine yönelik zorlanma düzeylerine ilişkin frekans ve yüzde dağılımı	69
Şekil 33. İkili zıtlıklar biçimine yönelik ortama puan düzeylerine göre frekans ve yüzde dağılımı	69
Şekil 34. İkili zıtlıklar biçimine yönelik zorlanma düzeylerine ilişkin frekans ve yüzde dağılımı	70
Şekil 35. Etkileşimli tarihi kesitler yaklaşımına yönelik ortama puan düzeylerine göre frekans ve yüzde dağılımı	71
Şekil 36. Etkileşimli tarihi kesitlere yönelik zorlanma düzeylerine ilişkin frekans ve yüzde dağılımı	72
Şekil 37. Tarihsel kısa hikâyeler yaklaşımına yönelik ortama puan düzeylerine göre frekans ve yüzde dağılımı.....	72
Şekil 38. Etkileşimli tarihi kesitlere yönelik zorlanma düzeylerine ilişkin frekans ve yüzde dağılımı	73
Şekil 39. “Sarkaç” tarihine dayalı olarak geliştirilen etkinlik örneği	78
Şekil 40. Fizik öğretmen adaylarının deneyimleri doğrultusunda meslektaşlarına önerileri	82
Şekil 41. Fizik öğretmen adaylarının görüşleri doğrultusunda bilim tarihinden yararlanma düzeyini artırma	85

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

BTYYG Bilim Tarihinden Yararlanmaya Yönelik Görüş Formu

VOSTS Bilim, Teknoloji ve Toplum Hakkında Görüşler Anketi

BTKTOİGA Bilim Tarihi Konularının Tarihsel Önemliliğine İlişkin Görüş Anketi

TÜBİTAK Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu

BÖLÜM I

GİRİŞ

Bu bölümde fizik öğretiminde bilim tarihi kullanımını sarkaç tarihi çerçevesinde incelemeye yönelten problem durumuna, araştırmanın amacına, önemine, araştırma sorusuna, varsayımlara, sınırlılıklarına yer verilmiştir.

Problem Durumu

Bilimin doğası olarak başlayan bilim hem kültür hem toplum hem de bireylerin yaşantıları üzerinde etkili faktördür. Bilim; insan neslinin var olduğu günden beri evreni tanımak, evrende olup biteni anlamak için uğraştığı buluşlardır (Çepni, 2009). Bilimin doğası olarak başlayan bilim hem kültür hem toplum hem de bireylerin yaşantıları üzerinde etkili bir faktördür. Bilim insanlığın daha rahat bir yaşam sürdürebilmesi için gereklidir (Erkuş, 2011). Bilimin amacı evreninin düzenini anlayabilmektir (Akyol, 2003, s.9). Bilim insanoğlunun deney ve gözlemlerle, doğadan yararlanarak, yine insan ve doğanın hizmetine sunduğu entelektüel bir anlayıştır (Küçükali ve Akbaş, 2016).

Günümüz dünyasında temel bilgileri kazanmış bireylerden ziyade bu bilgileri sorgulayan, araştıran, çözüm ve ürün üretebilen bireyler yetiştirmek eğitimin temel hedefi haline gelmiştir (Bakanay, 2015, s.1). Bilimin zamanla gelişmesi ve bilimde olan değişiklik bilim tarihini verir (Şimşek, 2010). Ülkemizde 2005 yılında ilköğretim, 2007 yılından bu yana Ortaöğretim programlarında yer almaya başladığı görülen bilim tarihinin bilimin ne olduğu, nasıl işlediği ve toplum ile olan etkileşimli doğasını sınıf ortamına taşımak için kullanılmasının beklendiği görülmektedir (Bakanay ve Güney, 2018; Bakanay, 2015, s.2;

Güney, 2014, s.1). Alan yazında da vurgulandığı üzere bilim tarihi artık bir tercih meselesinden çıkıp bir gereklilik haline gelmiştir (Bakanay ve Güney, 2018; Laçın-Şimşek, 2011; Kaya, 2007).

Ulusal veya uluslararası çalışmalara bakıldığında bilim tarihi çeşitli amaçlar açısından sınıf ortamında kullanılan en etkili araçlardan biri olarak gösterilmektedir. Bu amaçlardan biri bilimin karakteristik özelliklerinin eğitim süreci içerisine dâhil edilmesi doğrultusunda bilimin doğasına yönelik algı oluşturma veya anlama açısından kullanımıdır (Lin ve Chen, 2002; Abd-El-Khalick ve Lederman, 2000; Irwin, 2000; Matthews, 1994). Bilim tarihinin sınıf ortamına taşınma amaçlarından bir diğeri bilim kültürünü sınıf içerisine getirmektir (Matthews 1994, Bakanay, 2015). Bilim tarihi; kavramsal öğrenmeye olan katkılarının (Galili ve Hazan, 2001; Seroglou,, Koumaras ve Tselfes, 1998) yanı sıra bilimin prosedürel ve bağlamsal doğasına yönelik (Bakanay ve Güney, 2018; Bakanay, 2015; Laçın-Şimşek, 2011; Gallagher,1991) pek çok mesajı da sınıfa taşımaya olanak sağlamaktadır.

1957 yılından günümüze kadar bilim tarihi bazlı ulusal veya uluslararası çalışmalarda/projelerde kavramsal ve bağlamsal çok sayıda eğitim materyali ve yöntemi geliştirmiş veya geliştirilmektedir (Bütüner, 2011; Baki ve Güven, 2009; Karakuş, 2009; Klopfer ve Cooley, 1963). Geliştirilen kaynakları sınıf ortamına taşıyacak olan öğretmenlerdir. Geliştirilen kaynaklar bilim tarihini ne kadar geniş açıdan ele alırsa alsın o kaynağı kendi perspektiflerine göre şekillendirecek kişiler yine öğretmenlerdir (Monk ve Osborne, 1997). Bu çerçeveden bakıldığında bilim tarihinin etkili bir eğitim yöntemi olarak kullanımının geliştirilebilmesi için öncelikli olarak öğretmenlerin bilim tarihini fizik/fen derslerinde kullanma yaklaşımlarını uygulama durumlarının ne olduğu sorusu akla getirmektedir. Bu noktadan yola çıkarak bu çalışmada fizik öğretiminde sarkaç tarihi bazında bir çalışma yapılmasına karar verilmiştir.

Bilim Tarihi

Bilim tarihine dar çerçevede bilimin doğuşu ve gelişim öyküsü olarak bakılabilir. Amacı bilginin ortaya çıkması, yayılması ve kullanılması bir bakış açısının oluşumunu saptamaktır. Bilim tarihi, amacına çeşitli bilim kollarında ulaşılan sonuçları sıralayarak değil, daha çok bu sonuçları bağlı olduğu koşullar çerçevesinde açıklayarak ulaşılmaya çalışır (Yıldırım, 2005).

Goethe, “Bilim tarihi, bilimin kendisidir.” diyerek bilim ile bilim tarihinin ayrılmaz bir bütün olduğunu vurgulamaktadır. Bilim tarihi özünde değerlidir (Matthews, 2014, s.160). Bilim tarihini incelemek yeni bilgilerin ortaya çıkmasını sağlar. Yani bilim geçmişten gelip günümüzde devam ederek geleceğe köprü kuran etkin bir süreçtir.

Topdemir ve Unat (2014) bilim tarihi çalışmaları bilimsel gelişmenin önce Doğu uygarlıklarında başladığı daha sonra Grek dünyasına adım attığı, gelişme hızını kaybetmeye başladığında tekrar doğuya İslam dünyasına geçtiğini oradan da tekrar Batıya geçerek varlığını sürdürdüğünü vurgulamışlardır. Bir araştırma alanı olan bilim tarihi 19.yy da ortaya çıkmıştır. Bilim tarihinin kurucusu, Fransız Paul Tannery kabul edilir. Bilim tarihini bir düzen haline getiren ve bilim tarihinin babası olarak görülen Amerikalı bilim tarihçisi George Sarton dur (Topdemir ve Unat’tan aktaran Kılıç, 2010, s.17).

19.yy beri diğer dönemlere oranla bilim daha hızlı ilerlemiş ve toplumsal hayata etkisi daha fazla göstermiştir. 20. yüzyılda fizik biliminde büyük hamleler gerçekleşmiş ve bunun sonucunda çeşitli icatların ortaya çıkmasına yol açmıştır (Demirbaş, 2013, s.47). Fizik eğitiminde bilimin anlaşılabilir bir hale gelmesi içi bilim tarihine yer verilmelidir. Ortaöğretim düzeyinde fen eğitimi, fiziksel ve biyolojik dünyayı anlamamız için çalışan bir düzendir. Bilim tarihi ise bu dersteki buluşları aktarandır. Bilimsel bilgi üretebilmek, problemler ortaya koyabilmek, yorumlayabilmek ve çözümler üretebilmek öğrencilerin kazanımları arasında olmalıdır (MEB, 2013, s.1). Şimşek çakması, gök gürlemesi, hastalıklar, afetler, insan vücuduna olan merak zamanla insanların etrafında gelişen olay ve olguları araştırmaya itmiştir. Bu araştırmalar bilimsel gelişimleri beraberinde getirmiştir.

Günümüze kadar gelen bilimsel gelişim süreci bilim tarihinin içerisinde yer alır (Kahraman, 2012, s.23). Şeker & Welsh (2006) bilim tarihini fen öğretimi ile bir bütün haline getirerek öğrencilerin bu kavramları öğrenmesi ve fenne karşı tutumları incelenmiştir. Bilim insanların hayatlarından kısa hikâyeler verilerek aktarılması öğrencilerin derse olan ilgisinin artmasına yol açtığı görülmüştür (Şeker & Welsh’den aktaran Kahraman, 2012, s.16). Bilim, bilim tarihinden koparılamayacağı gibi felsefeden de koparılamaz. Bilim tarihi, bilim felsefesiyle de iç içedir.

Bilim Felsefesi

Bilim felsefesi, bilimin ne olduğunu, bilimsel gelişimin ne alama geldiğini, bilimsel teorilerin kendine özgü yapısını, bilim alanını, bilimsel bilginin nesnesini ve iç yapısını değerlendiren, bunu kuramsal düzlemde ortaya koymaya çalışan felsefe bölümüdür. Bilim tarihinden farklı olarak bilim felsefesi tarihin açıklanmasını ve değerlendirilmesini üstlenir.

Yıldırım (1973)'a göre bilim felsefesinin amacı, bilimi anlamaktır. Fen/fizik eğitiminin felsefeden kopması, çarpık bir fen/fizik eğitimi ortaya çıkarır (Matthews, 2014, s.216). Fen/Fizik eğitimi ve felsefe birbiriyle iç içedir. Fen/Fizik eğitimi felsefe eğitimi de içine alır. Felsefe, bazı felsefi konular üzerinden akıl yürüterek Fen/fizik eğitime katkıda bulunur ve böylece hedeflediği amaca kolay ulaşılabilmesini sağlar. Aynı zamanda doğa bilimi ve felsefede birbiriyle bağlantılıdır. Doğa bilimi, işe felsefe karışmaksızın yoluna uzun süre devam edemez. Felsefe ise içinden çıktığı bilime tepki verir bilim ise insanlığı etkiler (Matthews, 2014, s.218).

Bilim ve Bilim Tarihi

İnsanoğlu sürekli kendini geliştirebilmek için çaba sarf eder ve bilime ihtiyaç duyar. Birey, sorunları çözebilmek için farklı bilgi kaynaklarından yararlanır. Bunlar ise kişinin uygulamaları ve deneyimleridir (Karasar, 2012, s.6). Bernal (1996)'a göre “bilim, hızla akan bir ırmak gibidir. Bu durumda bizler bugün için olsa olsa ırmağın bizim görüş alanımız içindeki akış yönünü bilebiliriz ve ileride ne yönde akacağı konusunda bazı tahminler yapabiliriz” (Bernal'dan aktaran İngeç ve Tekfidan, 2017).

Tarihin her döneminde bilime ihtiyaç duyulmuştur. Tarih boyunca yapılan bilimsel faaliyetler göz önüne alınarak değerlendirmelerin sonucunda bilimsel bilginin değişebileceği, gözlem ve deneylere dayalı olması, hayal gücü ve yaratıcılığın eseri olması, öznel ve kuram temelli olması, sosyal ve kültürel değerlerin etkisinde kalması ve etkileyebiliyor olması şeklinde sıralanır (Aydın, 2012; Doğan vd., 2012; Topdemir ve Unat, 2014; Matthews, 2014).

Bilim tarihi geçmiş ile günümüzü birleştiren günümüzdeki olayları daha anlaşılır bir şekilde bütünleştiren kısacası karanlıkta yolumuzu bulabilmemiz için bizlere verilen meşaledir. Bilim tarihi, bilginin hangi aşamalardan geçerek bilime sağladığı katkıları, bu katkılar yapılırken bilim adamlarının kullandıkları yöntemleri, verdikleri çabaları konu edinen bir

disiplindir (Tekeli vd., 1997). Bilim tarihi incelendiğinde, bilimin gelişmesinde iki farklı yol izlenilmektedir.

Bu yollardan ilki bilimin çoğalarak yavaş bir şekilde ilerlemesi, bir diğeri ise bilimsel düşüncelerden yola çıkarak yapılan köklü değişiklikler ile ilerlemesidir. Bilimsel çalışmalarda bu iki yol birbirini tamamlayıp takip ederek gerçekleşir. Bu durum yeni buluşlara, teorilere, gözlem ve deneylere kapı açmıştır (Yıldırım, 2011). Diğer bir deyişle bilim tarihi disiplininin; bilimin anlamını, nerden geldiğini, gelişimini, bilim adamlarının hayatını ve bilimsel bilginin farklı kültürler arasındaki aktarımı vb. konuları incelediği söylenebilir (Fazlıoğlu, 2004, s.11). Bilimin anlaşılır bir hal alabilmesi için bilim tarihi ile bütünleşmesi gerekmektedir.

Fen Öğretiminde Bilim Tarihi

Bilim tarihi incelendiğinde, günümüzdeki benzer problemlere çözüm arandığı ve çözüm için modeller oluşturulduğu bundan yola çıkarak genellemelere gidildiği görülmektedir. Bu sebepten bilim tarihinde fen öğretiminden yararlanmanın birçok araştırmacı tarafından desteklendiği görülmektedir. Matthews (1994), fen öğretiminde bilim tarihinden yararlanmanın gerekçelerini şöyle anlatmıştır:

- Bilim tarihi bilimsel kavram ve metotların daha iyi anlaşılmasını sağlar.
- Tarihsel yaklaşım bireysel düşüncenin gelişimi ile bilimsel düşüncenin gelişimini birleştirir.
- Bilim tarihi değerlidir. Bilim ve kültür tarihindeki önemli olaylar (bilimsel devrim, Darwinizm, penisilin keşfi vb.) bütün öğrenciler için tanıdık olmalıdır.
- Bilim tarihi bilimin doğasını anlamak için gereklidir.
- Bilim tarihi ders kitaplarında genellikle bulunan ilimcilik ve dogmatizmaya karşı koyar.
- Bilim tarihi, bilim insanlarının yaşamlarını ve zamanlarını göz önüne sererek, bilimi insanlaştırır, daha az soyut hale getirir ve öğrencileri daha fazla kendine çeker.
- Bilim tarihi bilimin kendi disiplinleri ile hem de diğer akademik disiplinleri ile bağlantılar kurmasına izin verir. Bilim tarihi insan başarılarının bütünsel ve bağımsız doğasını gösterir (Matthews'den aktaran, Şimşek, 2009, s.131).

Letie (2000) bilim tarihinden faydalanmanın yararları şu şekilde özetlemiştir.

- Öğrencilerin bilimin uygun imajını kazanmaları
- Öğrencilere bilimsel bilginin geçici olduğunu ve nesnelliğin ve doğruluğun bulunamayacağını görme fırsatı vermesi,

- Öğrencilerin dünyayı anlamak için farklı yollar olduğunu farkına varması,
- Öğrencilerin bilimsel keşiflerin gerçekleşmesinde bilim adamları arasındaki etkileşimin ve işbirliğinin önemini görmeleri,
- Öğrencilerin bilimsel olarak kabul edilmeyen fakat bilim adamları tarafından daha önce benimsenmiş olan fikirlerin değişimini desteklemesi,
- Sanat ve bilim arasında köprü kurması (Letie, 'den aktaran, Güney, 2014, s.32)

Fen öğretiminde öğrencilerin bilim tarihinden yararlanması kavramsal açıdan kendilerini geliştirmelerini sağlayacaktır. Kuhn (1962)'a göre fen derslerinde bilimin tarihinden bahsedilmeden bilimin anlamlandırılmayacağı vurgulanmıştır. Öğrenci ve öğretmenlerin bilimin doğasını anlamaları için bilim tarihi ve felsefesi hakkında bilgilendirilmelidir. (Kuhn'dan aktaran, Beşli, 2008).

Govett (2001)'e göre “fen öğretimi, fenle ilgili bir bilgi birikimini içeren bilimsel yasaların, kavramların ve teorilerin basit bir icadı olarak öğretilmesi şeklinde yürütülürse etkili olmaz. Bu yolla fen öğretimi, bilimin ve teknolojinin gelişimi arasındaki ilişkinin öğrenilmesine bir katkı sağlamaz” (Govett'ten aktaran, Beşli, 2008). Bilimsel bilginin değişim ve gelişim sürecine örnekler verilebilmesi için geçmişten gelen fikirlerin gelişimini bilmek gerekmektedir (Kahraman,2012, s.2).

Günümüzde fen eğitiminde öğrencilerin bilimsel bilgileri tek başına öğrenmelerinin yeterli olmadığı, bilimsel bilginin oluşum sürecinin de öğrenciler tarafından anlaşılması gerekmektedir. Bilim tarihi, bilimsel bilginin ve bilimin doğasının anlatılmasında yararlı bir kaynak olabilir. Öğrenciler bilim tarihi sayesinde bilgiye ulaşmanın bir yolu olduğunu fark edeceklerdir. Bilimsel düşünebilmeyi ve kavramsal düzeyde anlamalarını sağlamak için bilim tarihinden faydalanabilirler. Öğrencilerin fikirleri ve tarihsel düşünce genellikle paralel özellik göstermektedir (Tokuş, 2018, s. 12). Etkili bir fen eğitimi için bilgiyi ezberlemek yerine kavramların anlamlı bir şekilde öğrenilmesiyle gerçekleşebilir (Kahraman, 2012, s. 5).

Sarkaç Hareketi ve Sarkacın Bilim Tarihindeki Yeri

Sarkaç hareketi bilim tarihinde önemli konu başlıklarında örnek teşkil etmiş ve oldukça önemli rol oynamıştır. Bu konu başlıkları (Matthews, 2017, s.290);

- *Modern bilimin gelişiminde matematiğin, gözlemin, deneyin karşılıklı etkileşimi,*

- *Bilimin toplum ve kültür üzerinde karşılıklı etkileri,*
- *Felsefe ile bilimin etkileşimleri,*
- *Maddi nesneler ile bilimin bu nesneleri ele alışı arasındaki ayrımı,*
- *Bilimsel iddiaların doğrulanmasında ya da yanlışlanmasında deneysel gözleme dayalı kanıtların muğlak rolü,*
- *Modern bilimin kavramsallaştırmaları ile sağduyu kavramsallaştırmaları arasındaki zıtlık,*

şeklinde sıralanabilir.

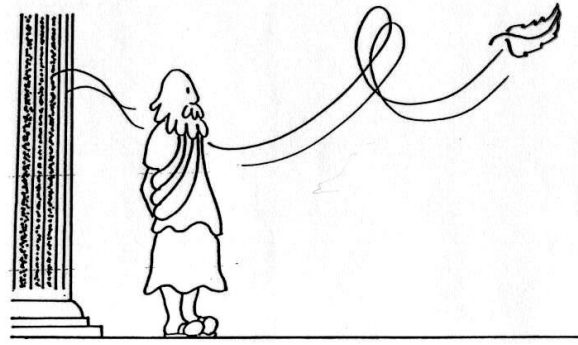
Sarkaç; Galileo, Huygens, Newton, Hooke ve Bilimsel Devrim'in tüm önde gelen isimlerinin çalışmalarının merkezinde olan konulardan biri olmuştur. Bilim tarihinde önemli bilim insanlarından biri olan Matthew (2014,s.19); bilimin, kültürün ve Batı toplumunun gelişiminde temel bileşenin sarkaç olduğunu ifade etmektedir. Sarkaç üzerine yapılan çalışmaların da;

- zaman ölçümünün doğru metodu,
- boylam probleminin çözümü,
- korunum ve çarpışma yasalarının keşfi,
- g yerçekimi ivmesinin değerinin belirlenmesi,
- ekvator ve kutup bölgelerinde g'nin değerinin farklılığını göstererek dünyanın basık küre şeklinin belirlenmesi,
- Newton'un yer ve gök mekaniğinin sentezi için önemli kanıtlar sağlanması,
- Güneş sisteminde temel yasaların evrensel olduğunun gösterilmesi,
- dünyanın kendi eksenini etrafında dönmesinin dinamik bir kanıtı,
- eylemsizlik ve yerçekimi kütlelerinin eşdeğerliği,
- yoğunluğun ve buna bağlı olarak dünyanın kütlelerinin doğru ölçümü,

gibi pek çok sonucun belirleyicisi olduğunu vurgulamaktadır. Tarihçi Bertrand Hall (1978, s. 441) da Fizik tarihinde sarkacın eşsiz önem taşıyan bir role sahip olduğuna işaret etmektedir. Ayrıca Bertrand, on yedinci yüzyılın ilk yıllarında Galileo'nun sarkaç hareketini düzenleyen yasaları oluşturduğunu açıkladığı tarihten bu yüzyılın ilk yıllarında hassas ölçüm yapan aygıtların ortaya çıkışına kadarki süreçte, sarkacın ya çalışmanın bir amacı ya da astronomi, yerçekimi ve mekanik konularındaki soruları araştırmada bir araç olduğunu belirtmektedir. Gleick (1987, s.39) ise sarkacı klasik mekaniğin bir sembolü olarak görmektedir.

Ders kitaplarında veya popüler bilim kitaplarında Galileo'nun henüz on yedi yaşındayken, gittiği Pisa'daki kilisede avizenin hafif bir esinti ile sallandığını fark ettiği, avizenin salınımındaki genlik ve frekansın dikkatini çektiği, ardından parmağını bileğine koyarak

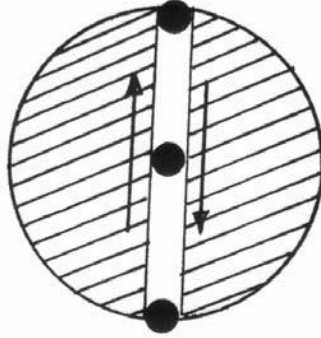
nabzını ölçtüğü böylece basit sarkaç yaptığı şeklindeki öykü oldukça sık yer almaktadır. Ancak on altıncı yüzyıldan önce de insanlar olayların süresini belirlemek, gündelik yaşam, bilimsel etkinlikler gibi pek çok nedenle zamanı ölçmeye çalışmışlardır. Bu soruların cevabı olan sarkacın fark edilememesi bir bakış açısı probleminin olduğunu akla getirmektedir. Ancak on dördüncü yüzyılda Nicole Oresme, daha öncesinde de Aristoteles sarkaç üzerine incelemeler yapmıştır.



Şekil 1. Ariston'nun hareketi gözlemi. LCP 2:Motion and pendulum, Stinner, A. 2007, University of Manitoba <http://www.umanitoba.ca/outreach/crystal/physics%20resources/-motion%20and%20the%20pendulum.pdf> sayfasından erişilmiştir.

Aristoteles (4. yüzyılda) tartışmasız fiziksel dünyaya sistematik olarak ilk bakan kişiydi. Hareket ile ilgili ilk çalışmalar Aristoteles'in *idea*'sı ile başladığı söylenebilir. Çıplak gözle gözlemlere ve kısmen de mantığa dayanan bazı temel ilkeleri savundu (Şekil 1). Aristoteles'in ok'un hareketini açıklamakta problemleri vardı ve buna bağlı olarak sarkacın hareketi de kafa karıştırıcıydı. Ona göre bu hareketler doğal ve zorunlu hareketin birleşimidir (Stinner, 2007). Aristoteles "Gök ve Yer Kitabı Üstüne" adlı kitabında dünyanın bir ucundan diğer ucuna açılan bir kuyuya atılan bir cisim ile ilgili bir düşünce deneyi yer almaktadır. Saksonyalı Albert, Tartaglia ve Benedetti de aynı problemi itici güç kuramı bağlamında tartışmışlardır (Matthews, 2017, s.292-293). On dördüncü yüzyılda da Nicole Oresme sarkaç hareketini ele almıştır. Geometrik ve grafiksel yöntemler kullanarak hızın tanımını ilk kez yapan Oresme (1323-1382), en iyi Ortaçağ filozoflarından biriydi ve matematik, fizik, ekonomi, felsefe ve teoloji üzerine yazılar kaleme almıştı. Nicole Oresme atılan bir cismin ve bir sarkacın hareketini açıklayan *impetus*'u (hareket etmeye başlayan bir nesneye aktarılan kuvvet) öğretmeni Buridan'dan öğrenmişti. Oresme, doğa filozofları tarafından tartışılan "düşünce deneyi" (Şekil 2) için bir çözüm önermişti. Oresme'ye göre, dünyanın

bir ucundan diğer ucuna açılan bir kuyudan düşen bir cisim, bir sarkaç gibi salınacak ve sonunda merkezde duracaktır (Stinner, 2007). Hareket ve durgunluk arasında, ontolojik bir fark gözetilen ve bu nedenle Yer ile gökyüzünü birbirinden ayrı olarak gören Oresme, doğadaki niteliksel değişimleri, matematiksel olarak göstermenin, doğayla bağı olmayan bir aklın kurgusu olduğunu vurgulamış ve yalnızca doğadaki nesnelerin hareketlerini matematiksel olarak analize yönelmiştir (Özsoy, 2017). Başaran (2015)’e göre Oresme’nin geometri ve matematik kullanarak hareket problemlerini ifade etmeye çalışması, kökleri Archimedes’e dayanan matematiksel fiziğin tekrar hatırlanmasıdır. Oresme’nin ifadeleri daha sonra Galileo tarafından genelleştirilmiştir.



Şekil 2. Oresme’nin “Düşünce Deneyi”. LCP 2:Motion and pendulum, Stinner, A. 2007, University of Manitoba <http://www.umanitoba.ca/outreach/crystal/physics%20resources/-motion%20and%20the%20pendulum.pdf> sayfasından erişilmiştir.

Matematik ve deneyin el ele vermesi onaltıncı yüzyılda Galileo’nun sahneye çıkmasıyla sağlanmıştır. Galileo yaptığı gözlemlerde gerçek resmi değil ele aldığı fenomenin arkasındaki simetri ve düzeni bulmaya çalışmıştır. Copernic’in getirmiş olduğu yeni astronominin problemleri çözme isteği Galileo’nun fizikte asıl ilgisini hareket üzerine yöneltmiştir. Galileo’nun ilk önemli çalışmasına “Hareket Üzerine” isimlendirmesi bu görüşü destekler niteliktedir. Galileo’yu eylemsizlik ilkesini keşfetmeye götüren ilk adım, sarkaç araştırmalarıdır. Bugün mekanik enerjinin korunumu olarak adlandırdığımız şeyi göstermek için de konik sarkacı kullanmıştır. Topdemir (2013)’e göre Galileo’nun Pisa Katedrali’nde tesadüfen dikkatini çeken avizenin salınımını gözlemlemesi sonucu yöneldiği sarkaç çalışması, serbest düşme kanununun bulunuşunda çok köklü bir rol oynamıştır. Galileo, sarkacın her salınım süresinin aynı olduğunu fark etmiş ve ulaştığı sonucun doğruluğundan emin olmak için Pisa Üniversitesi’nde çeşitli deneyler yapmıştır (Topdemir,

2013). Aynı uzunlukta iki ipe asılı biri mantar, biri kurşun iki sarkaç alıp her birini 90° 'lik açılarda salınma bırakmış ve bunların yarım daire çizdikten sonra yerlerine dönüş sürelerinin (havanın etkisi dikkate alınmamak koşuluyla) eşit olduğunu belirlemiştir. (Topdemir, 2010). Deney yapılmış ancak havanın etkisi katılmayarak bir idealizasyon örneği ortaya konulmuştur. Galileo'nun "ideal sarkaç" gibi idealizasyonları kullanması, tümevarımı bilimsel çalışmada ön plana almaya çalışırken, aynı zamanda tümevarım tekniklerinin zenginliğini artırmaya yönelik soyutlamanın ve idealizasyonun fizikteki önemini ortaya koyması açısından önemlidir. Bu idealizasyonlar doğrudan doğruya olgu içerisinde örneklenmek yerine, aksine dizi şeklinde düzenlenmiş olgudan elde edilen tahminlere dayanılarak formüle edilmiştir (Topdemir ve Yenilmez, 2009). Gerçek anlamda deney yapmadığı biçiminde yorumlara yol açan bu düşünce biçiminin her şeye karşın çok verimli olduğu ve modern düşüncenin temellendirilmesinde yaşamasal görevler aldığı bugün anlaşılmaktadır. Sarkaç hareketi serbest düşmenin tipik bir örneği olduğu için, artık düşmede ağırlığın rolünün olmadığı anlaşılmıştı. Böylece Galileo Kopernik astronomisine fizik temeli hazırlamakta önemli bir adım atmış oldu (Topdemir, 2013)

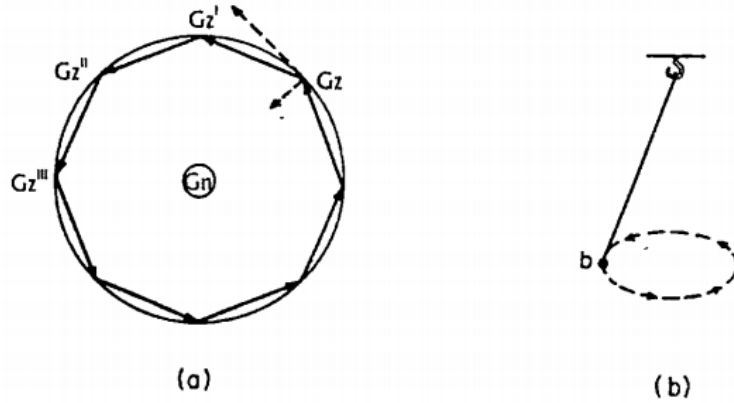
Galileo ve Pulsilogium

Galileo Pisa'da kısa süreliğine tıp eğitimi alırken, nabız atışını ölçen basit bir araç yapmak için sarkaçtan faydalanmıştır. Bu aletin adı *pulsilogium*'du. Bu dönemde tıpta nabız hızının önemli olduğu biliniyordu ancak nabız ölçümünün nesnel bir ölçümü bile yapılamıyordu. Galileo bu soruna dâhice bir çözüm üretmişti ve bu çözüm de oldukça basitti. Kısa bir ipe kurşun ağırlık astı. İpi ölçeklendirilmiş tahtaya tutturdu. Sarkacın hareketini başlattı, sonra da parmağını ipin asılma noktasından aşağı doğru, hastanın nabızıyla eş zamanlı salınım yapana kadar, kaydırды. Salınım süresi ipin uzunluğuna bağlı olduğundan, nesnel ve tekrarlanabilen bir nabız hızı ölçümünü sağladı. Bu ölçüm nesnel ve hassas ölçüm doğrultusunda küçük bir adım olmuş, on yedinci yüzyıl ve akabinde bilimsel ilerleme bu tür ölçümler üzerine kurulmuştur. (Matthews, 2017, s.295).

Hooke'un Gezenler Kuramı ve Sarkaç

1666 tarihinde Robert Hooke, gökteki cisimlerin hareketi ile yeryüzündeki bir makinenin hareketi arasında tam bir benzerlik olduğunu göstermiştir. Descartes'tan çok etkilenen

Hooke hem eylemsizlik hareketi kavramını hem de Dünya ile göklere ilişkin yasaların özdeşi olduğu düşüncesini kabul ediyordu. Hooke'a göre duyularımız bize gezegenleri iten ya da çeken herhangi bir şey olmadığını gösteriyordu. Bu durumda devinmekte olan bir gezegen hareketini uzayda düz bir çizgi boyunca hep aynı biçimde sürdürmeliydi. Ancak hareket düz bir çizgide değil de Güneş çevresinde sürekli bir kapalı eğri üzerinde olduğundan duyuların sağladığı kanıtlar yanıltıcı olmalıydı. Güneş ile gezegenler arasında ek bir çekim ilkesi ya da kuvveti bulunmalıydı. Hooke'a göre yörüngelerde hareket için gereken tek şey buydu. Çünkü bu kuvvet düz bir çizgi boyunca ilerleyen eylemsizlik hareketini sürekli olarak Güneş'e doğru saptıracaktı. Hooke'un Kopernikçi bir gezegen devinimine ilişkin sezgisel görüşü, Şekil 3'te verilen Hooke'un kendi çalışmalarından açıkça görülmektedir (Turan, Bayrak ve Çelik, 2007, s.399).



Şekil 3. Hooke'un gezegenler kuram'ı (a) ve sarkaç kanıtı (b) çizim

(a)'da gezegen Gz , Gz' , Gz'' , Gz''' noktalarının her birinde Güneş'e, Gn' ye doğru ani bir biçimde itilir. Her itme gezegenin eylemsizlik deviniminin yönünü değiştirir ve bütün bu itmelerin sonucunda gezegen bir çokgenin çevresinde devinir. Gezegenin merkeze doğru itildiği noktaların sayısı arılıkça, çokgenin kenar sayısı da artar. Bu artışın sınırı, merkeze doğru her noktada sürekli bir itmedir ve bir çember devinimi verir. Bu çembersel devinim fiziksel olarak, (b)'de çizilen aygıtla kanıtlanmaktadır. Sarkacın ucundaki ağırlığa yana doğru bir itme kuvveti uygulanmadıkça, b kendi ağırlığıyla kesikli çizgilerle gösterilen çemberin merkezine yakın bir noktaya doğru çekilecektir. Ancak başlangıçta, sarkacın ucundaki ağırlığa, sarkaç ipine dik yönde yatay bir itme verildiğinde, sarkacın ucundaki ağırlığın devinimi saptırması yalnızca bir eğri biçiminde olabilir. İtme doğru bir şiddette olursa, sarkacın ucundaki ağırlık ya bir yatay çemberde ya da elipse çok benzeyen uzamış bir yörüngede dönecektir. Kopernik Devrimi Batı Düşüncesinin Gelişiminde Gezegen Astronomisi, Turan, H., Bayrak, D. ve Çelik, S.K., 2007, İmge Kitabevi:Ankara.

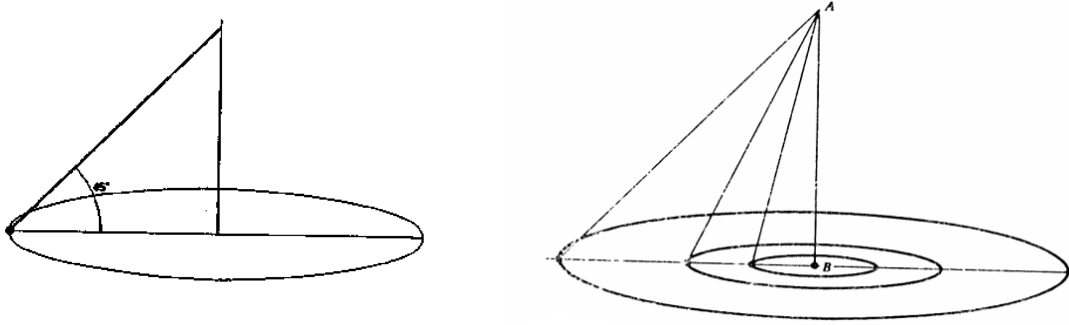
Şekil 3’de koyu çember (bu bir elips de olabilirdi) gezegenin Kopenikçi yörüngesidir ve gezegen bu yörünge üzerinde hareket etmektedir. Güneş (Gn) ve gezegen arasında herhangi bir kuvvet olmasaydı, gezegenin yörüngeye teğet olan kesikli çizgiler boyunca sabit hızla ve dışa doğru düz bir çizgi üzerinde ilerlemesi gerekirdi. Ancak, gezegen Gz’de olduğunda Güneş’e doğru ani ve şiddetli bir şekilde itilirse, gezegen kesikli çizgilerle gösterilen ve çap üzerinde Güneş’e doğru yönelen kısa çizgi boyunca, diğer hareketiyle eşzamanlı bir hareket daha yapacaktır. Bu süreç Gz" ve diğer noktalarda Gz’ye geri dönünceye kadar sürdürülebilir. Sonuçta ortaya çıkan hareket, tam bir elips ya da çember değil, çokgen biçiminde olmakla birlikte biçimsel olarak çembere yaklaşmaktadır. Gezegene uygulanan itmelerin şiddeti azaltılır itmelerin sayısı artırılırsa, yörünge çembere daha çok yaklaşacaktır (Turan, Bayrak ve Çelik,2007, s. 401-402).

Hooke merkeze yönlendirilmiş tek bir kuvvetin etkisiyle gezegenlerin hareketi gibi hareketleri ortaya çıkaran bir model kurmuş, görüşünü somut ve akla yakın bir biçimde açıklamıştır. 1666’da Royal Society’de meslektaşlarına, bir konuşma yaparak bu modelini tanıtmış ve konuşmasını konik sarkaç dediği sarkacı göstererek bitirmiştir. Bu sarkaç ile merkeze yönelen kuvvetin, devinmekte olan topu merkeze doğru çekemediğini, yalnızca hareketin yönünü merkeze doğru saptırdığını göstermiştir. Böylece yörünge kesintisiz bir eğri oluşturunuyordu. Hooke göklerde buna benzer bir kuvvetin aynı etkiyi oluşturacağını savunuyordu. Sonuç olarak Hooke’un gezegenler kuramı ile kristal küreler ve göklere ilişkin diğer tüm özel aygıtlar ortadan kaldırılmış, bunların yerine Aristoteles’in küreleri kadar işlevsel dünyevi bir düzenek olan sarkaç koyulmuş ve Dünya’daki deneylerin, göklere ilişkin doğrudan bilgi sağlayabileceği fikrini oluşturmuştur. Ancak Hooke, bir kuvvetin büyüklüğüyle gezegenin yörüngesinden sapmasının boyutu arasında bir bağıntı kurmayı ve bu sürekli saptırma dizisinden bir elips türetmeyi bilmediği için öne sürdüğü modelin işe yarayıp yaramayacağını gösterememiş, bu iş Newton’a kalmıştır (Turan, Bayrak ve Çelik,2007, s.402-403).

Huygens, Sarkaç ve Zaman Ölçümü

Christiaan Huygens (1629-1695) aynen Newton gibi hem doğa filozofu hem de matematikçiydi. Galileo'nun ötesine geçmiş ve $a=V^2/R$ ifadesinden yararlanarak, küçük açılar için günümüzde kullanılan $T=2\pi\sqrt{l/g}$ şeklindeki sarkacın periyot bağıntısını

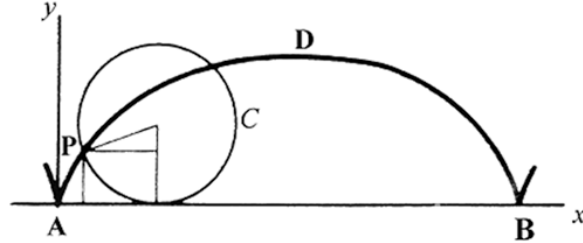
türetmiştir (Stinner, 2007). Türetmeye konik sarkacı ele alarak başlamıştır (Şekil 4a). İp düşeyle 45'lik bir açı yaptığı zaman merkezci kuvvetin ip ucundaki ağırlığa eşit olacağı sezgiyle görülmekteydi. Bu şekildeki konik bir sarkaçta, ağırlığın üzerinde hareket ettiği çemberin yarıçapı, koninin yüksekliğine eşitti. Huygens dairesel hareket için yaptığı çözümleme gereği, ağırlığın hızı, yüksekliğin yarısına eşit bir yükseklikten düşmesiyle ulaşacağı hıza eşit olacaktı. Bu denklem yardımıyla cismin, koninin yüksekliği kadar yol alabilmesi için geçen zamanı sarkacın periyodu ile karşılaştırdı. Aynı düşey yüksekliğe sahip bütün konik sarkaçların aynı periyoda sahip olduğunu belirledi (Şekil 4b). Farklı düşey yükseklikli sarkaçlar için de periyodun düşey yüksekliğin (AB) kareköküyle değiştiğini gösterdi (Şekil 4b) (Westfall, 1994 , s.92)



Şekil 4. a) düşeyle 45'lik bir açı yapan konik sarkaç b) Farklı düşey yükseklikli konik sarkaç. Modern Bilimin Oluşumu, Westfall, R., 1994, Ankara:TÜBİTAK s. 92-93.

Sarkacın periyodunun uzunluğunun karekökü ile değiştiğini Galileo göstermişti. Huygens ise küçük salınım limitinde konik sarkacın basit sarkaca özdeş olduğunu göstermiştir. Hugen konik sarkaç çözümlemesini yaparak bir sarkacın periyodu ile sarkaç yüksekliğinden düşme süresi arasındaki oran için $\pi\sqrt{2}$ değerine ulaşmıştı ve düşme süresi de $\sqrt{21g}$ idi. Bu durumda sarkaç periyodu $2\pi\sqrt{1/g}$ olmalıydı. Periyodu ve uzunluğu ölçebilen Huygens için bu denklemde bilinmeyen şey yerçekimi ivmesi olan g 'ydi. Galileo zamanından beri g 'yi ölçmeye çalışan pek çok kişi olmuş ve 7.32 m/s^2 civarında hesaplamışlardı. Huygens 9.81 m/s^2 değerini elde etmişti ki bu değer Hollanda enlemi için bizim bugün yaptığımız en iyi ölçmelerin sonucu ile uyuşmaktadır (Westfall, 1994, s.92-93). Galileonun sarkaç yasalarını geliştiren Huygens nesne hangi noktadan başlarsa başlasın belirli noktaya aynı sürede ulaştığı eğrinin çember değil sikloid (Şekil 5) olduğunu “geometrinin ayak izlerini takip ederek” keşfetti (Matthews, 2017, s.311). Başka bir ifadeyle

Huygens sikloidin eşzamanlı eğri olduğunu matematiksel olarak kanıtladı. Sikloit, sabit AB çizgisi üzerinde kaymaksızın yuvarlanarak hareket eden C çemberi üzerindeki bir P noktasının çizdiği eğridir.



Şekil 5. Hareketli çemberin oluşturduğu sikloid. Pendulum motion: A case study in how history and philosophy can contribute to science education, Matthews, M. R., 2014, International handbook of research in history, philosophy and science teaching (ss.31) içinde. New York: London.

Newton Mekaniğinde Sarkaç

Sarkaç, Galileo ve Huygens'in çalışmalarında nasıl oldukça önemli rol oynamış ise Newton'un çalışmalarında da benzer nitelikte oldukça önemli bir rol oynamıştır. Yerçekimi ivmesi g 'yi belirlemek, zaman ölçümünde iyileştirme yapmak, mekanik felsefecilerinin esir varsayımını çürütmek, kütlenin ağırlıkla orantılı olduğunu göstermek, cisimlerin esneklik katsayılarını belirlemek, etki yasasını incelemek ve ses hızını belirlemek için sarkaçtan yararlanmıştır (Matthews, 2014, s.32). Richard Westfall dünyanın en önde gelen Newton araştırmacılarından biridir. Newton'ın hem bilimsel çalışmalarını hem de özel hayatını kapsamlı bir biçimde ele alan biyografi yazılarını kaleme almıştır. Richard Westfall sarkaç ile ilgili olarak "Sarkaç, on yedinci yüzyıl biliminin en önemli aracı haline geldi... O olmadan on yedinci yüzyıl hassas ölçüm dünyasına gelemezdi" (Westfall 1990, s. 67; Aktaran Matthews, 2014, s.33) ve sarkacın Newton'un bilimindeki rolüyle ilgili olarak "Sarkaç olmadan Principia olmayacağını iddia etmek çok da abartılı olmayacaktır" (Westfall 1990, s. 82; Aktaran Matthews, 2014, s.33) şeklinde yazılarında bahsetmiştir.

Sarkacın üç önemli özelliği vardır ki bu özellikler Newton yasalarının ispatı ve çarpışmaların ispatı için ideal bir araç olmuştur. Bu özellikler: Aynı uzunluğa sahip olan sarkaçlar hangi noktada serbest bırakılırsa bırakılınsınlar en alçak noktaya aynı anda ulaşırlar; kütlelerinden bağımsız olarak en alçak noktaya eş zamanlı ulaşırlar; en alçak noktadaki hızları, en alçak noktayı serbest bırakma noktasına bağlayan kirişin uzunluğuyla bağlantılıdır (Matthews,

2017, s.317). Newton henüz şekil verdiği korunum yasalarını açıklamak için sarkaç çarpışması deneyleri düzenlemiştir. Newton momentumun korunumu şeklinde değil de hareketin korunumu şeklinde bir adlandırma yapmıştır. Burada sarkacın mekanik biliminin kuruluşunda çok önemli katkısı olduğu söylenebilir. Newton “etki tepkiye eşittir” şeklinde ifade ettiği üçüncü yasasını da iki uzun (3-4m) sarkaç kullanmış, bunları çarpıştırarak göstermiştir (Matthews, 2014, s.33).

Bilim Tarihini Öğretimde Kullanma Yaklaşımları

Alan yazında bilim tarihinin fen ve matematik derslerinde kullanımına yönelik çeşitli yaklaşımlar mevcuttur. Fried (2001) bilim tarihinin derslerde kullanımına yönelik yaklaşımları iki strateji altında genel bir çatı altında toplamıştır. Bu stratejiler şöyledir:

1-Ekleme stratejisi: derslerde tarihsel anekdotların, bilim insanlarının kısa hayat hikâyelerinin, tarihsel problemlerin veya bilim insanlarının resimlerinin gösterilmesi gibi etkinliklerin kullanımını içeren pasif stratejidir. Bu stratejide genişletilmesi dışında mevcut öğretim programı değiştirilmemektedir.

2-Uyarlama stratejisi: bir tekniğin veya bir fikrin açıklanmasında veya bir konunun anlatımında tarihsel bir şemaya göre organize edilerek tarihsel bir gelişimin kullanılması gibi sunum şeklinin değiştirildiği bir stratejidir. Başka ifadeyle konunun öğretimi, tarihsel bir şemaya uyarlanarak gerçekleştirilmektedir. Katz’ın (1995) Napier’in logaritmasını bugünün sınıflarına uyarlaması örnek olarak verilebilir. Bu örnekte Napier’in geometrik-kinematik şemasını takip eden logaritma tanıtılarak öğrencilere logaritmanın işlevsel özellikleri ortaya koyulmaktadır.

Araştırmanın Problemi

Bu araştırmanın amacı; fizik öğretmen adaylarının bilim tarihinden hangi konularda, hangi yaklaşımı kullandıklarını “*sarkaç tarihi*” kapsamında araştırmak ve bu esnada edindikleri deneyimlerden yararlanmaktır. Bu kapsamda fizik öğretmen adaylarının yaşadıkları deneyimler aşağıdaki alt problemler çerçevesinden ele alınmıştır:

Araştırmada belirlenen amaç doğrultusunda aşağıdaki alt problemler belirlenmiştir:

1. Fizik öğretmen adayları “sarkaç” tarihine dayalı olarak 9-12 fizik öğretim programı kapsamında hangi konularda bilim tarihinden yararlanmaktadır?
2. Fizik öğretmen adayları “sarkaç” tarihine dayalı olarak bilim tarihinden fizik öğretiminde yararlanmaya ilişkin, bilim tarihini öğretimde kullanma yaklaşımlarından hangilerini kullanma eğilimindedirler?
3. Fizik öğretmen adaylarının fizik öğretiminde bilim tarihinden yararlanma yaklaşımlarında kendilerini yeterli görme durumları nedir?
4. Fizik öğretmen adayları sarkaç tarihini fizik konusuna uyarlarken kullandıkları yaklaşımlarda nerelerde zorlanmaktadır?
5. Fizik öğretmen adayları “sarkaç” tarihine dayalı olarak bilim tarihinden yararlanmaya ilişkin geliştirdikleri etkinliklerin niteliği nasıldır?
6. Fizik öğretmen adayları “sarkaç” tarihini fizik konularına uyarlarken sahip olduğu deneyimlere göre bilim tarihi kitaplarının dersle ilişkilendirme durumuna göre yapısı nasıldır?
7. Fizik öğretmen adayları “sarkaç” tarihini fizik konularına uyarlarken sahip olduğu deneyimlere göre meslektaşlarına önerileri nelerdir?
8. Fizik öğretmen adayları “sarkaç” tarihini fizik konularına uyarlarken sahip olduğu deneyimlere göre fizik öğretiminde bilim tarihinden yararlanma düzeyini artırabilmek için katılımcılara göre neler yapılabilir?

Araştırmanın Önemi

Bilim tarihi, öğretim sürecinde öğrencinin güdülenmesini sağlamak, öğretilen konunun nerede ve ne şekilde faydalı olacağını belirtmek için en uygun yöntemlerden biridir. Fen eğitiminde yer alan soyut kavramların öğretiminde bilim tarihinin kullanılması, öğrencilerin gözünde bilimi sadece bir laboratuvar çalışması olmaktan çıkarıp bilimin bir insan uğraşı olduğunu görmelerini sağlamaktadır (Kahraman, 2012, s.17). Ayrıca tarihsel yaklaşımların kullanımı bireysel düşünme ile bilimsel fikirlerin gelişimini birleştirmekte ve farklı bilimsel disiplinler arası ilişkiler kurulmasına yardımcı olmaktadır (Matthews’den aktaran, Günay, 2011, s.32).

1989 yılından sonraki çalışmalarda öğrencilerin gözlem ve teori arasındaki farkı anlayabilecekleri, bilim adamlarının çalışmalarındaki sorunlarla başa çıkabilmek için farklı

yöntemler kullandıklarını görebilecekleri şekilde bilim tarihinin kullanılabileceği gösterilmiştir (Günay, 2011, s.34). Bilim tarihinin öğretim sürecinde kullanılmasının öğrenciler üzerinde etkili olacağı düşünülmektedir. Buradan yola çıkılarak öğretmen adaylarına bilim tarihi uygulamaları eğitimi verilmesiyle öğrencilerin başarılarının artması hedeflenmektedir. Sunulan bu çalışmada, fizik öğretmen adaylarının bilim tarihinden fizik öğretiminde hangi konularda nasıl yararlandıklarını ortaya çıkarmak hedeflenmiştir. Bu amaca ulaşabilmek için fizik ile ilgili hangi konu kapsamında araştırma yapılacağına karar verebilmek için alanyazın taraması yapılmıştır. Matthews (2014)'e göre sarkaç, Batı toplumunun bilimsel ve kültürel gelişiminde önemli bir rol oynamıştır. Ayrıca sarkacın modern bilimin gelişiminde merkezi ve önemli bir kavram olduğunu vurgulamaktadır. Merkezi bir kavram olmasına rağmen, ders kitaplarında ve öğretim programlarında yeterince yer verilmediği gibi “son derece sıkıcı” konu olarak görünmektedir. Bilim tarihinin önemli isimlerinden olan Matthews (2014)'un bu vurgusundan yola çıkarak çalışma kapsamında konu olarak “sarkaç” ele alınmıştır. Böylece alanyazında vurgusu yapılan merkezi ve önemli olan “sarkaç” konusunun öğretmen adaylarının dikkatini çekmesi sağlanarak alan yazındaki eksikliği giderme açısından katkı sağlanması hedeflenmiştir. Ayrıca; kinematik, dinamik ve klasik fiziğin temellerini öğretmek için gerekli olan hemen hemen her şeyi kapsayan “sarkaç” konusunun bu kapsamda hem kitaplara hem de öğretim programlarına yer verilmesi açısından önemli bir adım atılmasını sağlayabilir.

Varsayımlar

Bu çalışmaya katılacak kişilerin nitel veri sürecinde kendi görüşlerini bağımsız olarak ifade ettikleri varsayılmıştır. Yapılan çalışmadaki ortam koşulları herkesi eşit etkileyeceği varsayılmıştır. Araştırmacının tüm aşamalarda ön yargılardan bağımsız olduğu varsayılmıştır.

Sınırlılıklar

Bu araştırmanın amaçlarından biri de fizik öğretmen adaylarının bilim tarihinden hangi yaklaşımı kullandıklarını “*sarkaç tarihi*” kapsamında araştırmaktır. Bu çerçevede gönüllü katılımcılar ile yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Bulguları destekleyici olarak bu görüşmelerden doğrudan alıntılar yapılmıştır. Bu görüşmeler de gönüllü olan

öğretmen adayları ile gerçekleştirildiğinden bazı yaklaşımlar için katılımcıların görüşleri alınamamıştır. Bu kapsamda bulgular ve yorumlarda bazı bilim tarihinden yararlanma yaklaşımlarına ilişkin görüşlerin desteklenmesi sınırlı düzeyde kalmıştır.

Araştırmaya katılan öğretmen adaylarının bazılarının öğretim programı ile ilgili bir ders almamaları bu araştırmanın sınırlıklarından biridir. Araştırmanın bilim tarihinden yararlanma yaklaşımlarında konu açısından çerçevesi 9-12 fizik öğretim programı olarak belirlenmiştir. Katılımcıların MEB tarafından okutulması amacıyla sitesinde yayınlanan fizik kitaplarını kullanmaları sağlanarak araştırma seçilen kapsamda gerçekleştirilmeye çalışılmıştır.

BÖLÜM II

İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

Bu bölümde bilim tarihinin önemi arz eden literatürdeki çalışmalar yer almaktadır. Bilim tarihi çok geniş bir alana sahip olup tüm bilimleri içine alır. Fizik, felsefe, biyoloji, matematik, tarih, kimya ve coğrafya gibi birçok alanla iç içedir. Bu alanların bugünlere ve gelecektekilere ışık tutabilmesi bilim tarihiyle gerçekleşecektir.

Bilim Tarihi ve Fizik Bilimi ile İlgili Çalışmalar

Çetiner (2016) yaptığı çalışmasında, bilim tarihindeki ilk deneyleri içeren fizik etkinlikleri hakkındaki öğrenci görüşlerini belirlemeyi amaçlamıştır. Araştırmada Arşimet Kralın Tacı materyali tasarlamıştır. Çalışma 2015 - 2016 Eğitim Öğretim yılında Ankara da bir devlet üniversitesinde öğrenim gören 6 gönüllü öğrenci ile yapılmıştır. Her bir öğrenci için yaklaşık 70'er dakikalık bir sürede hazırlanan etkinlik gerçekleşmiştir. Araştırmada nitel araştırma yöntemlerinden “Örnek Olay” modeli seçilmiştir. Veri toplama aracı olarak ise araştırmacı tarafından geliştirilen çalışma yaprakları kullanılmıştır. Ayrıca etkinlik başlangıcında ve etkinlik bitiminde öğrencilerle sözlü mülakatlar yapılmış ve bu mülakatlar öğrencilerin bilgileri dâhilinde ses kaydı alınmıştır. Daha sonra bu mülakat kayıtları yazıya geçirilmiş ve yazılar üzerinden içerik analizi yapılmıştır. Araştırma sonucunda bilim tarihindeki ilk deneyleri içeren fizik etkinliklerinin -Arşimet’in Kralın Tacı Örneği- öğrencilerin derse olan ilgisini canlı tuttuğu, fizikteki temel kavramları anlamalarında etkili olduğu ve etkinliğe yönelik olumlu tutum sağladığı görülmüştür. Sonuç olarak bilim tarihinde gerçekleştirilen ilk deneyleri içeren fizik etkinlikleri ile ilgili önerilerde bulunmuş ve bu türden yapılabilecek etkinliklere örnekler vermiştir.

Hüsnü Hamid, Darülfünûn Fen Fakültesi Mecmuası'nda karmaşık sayıların fizikteki uygulamaları yer almıştır. Ayrıca Einstein'ın görelilik teorisi, olasılık ve sigorta ilişkisi, Regle yüzeyler, topoloji, Öklid dışı geometriler, sentetik ve analitik geometri, cebirsel ve diferansiyel geometri, Türk matematik tarihi konularında bilgilendirme yapılmıştır. Yine aynı mecmuada trigonometri, geometri, mekanik, matematiksel mekanik, üç boyutlu uzay ve eğriler, iki dairenin ortak teğetleri, matematiksel fizik konularında problemler çözmüştür (Duru, 2017, s.63).

Kulandına (2013)'e göre bilim tarihi ve metodolojisine etkiler ışığında 19.yy. başında dalga teorisindeki gelişmeyi inceleyen bir durum çalışması yapmıştır. Bu yüksek lisans tezinde, Thomas Young ve Augustin Fresnel'in, on dokuzuncu yüzyılın başındaki dalga ışık teorisinin gelişiminde ne kadar başarılı oldukları incelenmiştir. Sonuçları çarpıcı olarak bulan Kulandına, Huygens ilkesinin girişim yasası ile korelasyonu var olduğu sonucuna varmıştır (Kulandına, 2013, s.).

Kahraman (2012) çalışmasında, bilim tarihi ile hazırlanan hikâyelerin ilköğretim yedinci sınıf öğrencilerinin “Kuvvet ve Hareket” konusundaki kavramları anlamalarına etkisini incelemiştir. Çalışma bir aksiyon araştırması olarak yürütülmüştür. Bu amaçla MEB'e bağlı bir ilköğretim okulunda öğrenim gören on beş öğrenci ile çalışma sürdürülmüştür. Çalışma kapsamında kuvvet ve hareket konusu ile ilgili beş bilim tarihi hikâyesi kullanılmış ve uygulama toplamda yedi hafta sürmüştür. Veri toplama aracı olarak günlükler, görüşmeler, değerlendirme testi, başarı testi ve anketler kullanılmıştır. Araştırmacı çalışmasının sonucunda bilim tarihinin öğrencilerin öğrenmelerinde olumlu katkı sağladığı, fen eğitimine yönelik tutumlarını arttırdığı ve bilimin doğasına daha çok yer verilmesi gerektiğini görmüştür.

Bilim Tarihi ve Bilimin Doğası ile İlgili Çalışmalar

Abd-el Khalick ve Lederman (2000) bilim tarihi dersinin bilimin doğası görüşlerine etkisini incelemiştir. 166 lisans öğrencisi ve 15 ilköğretim fen bilgisi öğretmeninin katılımıyla gerçekleştirilen bu çalışmada yarı yapılandırılmış görüşmeler ve bilimin doğası görüş formu kullanılarak veriler toplanmıştır. Neredeyse tüm katılımcıların ön test sonuçlarında bilimin doğası ile ilgili yetersiz görüşe sahip oldukları tespit edilmiştir. 15 hafta süren bilim tarihi dersi sonunda katılımcıların görüşlerinde çok az ve sınırlı düzeyde bir değişim olmuştur.

Araştırmacılar spesifik bilimin doğası konularının açıkça ele alınması bilim tarihi derslerinin bu konudaki etkinliğini artırabileceği yönünde görüş bildirmişlerdir.

Irwin (2000) fenin öğretilmesi ve öğrenilmesinde tarihsel perspektifin kullanımını araştırmıştır. Irwin (2000)'e göre atom kavramı ve elementlerin atomlarındaki periyodik örüntü ile ilgili bir dizi tarihsel olay, insan yaratıcılığı ve hayal gücü sonucunda ortaya çıkan bilimsel bilginin gelişiminde dev adımlardır. Araştırmacı Yunanlılardan günümüze kadar olan atom teorisinin gelişim hikâyesi ile de öğrencilerin bilimin doğasının değişken doğasının anlaşılması sağlayabileceğini düşünmüştür. 9. sınıf öğrencilerinden oluşan iki farklı grup ile eylem araştırması yapan Irwin (2000) sekiz hafta boyunca deney grubunda dersleri tarihsel bakış açısı ekleyerek başka bir ifadeyle atom ve periyodik tablo konusu bilim tarihinden örnekler verilerek işlenmiştir. Kontrol grubunda ise tarihsel sürece hiç girilmeden ilgili konu ile ilgili bilimsel bilgiler verilmiştir. Uygulama sonrasında günümüz biliminin anlaşılmasında gruplar arasında bir farklılık görülmemiştir. Araştırma sonucunda deney grubundaki katılımcıların hayal gücü ve yaratıcılığın kullanımının teorilerin oluşumundaki etkisini, bilimsel bilginin nasıl geliştiğini, bilimsel bilginin değişebilir doğasını ve bütün bilimsel bilgilerin sorgulanmaya açık olduğunu daha iyi anladıkları sonuçlarına ulaşılmıştır. Bilimin doğası kavramlarının etkinlikler, tartışma ve soru sorma yolu ile uyarlanarak öğrencilerin farkındalıklarının artırıldığı (Doğan, Çakıroğlu, Bilican ve Çavuş, 2012) doğrudan yansıtıcı bilim doğası öğretiminde, Schwartz ve Lederman (2002) tarihten örneklerin kullanılmasının önemine işaret etmişlerdir. Bu yöntemde temel amaç, bilimin doğası kavramlarının öğretilmesidir. Bu öğretim yöntemi için ana hedef bilimin doğası kavramlarının öğretilmesidir. Alan yazında birçok doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretiminin bilim tarihinden örnekler içerdiği görülmektedir (Ataç-Özdemir, 2017).

Olson, Clough, Bruxvoort ve Vanderlinden (2005) tarihsel kısa hikâyelerin kullanımını incelemiştir. Çalışma grubunu 559 (N=281 kontrol, N=278 deney grubu) öğrenci oluşturmuştur. Araştırmada “Tarihsel öyküler derste bir ödev olarak kullanıldığında, öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarında bir iyileşme olur mu?” sorusuna cevap aranmıştır. Araştırma kapsamında jeoloji ile ilgili üç tarihsel kısa hikâye kullanılmıştır. Deneysel desende yürütülen bu çalışmada kısa sınavlar (quiz) ve bu sınavlar dışında öğrenciler VOSTS (Bilim, Teknoloji ve Toplum Hakkında Görüşler Anketi) ile nitel ve nicel olarak değerlendirme yapılmıştır. Araştırmada tarihsel kısa hikâyelerin kullanımının bilimin doğası

anlayışlarında iyileştirici yönde bir gelişmeye neden olduğu, yaratıcılığın bilim yapmanın bir parçası olduğunu fark etmelerini sağladığı yönünde sonuçlara ulaşılmıştır.

Fen bilgisi öğretmenleri ile Ogunniyi (2006) bilimin doğası ve argümantasyonun bir arada araştırıldığı bir çalışma yürütmüştür. Bu çalışmada argümantasyon tabanlı bilim tarihi, felsefesi ve sosyolojisinin temel alındığı bilimin doğası dersinin öğretmenlerin bilimin doğasına yönelik görüşlerine yansımaları araştırılmıştır. Öğretmenlerin bilimin doğası görüşlerini ifade ederken kullandıkları argümanları dikkate alan araştırmacı bilim tarihi, bilim felsefesi, bilim sosyolojisi ve psikolojisinin ele alındığı derse katılan üç öğretmeni mülakat ve bilimin doğası görüşleri anketi ile değerlendirmiştir. Araştırmada, argümantasyon tabanlı bilim tarihi, felsefesi ve sosyolojisinin temel alındığı bilimin doğası dersinin fen bilgisi öğretmenlerinin bilimin doğası görüşlerine olumlu etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca araştırmacı elde edilen bu olumlu sonuçta bilim tarihi, felsefesi ve psikolojinin ele alınmasının etkisi üzerine vurgu yapmıştır.

Kaya (2007) 'ya göre fen eğitiminde bilim tarihi destekli öğretimin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimin doğasına ilişkin görüşlerine etkisinin değerlendirilmesinde etkisi olup olmadığını araştırmayı amaçlamıştır. Amacı gerçekleştirmek için çalışmasını örneklem olarak Fen Bilgisi Öğretmenliği Ana Bilim Dalı dördüncü sınıf ikinci öğretimde okuyan 32 öğrenciyle yapmıştır. Bu amaç doğrultusunda bilimin doğası anlayışını kazandırmaya yönelik bilim tarihi destekli model dersler oluşturulmuştur. Model dersleri “Öğretmenlik Uygulaması” dersinde haftada iki saat olmak üzere beş hafta uygulamıştır. Model dersler öncesinde ve sonrasında öğrencilerin bilimin doğasına ilişkin görüşlerini belirlemek için geliştirilen VOSTS ölçeği ön test ve son test olarak uygulanmış olup uygulama öncesinde ve sonrasında öğrencilerle yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Sonrasında bir uzmandan ve öğrencilerden model derslere ilişkin izlenimlerini belirttikleri metinler yazmaları istenmiştir. Toplanan çok yönlü veriler değerlendirildiğinde model derslerin öğrencilerin mantıksal sorgulama görüşünü olumlu yönde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Çalışma sonunda öğretmen yetiştirme programlarında öğretmen adaylarına, öğrencilere bilimin doğası anlayışını kazandırmaları için etkinlikler hazırlamalarına ve bunları derslerde etkili olarak kullanmalarına fırsat verilmesi için öneride bulunulmuştur.

Beşli (2008) yaptığı çalışmada, ilköğretim fen bilgisi öğretmen adaylarının bilim tarihinden kesitler incelemelerinin bilimin doğası hakkındaki görüşlerine etkisini belirlemek istemiştir.

Amacına ulaşmak için Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi 4. Sınıfında öğrenim gören 56 öğrenci ile Fen-Teknoloji ve Toplum dersinde 4 haftalık bir uygulama yapılmıştır. Bilimin doğası hakkındaki görüşleri ortaya çıkarmak için Aikenhead, Ryan ve Fleming (1989) tarafından geliştirilen “Bilimin Doğası Hakkındaki Görüşler” (Views on Science Technology and Society, VOSTS) anketinin Bora, Arslan ve Çakıroğlu (2006) tarafından Türkçeye adapte edilen 25 maddesi seçilerek kullanılmıştır. VOSTS-Tr anketi uygulamadan önce ön test ve bilim tarihinden kesitler detaylı şekilde incelenerek son test olarak verilmiştir. Dört haftalık ders süresince TÜBİTAK yayınlarından ve Cemal Yıldırım’ın kitaplarından seçilen 13 bilim tarihi makalesi okutulmuştur. Ön testte ve son testte yüksek olmasa da olumlu etki gözlenmiştir. Bilim tarihinden kesitler inceleyen fen Bilgisi öğretmen adaylarının bilimin doğası hakkındaki görüşlerini olumlu yönde etkilediği görülmüştür.

Metin (2009) bilimin doğasının öğretilmesine yönelik ilk araştırmaların bilimin, bilim tarihinin merkeze alınarak öğretilmesine dayandığını vurgulamaktadır. Örneğin; Solomon, Duveen, Scot ve McCarthy (1992), 6–9. sınıf öğrencileri ile bilim tarihinin bilimin doğasının öğretilmesindeki etkililiğini araştırmışlardır. Bu çalışmaların temelinde bilimin yıllar boyunca geçirdiği değişim ve bilimsel bilginin üretilmesindeki tarihi süreç kullanılarak öğrencilere bilimin doğası anlayışları kazandırmak yatmaktadır. Metin (2009)’e göre bilimin doğasının, bilim tarihi yoluyla kavratılmaya çalışılması sadece bilim insanlarının karşılaştıkları zorlukları ve alana yaptıkları katkılar açısından ışık tutmakla kalmaz günümüze gelinceye kadar bilimsel yapıların (teori, yasa) hangi aşamalardan geçtiğini anlamaları açısından da fırsat sağlar.

Smith (2010) öğrencilerin bilimin doğası hakkındaki kavram yanılgılarının üstesinden gelmek için, öğretmenlerin öğretilen bilim içeriği bağlamında bilimin doğasını doğru ve açıkça anlatan öğretim etkinliklerini kullanmalarının gerekliliğini vurgulamıştır. Bu kapsamda araştırmacı lise biyoloji dersinde genetik ve biyolojik evrim üniteleri boyunca iki tarihi kısa öykünün kullanımının etkililiğini araştırmıştır. Çalışmada Mendel ve Darwin’in yaşamlarını, çalışmalarını ve bilimsel fikirlerini nasıl geliştirildiğini betimleyen hikâyeler kullanılmıştır. Hikâyelere gömülen sorular ile açıkça öğrencilerin bilimin doğası anahtar kavramlarına dikkatlerini çekmek istenmiştir. DeneySEL desenin kullanıldığı araştırmada toplam 79 öğrenciyle gerçekleştirilmiştir. Öğrencilerin bilimin doğası anlayışları VSQ1 ve VSQ2 (Clough et al. 2006 tarafından geliştirilen) olarak adlandırılan iki bilime bakış ölçeği yardımıyla belirlenmiştir. Araştırmada deney grubundaki öğrencilerin, bazı bilimin doğası

anahtar kavramlarında kontrol grubuna göre anlamlı derecede daha yüksek bir anlayış sergiledikleri sonucuna ulaşılmıştır.

Baran (2013), bilim tarihini temel alarak felsefe ile geliştirilmiş ders ortamlarının geleneksel öğretim ortamları ile kıyaslanmasını incelemiştir. Öğrencilerin motivasyonları ve tutumlarını dikkate almıştır. Deneysel bir çalışma olarak gerçekleştirilen araştırmada, ön test son test kontrol gruplu bir çalışma sistemini benimsemiştir. Araştırma sürecine deney ve kontrol gruplarında bulunan toplam 47 öğrenci katılmıştır. İlköğretim sekizinci sınıf düzeyinde bulunan öğrencilere 40 sorudan oluşan Demirbaş ve Yağbasan (2006) tarafından uyarlanmış “Bilimsel Tutum Ölçeği” ve 33 soruluk “Fen ve Teknoloji Dersine Yönelik Motivasyon Ölçeği”ni uygulamıştır. Araştırma sonucunda bilim tarihi esas olarak işlenen ders ortamlarında öğrencilerin motivasyonlarının ve tutumlarının olumlu yönde gelişim gösterdiğini belirlemiştir.

Özdemir (2017) ortaöğretim 10. sınıf kimya öğretim programına (doğrudan yansıtıcı ve tarihsel yaklaşım) uyarlanmış bilimin doğası eğitimi ile bilimsel tartışma yöntemini bir arada kullanılarak yapılan öğretimin öğrencilerin görüşlerine, bilimsel tartışma becerilerine ve kimya dersi tutumlarının gelişmesine etkileri araştırmıştır. Araştırmada bir gruba bilimsel tartışma yöntemi ve bilimin doğası eğitimi birlikte uygulanırken diğer gruba sadece doğrudan yansıtıcı bilimin doğası eğitimi öğretim yöntemi olarak uygulanmıştır. Kontrol grubunda ise öğretim programının öngördüğü yapılandırmacı yaklaşım gerçekleştirilmiştir. Araştırmada nitel ve nicel araştırma desenlerinin bir araya getirilerek karma araştırma yönteminden yararlanılmış olup nitel araştırma desenlerinden durum çalışması ve nicel araştırma desenlerinden “ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desen” kullanılmıştır. Araştırmanın çalışma grubunu İstanbul’da bir Anadolu Lisesi’nde okuyan 10. Sınıf öğrencisi oluşturmuştur. Araştırmanın veri toplama araçları Mantıksal Düşünme Yeteneği Ölçeği, Kimya Dersi Tutum Ölçeği, Bilimin Doğası Hakkında Düşünceler Ölçeği (VNOS-C) ve Sosyo-bilimsel senaryolar ve bilimin Doğası Hakkında Düşünceler Ölçeği (VNOS-C) ve Sosyo-bilimsel senaryolarda yer alan açık uçlu sorular ideografik analiz yöntemi kullanılarak çözümlenmiştir. Nicel verilerin analizinde ise parametrik testlerden ilişkili gruplar t-testi, ilişkisiz gruplar t-testi ve ANOVA kullanılmıştır. Araştırmadan elde edilen bulgular her iki deney grubunda bulunan öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarının kontrol grubuna göre geliştiğini göstermektedir. Deney gruplarının daha yüksek oranda argüman,

karşı argüman ve çürütücü kullanabildikleri ve bilimin doğası görüşlerini sosyobilimsel senaryolarda bulunan sorulara geçiş yaptıkları görülmüştür. Argüman eğitimi verilen grubun her iki senaryoda da argüman oluşturma, karşı argüman geliştirme ve çürütücü kullanma sayılarının daha yüksek olduğu görülmektedir. Her iki öğretimi alan (bilimin doğası eğitimi ve bilimsel tartışma yöntemi) deney grubunun hem argüman oluşturma becerileri hem de bilimin doğası ve görüşleri açısından daha fazla geliştiği söylenebilir. Son olarak ilişkili grup t-testi sonuçlarına göre deney gruplarının (deney 1 ve deney 2) kimya dersi tutum ölçeği son test puanları kontrol grubunun son test puanlarına oranla daha yüksek bulunmuştur.

Ermen (2018) araştırmasında, biyoloji dersinin bazı konularının bilim tarihi materyalleri ile zenginleştirilmesiyle lise öğrencilerinin bilime ve biyoloji dersine olan tutumları ve bilimin doğası anlayışları üzerine etkisini incelemeyi amaçlanmıştır. Araştırma, yarı deneysel bir çalışmadır. Ön test son test kontrol gruplu model kullanılmıştır. Araştırmaya 2015-2016 Eğitim- Öğretim yılında İstanbul’da yer alan bir devlet lisesindeki 11. sınıflar içerisinde rastgele seçilen bir sınıf deney grubu diğer bir sınıf kontrol grubu olarak katılmıştır. Araştırmanın uygulamasında kontrol grubundaki sınıfa “Canlılarda Enerji Dönüşümleri” ünitesindeki güncel öğretim yaklaşımları ve kaynaklar ile işlenirken, deney grubundaki sınıfa ise bu öğretim yaklaşımları ve kaynaklara ilaveten bilim tarihi materyalleri eklenerek ders işlenmiştir. Araştırmada veri toplama aracı olarak, uygulama öncesi ve sonrasında, “Bilimsel Tutum Ölçeği”, “Bilimin Doğası İnanışları Ölçeği” ve “Biyoloji Dersi Tutum Ölçeği” uygulanmıştır. Araştırma öncesinde, deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin bilimsel tutumlarında, bilimin doğası inanışlarında ve biyoloji dersine yönelik tutumlarında, anlamlı farklılık bulunmamıştır. Toplanan nicel veriler t Testi analizi ile değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, lise öğrencilerinin derslerde bilim tarihi materyallerinin kullanılmasının, bilime karşı tutumlarında, bilimin doğası inanışlarında ve biyoloji dersine yönelik tutumlarında olumlu yönde değişikliğe sebep olduğu görülmüştür.

Bilim Tarihi ve Matematik Bilimi ile Yapılan Çalışmalar

Duru (2017) çalışmasında Türk matematikçilerinden Kerim Erim’in (1894-1952) Türk matematik tarihindeki yerini belirlemeye çalışmıştır. Amacından yola çıkarak ilk bölümde, 1900-1933 yılları arasında Türkiye’deki matematik eğitimi, matematik dergileri ve Türk matematikçilerin yayınları genel olarak ele almış, Darülfünûn ve Mühendis Mektebi Âlîsi

çerçevesinde araştırma yapmıştır. İkinci bölümde, Kerim Erim'in biyografisi kapsamlı bir şekilde araştırılmıştır. Üçüncü bölümde, Kerim Erim'in eserleri incelenip hangi konular üzerine çalıştığı ve yayın yaptığı belirlenmiştir. Yapılan çalışmada, dönemine ait basılı matematik eserleri, arşiv kaynakları, gazete ve dergileri yanında Kerim Erim hakkında yapılmış yayınlar da kullanılmıştır. Kaynaklardan faydalanan özgün matematik çalışmaları yapmış, uygulamalı matematik dalında yedi doktora yönetmiş, ders kitaplarıyla matematik eğitime katkıda bulunmuş olan Kerim Erim'in Türkiye'deki matematik araştırmalarına ve eğitime yön vermiş bir bilim insanı olduğu belirlenmiştir.

Yenilmez (2011) araştırmasında matematik öğretmen adaylarının betimsel tarama modeli kullanılarak Matematik Tarihi dersine ait düşüncelerini belirlemeyi hedeflemiştir., Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Eğitim Fakültesinde İlköğretim Matematik Öğretmenliği lisans programında öğrenim gören 121 öğretmen aday çalışma grubunu oluşturmaktadır. Verilerin toplanması aşamasında araştırmacı tarafından hazırlanmış olan “Matematik Tarihi Dersine Yönelik Görüş Anketi” ve demografik bilgi formu kullanılarak ankette yer alan açık uçlu soru ile bir ilköğretim matematik öğretmeni adayı olarak Matematik Tarihi dersini almış olmanın ne kazandırdığına ilişkin görüşler alınmıştır. Toplanan veriler nicel ve nitel olarak analiz edilerek betimsel istatistikten yararlanılmıştır. Araştırmanın sonuçlarına bakıldığında öğretmen adaylarının derste edindikleri bilgiler ışığında en çok sayılar, geometri, denklem çözme ve en az da vektörler, metrik sistem ve integral konularındaki tarihi gelişmeleri öğrenmenin kendilerine faydalı olduğu düşünülmektedirler. Yine öğretmen adaylarının matematiğin tarihi gelişimini ve ünlü matematikçilerin hayatlarını öğrenmenin kendilerine fayda sağladıklarını ve bu bilgileri gelecekte derslerinde kullanmak istediklerini belirttikleri görülmektedir.

Bilim Tarihi ve Tarihsel Önemi ile İlgili Çalışmalar

Aktaş (2014) dünya tarihi konularının tarihsel önemine ilişkin çalışmasında ortaöğretim tarih ders kitabını incelenmiş ve tarihsel olayları dokuz kategoride toplanmıştır. Öğrencilere bu kategorilerden önemi hakkında açık uçlu soru sorular yöneltilmiştir. Öğrencilerin verdikleri cevaplar değerlendirilerek verilen cevaplar doğrultusunda daha iyi anlaşılabilmesi için örnekler sunulmuştur. Çalışmanın sonuçlarına bakıldığında en fazla öğrenci (% 46) tarihsel öneme sahip olarak savaşlar kategorisini tercih ederken ikinci sırada ise küresel sorunlar

konusunu tercih etmişlerdir. 1929 Dünya ekonomik krizi ve diğer krizler ise en az oranda tercih edilmiştir.

Keleş vd. (2013) çalışmasında Tarih öğretmen adaylarının Türk Denizcilik Tarihi'nin önemine ilişkin görüşlerini tespit etmeyi amaçlamıştır. Nitel bir araştırma olup öğrencilerin cevapları içerik analizine göre değerlendirilmiştir. Öğrencilerin cevaplarına bakıldığında tarihte en önemli olayı olarak Çanakkale Cephesi Deniz Savaşları'nı gördükleri anlaşılmaktadır.

Erbudak (2016) çalışmasında ortaokul öğrencilerinin bilim tarihi konularına ait hangi görüşe sahip oldukları nasıl anlamlandırdıkları ve yaş gruplarından, cinsiyetten, sınıf düzeylerinden kaynaklanan farklılığın olup olmadığını incelemiştir. Araştırmada nitel ve nicel yöntemlerinden yararlanılmıştır. “Bilim Tarihi Konularının Tarihsel Önemliliğine İlişkin Görüş Anketi (BTKTOİGA)” ve yarı yapılandırılmış görüşmelerden oluşan veri toplama araçları yoluyla veri çeşitlemesi gidilmiştir. Ortaokul öğrencileri arasından toplanan 860 veri nicel verileri oluştururken amaçlı örnekleme yoluyla seçilen 108 öğrenciden elde edilen veriler nitel verileri oluşturmuştur. Nicel veriler SPSS 15.00 programı kullanılarak çözümlenmiştir. Nitel veriler sistematik analiz ile çözümlenmiştir. Araştırmanın sonucunda, Bilim Tarihi Konularının Tarihsel Önemliliğine İlişkin elde edilen sonuçlarda cinsiyet, yaş ve sınıf düzeyi açısından önemli farklılıklar olduğu görülmüştür. Öğrencilerin bilimsel olay, kişi ve durumlara tarihsel önemliliğe yönelirken kendi yaşamlarına, insanlığa, bilim tarihine ve akademik hayatlarına sağlamış oldukları faydadan yola çıkarak değer biçmişlerdir. Ayrıca öğrencilerin tarihsel önemine karar verirken “Merak” duygularının ön planda oldukları anlaşılmıştır. Altı kategori belirlenerek derinlik, önem, merak, çığır açan, devamlılık ve miktar olarak incelenmiştir ve öğrencilerin bilimsel olay, kişi ve durumları tercih ederken kendi hayatlarına sağlamış olduğu etkinin önemli olduğu görülmüştür.

Şimşek (2010) 2005 eğitim reformu ile sosyal bilgiler dersinde bilim tarihi öğretimine yer vermiştir. Öğretimin sağlam bir şekilde yürütülmesi için öğretmen yeterliliğine bağlı olduğu vurgulanmıştır. Araştırmada sosyal bilgiler öğretmen adaylarının programda yer alan bilim tarihi kazanımlarını gerçekleştirmek için kendilerinde bulunması gereken bilgi düzeylerine bakılmıştır. Betimsel bir çalışma olup Ahi Evran Üniversitesi Eğitim Fakültesi Sosyal Bilgiler Öğretmenliği Programı son sınıfında okuyan 75 öğretmen adayıyla çalışılmıştır. Öğretmen adaylarına 5 açık uçlu sorudan oluşan ölçek uygulanmıştır. Toplanan veriler,

betimsel analizle değerlendirilmiştir. Araştırma bulgularına göre öğretmen adaylarının derslerde yararlanabilecekleri bilim tarihi ile ilgili anekdotlar konusunda ve bilim insanı ve mucit arasındaki ortak noktaları tespit etmek noktasında yeterli olmadıkları görülmüştür.

Bilim Tarihinin Öğretimsel Değeri Üzerine Çalışmalar

Mısır ve Laçın-Şimşek (2018), Türkiye'nin farklı illerinde çalışmakta olan 133 fen bilimleri öğretmenin katılımıyla yaptığı araştırmada bilim tarihinin değeri üzerine düşünceleri belirlenmeye çalışmışlardır. Veri toplama aracı Şimşek ve Çalışkan (2016) tarafından hazırlanan “Bilim Tarihinin Öğretimsel Değeri Üzerine Öğretmen Görüşleri” adlı ölçek aracılığıyla yapılmıştır. Çalışma betimsel yürütülmüştür. Analiz sonuçlarına bakıldığında fen bilimleri öğretmenleri bilim tarihinin öğretimsel değeri ile olumlu görüşe sahip oldukları belirlenerek bu durumun mezun olunan bölüm, eğitim durumları, kıdem ve bilim tarihi ve bilimin doğası dersini almış olma durumuna göre değişmediği görülmektedir. Ancak bilim tarihine ilgi duyma, bilim tarihi ile ilgili kitap, dergi okuma, belgesel ve film seyretme değişkenlerine göre değiştiği ve daha olumlu olduğu tespit edilmiştir.

Bilim Tarihinin Öğretmen Adaylarına Uygulanmasının Nedenlerini Aktaran Çalışmalar

Kaya (2007) Fen öğretim programlarında öğrencilerin bilimin doğasını anlamalarının önemi vurgulanmaktadır. Dass (2005) bilimin doğasını anlamanın önemini aşağıdaki maddeler ile ifade etmiştir:

1. Halkın genelinde bir bilimsel okuryazarlığı oluşturmak önemlidir. Çünkü artan sosyo-politik konular, bilim ve teknoloji yüklü olup demokraside etkili bir vatandaşlık için bilimsel okuryazar olmak önemlidir. Modern demokrasilerin vatandaşları daha akılcıca tercih yapabilmeleri, zekice oy kullanabilmeleri için bilimsel girişimin doğasını anlamalı, bilimsel okuryazar olmalıdır.
2. Bilimi topluma sunmak halka yardımcı olur, halkın yaşamını kolaylaştırır, kültürümüzü zenginleştirir, bilime ve bilim insanlarına yardımcı olur.
3. Bilimsel okuryazar bireylerin yetişmesinde anahtar rol öğretmenlerdedir. Yukarıdaki iki maddenin gerçekleştirilmesinde öğretmenlerin sahip olduğu bilimin doğası anlayışı ve bunları sınıf ortamında öğrencilere kazandırmaya yönelik çalışmalar önemlidir. Bunun için öğretmen adaylarına bilimin doğası anlayışını öğrencilere kazandırmaya yönelik etkinliklerde nasıl yollar izleneceğinin öğretilmesi büyük önem taşımaktadır (s.20)

Bakanay’a (2015) çalışmasında 2007 ve sonrasında geliştirilen yeni ortaöğretim programları inceleyerek bilim tarihini, öğretim planları içerisine dâhil etmeleri gerekliliğini vurgulamıştır. Bilim tarihinin pek çok öğretmen tarafından yeni ve bilinmeyen bir içeriğe sahip olduğu ve yapılan çalışmaların, öğretmenlerin bilim tarihini sınıfta nasıl yansıtacakları konusunda yetersizlikler yaşadıkları görülmüştür. Çalışmasında, görüşme verileri olarak Fen Derslerinde Bilim Tarihinin Kullanımının Geliştirilmesi isimli TÜBİTAK projesi kapsamında oluşturulan bilim tarihi materyalleri ve proje katılımcıları kullanılmıştır. Çalışma, fenomenolojik bir durum çalışması olup veriler, yarı-yapılandırılmış görüşmeler ve yansıtıcı günlükler ile toplanmıştır. Sürekli karşılaştırma yöntemi ile analiz edilerek analizlerin sonucunda fen alan öğretmenlerinin bilim tarihi kullanımlarının öğrenme ve öğretmeye yönelik bakış açısından kaynaklı farklılıklar görülmüştür. bilim tarihi kullanımı fen eğitimindeki amaçları ve bilimsel bilginin doğasına ilişkin görüşlerinden etkilenerek şekillendiği görülmüştür. Geleneksel oryantasyona sahip öğretmenler bilim tarihini öğretim sürecinin ardından pekiştirici ek kaynak olarak da ele alırken öğretmenlerin bilimsel kavramların öğretimine ağırlık verdikleri görülmüştür.

Güney (2011) çalışmasında bilim tarihine dayalı öğretim materyallerinin öğretim programına uygunluğunu, öğretmen ve öğretim programı arasındaki aktif etkileşimi değerlendirmeyi amaçlamıştır. Çalışma betimsel durum çalışmasıdır. Veriler dört fizik öğretmeni ile yarı yapılandırılmış görüşmeler aracılığı ile toplanmış ve görüşmelerden elde edilen veriler şablon analizi ile analiz edilmiştir. Öğretim programına bakıldığında öğretmenlere göre farklılıklar olduğu görülmüştür. Bilim tarihine dayalı öğretim materyallerinin yazılı öğretim programına uygun olsa bile öğretmenlerin bakış açıları doğrultusunda tasarım olarak eksik ya da sorunlu olduğu görülmüştür.

Güney (2011) Öğretim programının geliştirilmesine yönelik değerlendirmeleri sonucunda, öğretmenlerin ders kitabını temel aldıkları; kıyaslama yaparak ders kitabını ve bilim tarihine dayalı öğretim materyallerini eleştirebildikleri; öğretim programının içeriğinde bir takım sorunlar olduğunu bunlardan zamanın ve ulusal değerlendirme sistemlerinin bilim tarihine dayalı öğretim materyallerinin ele alınmasındaki en büyük sorun olduğunu belirtmiştir. Aynı zamanda öğretmen alışkanlıklarının öğretim programlarının ele alınmasını ve uygulamasını etkilediği de söylenebilir. Öğretim programının değerlendirilmesi öğretmenlerin bilim tarihine dayalı öğretim materyallerinin anlaşılabilirliğine ve uygulamalarda zamanın yönetimine

yönelik bazı sorunların olduğunu ifade etmektedir. Materyallerin öğrencilerin ilgisini çekmesi ve kullanımı ile öğrenci katılımının daha aktif olacağı görülmüştür.

BÖLÜM III

YÖNTEM

Bu bölümde, araştırmanın amacına ulaşabilmek için yapılan yönteme ilişkin bilgiler yer almaktadır. Planlanan araştırmanın desenine, çalışma grubuna, verilerin toplanma sürecine verilerin geçerliği ve güvenirliğine ve verilerin analizine yönelik bilgilere ve açıklamalara yer verilmiştir.

Araştırmanın Deseni

Her araştırma açık veya kapalı bir desene sahiptir. Desen araştırmadaki soruları bulguları ve verileri birbiriyle ilişkilendiren bir kurgudur. Yani araştırmacıyı araştırma sürecinin ilk aşamasından son aşamasına kadar taşıyan bir eylem planıdır (Yıldırım & Şimşek, 2013, s. 316). Araştırmada ne bulmaya çalışıldığına bağlı olarak araştırma yöntemleri arasında bir seçim yapılır (Büyüköztürk vd., 2016, s. 244). Amaç; fizik öğretmen adaylarının sarkaç tarihini fizik öğretimine uyarlama yaklaşımları, uyarladıkları konu ve uyarlama sürecinde zorlanma durumlarını belirlemek olduğundan bu araştırma nitel desende oluşturulmuştur. Nitel araştırmaların en önemli görevi, olayların iç yüzünü bilen kişilerin görüşlerini almaktır (Christensen, Johnson, & Turner, 2015, s. 54). Nitel araştırmalar yorumsamacı araştırma yaklaşımlarıdır (Christensen, Johnson, & Turner, 2015, s. 54). Nitel/yorumsal araştırmanın odak noktası değişkenler arasındaki nedensel ilişkileri keşfetmek değil bir ifadeyle ele alınan konu ile ilgili “ne kadar” veya “ne kadar iyi” olduğunu öğrenmek değil çok daha geniş bir bakış açısı elde etmektir (Büyüköztürk vd., 2016; Porta & Keating, 2015). Nitel araştırma desenleri araştırmacıya amacına uygun bir biçimde rehberlik etmekte ve esnek bir araştırma ortamı sağlamaktadır (Yıldırım & Şimşek, 2011).

Nitel araştırmalarda kendine özgü desenler vardır ve bu desenlerde veri toplama, analiz ve yazım üzerine odaklanılır (Creswell, 2014, s. 187). Sunulan bu araştırmada nitel araştırma desenlerinden araştırmanın doğasına uygun olan ‘durum çalışması (rnek olay) deseni’ kullanılmıştır. Durum alışmaları, araştırmacının sıklıkla bir durumu, programı, olayı, bireyi veya süreci derinlemesine analiz ettiği bir desendir (Creswell, 2014, s. 14). Bir durum, bir kaza veya bir tecrübe durum çalışması ile araştırılabilir (Baş ve Akturan, 2013, 181). Olayların olası nedenleri, nasılları durum çalışması ile daha kolay görülebilir (Karasar, 2015, s.86). Durum alışması, güncel bir olguyu kendi doğal ortamında inceleyen ampirik bir araştırma yöntemidir (Baş ve Akturan, 2013, 181). Büyük ölçüde nitelik araştırmalarıdır (Karasar, 2015). Durum çalışmasının aşamaları sırasıyla; araştırma alanına girme, katılımcıların seçilmesi, verilerin toplanması ve verilerin analizi şeklindeir (Büyüköztürk vd., 2016, s. 262-63). Durum çalışmasının temel zellikleri:

- İdiografik bakış açısı: Araştırmacı genelden ziyade belirli bir durumla ilgilenir.
- Holistik yaklaşım: Araştırmanın bütüncül bir bakış açısı vardır.
- Veri eşitilmesi: İncelenen olgunun derinlemesine incelenebilmesi için birden fazla veri toplama ve analiz yöntemi vardır.
- Zamansallık faktörü: Belli bir zaman periyodunda gelişen durumlar incelenir.
- Teori geliştirme: Detaylı bir şekilde inceleme ve keşfedilme teori geliştirmeyi kolaylaştırır.

şeklinde sıralanabilir (Baş ve Akturan, 2013, 181-183). Durum çalışmasının bir genelleme amacı yoktur. Genellenebilirliği, aynı çalışmanın farklı durumlara uygulandığında benzer sonuçlar elde edilmesi ile başka bir ifade ile incelenen örnek olay sayısının çoğalması ile sağlanabilir (Karasar, 2015, s.86; Büyüköztürk vd., 2016, s. 264).

Yin (1984)’e göre dört tür durum çalışması deseninden söz edilebilir:

- Bütüncül tek durum deseni
- İ içe geçmiş tek durum deseni
- Bütüncül oklu durum deseni
- İ içe geçmiş çoklu durum deseni (Yin den aktaran Yıldırım ve şimşek, 2013).

Araştırmanın deseni sosyal bilimler alanındaki kavramlardan ve ilkelerden etkilenecek durum çalışması deseni olan bütüncül tek durum deseninde yürütülmüştür. Bütüncül tek durum deseninde birden fazla durum söz konusu değildir. Daha önce çalışılmamış veya

ulaşılamamış durumlarda bu desen kullanılabilir ve bunun sonucunda yeni çalışma alanların ve yöntemlerin ortaya çıkmasına yol açabilir (Yıldırım & Şimşek, 2013).

Araştırmanın zeminini Ankara da bir devlet üniversitesinde 2017- 2018 eğitim - öğretim yılı bahar döneminde öğretimi yapılan Bilim Tarihi dersindeki öğretmen adaylarının görüşleri oluşturmuş ve bilim tarihinin fizik öğretimine uyarlanma sürecinde yaşadıkları tecrübe kapsamında katılımcıların önerilerinin de araştırılmasının amaçlandığı bu çalışmada fizik öğretmen adaylarının görüşleri değerlendirilmiştir.

Durum çalışmalarında verilerin toplanmasında doküman analizi ile birlikte çoğunlukla gözlem ve görüşmeler kullanılır (Büyüköztürk vd., 2016, s. 263). Baş ve Akturan (2013, s. 187)’a göre veri çeşitlemesi kullanılması yani birden fazla veri toplama yöntemi önemlidir. Derinlemesine görüşme, anket, testler, tutanaklar kullanılabilir. Çalışma kapsamında veriler, açık uçlu ve likert tipi sorulardan oluşan bir görüş formu ve yarı yapılandırılmış görüşmeler yardımıyla veri çeşitlemesi kullanılarak toplanmıştır. Bir kanıt zinciri oluşturulmaya çalışılmıştır.

Durum çalışmalarında toplanan veriler betimsel ya da içerik analizi yoluyla analiz edilebilirler (Yıldırım & Şimşek, 2013, s. 322). Toplanan belgeler ve alan notları öncelikle düzenlenir, kodlanır, özetlenir ve yorumlanır (Büyüköztürk vd., 2016, s. 263). Çalışmada açık uçlu ve likert tipi sorulardan oluşan görüş formu ve yarı yapılandırılmış görüşmeler yardımıyla elde edilen veriler içerik analizi ile çözümlenmiştir.

Araştırmada Kullanılan Bilim Tarihi Öğretme Yaklaşımları

Alan yazında fen ve matematik öğretiminde kullanılan yaklaşımlar araştırılarak mevcut olan yaklaşımlardan benzer özelliklere sahip olan ve aynı başlık altında toplanabilecek olan yaklaşımlar incelenmiştir. Aynı çatı altında toplanabilecek toplam 8 yaklaşım araştırmaya dahil edilmiştir. “Aydınlatma Yaklaşımı”, “Modül Yaklaşımı” ve “Tarih Yaklaşım” olmak üzere 3 yaklaşım 1. Strateji; “Hikâye Biçimi”, “Kesikli Hikâye Biçimi”, “Etkileşimli Tarihi Kesitler”, “İkili Zıtlıklar Biçimi” ve “Tarihsel Kısa Hikayeler” olmak üzere 5 yaklaşım 2. Strateji olarak ele alınmıştır. Bilim tarihi öğretme yaklaşımlarının iki farklı strateji şeklinde ele alınmasının nedeni çalışma kapsamında katılımcılardan her bir strateji için bir fizik konusuna uyarlama yapmalarını sağlayarak deneyime sahip olmaları amacına yöneliktir. Ele alınan stratejiler Tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo 1

Bilim Tarihini Öğretimde Kullanma Yaklaşımları

1.YAKLAŞIM	2.YAKLAŞIM
Aydınlatma Yaklaşımı	Hikâye Biçimi
Modül Yaklaşımı	Kesikli Hikâye Biçimi
Tarih Yaklaşım	Etkileşimli Tarihi Kesitler
	İkili Zıtlıklar Biçimi
	Tarihsel Kısa Hikâyeler

Araştırmaya dahil edilen yaklaşımlar tek etek ele alınarak MEB tarafından okutulması önerilen ders kitaplarından verilen örnekler kapsamında açıklanmıştır.

Aydınlatma Yaklaşımı

Bu yaklaşım mevcut öğretim programı değiştirilmeden tarihsel bilgiyi öğretim programı içine eklenerek oluşturulmuştur. Bilim insanlarının isimleri, tarih şeridi, yaşadıkları alan, çalışmaları, problemler, anekdotlar bunların hepsi birer tarihsel ufak parçalar olarak düşünülebilir. Örneğin; Işığın doğası

“Işığın doğası ve özellikleri, insanlık tarihî boyunca tartışılmıştır. Eski Yunanlılar, görme olayının gözlemcinin gözünden çıkan tanecikler sayesinde gerçekleştiğine inanırlardı. Tanecik teorisinin başaktörü olan Newton, görme olayının kaynağından çıkan ışının, gözlemcinin gözüne girmesiyle gerçekleştiğini savunuyordu. Newton, ışığın tanecik teorisini, ışığın yansıması ve kırılması olaylarını açıklamak amacıyla kullandı. Newton ile aynı çağda yaşamış olan Huygens 1648 yılında, ışığın birçok özelliğini ışığın dalga karakterinden yola çıkarak açıklamaktaydı. Ancak teorisi hemen kabul görmedi. Eğer ışık, dalga olsaydı köşelerden kıvrılabilir, bükülebilirdi ve böylece engellerin arkasını görebilirdik. Su dalgalarının engellerden bükülmesi olayına kırınım demiştik. Işığın kırınım özelliğini 1660 yılında Francesco Maria Grimaldi, deneysel olarak kanıtladı. Işığın dalga boyu çok küçük olduğu için kırınım olayını gözlemlemek kolay değildi. 1801 yılında Thomas Young, yaptığı deneyle ışık ışınlarının birbiri ile girişim yaptığını gösterdi. Bu deney, o devirde tanecik teorisi ile açıklanamıyordu. Young deneyinde gözlemlenen karanlık saçakların oluşabilmesi için ışık taneciklerinin birbirini yok etmesi gerektiği, çok mantıklı bir neden değildi. Birkaç yıl sonra Fransız fizikçi Augustin Fresnel kırınım ve girişim ile ilgili birkaç deney daha yaptı. Sonuç olarak ışığın kırınım ve girişim özellikleri, ışığın dalga özelliğini ispatlayan en önemli özelliklerdir. Bu özelliklerin deneysel olarak ispatlanması, ışığın dalga karakterini tartışmasız bir şekilde ispatlamaktadır (Alpegemen, 2018, s. 120)”

Tarih Yaklaşımı

Bu yaklaşım doğrudan ilgili alan tarihine ve gelişimine dayalıdır. Tarihsel gelişim açık şekilde tartışılmaz. Örneğin; Kepler Kanunu:

“MÖ 600 yıllarından beri bilim insanları, gözlem yoluyla gökyüzü araştırması yapmaktadırlar. Yunanlı ilk bilim insanlarından olan Thales, yaptığı gözlemlere dayalı olarak Güneş tutulmasının olacağını önceden tahmin etmiştir. Onun yetiştirdiği öğrenciler ve ondan sonra gelen bilim insanları, Dünya’nın konumu, Güneş’in konumu, Ay’ın hareketleri gibi birçok konuda gözlemler yapmışlar, bu konuda geliştirdikleri ölçüm araçları ile ölçümler yapmışlardır. 15. yüzyılda yaşamış olan Uluğ Bey Semerkant’ta yaptırdığı rasathanede gerçekleştirilen gözlemlere dayanarak kendisinden sonra gelecek nesillere astronomi çalışmalarında ışık tutacak, onlara rehber olacak eserini Uluğ Bey’in Yıldız Kataloğu’nu (Zic-i Uluğ Bey) hazırlamıştır. Bir giriş ve dört ana bölümden oluşan bu eserde gezegenlerin, Ay’ın ve Güneş’in hareket cetveli, 1018 yıldızın ismi ve konumu gibi pek çok bilgi yer almaktadır. Daha sonra astronomi ve matematik alanında devrinin bilginleri arasında yer alacak Ali Kuşçu da Uluğ Bey’in öğrencileri arasındadır (Alpegemen, 2018, s. 59)”

Modül Yaklaşımı

Tarihsel içeriğin yer verildiği ünitelerdir. Tzanakis ve Arcavi (2000) tarafından ifade edilen yaklaşımın kullanımı Tablo 2’de sunulmuştur.

Tablo 2
Modül Yaklaşımı

En Düşük Ölçekli Modül	Orta Ölçekli Modül	Yüksek Ölçekli Modül
Müfredat dışına çıkılmaz.	Müfredat dışına çıkılabilir.	Tarihi içerikli kitaplar kullanılır.

En Düşük Ölçekli Modül

Bir iki ders saati sürecektir bir konuya dayalı öğretmenlerin kullanıma hazır materyalleri kullanmasıdır. Örneğin; Elektromanyetik Dalgaların Özellikleri:

“Elektromanyetik dalgalar, yüklü bir parçacığın ivmeli hareketi sonucu oluşur. Elektromanyetik ismi, dalgaların elektrik alan ve manyetik alan birleşiminden oluşmasından ileri gelir. Elektromanyetik dalgaların bulunuşu ve temel çalışmaları James Clark Maxwell ve Heinrich Hertz tarafından yapılmıştır (Alpegemen, 2018, s. 124).”

Orta Ölçekli Modül

10-20 ders saati sürecini kapsar müfredattaki konulara sıkı sıkıya bağlı değildir müfredatın bir parçası olmayan matematiğin dalları üzerinde çalışma fırsatı sağlar. Örneğin; Basit elektrik devreleri ünitesinin sonunda Alessandro Graf Volta(Alessandro Gıraf Volta)’ ya ait bir anekdot yer almaktadır. Örneğin; Basit Elektrik Devresi:

“1800 yılında Volta, içinde tuz çözeltisi bulunan kaplar ve bir ucu çinko diğer ucu bakır olan teller kullanarak bir düzenek kurar. Bu düzende elektrik akımı üretir. Düzenegi daha da geliştirdiğinde “tarihin ilk pili” ortaya çıkar. Volta’nın buluşu, elektriği kolayca ulaşılabilir hâle getirdiği için tüm dünyada bilimsel çalışmaların hızlanmasını sağlar. Bilim dünyası 1881 yılında, elektrik gerilim birimini “Volt” olarak adlandırır (Yaman, Akan, Doğan ve Sarı, 2018, s. 263)”.

Yüksek Ölçekli Modül

Dersler içerisinde tarihsel içeriğin seviyesine göre birincil veya ikincil kaynakların kullanılmasıdır. Örneğin; Elektriksel direnç konusunun başında verilen okuma metninin hem konuyu anlamak hem de bu buluşun peşi sıra getirdikleri yenilikleri anlatmak için tarihten bir okuma metni verilmiştir (Çiğdem, Balçık ve Karaca, 2018, s. 264).

Hikâye Biçimi

Hikâye biçimi Egan (1986) tarafından ortaya konulmuş daha sonra bilim tarihinin derslerde kullanımı üzerine Roach ve Wanderse (1995) ile Stinner ve Williams (1993) hikâye biçimini temel alan yaklaşımlar oluşturmuşlardır. Etkileşimli tarihi kesitler kullanılarak kısa hikâye kullanımı sayesinde bir bilim tarihi kullanma öğretim modeli oluşturulabilir. Örneğin; Newton’un Kraliyet Akademisi başkanı olduğu zamanda davalı olduğu Leibniz’in soruşturmasını yürütmesi hikâyesi, Newton’un veba salgınından dolayı üniversiteden ayrılması ve çalışmalarına amcasının çiftliğinde devam etmesi gibi hikâyelere yer verilebilir.

Kesikli Hikâye Biçimi

Kesikli hikâye biçiminde ise bilim tarihi hikâyeleri anlatılırken merak uyandırabilecek bir noktada durulup soruların sorulması ile merakın artırılması ve ilginin çekilmesi hedeflenmiştir. Örneğin; Sirakuza Valisinin danışmanı olan Arşimet güneş ışınlarını büyük

bir ayna yardımıyla düşman gemileri üzerine yansıtmış ve gemileri ateşe vermiştir. Gerçekte böyle bir durumun olması mümkün müdür?

Etkileşimli Tarihi Kesitler

Etkileşimli tarihi kesitler yaklaşımında aynı kavram etrafında ilgi çekici hikâyelerin kronolojik olarak bir araya getirilmesi ile oluşur. Öğrencinin dikkatinin çekilmesi ve hayal gücünün yakalanması hedeflenir. Örneğin; Farklı bilim insanlarının teleskop icadında yaptığı çalışmaların anlatılması (Newton un Teleskopu).

İkili Zıtlıklar Biçimi

Egan (1986) ortaya koyduğu ikili zıtlıklar biçiminin nasıl faydalı olabileceğini pragmatik bir şekilde açıklamıştır. Bir kavram kendisine zıt bir kavram ile beraber verilirse öğrenmeyi olumlu şekilde etkiler demiştir. Örneğin; Edison ve Tesla arasındaki dc ve ac akım mücadelesi, Galvani ve Volta'nın aynı delillerden farklı sonuçlara ulaşması gibi.

Tarihsel Kısa Hikâyeler

Bu yaklaşım ile tarihten kısa hikâyelere yer vererek anlatılan konunun daha kalıcı olmasını sağlamak aynı zamanda öğrencilerin derste dikkatini çekebileceği düşünülmüştür. Örneğin; El-Cezeri'nin kam mili ile hazırladığı icatlarından olan ve bir tırtılın nasıl hareket ettiğini gösteren mekanik bir tırtıl örneği verilmiştir. Tırtıl örneğinde verilen ve harekete geçirilen tek bir kam mili aynı anda on farklı hareket oluşturacaktır. Kam mili etkinliği olarak hazırlanabilecek birçok farklı düzeneklerden tarihsel kısa hikâyelerden faydalanılarak geliştirilebilir (Koştur, 2017, s. 69). Bu yaklaşımla ilgili fizik öğretmen adaylarına bilgilendirme yapılmış ancak etkinlik geliştirme aşamasında kullanılmamıştır.

Çalışma Grubu

Nitel araştırmada araştırmacılar bireylerin ortaya çıkardıkları ürünleri anlamlı hale getirebilmeye çalışırlar. Van Maanen'ne göre nitel araştırma araştırmacıyı tanımlamaya, çözmeye, yorumlamaya ve anlamlı terimlere ulaştırmaya çalışan süreci kapsar. Nitel araştırmanın asıl amacı insanların yaşamlarını nasıl anlamlandırdıklarıyla ve bu süreçte

yaşadıkları deneyimleri nasıl yorumladıklarıyla ifade etmektir (Merriam, 2015). Patton (1985) bu konuyu şu şekilde açıklamıştır:

Nitel araştırma belli bir bağlamın ve etkileşimin bir parçası olarak olayları kendi tekliğinde anlamlandırma çabasıdır. Bu anlayış kendi içinde bir sondur, bu yüzden gelecekte ne olacağını tahmin etmekle ilgilenmez fakat olayın geçtiği yerin doğasını anlamaya çalışır. Bu katılımcılar için orada olmak, hayatlarının neye benzediğini, neler olup bittiği, anlamların ne olduğu, dünyanın belli bir yerde neye benzediğiyle ilgilidir. Nitel araştırma analiz, anlamın derinliğiyle uğraşmaktadır(Patton'dan aktaran Merriam, 2015, s.14).

Çalışma grubu, 2017-2018 eğitim öğretim yılında Ankara da bulunan bir devlet üniversitesinde fizik öğretmenliği lisans programında öğrenimine devam eden, bilim tarihi dersini almış, araştırmaya gönüllü olarak katılan 15 kadın, 4 erkek olmak üzere toplam 19 fizik öğretmen adayından oluşmuştur. Çalışma grubunu oluşturan öğretmen adaylarına ait demografik özellikler Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3 de görüldüğü gibi %67,8 kadın %32,2 erkek olmak üzere 19 fizik öğretmen adayından oluşan çalışma grubunun yaş aralığı 19-27 aralığında değişmektedir. Adayların daha çok bireysel çalışma (%78,9) eğilimine sahip olduğu söylenebilir. Katılımcıların çoğunluğunun hem yüz yüze hem de e-öğrenme şeklinde olan harmanlanmış bir öğretim yöntemini (%57,9) tercih ettikleri görülmektedir.

Öğrenci davranışlarını ve tutumlarını bütün eğitim kademelerinde etkileyen önemli faktörlerden biri motivasyondur (Gömleksiz ve Serhatoğlu, 2013). Motivasyon, genellikle hedefe yönelik davranışlarla ilişkili bir süreç başka bir ifadeyle kişinin bir amaca yönelmesi ya da harekete geçirilmesi anlamına gelmektedir (Selen, 2016). Motivasyon: memnuniyet, hoşnutluk duygusu veya bireysel tatmin olmak üzere içsel motivasyon; ödül zorunluluk veya ceza korkusu olmak üzere dışsal motivasyon şeklinde iki formda ortaya çıkar (Durmuş, 2016). Deci ve Ryan (2000)'a göre dışsal motivasyon yapılan etkinlikler sonucu ortaya çıkarken içsel motivasyon bu yapılan bu etkinliklerden zevk almalarını gösterir. Dışsal motivasyon zevk almak yerine sonuç odaklıdır. İçsel motivasyon türü, etkili öğrenmek ve başarılı olabilmek için en önemli kısımdır. Başarıyı getiren içsel motivasyondur. Bu içsel motivasyon türü, başarıyı tamamlanarak ve yeni bir şeyler ortaya koyabilmekten dolayı memnun olma durumunu ifade eder (Gömleksiz ve Serhatoğlu, 2013). Tablo 3'de görüldüğü gibi araştırmanın katılımcıları daha çok içsel motivasyon (%57,9) algısına sahiptir.

Tablo 3

Çalışma Grubunun Demografik Özellikleri

DEĞİŞKENLER		f	%
Yaş	19	6	31,6
	20	3	15,8
	21	1	5,3
	23	3	15,8
	24	2	10,5
	25	1	5,3
	26	2	10,5
	27	1	5,3
Öğrenme Yöntemi	Yüz-Yüze Eğitim	7	36,8
	Yüz Yüze Eğitim + E Öğrenme (Harmanlanmış)	11	57,9
	E-öğrenme	1	5,3
Çalışma Şekli	Bireysel	15	78,9
	Grup	4	21,1
Motivasyon Algısı	Dışsal Motivasyon	8	42,1
	İçsel Motivasyon	11	57,9
Cinsiyet	Kız	15	67,8
	Erkek	4	32,2
Öğrenme Şekli	Görsel (Sunu, Video..)	6	31,6
	İşitsel (Öğretmenin Anlatması..)	7	36,8
	Dokunsal/Kinestetik	6	31,6

Öğrenmenin yollarını görsel, işitsel ve dokunsal/kinestetik olarak gruplandırabiliriz. Tablo 3'e göre katılımcıların daha çok dinleyerek öğrendiği çok büyük bir aday farkı olmaksızın diğer adayların eşit şekilde hem görerek hem de dokunarak daha etkili öğrenme yollarını seçtiği söylenebilir.

Sonuç olarak 19-27 yaş aralığında olan öğretmen adaylarının daha çok bireysel çalışma şeklini seçen, harmanlanmış öğretim yöntemini tercih eden, daha çok içsel motivasyona

sahip, hem görsel hem işitsel hem de dokunsal/kinestetik öğrenme şekline eşit oranda sahip bir çalışma grubu olduğu söylenebilir.

Örneklem Ölçütleri

Bu çalışmada fizik öğretmen adaylarının sarkaç tarihi bazında bilim tarihini fizik dersine uyarlamaya yönelik görüşleri incelendiğinden çalışma grubuna seçilme ölçütleri;

- Bilim Tarihi dersini almış veya almakta olma,
- Bilim Tarihi dersi kapsamında gerçekleştirilen etkinliklere katılmış olma,
- Bilim Tarihi dersi kapsamında verilen ödevi istenen koşulları sağlayacak şekilde yapmış olma

şeklinde belirlenmiştir.

Etik Sözleşme

Örneklem ölçütlerinde bahsi geçen Bilim Tarihi dersi Ankara’da bulunan bir devlet üniversitesinin Fizik Eğitimi lisans programında, 2017-2018 eğitim-öğretim yılı güz döneminde, Fizik alanında doktora çalışmasını tamamlamış “Fizik Eğitimi Doçenti” unvanına sahip bir öğretim üyesi tarafından yürütülmüştür. Söz konusu derse katılan öğrencilerden sadece gönüllü olanlar araştırmaya dahil edilmiştir. Araştırma süresince daha verimli veri elde edebilmek için öğretmen adaylarına ait hiçbir bilgi açıkça verilmemiş ve bu durum öğretmen adaylarına bildirilmiştir. Öğretmen adaylarına ait bilgiler bu süre zarfında gizli tutulmuştur. Araştırmacı çalışması boyunca yaptığı ses kayıtları ve çekilen fotoğraflardan öğretmen adaylarından izin alarak gerçekleştirmiştir.

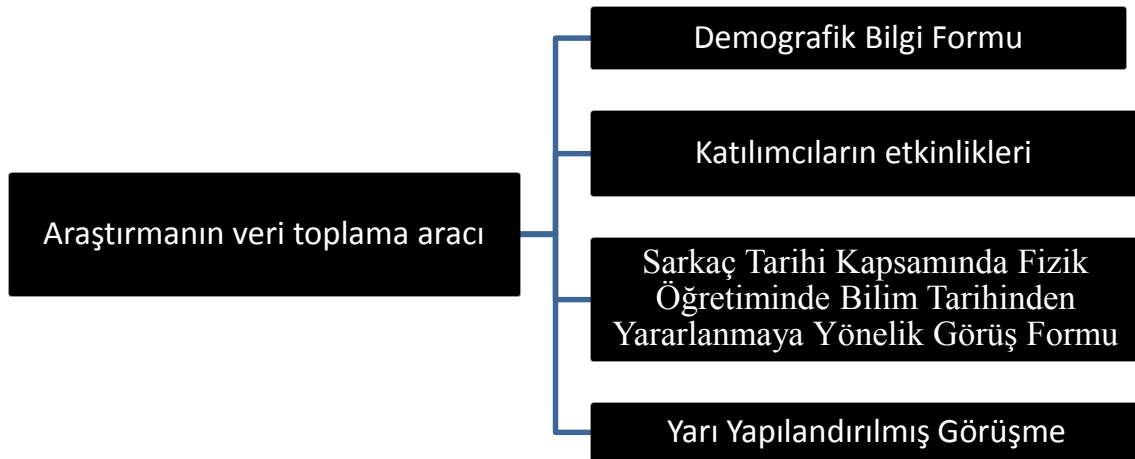
Veri Toplama Süreci

Gözlemleyemediğimiz davranışlar, duygular ya da yaşadıkları yeri nasıl anlamlandırdıklarını öğrenebilmek için görüşme öncelikli bir veri toplama metodudur. Araştırmacı görüşmecinin aklında olan şeyleri bilmek ister (Patton, 2002). Patton’nun açıkladığı gibi,

Duyguları, düşünceleri ve niyetleri gözlemleyemeyiz. Geçmişte yaşanmış davranışları da gözlemleyemeyiz. Gözlemcinin içine giremediği durumları da gözlemleyemeyiz. İnsanların

dünyayı nasıl organize ettiklerini ve dünyaya yükledikleri anlamları da gözlemleyemeyiz. Bütün bunları katılımcılara sorular sorarak öğrenebiliriz. O halde görüşmecinin amacı görüşme yapılan katılımcının bakış açısını öğrenmektir (Patton'dan aktaran, Merriam, 2015).

Veriler yüz yüze karşılıklı olarak görüşme şeklinde toplanmıştır. Görüşmelerde yarı yapılandırılmış görüşme yöntemi uygulanmıştır. Katılımcılarının yazılı izni ile ses kaydı alınmıştır. Kayıtlar yazılı ortama aktarılarak değerlendirilmesi yapılmıştır. Bu bağlamda bu araştırmanın verileri dört aşamada toplanmıştır (Şekil 6).



Şekil 6. Veri toplama aşaması

Veri Toplama Araçları

Veri toplama araçlarından biri olarak, araştırmacı tarafından Sarkaç Tarihi Kapsamında Fizik Öğretiminde Bilim Tarihinden Yararlanmaya Yönelik Görüş Formu (BTYYG) geliştirilmiştir. Araştırma sorularına yönelik hazırlanan bu formun uzman görüş formu hazırlanarak iki tane alan eğitimi alanında doçentliğini almış olan öğretim üyesi tarafından doldurmaları istenmiştir. Uzman görüşleri doğrultusunda düzenlemeler yapılarak BTYYG formuna nihai şekli verilmiştir. Uzman görüşleri ile ölçeğin kapsam ve görünüş geçerliği sağlanmıştır. Form toplam beş bölüm ve sekiz sorudan oluşmuştur. Veri toplama aracı olan BTYYG Ek 2’de sunulmuştur.

BTYYG formunun birinci bölümünde bir tane açık uçlu soru bulunmaktadır ve bu bölüm katılımcıların sarkaç tarihini fizik öğretiminde hangi konuya uyarladığını gerekçesiyle belirlemeye yöneliktir. İkinci bölüm fizik öğretiminde bilim tarihinden yararlanma yaklaşımlarında kendilerini yeterli görme durumlarını belirlemeye yöneliktir. Bir tane 7’li

likert tipi bir soru içermektedir. Üçüncü bölüm bilim tarihini fizik öğretiminde kullanma yaklaşımını belirlemeye yönelik bir sıralama sorusundan oluşmaktadır. Katılımcılardan bilim tarihini fizik öğretiminde kullanmanız istenirse, ilk tercih edeceğiniz yaklaşımdan (1) en son tercih edeceğiniz yaklaşıma (10) doğru sıralama yaparak bu sıralamayı tercih etme gerekçelerini yazmaları istenmiştir. Dördüncü bölüm sarkaç tarihini fizik konusuna uyarlarken kullanılan yaklaşımlarda zorlanma durumunu belirlemeye yöneliktir. Bu amaç için fizik öğretiminde bilim tarihinden yararlanma yaklaşımlarında zorlanma durumu sorulmuş ve uyarlama yaptıkları her bir yaklaşım için fizik öğretim programına uyarlarken hangi noktalarda zorlandıklarını açıklamaları istenmiştir. Dördüncü bölüm böylece iki açık uçlu sorudan oluşmuştur. Beşinci bölüm ise bilim tarihini sarkaç konusuna uyarlarken katılımcıların sahip olduğu deneyimlerinden yararlanmak amaçlanmıştır. Bu bölüm meslektaşlarına öneri, bilim tarihi kaynaklarının dersle ilişkilendirme durumuna göre yapısına yönelik görüş ve fizik öğretiminde bilim tarihinden yararlanma düzeyini artırabilmek için ne yapılabileceğini içeren üç açık uçlu sorudan oluşmuştur.

Araştırmada ayrıca, fizik öğretmen adaylarının demografik özelliklerini içeren bir bilgi formu geliştirilmiş ve araştırma başlangıcında katılımcılara verilmiştir. Bu form yaş, cinsiyet, çalışma şekli, öğrenme şekli, öğrenme yöntemi, motivasyon algısını içeren toplam 6 sorudan oluşmuştur. Araştırmada kullanılan “Demografik Bilgi Formu” EK 5’te sunulmuştur.

Verilerin niteliğini arttırmak, veri çeşitlemesi yapmak ve bunlar arasında karşılaştırmalar yapabilmek amacıyla yarı yapılandırılmış görüşme tekniğinden yararlanılmıştır. Bu şekilde verilerin geçerliği ve güvenilirliğinin doğrulanması istenmiştir. Görüşmede BTYYG formundaki sorular kullanılmıştır. Görüşme akışında görüşmeciye esneklik sağlayan sorular öğrenciye ilave sorular kapsamında yöneltilmiştir (Ekiz, 2003). Görüşme verileri çalışmayı desteklemek amaçlı kullanılmıştır.

Veri toplama araçlarından bir diğeri katılımcıların etkinlikleridir. Araştırma kapsamında fizik eğitiminde öğretim programı kapsamında katılımcılardan istedikleri konuları seçilen 2 stratejideki yaklaşımlara uyarlamaları istenmiş ve yaptıkları etkinlikler bir rapor şeklinde teslim alınmıştır. Bu ödevler bilim tarihinden hangi konularda, hangi yaklaşımı kullandıklarını “*sarkaç tarihi*” kapsamında araştırmak hem de katılımcıların bir deneyime sahip olmalarını sağlamak için kullanılmıştır. Katılımcılar tarafından geliştirilen etkinlik ödevlerinin değerlendirilmesi ile geliştirdikleri etkinliklerin niteliği incelenmiştir.

Verilerin Geçerliği ve Güvenirliği

Nitel araştırmalarda geçerliği ve güvenirliği kapsamlı bir şekilde artırabilmek için çeşitli stratejiler vardır (Yıldırım & şimşek, 2011). Nitel bir araştırmada geçerlik ve güvenirliğin sağlanması uygulamanın kurallarına uyduğunu gösterir. Nitel araştırmada kullanılan inanılrlık, nakledilebilirlik, güvenirlik ve doğrulanabilirlik kavramları, nicel araştırmalardaki iç geçerlik, dış geçerlik, güvenirlik ve nesnellik kavramlarına karşılık gelir (Merriam, 2015). Bu kavramlar, nicel çalışmalarda kabul edilen geçerlik ve güvenirlik tanımlarının nitel çalışmalardaki karşılıkları olarak ifade edilebilir (Bakanay, 2015).

Geçerlik yada İnandırıcılık

Araştırmacının bulduğu sonuçlarla verilerin taraflı toplanıp yorumlanmadığına okuyucular inandırılmalıdır. İnandırıcılığın gerçekteşebilmesi; uzun süren etkileşim, derinlik odaklı veri toplama ve uzman incelemesi ile yapılabilir (Yıldırım ve şimşek, 2006). Bu çalışmada uzman incelemesi ve uzun süren karşılıklı etkileşim sağlanarak kapsamlı bir şekilde veri toplama ile inandırıcılık sağlanmıştır.

Durum çalışmalarında; yapısal geçerliği sağlamak için veri çeşitlemesi kullanılabilir başka bir ifadeyle birden fazla kaynaktan birden fazla yöntemle veri toplanabilir, içsel geçerliği sağlamak için veri analizi aşamasında grafikler ve diyagramlar kullanılarak bulgular resmedilebilir, dışsal geçerliği sağlamak için kapsam ve kısıtlar detaylı bir biçimde tanımlanabilir (Baş ve Akturan, 2013, 190).). Çalışma kapsamında BTYYG formu, yarı yapılandırılmış görüşme gibi birden fazla yöntemle veri toplanarak yapısal geçerlik, grafik ve diyagramlar kullanılarak bulguların resmedilmesi sağlanarak içsel geçerlik, kapsam ve kısıtlar detaylı anlatılarak dışsal geçerlik sağlanmıştır.

Güvenirlik ya da Tutarlılık

Güvenirlik veya tutarlılık nitel araştırmalarda elde edilen bulguların her seferinde aynı sonucu verebilecek olmasıdır. Fakat söz konusu nitel çalışmalarda insan davranışları değerlendirildiği için bu çokta mümkün olmamaktadır. Bireysel olarak deneyimlediklerinin güvenilir olmayacağı ya da birden fazla kişinin aynı olaya şahit oldukları için güvenilir olacağı anlamına gelmemektedir. Buradaki önemli sonucun toplanan verilerle elde edilen sonucun ne kadar tutarlı olduğudur. Nicel çalışmalarda analiz ve veri toplama araçları

güvenirliği artırırken nitel çalışmalarda ise ele alınan bireylere yapılan uygulama yoluyla güvenilirlik sağlanabilir. Güvenirliği sağlamak için nitel çalışmalarda üçgenleme, uzman incelemesi, araştırmacının konumu ve denetleme tekniği kullanılabilir (Merriam, 2015). Durum çalışmalarında; güvenilirliği sağlamak için yapılandırılmış ya da yarı yapılandırılmış veri toplama yöntemleri kullanılabilir, veriler mekanik araçla kayıt altına alınabilir, diğer araştırmacılar ve ya uzmanlardan yorumlamada yardım alınabilir (Baş ve Akturan, 2013, 191). Araştırmada güvenilirliği sağlamak amacıyla veriler kayıt altına alınmış ve bilgisayar ortamına aktararak saklanmıştır. Elde edilen verileri oluşturulan bir uzman grubu ile yorumlanmıştır.

Araştırmada güven ortamını oluşturabilmek için örneklem ölçütlerini karşılayan öğretmen adaylarına çalışmanın amacı açıklanarak bir çalışma grubu oluşturulmuştur. Bu alışma grubundan elde edilen verilerin analiziyle ortaya çıkan kavramların açıklanmasında elde edilen ham verilerle doğrudan alıntılama yapılmıştır. Araştırma sonuçlarının aktarılabilirliği amaçlanmıştır.

Uygulama Süreci

Fizik öğretmen adayları hem sarkaç tarihi hem de bilim tarihinden yararlanma yaklaşımları hakkında ayrıntılı olarak bilgilendirme amaçlı sınıf ortamında araştırmacı tarafından sunum yapılmıştır. Her bir yaklaşım için örneklendirmeler yapılarak katılımcıların anlamadıklarını belirttikleri noktalar en ince ayrıntısıyla tekrar anlatılmıştır. Ayrıca sarkaç tarihine ilişkin kullanabilecekleri kaynaklar tanıtılmıştır. Galileo tarafından zamanı ölçmek için tasarlanan sarkacın mekanizmasının 2016 yılında model yapımcısı Ersan Doğan tarafından çalışan replikası sınıf ortamına getirilmıştir. Ersan Doğan tarafından çalışma mekanizması detaylı olarak anlatılmıştır. Replika üzerinde öğrencilerin incelerine izin verilmiş ve katılımcıların kafalarında oluşan sorulara cevap verilmiş ve bu etkinlik 2 ders saati içinde gerekleştirilmıştir. Sınıf ortamına taşınan replika “Galileo Sarkacı” başlığında aşağıda detaylı anlatılmıştır. Bilim tarihi öğretme yaklaşımlarının ve kaynakların tanımı ile Galileo sarkacının replikasının tanımını içeren süreç toplam dört haftada tamamlanmıştır. Bu sürecin ardından katılımcılardan Tablo 1’de verilen her iki strateji için en az bir yaklaşımı kullanarak sarkaç tarihini 9-12. Sınıf fizik öğretim programı kapsamındaki konulara uyarlamaları istenmiştir. Katılımcıların program ile ilgili ders almadıkları düşüncesiyle fizik öğretim

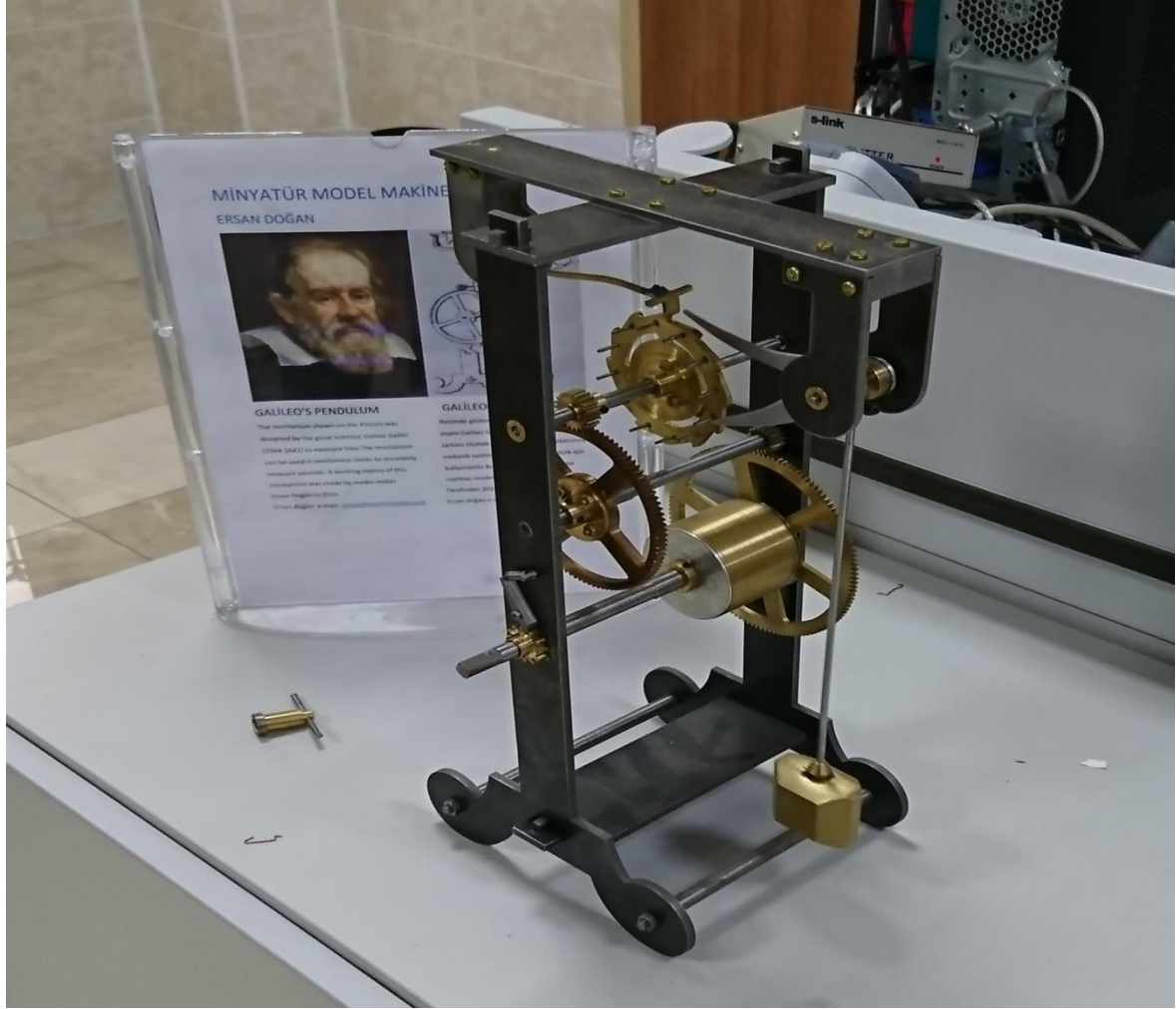
programı kapsamındaki konulara MEB tarafından okutulması önerilen 9-12 fizik ders kitapları dahilinde ele alabilecekleri uyarısında bulunulmuştur. Fizik konularına uyarlanma şeklinde verilen ödev, ne yapmaları gerektiğini basamaklar halinde gösteren bir yönerge ile istenmiştir. İki hafta süre tanınmış ve süre bitiminde ödevler toplanmış ve ödev teslim alınırken araştırma aracı olan BTYYG formunu doldurmaları istenmiştir. Görüşmeler çalışma kapsamında gerçekleştirilen etkinliklerin bitiminden iki hafta sonra öğretmen adaylarının kendileri için uygun olarak belirledikleri zaman diliminde yapılmıştır. Görüşmede BTYYG formundaki sorular katılımcılara yöneltilmiştir. Görüşmeler 10-15 dakika süren yüz yüze görüşmeler yapılmıştır. Yapılan bu görüşmelerde katılımcıların izniyle ses kaydına alınmıştır. Ayrıca ses kayıtlarının aktarımı uzman tarafından onaylanmıştır. Uygulama süreci toplam altı hafta sürmüştür. Görüşmelerin ses kayıtları yazılı bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Yazıya aktarılan 25 sayfalık ham veri dokümanı oluşmuştur. Veriler, araştırmacı ile birlikte toplam 5 kişiden oluşan komisyon tarafından analiz edilmiştir. 55 sayfalık ham veri ve ödevlerin analiz süreci toplam 8 oturum, her oturum da ortalama 2 saat sürmüştür.

Galileo Sarkacı

Sarkaç, Batı toplumunun, biliminin, kültürünün gelişiminde önemli bir rol oynamıştır. Galileo'nun, Huygens'in, Newton'ın, Hooke'un, bilimsel devrimin tüm önde gelen şahsiyetlerinin çalışmalarında temel öneme sahiptir. Tarihçi Bertrand Hall'a göre "fizik bilimi tarihinde, sarkacın rolü eşsiz öneme sahiptir. On yedinci yüzyılın ilk yıllarında Galileo'nun sarkaç hareketine hükmeden yasaları formüle etmesinden, bu yüzyılın başlarında üstün doğruluğa sahip cihazlara yerini kaptırmasına kadar, sarkaç ya başlı başına bir araştırma konusuydu ya da astronomi, yer çekimi, mekanik alanlarında ele alınan soruları araştırırken yararlanılan bir cihazdı" (Matthews, 2017, s. 290-291).

Modern bilimin kavramsallaştırılması için önemli bir yere sahip olan ve bilimin gelişmesinde önemli rol üstlenen sarkacın tarihinde Galileo'nun muhteşem buluşları vardır. Tıp okurken nabız atışını ölçen aletin sarkaçtan faydalanarak yapılması ve makineler üzerine çalışmalar yapmak için yine sarkaçtan faydalanması bunlardan bazılarıdır. Galileo (1564-1642) tarafından zamanı ölçmek için bir sarkaç tasarlanmıştır. Aynı zamanda bu sarkaç mekanizma saatlerdeki saniyeleri doğru ölçmek için tasarlanmıştır. Bu mekanizmanın

alışan bir replikası model yapımcısı Ersan Doğan tarafından 2016 yılında yapılmıştır (şekil 6). Bilim tarihi dersine getirilen bu model öğrenciler tarafından oldukça ilgi görmüş ve beğenilmiştir. Çalışma prensibine kadar Galileo'nun tasarladığı saatiyle aynı olan bu model bizlere bilim tarihinden muhteşem bir örnektir.



şekil 7. Galileo (1564-1642) tarafından zamanı ölçmek için tasarlanana sarkacın Ersan Doğan tarafından yapılan çalışan bir replikası

Galileo bundan 400 yıl önce zamanı dakika cinsinden ölçmek için bir sarkaç çizimi yapmıştır. Amacı mekanik saatlerde zamanı ölçebilecek bir model tasarlamaktı. Fakat Galileo'nun yaptığı bu çizim sadece kağıt üzerinde kalmış, hayata geçirememiştir. Minyatür model makine ve replika yapımcısı Ersan Doğan Galileo'nun çizdiği sarkaç resmini günümüze taşı mıştır. Bilim tarihi dersinde çalışma prensibiyle beraber görsel bir ziyafet

sunan bu model oldukça dikkat çekmeyi başarmıştır. Modelin öğrenciler tarafından kurulup mekanizmanın çalışmasını gözlemledikleri dakika ve saniye ölçümlerini sarkaç hareketiyle kolayca yapabildikleri gözlemlenmiştir.



Şekil 8. Ersan Doğan tarafından Galileo sarkacının çalışma prensibinin anlatılışı

Her hareketinde ve sesinde bilim tarihini hissettiren bu model bilim tarihi dersinde sarkaç hareketinin sayesinde zaman doğru ölçülmüş ve dersimiz amacına ulaşmıştır. Modern dünyanın oluşumunda sarkacın rolü bilimle sınırlı kalmamıştır. Yoder'e (1988) göre sarkaç bilimsel devrime göbekten bağlı olan zaman ölçümü devriminde temel bir öneme sahiptir. Galileo'nun çığır açan sarkaç hareketi çözümlemesinin izinden giden Huygens, 1673'te sarkaçtan saat düzeneği içinde faydalandı, böylece dünyanın ilk doğru zaman ölçümünü elde etmiş oldu (Matthews, 2017, s.310).

Sarkacı kullanarak zaman ölçümü bilim tarihi dersinde elimizdeki imkanlarla saate dönüştürülüp derste etkinlik olarak gösterilmiştir. Sarkacın eş süreli salınım hareketi oluşturulan düzende üst kısımdaki göstergenin hareket etmesini sağlamıştır. Yapılan bu model ve çalışma prensibi günümüzdeki sarkaçlı mekanik saatlerle uygundur. Derse getirilen bu düzenek yine öğrenciler tarafından incelenmiş ve ilgi odağı olmuştur (Şekil 7).

Verilerin Analizi

Bu araştırmada öğretmen adaylarının öğretme sürecinde bilim tarihi fizik öğretimine uyarlama sürecinde zorlanma durumlarını incelemek amacıyla içerik analizi yöntemi kullanılmıştır. İçerik analizinde temel amaç, toplanan verileri ifade edebilecek kavramlara ulaşmaktır. Bu amaçla toplanan verilerin önce kavramsallaştırılması, daha sonra da ortaya çıkan kavramlara göre mantıklı bir biçimde düzenlenmesi ve buna göre veriyi açıklayan temaların saptanması gerekmektedir (Yıldırım ve Şimşek, 2011, s. 227).

Yarı yapılandırılmış görüşmelerde katılımcıların izniyle alınan ses kayıtları yazılı bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Ses kayıtlarının aktarımı bir uzman tarafından onaylanarak eksiksiz olarak aktarıldığı belirtilmiştir. Veri toplama aşamalarının tamamlanmasının ardından tüm veri setleri bir araya getirilerek veriler *içerik analiz* türlerinden *kategorisel analiz* ve *frekans analizi* teknikleri kullanılırken çözümlenmiştir. Corbin ve Strauss (2007) tarafından sunulan; verilerin kodlanması, temaların oluşturulması, kodların ve temaların düzenlenmesi, bulguların tanımlanması ve yorumlanması aşamaları izlenmiştir. Oluşan kategoriler ve temalar arasındaki ilişkiler belirlenerek hem kategoriler hem de temalar çalışmanın amacına uygun bir şekilde organize edilerek açıklanmıştır.

Yapılan çalışmanın güvenilirliğini artırmak için, tespit edilen kategoriler ve ortak temalar, araştırmacının dışında doçentliğini alan eğitimi alanında almış olan bir öğretim üyesi, aynı üniversitede yüksek lisans yapan üç kişi olmak üzere toplam beş kişiden oluşan bir uzman grubu kurulmuştur. Çalışmada elde edilen katılımcıların yazılı ifadelerinden ve görüşmelerin dökümünden elde edilen veriler oluşturulan uzman grubu tarafından tek tek okunarak kodlanmış ve daha sonra temalar oluşturulmuştur. Uzman grubu tarafından belirlen kodlar ve temalar tekrar gözden geçirilmiş, “görüş ayrılıkları” olan verilere geri dönülerek saptanan ortak temalar arasında ortaya çıkan anlaşmazlıklar giderilerek kodlama ve kategoriler arasında tam bir mutabakat sağlanmıştır.

Fizik öğretmen adaylarının bilim tarihinden yararlanma yaklaşımlarında kendilerini yeterli görme ve sarkaç tarihini fizik konusuna uyarlarken kullandıkları yaklaşımlarda zorlanma durumunu belirleme amacıyla iki soruda 7’li likert tipi sorudan yararlanılmıştır. Bu soruların analizinde nasıl bir dağılım gösterdiğini bulmak için sorulara ilişkin puanlarının ortalama, standart sapma değerleri hesaplanmıştır. Ölçekte aralıkların eşit olduğu varsayılmış, aritmetik ortalamalar için puan aralığı 0,86 olarak hesaplanmıştır (Puan Aralığı=(En Yüksek Değer-En Düşük Değer)/7=(7-1)/7=6/7=0,86). Bu hesaplama göre aritmetik ortalamaların

değerlendirme aralığı Tablo 4’de verilmiştir. Anket sorularına verilen cevapların değerlendirilmesinde Tablo 4’deki aralıklar kullanılmıştır.

Tablo 4

7’li Likert Ölçeğine Göre Aritmetik Ortalamaların Değerlendirme Aralığı

Aralık	Seçenek
1.00-1.86	Kesinlikle Katılmıyorum
1.87-2.71	Katılmıyorum
2.72-3.57	Kısmen Katılmıyorum
3.58-4.43	Kararsızım
4.44-5.29	Kısmen Katılıyorum
5.30-6.14	Katılıyorum
6.15-7.00	Kesinlikle Katılıyorum

Tablo 4’deki aralıklar kullanılarak elde edilen dağılım grafikler halinde sunulmuş ve yorumlanmıştır.

Katılımcıların kodlaması Ö1, Ö2, Ö3,.. şeklinde kodlanmıştır. Yarı yapılandırılmış görüşmedeki katılımcılar ise Y, M,.. gibi isimlerinin baş harflerini içerecek şekilde kodlanırken aynı harfle başlayanları AY, AC gibi ilk iki veya üçüncü harfi içerecek şekilde büyük harfler kullanılarak kodlanmıştır. Alıntılamalarda bu kodlardan yararlanılmıştır.

BÖLÜM III

BULGULAR VE YORUMLAR

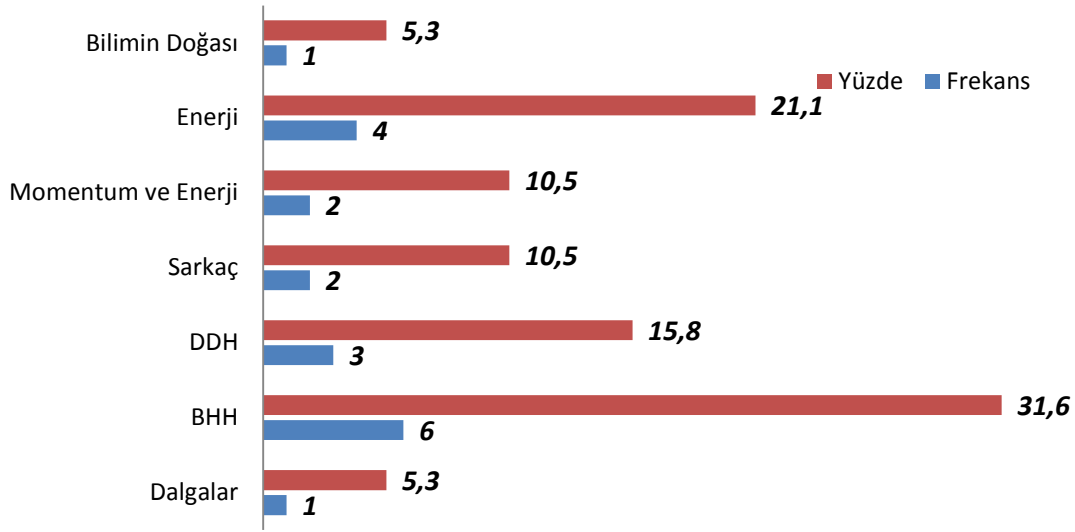
Bu bölümde katılımcıların sarkaç tarihini fizik öğretiminde hangi konuya adapte edildiğini, bilim tarihinden yararlanma yaklaşımlarında kendilerini yeterli görme durumlarını, sarkaç tarihini fizik öğretimine adapte ederken kullandıkları yaklaşımlarda zorlanma durumlarının belirlenmesi araştırılmıştır. Ayrıca bilim tarihini sarkaç konusuna adapte ederken sahip oldukları deneyimlerden yararlanmak amaçlanmıştır. Nitel verilerden elde edilen bulgular ve yorumlara yer verilmiştir.

Sarkaç Tarihinin Fizik Öğretimindeki Hangi Konulara Uyarlandığına İlişkin

Bulgular

Bu bölüm “*Fizik öğretmen adayları “sarkaç” tarihine dayalı olarak hangi konularda bilim tarihinden yararlanmaktadır?*” şeklinde ifade edilen araştırmanın 1. alt problemine yöneliktir. Katılımcıların sarkaç tarihini fizik öğretiminde hangi konuya uyarladığı gerekçesiyle belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla fizik öğretmen adaylarına “*Hangi fizik konusunu seçtiniz? Gerekçesiyle açıklayınız.*” şeklinde açık uçlu soru yöneltilmiştir. Elde edilen veriler içerik analizi ile çözümlenmiş, sonuçları frekans ve yüzde değerleri baz alınarak sunulmuştur.

Fizik öğretmen adayları sarkaç tarihini “basit harmonik hareket”, “düzgün dairesel hareket”, dalgalar”, “sarkaç”, “momentum enerjisi”, “enerji” ve “bilimin doğası” olmak üzere toplam yedi farklı konuya uyarladıkları belirlenmiştir. Fizik eğitimine uyarlanan konular, konuların frekans ve yüzde dağılımı Şekil 9’da verilmiştir.



Şekil 9. Sarkaç tarihinin fizik öğretimindeki konulara uyarlamasındaki frekans ve yüzde dağılımı.

Şekil 9'daki grafik incelendiğinde fizik öğretmen adaylarının sarkaç tarihini fizik öğretiminde en fazla *basit harmonik hareket* konusuna uyarlandığı görülmektedir. Katılımcıların bu konuyu daha çok tercih etmelerindeki gerekçeleri bu konunun lisede zor bir ders olması ve sarkaç tarihiyle bağdaştırılarak daha anlaşılabilir düzeye getirilmek istenmesidir. Bu görüşe yönelik öğrenci ifadesi de aşağıda yer almaktadır:

AC: basit harmonik harekette sarkacı anlattım hani normal zaten 12.sınıf konusu galiba BHH hatırladığım kadarıyla orda baya böyle sarkacın ne olduğu falan anlatılıyor ama BHH genel olarak lisede şey itici bir konu zor anlaşılmayan ve sevilmeyen bir konu o yüzden konunun başına bu sarkaca hiç girmeden bu ilk hikayesi anlatılırsa dikkat çekileceğini düşünüp öyle söyledim.

Diğer tercih edilen konulardan biriside *düzgün dairesel harekettir*. Katılımcıların gerekçelerinde ise zaman kavramının sarkacı akla getirdiğini ve buradan yola çıkarak DDH ile sarkacın bağdaştırılabilir olduğudur. Bu görüşe yönelik öğrenci ifadesi de aşağıda yer almaktadır:

Ş: hani akrep ve yelkovanın hareketini dairesel harekete benzetmişti o direk çağrıştırdı hani zaman kavramı saat buradan sarkaca bağlarım tarzı yaklaştım... İlk kısımda zaman kavramından hareketini, sarkacı da o şekilde yapmışlar ya hani asıl konu zamanmış sarkacın salınımı, periyot hızı DDH e kolay oldu.

Şekil 9 incelendiğinde 3 katılımcının da enerji konusunu seçtiği görülmektedir. Newton beşiğinin sarkaca benzemesi ve enerji konusunun sarkaç için uygun olmasıdır. Bu görüşe yönelik öğrenci ifadesi de aşağıda yer almaktadır:

E: daha çok o karşımıza çıktı çünkü anlatılan konularda da enerjinin korunumundan işte enerji hep ondan olduğu için seçtim... Newton beşiğini kullandım eee onun işte yapım aşamasından başladım zaten orda birkaç tane sarkaç var onlardan uyarladım... Bunu seçtim çünkü ilk çağrışım yapan şeydi enerjydi Newton beşiğinde direkt aklıma geldi yani şeklinden dolayı da olabilir.

Bir katılımcı ise bağdaştırılmaz gibi görünen dalgalar konusunu ele almış ve bunu sarkaç tarihine uyarlanabileceğini göstermiştir. Bu görüşe yönelik öğrenci ifadeleri de aşağıda yer almaktadır:

M: bende müfredata bakmak istedim acaba bunu neyle bağdaştırabilirim diye eee 10.sınıf kitabını incelerken dalgalar konusuna rastladım orada titreşim üzerinde duruyordu. Oradaki titreşim hareketi bana sarkacı hatırlattığı için yani bağlantılı olduğunu düşündüğüm için ve birazcıkta şöyle aslında herkesin zaten ilk bağlantı kuracağı şeyi vermek istemedim.

Bir diğer katılımcının ise bilimin doğası konusunu seçtiği görülmektedir. Gerekçe olarak bilim insanların fiziksel tarihsel gelişiminde önemli bir yerinin olması, newtonun hareket yasalarıyla bağdaştırılabilir olmasıdır. Yine sarkaç konusunun seçilmesinde yapısı ve tarihini içermesi gerekçe olarak görülmüştür. Enerji ve momentum konusunun seçilmesindeki gerekçe ise; balistik sarkacın günümüzde kullanılması enerjinin korunumunun gösterilmesi ve kinetik enerjiyle momentum arasındaki ilişki olması, böylece birinden faydalanarak diğerinin açıklanabileceğidir.

Bilim Tarihini Fizik Öğretiminde Kullanma Yaklaşımlarını Belirlemeye Ait Bulgular

Bu bölüm “Fizik öğretmen adayları “sarkaç” tarihine dayalı olarak bilim tarihinden fizik öğretiminde yararlanmaya ilişkin, bilim tarihini öğretimde kullanma yaklaşımlarından hangilerini kullanma eğilimindedirler?” şeklindeki araştırmanın 2. alt problemine yöneliktir. Fizik öğretmen adaylarının bilim tarihini fizik öğretiminde kullanma yaklaşımlarını belirlemek amacıyla bilgi sahibi oldukları on yaklaşımın tamamı verilerek “Bilim tarihini fizik öğretiminde kullanmanız istenirse, ilk tercih edeceğiniz yaklaşımdan (1) en son tercih edeceğiniz yaklaşıma (10) doğru sıralayınız. Bu sıralamayı tercih etme gerekçeniz nedir?” sorusu yöneltilmiştir. Katılımcıların yaptıkları sıralama Tablo 5’de sunulmuştur.

Tablo 5

Yaklaşımların Tercih Edilme Sıralamasına Göre Frekans Tablosu

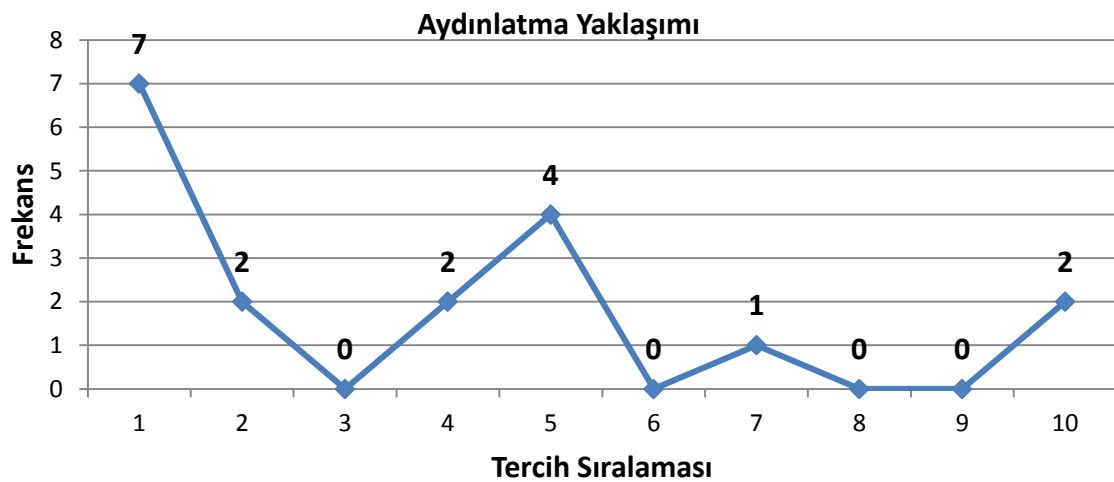
Sıralama	A	TY	EN	O	Y	K	H	İ	E	TK
1	7	1	0	0	3	1	2	2	0	2
2	2	3	1	3	0	3	4	1	0	1
3	0	6	1	2	1	3	1	0	1	3
4	2	2	3	1	1	1	2	1	2	3
5	4	0	0	0	1	3	3	2	4	1
6	0	0	1	1	1	2	4	3	5	1
7	1	3	0	0	0	1	0	6	4	3
8	0	1	4	0	5	2	0	1	2	3
9	0	2	4	9	0	1	0	1	0	1
10	2	0	4	2	6	1	2	1	0	0

A: Aydınlatma, TY: Tarih Yaklaşımı, EN: En Düşük Ölçekli Modül, O: Orta Ölçekli Modül, Y: Yüksek Ölçekli Modül, K: Kesikli Hikâye Biçimi, H: Hikâye Biçimi, İ: İkili Zıtlıklar Biçimi, E: Etkileşimli Tarihi Kesitler, TK: Tarihsel Kısa Hikâyeler Yaklaşımı kısaltmaları kullanılmıştır.

Anlaşılabilirliği artırma amacıyla Tabloda 5'deki bilgiler ışığında yaklaşımların tercih edilme sıraları aşağıda grafikler halinde ayrı ayrı ele alınmış ve yorumlanmıştır.

Aydınlatma yaklaşımının tercih edilme sıralaması frekans tablosu Şekil 10'da sunulmuştur.

Bu yaklaşım sıralamada ilk beş tercih arasında yer almıştır.



Şekil 10. Aydınlatma yaklaşımının tercih edilme sıralaması frekans tablosu

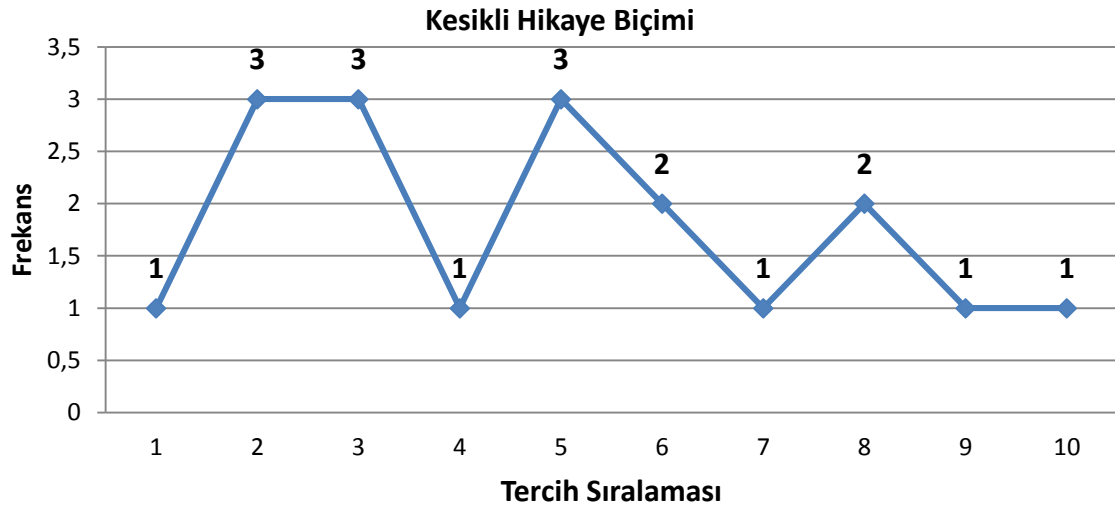
“Aydınlatma yaklaşımı” ilk tercih edilen yaklaşım olduğu Şekil 10’da açıkça görülmektedir. Fizik öğretmen adaylarının en çok tercih ettikleri yaklaşımın aydınlatma yaklaşımı olduğunu yarı yapılandırılmış görüşme ifadeleri de destekler niteliktedir. Bu kategoride yer alan görüşler;

M: ...aydınlatma yöntemini kullandım arada dersten sıkılınca hoca oraya bir hikaye sokar konuyla ilgili bir şey yapar falan bende öyle isterim yani öğrencinin sıkıldığını anladığımda bunun nerden geldiğini, nasıl oluştuğunu veya ihtiyaç duyduğumuzda baz alarak oradan o konuyu anlatmak isterim.

Y:...aydınlatma yaklaşımını seçtim. Hani öğrenciye daha çok müfredatın dışına çıkmadan çünkü o sarkacın bide matematiksel şeyini vermeden müfredattan çıkmadan nasıl bulduğunu Galileo’nun hangi olaya hangi gözlükle baktığını anlatmak için seçtim.

E: ...aydınlatma yaklaşımını kullandım eee orda da eee Newton hayatının da birazcık birkaç anısı vardı bunun öğrenciler üzerinde dikkat çekeceğini düşündüm. Diğerlerine göre o yüzden bunu seçtim.

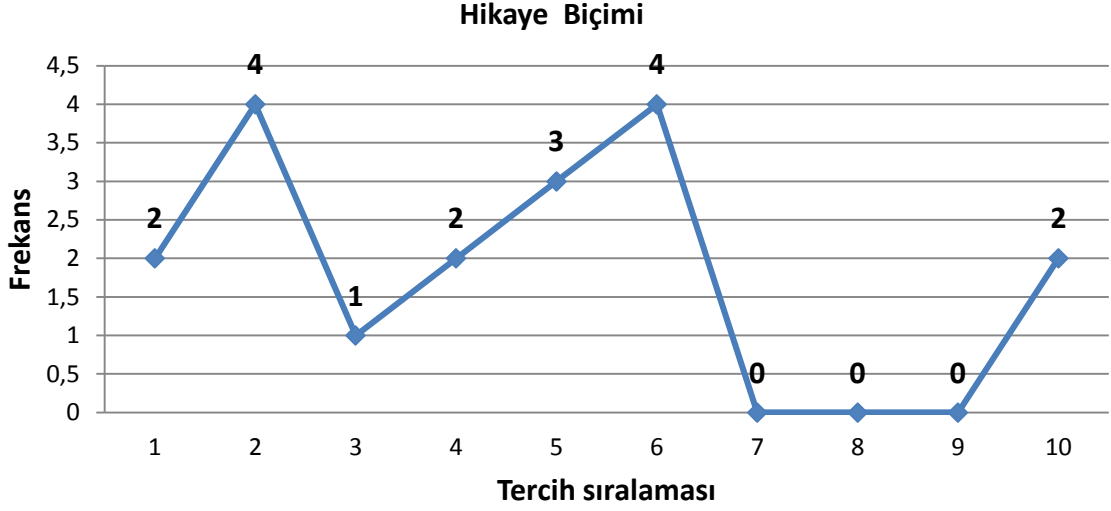
Yukarıda verilen alıntılardan da açıkça görüldüğü üzere kendini yeterli gören adayların anlatmak istedikleri konuları müfredat dışına çıkmadan ve öğrenciyi derste daha aktif tutacağı düşüncesiyle aydınlatma yaklaşımını tercih etmişlerdir. Sonuç olarak “Aydınlatma yaklaşımı” katılımcıların en çok tercih ettiği yaklaşım olduğu söylenebilir.



Şekil 11. Kesikli hikâye biçimi yaklaşımının tercih edilme sıralaması frekans tablosu

Katılımcılar “kesikli hikaye biçimini” yaklaşımını 2., 3. ve 5. sırada kesikli hikaye biçimini tercih ettikleri Şekil 11’de görülmektedir. Bu yaklaşımın ilk beş tercih içinde yer aldığı

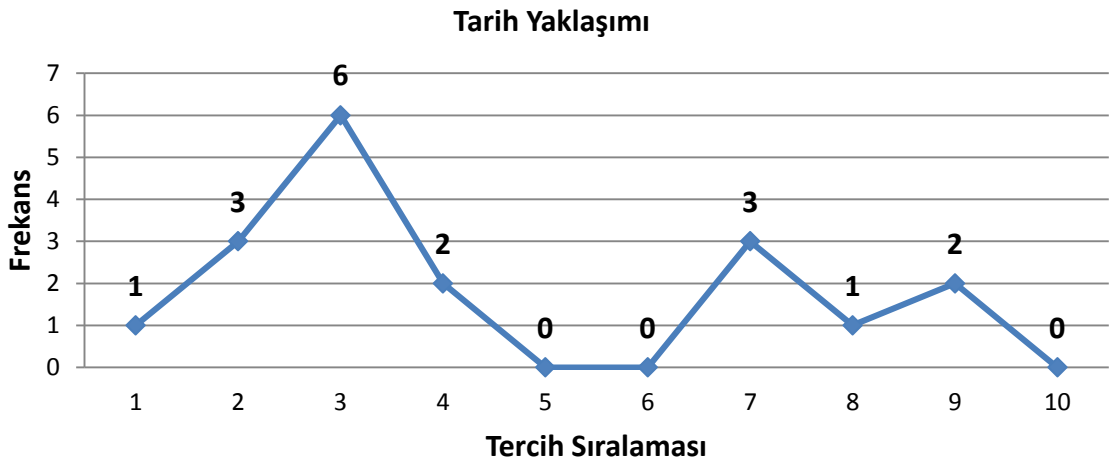
söylenebilir.



Şekil 12. Hikâye biçimi yaklaşımının tercih edilme sıralaması frekans tablosu

Katılımcıların 2. ve 6. sırada aynı frekans değerinde tercih ettikleri yaklaşım “hikâye biçimi” yaklaşımıdır ve ilk beş içinde tercih edildiği söylenebilir. Yarı yapılandırılmış görüşmede bu yaklaşımın tercih edilme gerekçesi şu şekilde belirtmiştir:

AC: ...ilk önce tarihin önemini bence insanlar biliyor tek tarih olarak bakarsak biliyoruz ama biz bilimle tarihi birbirinden ayırıyoruz. Tarih başka bir şey gözüyle bakıyoruz. Bilim başka bir şey gözüyle bakıyoruz. İlk önce bu insanların tarihten geldiğini aslında eskinin bir tarih olduğu gibi bu bilim adamları da eskide kaldıysa bunların tarih olduğunu... hayatlarına girerek...işe başladım.

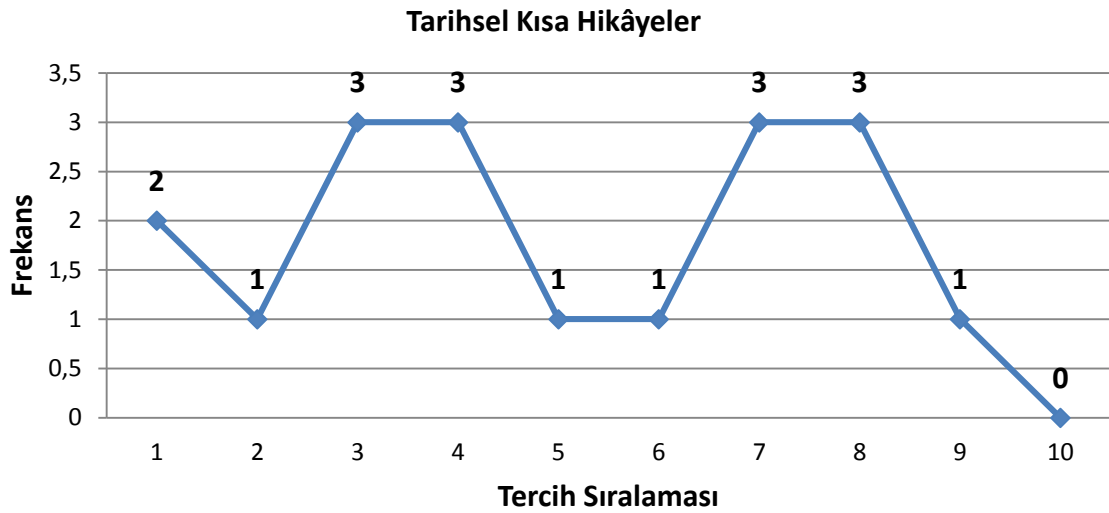


Şekil 13. Tarih yaklaşımının tercih edilme sıralaması frekans tablosu

Katılımcıların üçüncü tercih sırasının “tarih yaklaşımı” olduğu Şekil 13’de görülmektedir. Bu yaklaşımın, Şekil 13 genel olarak değerlendirildiğinde, ilk beş içinde tercih edildiği söylenebilir. Fizik öğretmen adayının tarih yaklaşımını tercih etme gerekçesi yarı yapılandırılmış görüşmede şu şekilde ifade edilmiştir:

M: ...kendim anlatırken eee kesinlikle tarihsel yaklaşımı kullanırdım. Eee o gelişim sürecini ve alakasız görünen şeyleri tercih ederdim. Çünkü eee fizik hep korkulan hep zor görünen bir ders oluyor ben bununla yani tarihle bütünleştirmek ne kadar içinden hayatın içinden bir ders olduğunu anladım. Fiziğin eee çünkü baktığım zaman tarihteki bilim insanlarına onların geçmek zorunda olduğu bir fizik dersleri yoktu ama bunları buldular demek ki mecbur kaldılar bu hayatın içinden bir şey düşüncesi oldu bende o yüzden en çok şunu kullanırdım. Eee ilk bu aşamaya gelmeden ilk çok ilkelde olsa nasıl şekilde bulunmuş herhangi bir fiziksel süreç sarkaç Galileo nun sarkacı ya da termometrenin ilk halini gösterirdim mesela termometreyi anlatmadan önce.

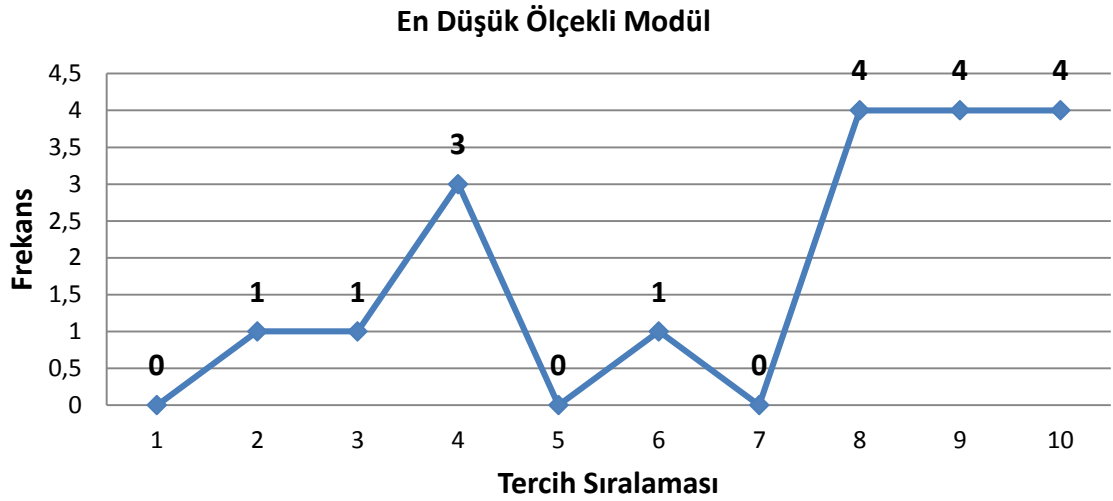
Tarihsel kısa hikâyeler yaklaşımının tercih edilme sıralaması frekans tablosu Şekil 14’de verilmiştir.



Şekil 14. Tarihsel kısa hikâyeler yaklaşımının tercih edilme sıralaması frekans tablosu

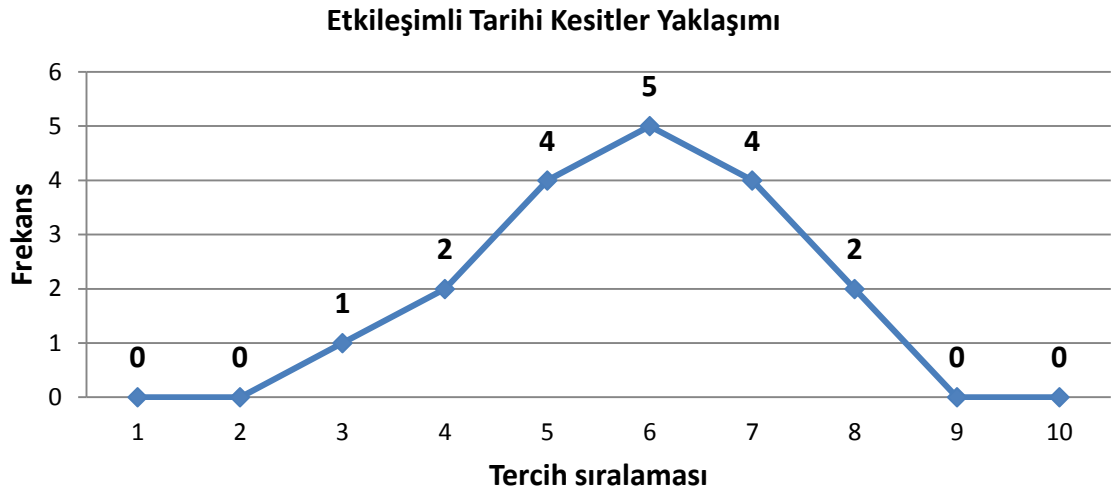
Şekil 14’e göre yaklaşımlardan “tarihsel kısa hikâyeler” 3.,4.,7. ve 9. sırada tercih edilme frekansının eşit olduğu görülmektedir. Sıralamada son sırada bu yaklaşımı kullanmayı tercih eden katılımcı bulunmamaktadır. Şekil 14’e göre “tarihsel kısa hikâyeler” yaklaşımının ilk beş içinde tercih edilen bir yaklaşım olduğu söylenebilir.

En düşük ölçekli modül yaklaşımının tercih edilme sıralaması frekans tablosu Şekil 15’de verilmiştir.



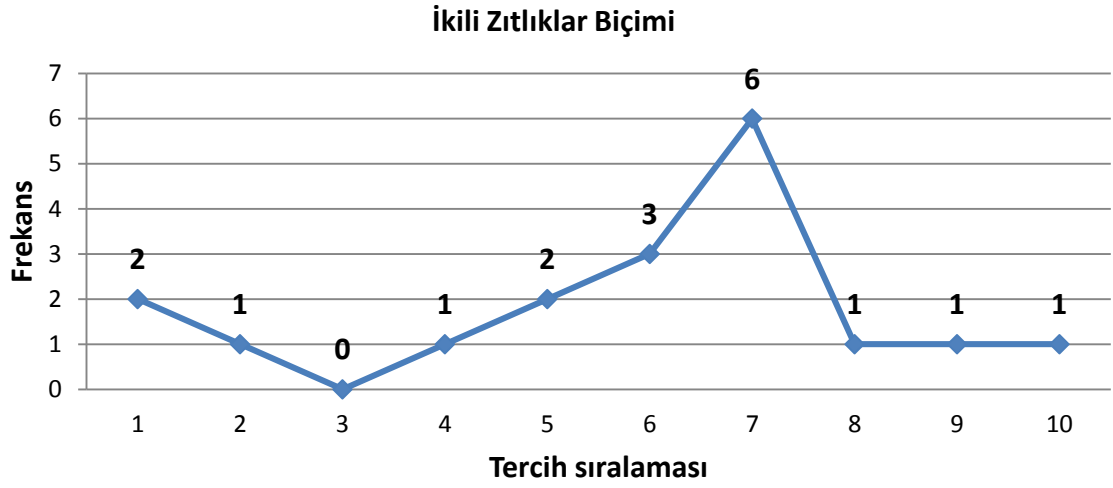
Şekil 15. En düşük ölçekli modül yaklaşımının tercih edilme sıralaması frekans tablosu

Fizik öğretmen adayları tarafından “en düşük ölçekli modül” yaklaşımının 4. sırada tercih edildiği Şekil 15’de açıkça görülmektedir. Bu yaklaşım tercih edilme açısından sıralamada ilk beş içinde yer almaktadır.



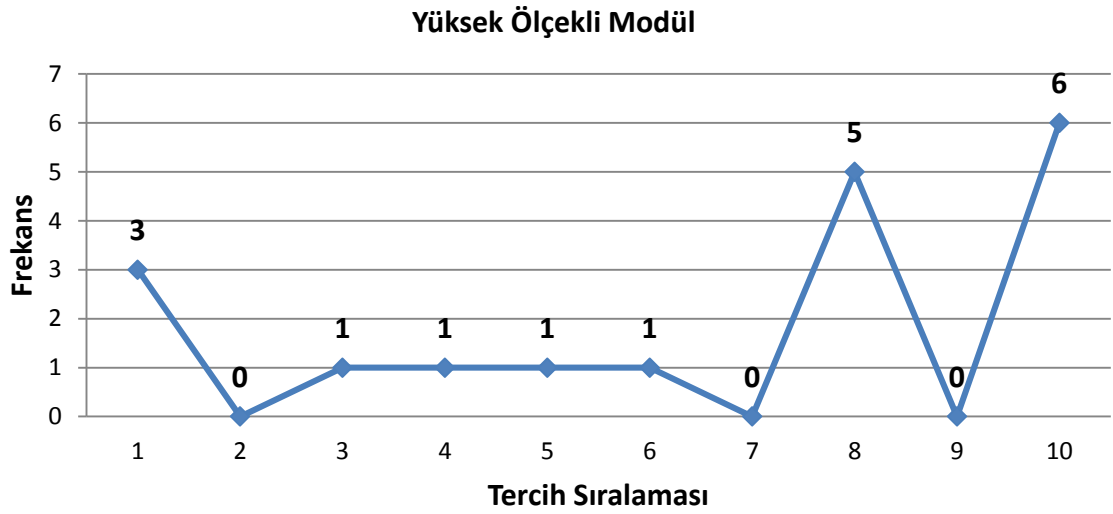
Şekil 16. Etkileşimli tarihi kesitler yaklaşımının tercih edilme sıralaması frekans tablosu

Yaklaşımlardan “etkileşimli tarihi kesitler” katılımcılar tarafından altıncı sırada tercih edildiği belirlenmiştir. Şekil 16’dan verilen tercih edilme sıralaması frekans tablosunda açıkça görüldüğü üzere “etkileşimli tarihi kesitler” sıralamada yaklaşımı ilk beş içinde yer almamaktadır.



Şekil 17. İkili zıtlıklar biçimi yaklaşımının tercih edilme sıralaması frekans tablosu

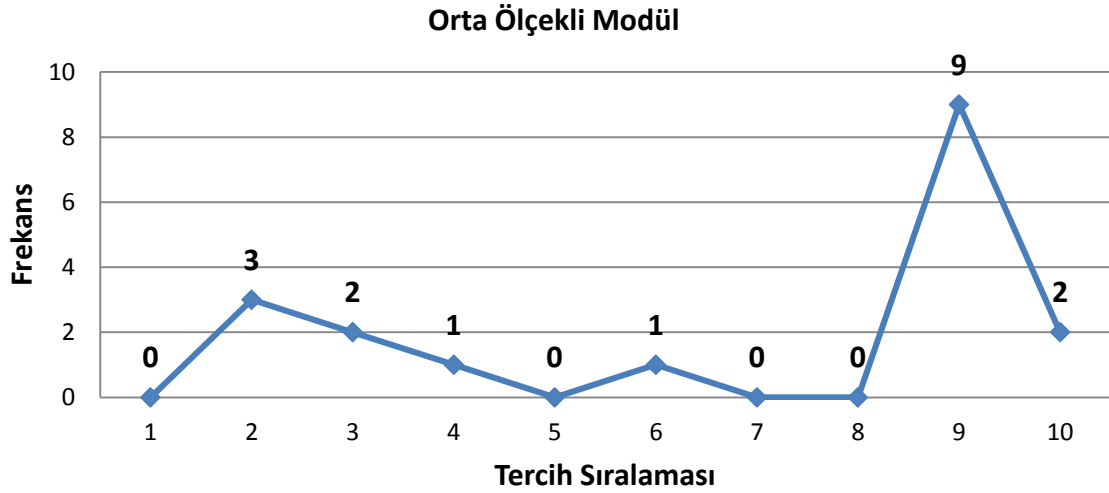
Şekil 17’de İkili zıtlıklar biçimi yaklaşımının tercih edilme sıralaması frekans tablosu sunulmuştur. Katılımcıların “ikili zıtlıklar biçimi” yaklaşımını yedinci sırada tercih ettikleri görülmektedir. Bu yaklaşım sıralamada son beş içinde yer almaktadır.



Şekil 18. Yüksek ölçekli modül yaklaşımının tercih edilme sıralaması frekans tablosu

Yüksek ölçekli modül yaklaşımının tercih edilme sıralaması frekans tablosu Şekil 18’de verilmiştir. Bu tabloda katılımcıların sekizinci sırada “yüksek ölçekli modül” yaklaşımını tercih ettiği açıkça görülmektedir. Fizik öğretmen adaylarının en son yani 10. sırada tercih

ettikleri yaklaşım yine yüksek ölçekli modül yaklaşımıdır. Bu yaklaşım sıralamada son beş içinde yer almaktadır.



Şekil 19. Orta ölçekli modül yaklaşımının tercih edilme sıralaması frekans tablosu

Şekil 19’da orta ölçekli modül yaklaşımının tercih edilme sıralaması frekans tablosu verilmiştir. Katılımcılar 9. sırada ise “orta ölçekli modül yaklaşımı” tercih edilmiştir. Bu yaklaşımın sıralamada son beş içinde yer aldığı söylenebilir.

Tüm yaklaşımlar için elde edilen veriler genel olarak değerlendirildiğinde, tüm yaklaşımların birlikte verildiği Tablo 5’de de açıkça görüldüğü üzere, fizik öğretmen adaylarının öncelikli olarak “aydınlatma yaklaşımı”, en son ise “yüksek ölçekli modül” yaklaşımını seçme eğilimine sahip oldukları söylenebilir.

Fizik Öğretiminde Bilim Tarihinden Yararlanma Yaklaşımlarında Kendini Yeterli Görme Durumuna Yönelik Bulgular

Bu bölüm “*Fizik öğretiminde bilim tarihinden yararlanma yaklaşımlarında kendini yeterli görme durumu nedir?*” şeklinde ifade edilen araştırmanın 3. alt problemine yöneliktir. Katılımcılardan tez kapsamında ele alınan yaklaşımlara yönelik görüşleri 7’li likert tipi bir sorusu ile alınmıştır. Ankette yer alan ifadelerin yanıtları literatürdeki çalışmalar incelenerek 7’li Likert ölçeğine göre düzenlenmiştir. Öğretmen adaylarının fizik öğretiminde bilim tarihinden yararlanma yaklaşımlarında kendilerini yeterli görme durumlarına yönelik

ifadelerin yanıtı için “1-Kesinlikle Katılmıyorum”, “2-Katılmıyorum”, “3-Kısmen Katılmıyorum”, “4-Kararsızım”, “5-Kısmen Katılıyorum”, “6-Katılıyorum” ve “7-Kesinlikle Katılıyorum” şeklinde yedi seçenek yer almaktadır. Anket sorularına verilen cevaplar frekans ve yüzde değerleri baz alınarak, fizik öğretiminde bilim tarihinden yararlanma yaklaşımlarından her biri için tek tek değerlendirilmiştir. Fizik öğretmen adaylarının her bir yaklaşım için seçtikleri seçenekler Tablo 6’da gösterilmiştir.

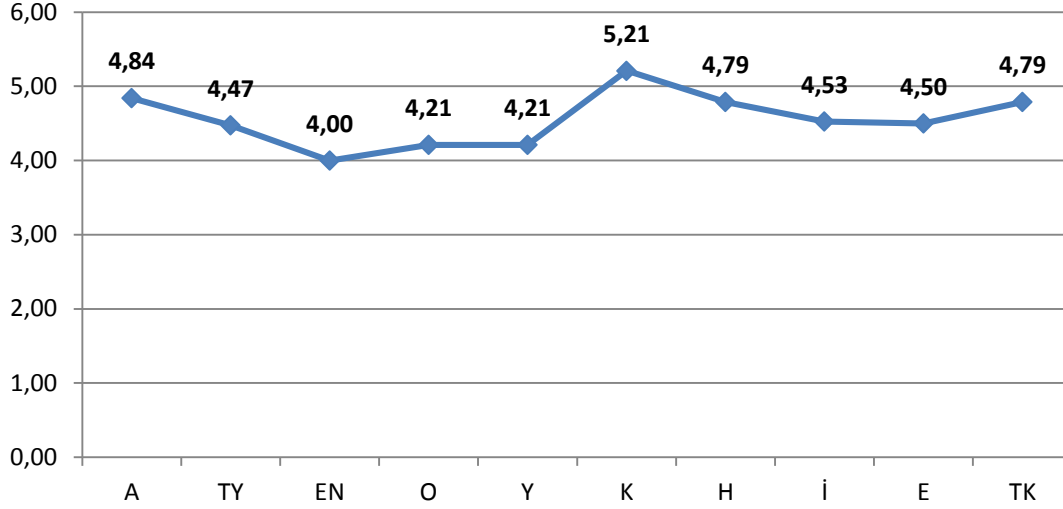
Tablo 6
Kendini Yeterli Görme Durumundaki Bulgulardan Elde Edilen Veri Tablosu

Katılımcılar	A	TY	EN	O	Y	K	H	İ	E	TK
1	5	5	6	5	4	7	5	4	4	5
2	4	4	3	5	6	5	3	6	-	6
3	6	5	4	4	4	6	6	6	4	6
4	4	5	5	4	5	5	4	4	5	5
5	7	5	6	6	6	6	5	5	7	6
6	6	3	3	3	4	6	5	4	5	5
7	5	6	5	5	4	7	6	5	6	6
8	5	3	5	5	2	3	3	5	3	4
9	1	1	3	3	4	4	1	4	4	1
10	6	5	5	5	5	6	5	5	5	5
11	5	5	2	5	4	4	5	6	6	5
12	3	5	3	4	4	5	6	4	4	4
13	4	3	4	4	4	5	6	4	4	5
14	6	5	5	5	5	5	5	5	4	4
15	4	4	2	2	2	4	4	2	2	2
16	5	6	3	3	4	5	6	1	2	7
17	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
18	5	4	4	4	4	5	5	4	5	5
19	6	6	3	3	4	6	6	7	6	5
ORT.	4,84	4,47	4,00	4,21	4,21	5,21	4,79	4,52	4,5	4,79
Min.	1	1	2	2	2	3	1	1	2	1
Max.	7	6	6	6	6	7	6	7	7	7
Ranj	6	5	4	4	4	4	5	6	5	6
SD	1,34	1,27	1,25	1,03	1,03	1,03	1,32	1,39	1,34	1,39

A: Aydınlatma, TY: Tarih Yaklaşımı, EN: En Düşük Ölçekli Modül, O: Orta Ölçekli Modül, Y: Yüksek Ölçekli Modül, K: Kesikli Hikâye Biçimi, H: Hikâye Biçimi, İ: İkili Zıtlıklar Biçimi, E: Etkileşimli Tarihi Kesitler, TK: Tarihsel Kısa Hikâyeler Yaklaşımı kısaltmaları kullanılmıştır.

Fizik öğretmen adaylarının bilim tarihinden yararlanma yaklaşımlarında kendini yeterli görme durumuna yönelik 7’li likert sorusundan elde edilen her bir yaklaşım ortama puan düzeylerin dağılımı Şekil 20’de, genel bir değerlendirme yapılabilmesi amacıyla,

sunulmuştur. Şekil 20’de görüldüğü gibi en düşük puan ortalaması ($4,00 \pm 1,25$) en düşük ölçekli modül yaklaşımına, en yüksek puan ortalaması ($5,21 \pm 1,03$) ise kesikli hikaye biçimi yaklaşımına aittir.

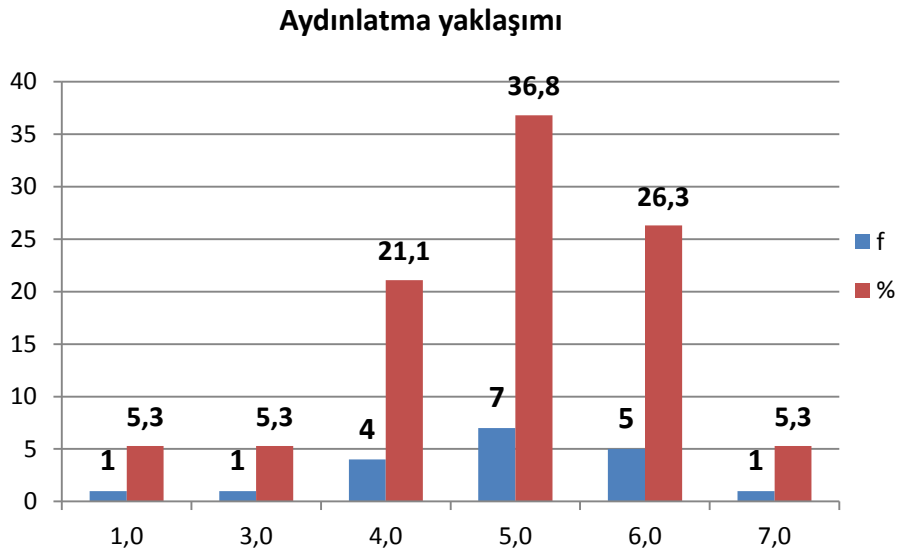


Şekil 20. Öğretmen adaylarının bilim tarihinden yararlanma yaklaşımlarında kendini yeterli görme durumuna yönelik ortama puan düzeylerine göre dağılımı

Fizik öğretiminde bilim tarihinden yararlanma yaklaşımlarında kendini yeterli görme durumuna yönelik 7’li likert ölçeğinde katılımcılara yöneltilen sorudan alınan cevaplar her bir yaklaşım için ayrıca ele alınmış ve tablolar halinde veriler sunulularak yorumlanmıştır. Böylece “Fizik öğretiminde bilim tarihinden yararlanma yaklaşımlarında kendini yeterli görme durumu nedir?” alt problemine yaklaşımlar bazında cevap aranmıştır. Bu amaçla her bir yaklaşıma ait verilerin aritmetik ortalaması alındığında, aritmetik ortalamanın 4.43 ve daha yukarı çıkması, yaklaşıma ilişkin görüşün “yeterli” olma hali; 3.58 ve daha düşük olması yaklaşıma ilişkin görüşün “yetersiz” olma hali; 4.43 ve 3.58 arasında yer alması ise yaklaşıma ilişkin görüşün “kararsızlık” hali olarak kabul edilmiştir ve $\alpha=.05$ anlamlılık düzeyinde görüşler araştırılmıştır.

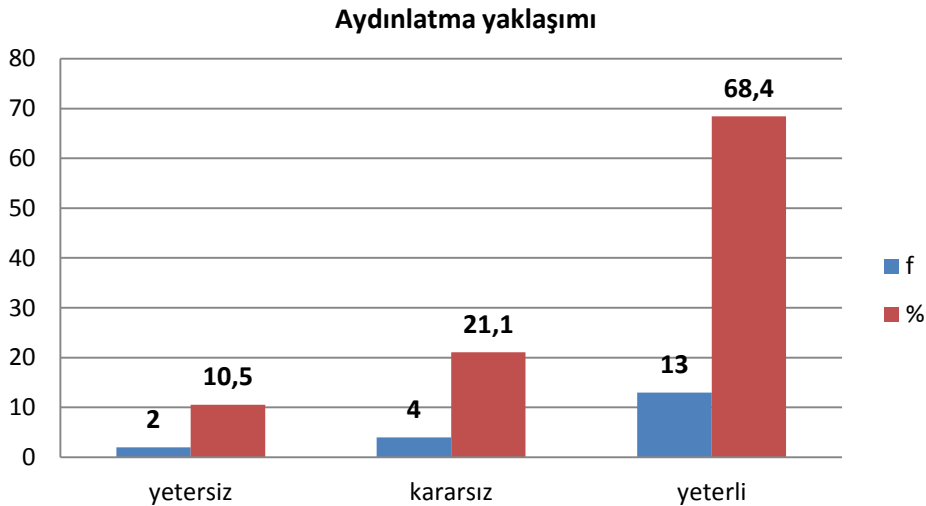
Aydınlatma Yaklaşımı

Aydınlatma yaklaşımına ait fizik öğretmen adaylarının görüşleri Şekil 21’de verilmiştir. Katılımcıların %26,3’ü “6-Katılıyorum”, %21,1’i “4-Kararsızım”, %36,8’i “5-Kısmen Katılıyorum” kategorisinde görüş bildirirken, diğer kategorilere dağılım eşit oranda olmuştur.



Şekil 21. Aydınlatma yaklaşımına yönelik ortama puan düzeylerine göre frekans ve yüzde dağılımı

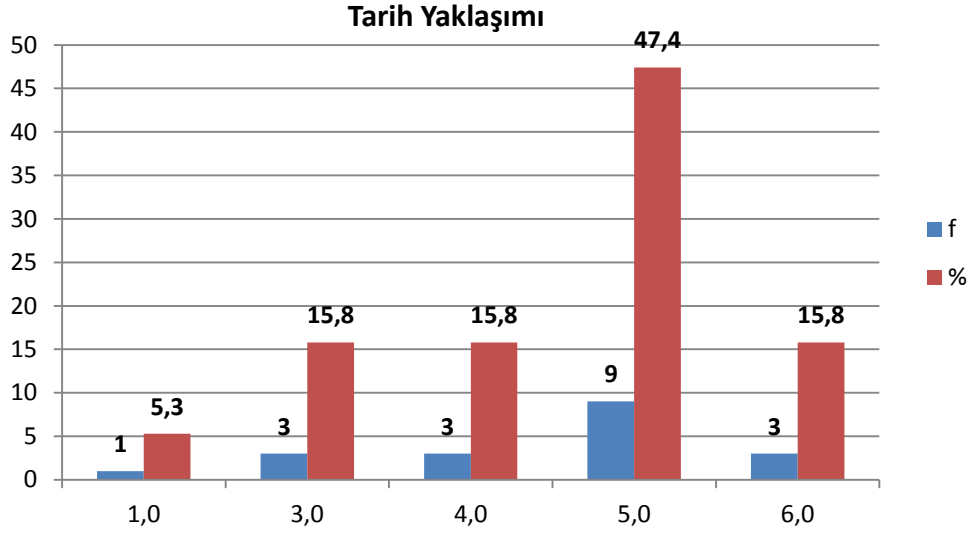
Katılımcıların aydınlatma yaklaşımına ait zorlanma durumlarına ilişkin dağılım Şekil 22’de sunulmuştur. Fizik öğretmen adaylarının %68,4 oranında kendilerini aydınlatma yaklaşımında oldukça yeterli gördükleri söylenebilir. Bu dağılım katılımcıların büyük çoğunluğunun aydınlatma yaklaşımını sarkaç tarihine uyarlamada zorlanmadıkları şeklinde yorumlanabilir. Ayrıca adayların %21,1 ‘inin kararsız kaldığı görülmektedir. %10,5 oranında adayların kendilerini yeterli bulmadıkları söylenebilir.



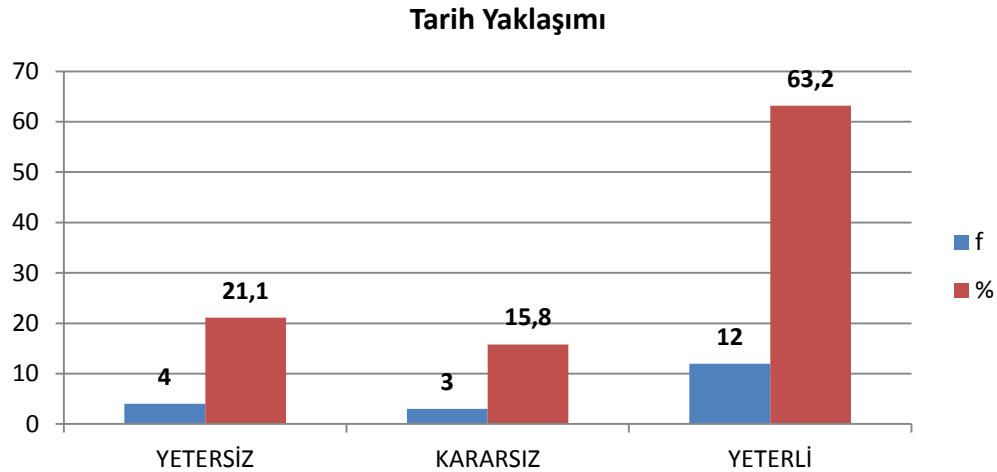
Şekil 22. Aydınlatma yaklaşımına yönelik zorlanma düzeylerine ilişkin frekans ve yüzde dağılımı

Tarih Yaklaşımı

Tarih yaklaşımına ait fizik öğretmen adaylarının görüşleri Şekil 23’de verilmiştir. Katılımcıların %47,4’ü “5-Kısmen Katılıyorum”, %15,8’i “4-Kararsızım” ve “3-Kısmen Katılmıyorum” kategorilerinde görüş bildirirken, “7-Kesinlikle Katılıyorum” kategorisinde hiç görüş belirtmemiştir. Dağılımın homojen olmadığı söylenebilir. “7-Kesinlikle Katılıyorum” kategorisinde görüş belirtilmemiştir.



Şekil 23. Tarih yaklaşımına yönelik ortama puan düzeylerine göre frekans ve yüzde dağılımı

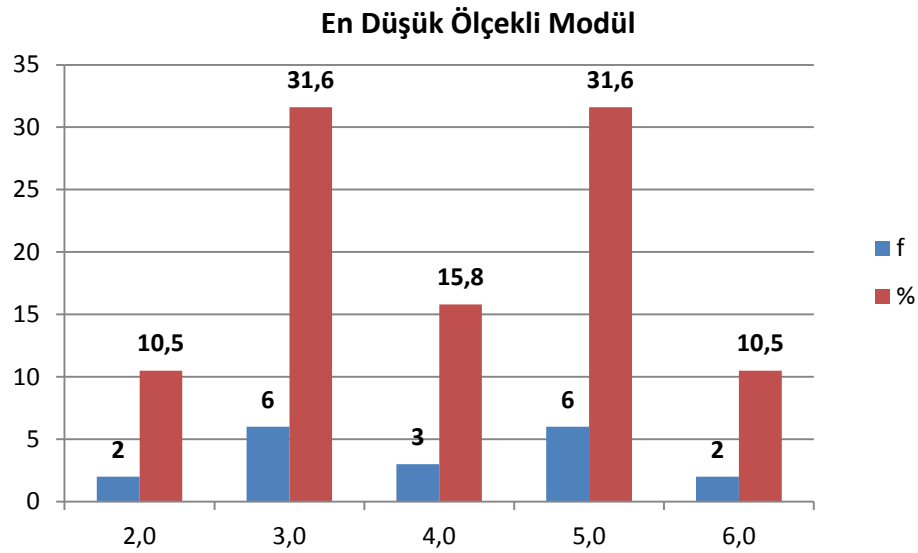


Şekil 24. Tarih yaklaşımına yönelik zorlanma düzeylerine ilişkin frekans ve yüzde dağılımı

Fizik öğretmen adaylarının tarih yaklaşımını uyarlamada kendini yeterli görme durumuna ilişkin görüşleri Şekil 24’de sunulmuştur. Fizik öğretmen adaylarının tarih yaklaşımı için %63,2 oranında kendilerini oldukça yeterli gördükleri söylenebilir. %15,8 inin kararsız olduğu görülmektedir. %21,1 inin ise kendilerini tarih yaklaşımın da yeterli bulmadıkları söylenebilir.

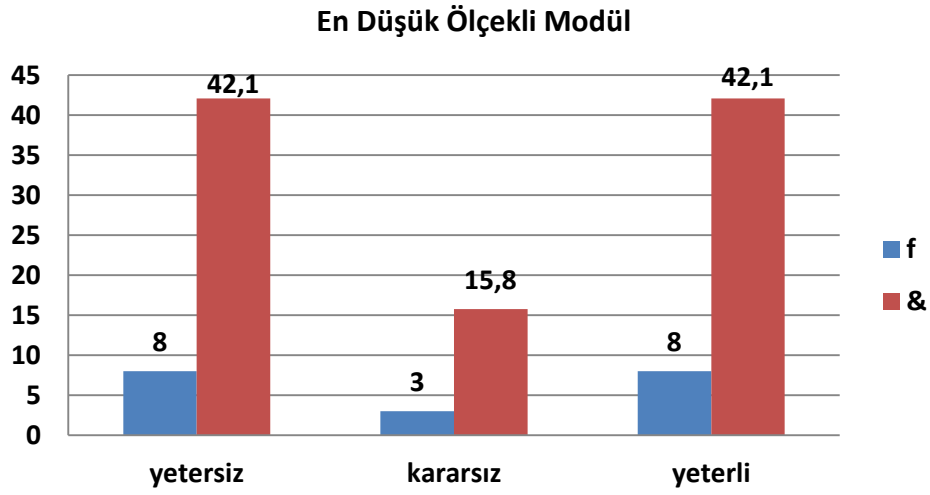
En Düşük Ölçekli Modül

En düşük ölçekli modül yaklaşımını uyarlamada fizik öğretmen adaylarının kendini yeterli görme durumuna ortalama puan düzeyleri açısından görüşleri Şekil 25’de sunulmuştur. Dağılımın homojen olmadığı “3-Kısmen Katılmıyorum” ve “5-Kısmen Katılıyorum” kategorilerinde yığılma olduğu söylenebilir. “1-Kesinlikle Katılmıyorum” ve “7-Kesinlikle Katılıyorum” kategorilerinde görüş belirtilmemiştir.



Şekil 25. En düşük ölçekli modüle yönelik ortama puan düzeylerine göre frekans ve yüzde dağılımı

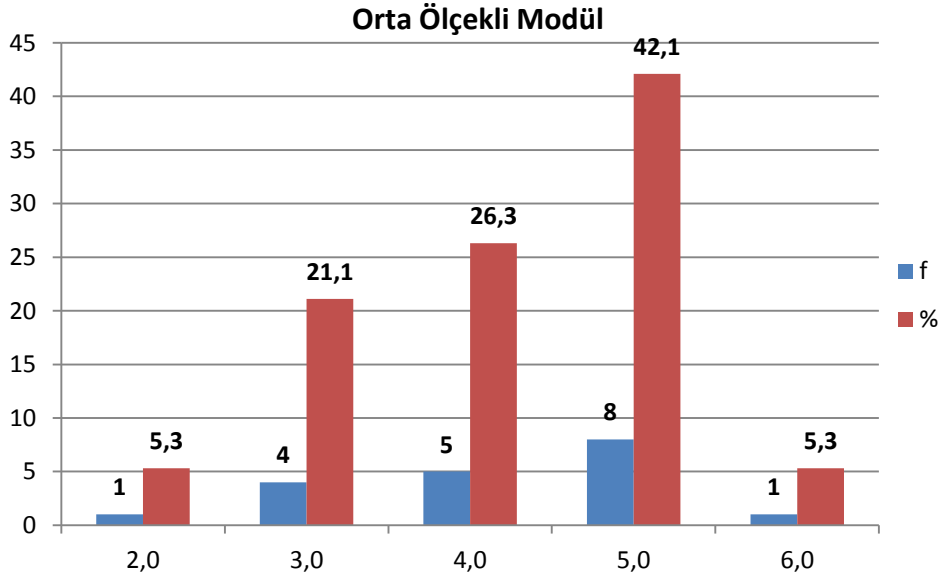
En düşük ölçekli modüle yönelik zorlanma düzeylerine ilişkin frekans ve yüzde dağılımının sunulduğu Şekil 26’ya göre %42,1 oranında adayların kendilerini yeterli gördükleri söylenebilir. % 42,1 oranında ise adayların kendilerini yeterli görmedikleri söylenebilir. Yani grafikten anlaşıldığı üzere bir eşitlik söz konusudur ve bu yaklaşım öğretmen adaylarının bir kısmının yaklaşıma uyarlamada zorlandığı bir kısmının ise zorlanmadığı söylenebilir. %15,8 i ise bu yaklaşım için kararsız oldukları belirtilmiştir.



Şekil 26. En düşük ölçekli modüle yönelik zorlanma düzeylerine ilişkin frekans ve yüzde dağılımı

Orta Ölçekli Modül

Şekil 27’de orta ölçekli modül yaklaşımını uyarlamada fizik öğretmen adaylarının ortama puan düzeylerine göre frekans ve yüzde dağılımı sunulmuştur.

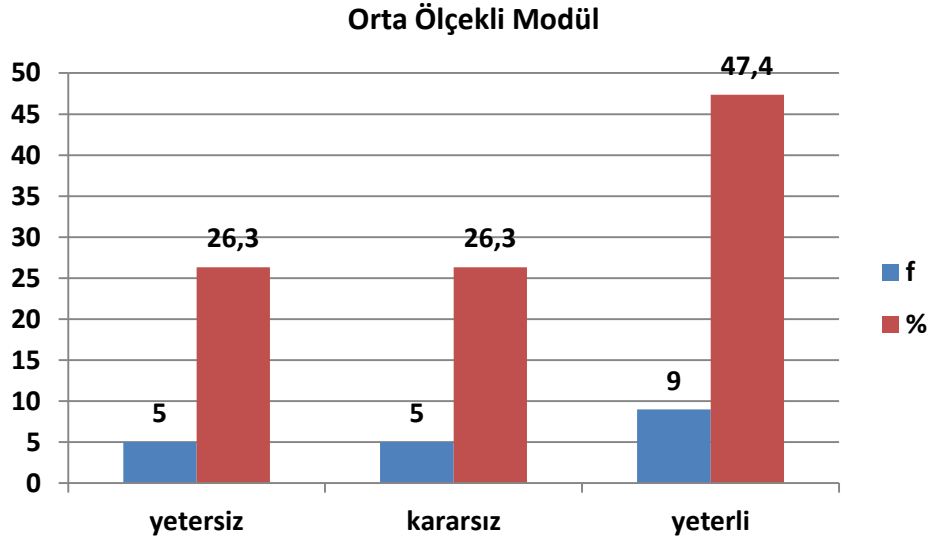


Şekil 27. En düşük ölçekli modüle yönelik ortama puan düzeylerine göre frekans ve yüzde dağılımı

Şekil 27’ye göre katılımcıların orta ölçekli modül yaklaşımındaki görüşlerinin homojen bir dağılım göstermediği, yığılmanın “5-Kısmen Katılıyorum” kategorisinde olduğu

söylenbilir. Fizik öğretmen adayları “1-Kesinlikle Katılmıyorum” ve “7-Kesinlikle Katılıyorum” kategorilerinde görüş belirtilmemiştir.

Şekil 28’de orta ölçekli modül modüle yönelik zorlanma düzeylerine ilişkin frekans ve yüzde dağılımı verilmiştir.

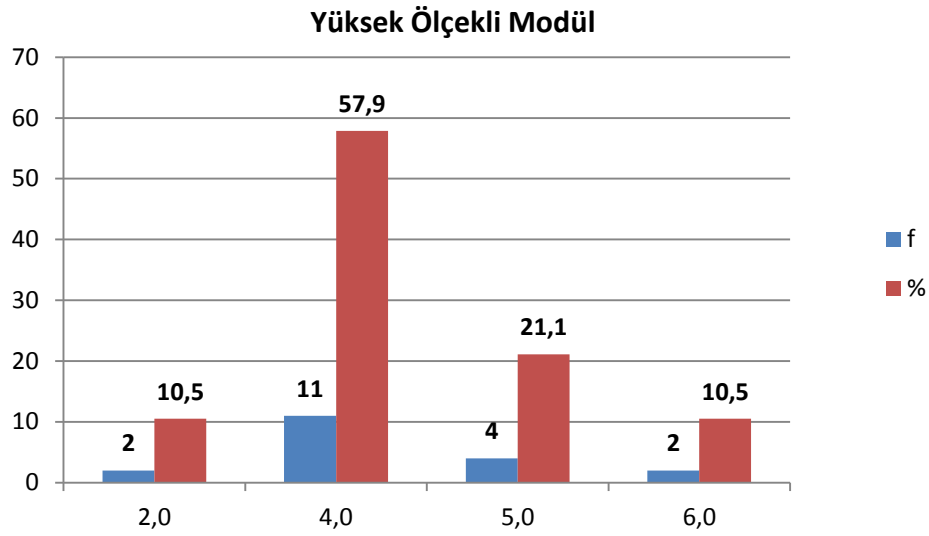


Şekil 28. Orta ölçekli modüle yönelik zorlanma düzeylerine ilişkin frekans ve yüzde dağılımı

Şekil 28 incelendiğinde orta ölçekli modül yaklaşımında fizik öğretmen adaylarının %47,4 oranında kendilerini yeterli gördükleri söylenebilir. %26,3 oranında kendilerini yeterli bulmadıkları görülmektedir ve yine %26,3 oranla yeterli görmeyen aday sayısı kadar kararsız olan adayların da olduğu söylenebilir.

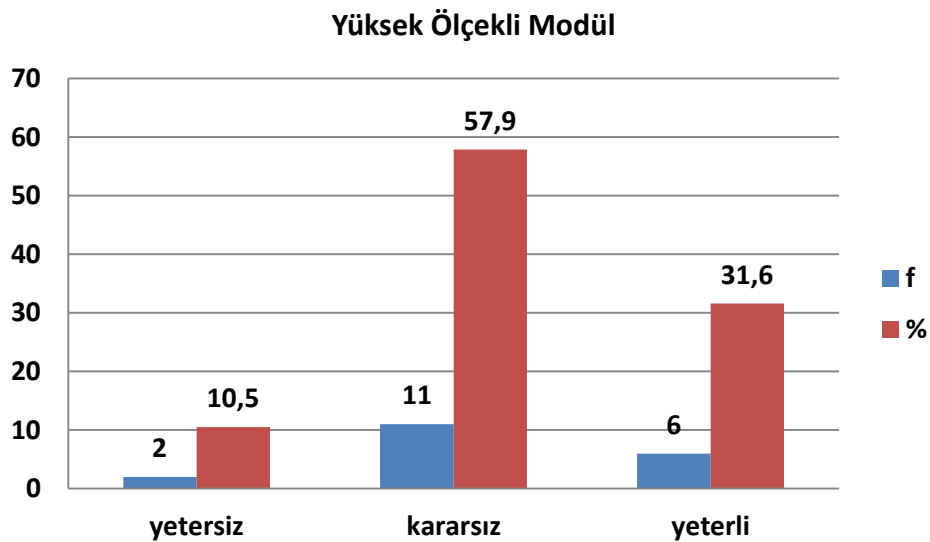
Yüksek Ölçekli Modül

Yüksek ölçekli modül yaklaşımını uyarlamada fizik öğretmen adaylarının ortama puan düzeylerine göre frekans ve yüzde dağılımına ilişkin görüşleri Şekil 29’da sunulmuştur. Katılımcıların %57,9’u “4-Kararsızım” kategorisinde görüş bildirirken, diğer kategorilere dağılım yaklaşık olarak eşit oranda olmuştur. Yığılmanın kararsız görüşünde olduğu söylenebilir. “1-Kesinlikle Katılmıyorum” ve “7-Kesinlikle Katılıyorum” kategorilerinde görüş belirtilmemiştir.



Şekil 29. Yüksek ölçekli modüle yönelik ortama puan düzeylerine göre frekans ve yüzde dağılımı

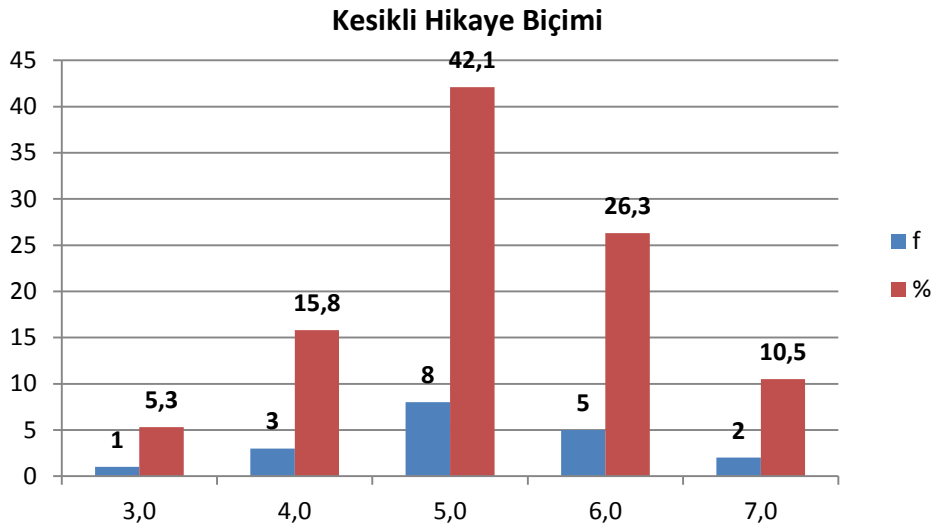
Şekil 30 incelendiğinde %57,9 oranında adayların çoğunluğunun kendilerini yeterli görme durumunda kararsız oldukları söylenebilir. %31,6 sınıf ise kendilerini bu yaklaşımda yeterli gördükleri söylenebilir. Geriye kalan %10,5'i ise bu yaklaşım için kendilerini yeterli görmemektedir.



Şekil 30. Orta ölçekli modüle yönelik zorlanma düzeylerine ilişkin frekans ve yüzde dağılımı

Kesikli Hikâye Biçimi

Kesikli hikâye biçimi yaklaşımını uyarlamada fizik öğretmen adaylarının kendini yeterli görme durumuna ilişkin görüşleri Şekil 31’de sunulmuştur. Katılımcıların %42,1’i gibi yarıya yakın oranda “5-Kısmen Katılıyorum” kategorisinde görüş bildirmişlerdir. “1-Kesinlikle Katılmıyorum”, “2-Katılmıyorum” kategorilerinde bir görüşe sahip olmadıkları belirlenmiştir. Yine %25,6 gibi katılımcıların beşte bir oranında “6-Katılıyorum” kategorisinde görüşe sahiptirler. Yığılma kısmen katılıyorum kategorisindedir.



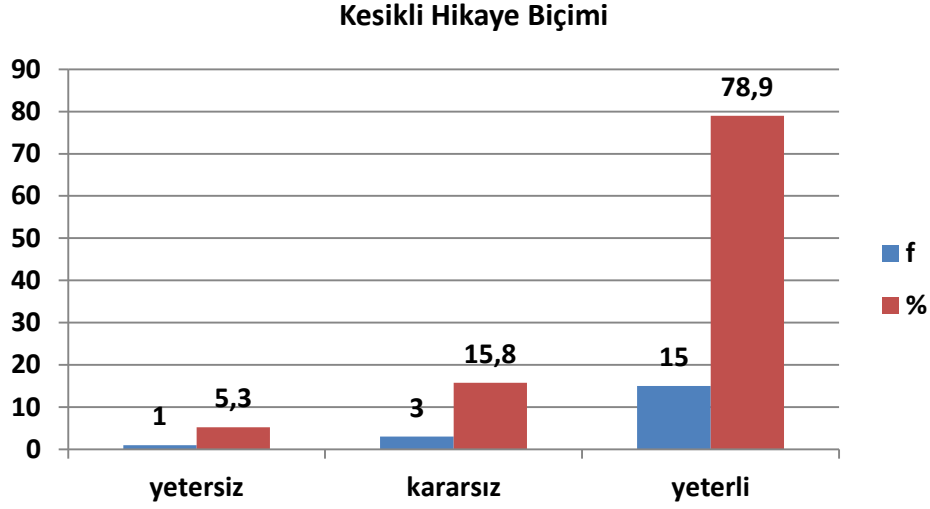
Şekil 31. Kesikli hikaye biçimine yönelik ortama puan düzeylerine göre frekans ve yüzde dağılımı

Şekil 32’ye göre fizik öğretmen adayları bu yaklaşım için kendilerini %78,9 oranında oldukça yeterli gördükleri söylenebilir. Adaylardan yalnız bir kişi kendini yeterli görmemiştir. 3 kişinin de kararsız olduğu görülmektedir. Kesikli hikâye biçimi yaklaşımı için adayların büyük bir çoğunluğu sarkaç tarihine uyarlama kendilerini yeterli gördükleri söylenebilir. Araştırmadaki katılımcılar neden kesikli hikâye biçimini seçtiklerini şu şekilde ifade etmişlerdir:

H: ...kesikli hikaye anlatımını seçtim. Soru sormaktı amacım ve az önceki söylediklerimin hepsini bana uyarlayabiliriz. Ondan sonra soru sormak istedim yani dikkat çekmek için soru sormak istedim o yüzden kesikli hikayeyi seçtim.

E: Kesiklide şunu öğrendim bilim tarihi dersinde kronolojik sıra bir hiç. Eee bir konu anlatılırken o konu şimdi fen alanına bakıyorum birçok konu var ya da fizik üzerinden anlatımı fizikte birçok konu var bunu biz okurken fark ediyoruz aslında işte mekanik alıyoruz, elektrik alıyoruz, istatistik fizik

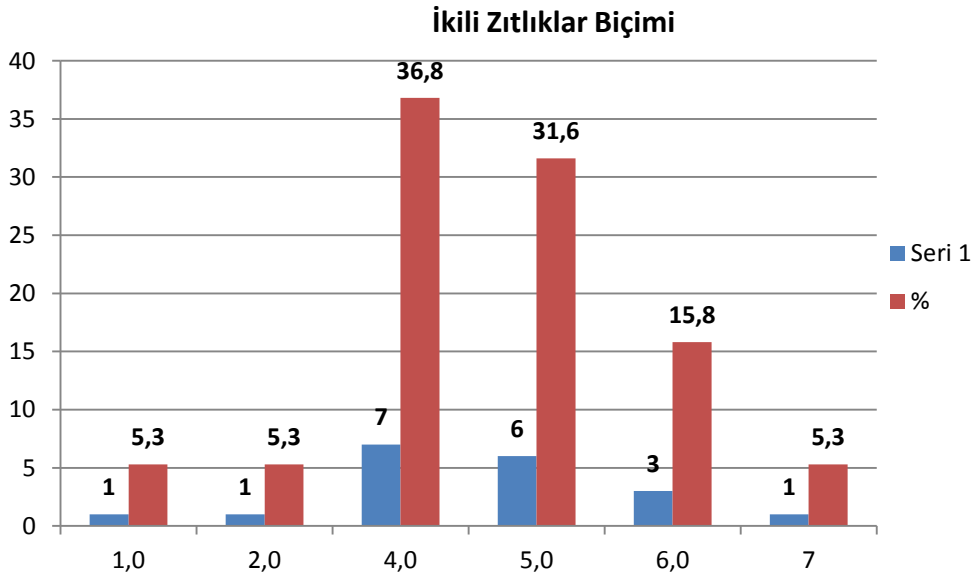
alıyoruz. Sonra bizde son sınıfa gelince hep bunları birleştir oluyor. Ama biz bunları nasıl birleştireceğimizi bilmiyoruz. Bütünsel olarak bakmıyoruz bence bu kalıcı öğrenmede büyük bir problem.



Şekil 32. Kesikli hikâye biçimine yönelik zorlanma düzeylerine ilişkin frekans ve yüzde dağılımı

İkili Zıtlıklar Biçimi

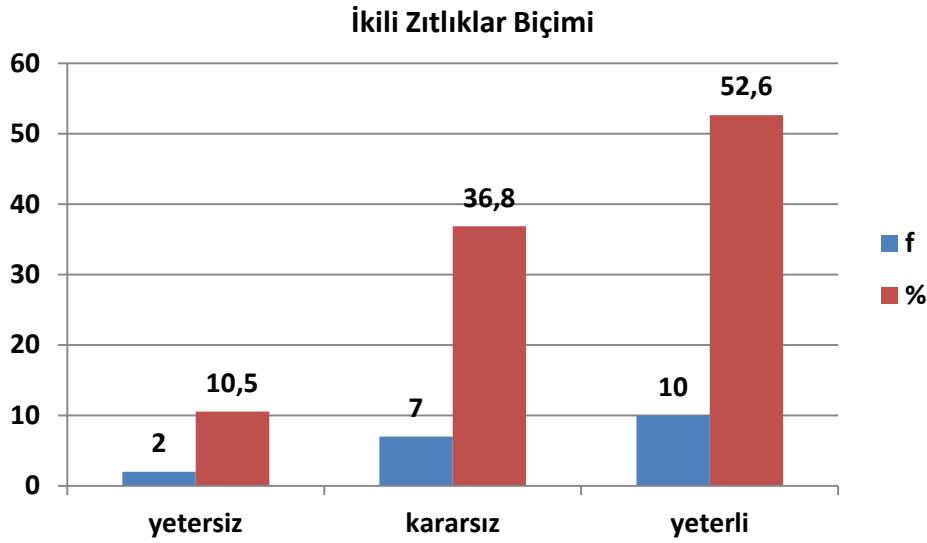
İkili zıtlıklar biçimi yaklaşımını uyarlamada fizik öğretmen adaylarının kendini yeterli görme durumuna ilişkin görüşleri Şekil 33’de sunulmuştur.



Şekil 33. İkili zıtlıklar biçimine yönelik ortama puan düzeylerine göre frekans ve yüzde dağılımı

Şekil 33'e göre katılımcıların %36,8'i başka bir ifadeyle yaklaşık katılımcıların üçte biri oranında "4-Kararsızım" kategorisinde, yine %31,6 yani katılımcıların üçte biri oranında "5-Kısmen Katılıyorum" kategorisinde görüşe sahiptir. Fizik öğretmen adayları ikili zıtlıklar biçimi diğer yaklaşımlardan farklı olarak "1-Kesinlikle Katılmıyorum", "2-Katılmıyorum" kategorilerinde görüş bildirmişlerdir.

Şekil 33'de ikili zıtlıklar biçimine yönelik zorlanma düzeylerine ilişkin frekans ve yüzde dağılımı verilmiştir.



Şekil 34. İkili zıtlıklar biçimine yönelik zorlanma düzeylerine ilişkin frekans ve yüzde dağılımı

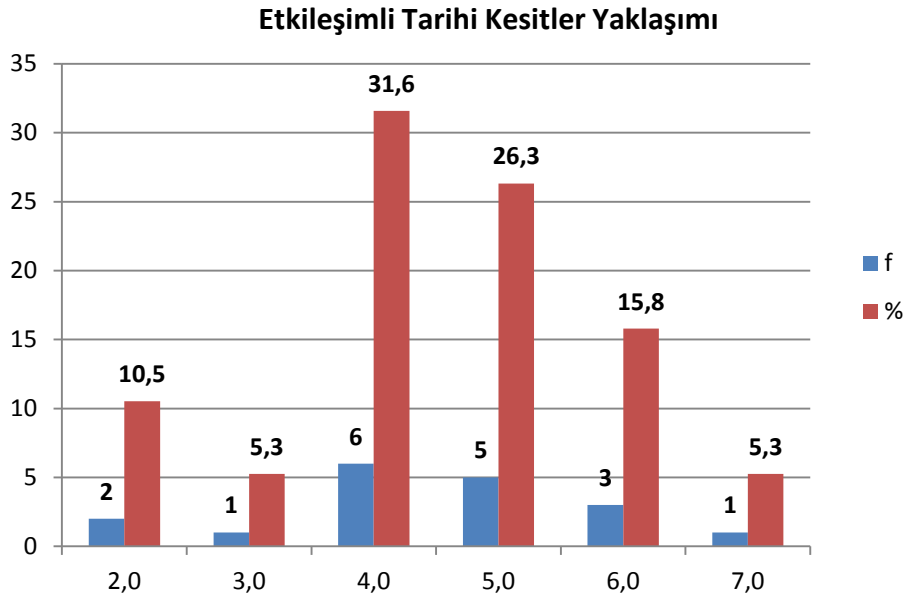
İkili zıtlıklar biçimine yönelik zorlanma düzeylerine ilişkin Şekil 34 incelendiğinde %52,7 oranında fizik öğretmen adaylarının kendilerini yeterli buldukları söylenebilir. %36,8 oranında adayların bu yaklaşım için kararsız kaldıkları da görülmektedir. 2 katılımcının ise bu yaklaşım için kendilerini yeterli bulmadıkları söylenebilir. İki zıtlıklar yaklaşımında fizik öğretmen adaylarının kendini yeterli görmedikleri ile ilgili aşağıdaki şekilde görüşlerini ifade etmişlerdir:

Y: İkili zıtlıklar biçimini anlamamıştım mesela hani onu okuduğum zaman aslında böyle çok anlamak istedim. Kullanabilirim gibisinden ama bir türlü kullanamadım onu. Belki de anlayamadım.

Ş: İkili zıtlıklar onu istiyordum zorlandım, zorlandım hiçbir şey çıkmadı. (gülümsedi)

Etkileşimli Tarihi Kesitler

Şekil 35’de etkileşimli tarihi kesitler yaklaşımını uyarlamada fizik öğretmen adaylarının kendini yeterli görme durumuna ilişkin görüşleri sunulmuştur.



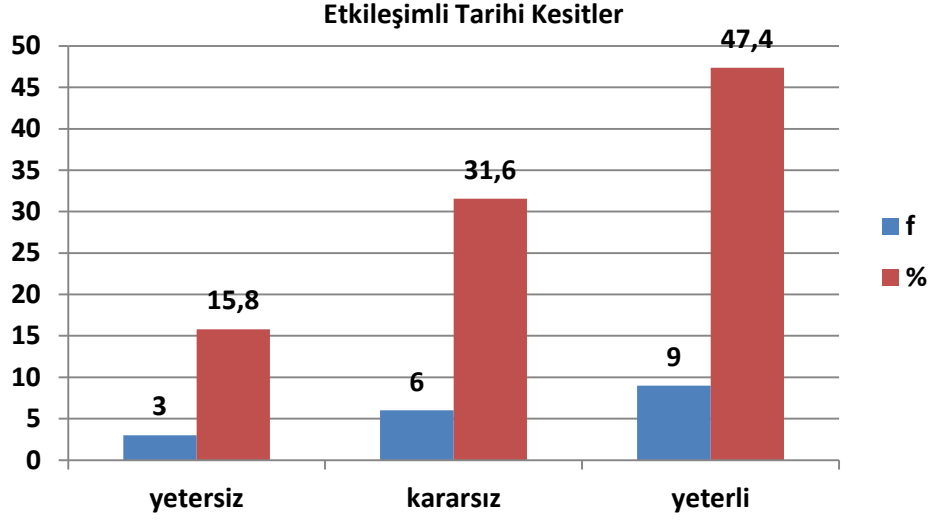
Şekil 35. Etkileşimli tarihi kesitler yaklaşımına yönelik ortama puan düzeylerine göre frekans ve yüzde dağılımı

Şekil 35’e göre katılımcıların %31,6 oranında başka bir ifadeyle yaklaşık katılımcıların üçte biri “4-Kararsızım” kategorisinde kendilerini bu yaklaşımı fizik derslerine uyarlama konusunda emin olamadıkları yönünde ; %26,3 oranında başka bir ifadeyle yaklaşık dörtte biri “5-Kısmen Katılıyorum” kategorisinde kendilerini kısmen yeterli olarak değerlendirmişlerdir.

Etkileşimli tarihi kesitlere yönelik zorlanma düzeylerine ilişkin frekans ve yüzde dağılımı Şekil 36’da verilmiştir. Etkileşimli tarihi kesitler yaklaşımı için Şekil 36 incelendiğinde % 47,4 oranında adayların yaklaşık yarısının kendilerini yeterli gördükleri söylenebilir. %31,6 oranında adayların bu yaklaşım için kararsız kaldıkları görülmektedir. %15,8 oranında 3 öğretmen adayının bu yaklaşım için kendilerini yeterli bulmadıkları söylenebilir. Kendini yeterli gören öğretmen adaylarından etkileşimli tarihi kesitler yaklaşımının kullanılmasına yönelik aşağıdaki şekilde görüşlerini ifade etmişlerdir:

S:...etkileşimli tarihi kesitler de ya bence bir öğretmenin en büyük amaçladığı şey öğrencinin hangi konuya adapte olması hangi konuya anlayabilmesi... ben benim dersimde uyuyan bir öğrenci istemezdim. Uyumaması için o derste etkileşimli yani bir şekilde ilgisini çekmem

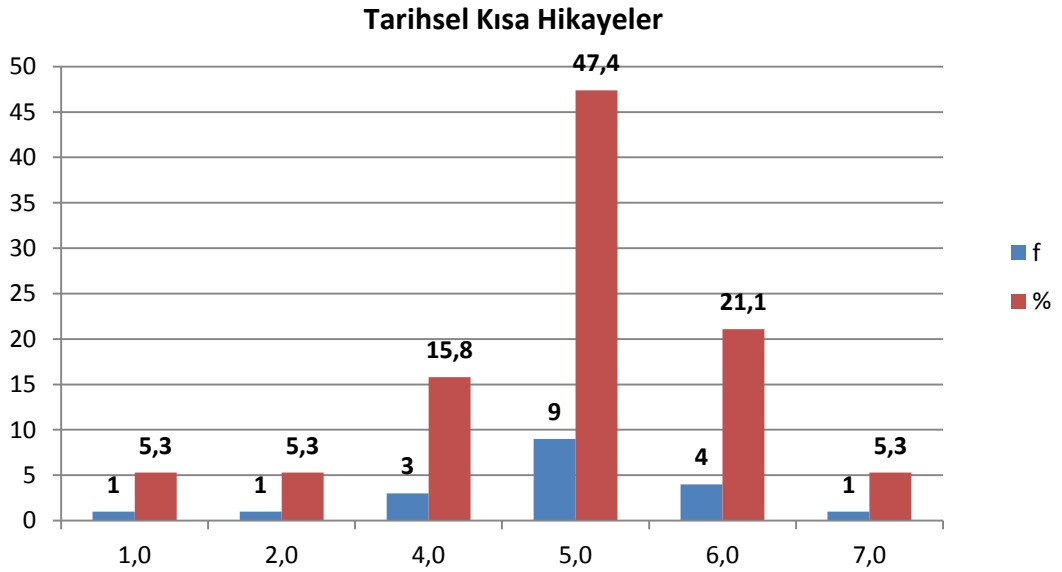
gerekiyor hani gelipte uyuma demek değil bu uyuma dersi dinle demek değil onu kesinlikle kendiliğinden ilgisini çekmek lazım. Fiziği sevmeyen bir insanın bile ilgisini çekebilecek şeyler vardır illa vardır. Onu uygulamaya çalışırdım.



Şekil 36. Etkileşimli tarihi kesitlere yönelik zorlanma düzeylerine ilişkin frekans ve yüzde dağılımı

Tarihsel Kısa Hikâyeler

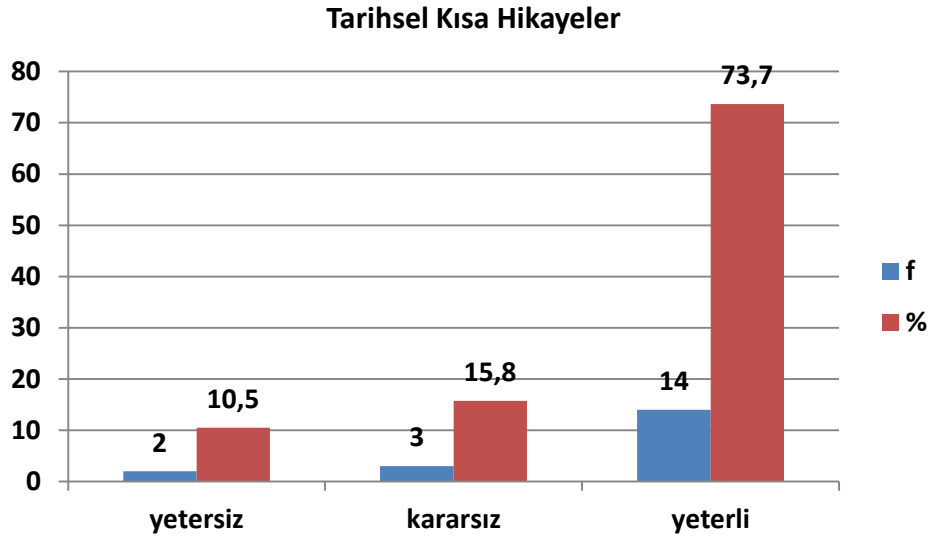
Şekil 37’de Tarihi kısa hikâyeler yaklaşımını uyarlamada fizik öğretmen adaylarının kendini yeterli görme durumuna ilişkin görüşleri sunulmuştur.



Şekil 37. Tarihsel kısa hikâyeler yaklaşımına yönelik ortama puan düzeylerine göre frekans ve yüzde dağılımı

Şekil 37’ e göre katılımcıların %47,4’ ü başka bir ifadeyle yaklaşık katılımcıların yarısı “5- Kısmen Katılıyorum” kategorisinde kısmen kendilerini yeterli görmektedir. %21,1 oranında “6-Katılıyorum” ve %5,3 oranında “7-Kesinlikle Katılıyorum” kategorisinde görüş bildirmişlerdir.

Etkileşimli tarihi kesitlere yönelik zorlanma düzeylerine ilişkin frekans ve yüzde dağılımı Şekil 38’ de verilmiştir.



Şekil 38. Etkileşimli tarihi kesitlere yönelik zorlanma düzeylerine ilişkin frekans ve yüzde dağılımı

Şekil 38’ e göre tarihsel kısa hikâyeler yaklaşımı için %73,7 oranında katılımcıların büyük çoğunluğunun kendilerini fizik eğitimindeki bir konuya uyarlama açısından yeterli gördükleri söylenebilir. %15,8 oranında 3 öğretmen adayının bu yaklaşım için kararsız kaldığı görülmektedir ve 2 öğretmen adayının ise kendini tarihsel kısa hikâyeler yaklaşımı için yeterli görmediklerini belirtmişlerdir.

Sarkaç Tarihini Fizik Öğretimine Uyarlarken Kullandıkları Yaklaşımlarda Zorlanma Durumlarına Yönelik Bulgular

Bu bölüm “Fizik öğretmen adayları sarkaç tarihini fizik konusuna uyarlarken kullandıkları yaklaşımlarda nerelerde zorlanmaktadır?” şeklindeki araştırmanın 4. alt problemine yöneliktir. Bu alt probleme cevap bulabilmek amacıyla “Fizik öğretiminde bilim tarihinden yararlanma yaklaşımlarında zorlanma durumunuz nedir?” ve “Her iki yaklaşım için de ayrı ayrı

değerlendirirseniz sarkaç tarihini fizik müfredatına uygularken zorlandığınız noktalar nelerdir? Açıklayınız.” sorularının analizi yapılmıştır. Alınan cevaplardan elde edilen bulgular Tablo 7’de sunulmuştur.

Tablo 7

Katılımcıların Kullandıkları Yaklaşımların Zorluk Dereceleri ve Gerekçeleri

Öğrenci	Kullanılan Yaklaşımlarda Zorlanma Durumu		Sarkaç Tarihini Fizik Öğretim Programına Uyarlarken Zorlandığınız Noktalar	
	1.strateji	2.strateji	1.Strateji	2.Strateji
1	4	3	Karar verme aşaması	Uygulama basamağı \ uyarlama
2	5	4	Zorlanmamış	Uygulama basamağı \ uyarlama
3	2	5	Sarkaç bilgisindeki eksiklik	
4	5	5	Karar verme basamağı	Zorlanmamış
5	3	5		Uygulama basamağı
6	4	5	Uygulama basamağı\Uyarlama	
7	2	2	Uygulama basamağı\kapsam	Uygulama basamağı\uyarlama
8	4	4	Uygulama basamağı\uyarlama	Uygulama basamağı\uyarlama
9	1	7	Uygulama basamağı	Uygulama basamağı\uyarlama
10	3	3	Uygulama basamağı\uyarlama	Uygulama basamağı\uyarlama
11	5	5		Uygulama basamağı\uyarlama
12	3	4	Uygulama basamağı\uyarlama	Uygulama basamağı\uyarlama
13	4	4	Zorlanmamış	Karar verme aşaması
14	3	3	Uygulama basamağı\uyarlama	Uygulama basamağı\uyarlama
15	7	7	Zorlanmamış	Zorlanmamış
16	3	7	Uygulama basamağı\uyarlama	Karar verme aşaması

1	4	4	Uygulama	Uygulama
7			basamağı\uyarlama	basamağı\uyarlama
1	3	3	Zorlanmamış	Uygulama
8				basamağı\uyarlama
1	7	4	Uygulama	Zorlanmamış
9			basamağı\uyarlama	

2.strateji için Tablo 7 incelendiğinde f=6 öğretmen adayının zorlandığını, f= 6 öğretmen adayının ise kararsız kaldığı söylenebilir. Fizik öğretmen adaylarından f=8 inin ise bu strateji için zorlanmadığı görülmektedir. Bu bulgular 2. stratejide öğretmen adaylarının zorlanmadıkları şeklinde yorumlanabilir. Öğretmen adaylarının zorlanma gerekçeleri aynı şekilde uygulama basamağında uyarlama kısmında yaşanmıştır. 2.stratejiyi seçtikleri konulara uyarlarken zorluk yaşadıkları söylenebilir. Katılımcıların bu zorluğa ilişkin görüşleri yarı yapılandırılmış görüşmelerden aşağıdaki şekilde yansıtılmıştır.

M: ... aslında zorlanmamın sebebi şuydu eee çok fazla detay verecek miyim entegre ederken hani dalgalar konusunda titreşim başlangıçta verilen bir şey ama benim anlatacağım sarkaç yani anlatacağım sarkacın detayını aşmasından korktum. Diğer konunun önüne geçmesinden korktum.
AY: evet başta zorlandım ama şu yönde yönetsel değil de uyarlayacağım ama uyarlarken de sadece şu şunu yapılır derste daha ayrıntılıdır. Anlatımda daha ayrıntılıdır. Ama ben derste nasıl adapte edeceğimi yani yazacak mıyım konuyu da şöyle şundan dolayı böyle olacak mı olmayacak mı onda kararsız kaldım birde konu seçiminde.

H: zorlandım (gülümsedi) şöyle zorlandım ilk önce konuyu anlamakta zorlandım. Yani yaklaşımları kullanacağımı biliyorum ama bu yaklaşımlara tam vakıf olmadığım için nasıl kullanabilirim şeklinde birde yaklaşımları kullanmadan önce... mesela sarkacın şeklini düşündüm Newton beşiğinde de hepsinin bir tane sarkaçtan oluştuğunu düşündüğüm için bunu yapmak istedim ama baktım ki ben bunu yapmıştım aslında sonra ama ben bunu sarkaçla bir bağlantı kurmadım arada sadece şekil olarak baktım o yüzden sonradan bu şekilde bağlantı kurulabileceğini anladığım için yani konuyu anlama aşamasında birazcık zorluk çektim.

AC: ... hani kafamda bir sürü konu bir sürü şey var ama ben adapte edemiyorum çünkü bakıyorum işte buda hikaye buda tarih bu şey hepsi birbirinin aynısı gibi geliyor, onda çok sıkıntı çektim... hangi yaklaşımı kullanırsam nasıl onu şey yapamadım çünkü tarih tabanlı koyup araya küçük bir şey koysam burada bu ne alaka denir. hikaye koysam konu dağınık toparlanamaz onu adapte edemedim.

Ş: ... nereye koyabilirim daldan dala atlamış olmak istemedim konuyu çünkü bazen ben bile yapıyorum bağlantısız olan konularda kendimiz bile bu üniversitede oldu hani biz niye bunu burada daha önceden anlatmadılar. Niye böyle oldu. Havada kalmasın istediğim için... nasıl alırım nasıl nereye koyarım bu konuda zorlandım. Tarih tabanlı yaklaşım ve aydınlatma yaklaşımını

birbirine benzettim ikisini gerçekten karıştırdım... ikili zıtlıklar onu istiyordum zorlandım hiçbir şey çıkmadı.

Sarkaç tarihini fizik konularına uyarlarken öğretmen adaylarının konuya karar verme aşamasında ve uyarlama aşamasında zorlandıkları söylenebilir. Adayların verdikleri cevaplardan yola çıkarak yaklaşımlar arasındaki ayrımı yapamamaları görülmektedir. Ayrıca sarkaça ilgili tarihsel bilgi eksikliği nedeniyle adapte etmekte zorluk çekmişlerdir. İlgi çekiciliği sağlama konusunda zorlanmışlardır.

Fizik Öğretmen Adaylarının Verilen Ödev Kapsamında Yapılan Değerlendirme Sonuçlarına Ait Bulgular

Bu bölüm “Fizik öğretmen adayları “sarkaç” tarihine dayalı olarak bilim tarihinden yararlanmaya ilişkin geliştirdikleri etkinliklerin niteliği nasıldır?” şeklindeki araştırmanın 5. alt problemine yöneliktir. Fizik öğretmen adaylarına sarkaç tarihi 2 farklı stratejiden her biri için en az birer yaklaşımı kullanarak fizik eğitiminde öğretim programı kapsamında istedikleri konulara uyarlamaları istenmiş ve yaptıkları etkinlikler bir rapor şeklinde teslim alınmıştır. Bu kapsamda öğretmen adaylarının oluşturdukları etkinlikler Tablo 8’de verilen kriterler doğrultusunda değerlendirilmiş ve her bir yaklaşım için 6 tam puan üzerinden değerlendirme yapılmıştır.

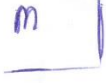
Tablo 8
Sarkaç Tarihine Dayalı Olarak Geliştirilen Etkinliklerin Niteliğine İlişkin Değerlendirme Tablosu

ÖĞRENCİ	KONU SEÇİMİ	DETAYLI ARAŞTIRMA	1.STRATEJİ İÇİN YAKLAŞIM	UYARLAMA	2.STRATEJİ İÇİN YAKLAŞIM	UYARLAMA	ÖLÇÜM
1	+	+	+	+	+	+	6
2	+	+	+	+	+	+	6
3	+	+	+	+	+	+	6
4	-	-	-	-	-	-	0
5	+	+	+	+	+	+	6
6	+	+	+	+	+	+	6
7	+	⊥	+	⊥	+	⊥	4,5
8	+	+	+	+	+	-	5
9	+	+	+	+	+	+	6
10	+	+	+	+	+	+	6
11	+	+	+	-	+	+	5

12	+	+	+	+	-	-	4
13	+	⊥	+	⊥	+	⊥	4,5
14	+	+	+	+	+	+	6
15	+	⊥	+	-	+	+	4,5
16	+	+	+	+	-	-	4
17	+	+	+	+	-	-	4
18	+	+	+	+	+	+	6
19	+	+	+	+	+	+	6

Katılımcıların ödevlerinin nasıl değerlendirildiğine örnek olarak Şekil 39’da Ö1 (yarı yapılandırılmış M kodlu görüşmeci) kodlu fizik öğretmen adayının ödevi verilmiştir. Bu katılımcı birinci basamaktan “dalga ve dalga hareketinin temel değişkenleri” konusunu seçtiğini açıkça belirttiği ve bu konu da fizik öğretim programında yer aldığı için 1 tam puan almıştır. İkinci basamaktan katılımcı hem sarkaç tarihi hem de fizik kitabındaki konu alt başlığına kadar ödevinde yer verdiği için 1 tam puan almıştır. Şekil 39’daki “1. yaklaşımdan aydınlatma yaklaşımı...” ibaresinden de açıkça görüldüğü üzere katılımcı 1. Strateji için uygun yaklaşımı seçtiğinden dolayı 1 tam puan almıştır. Katılımcı aydınlatma yaklaşımında seçtiği konunun tarihsel gelişimini vermiş, mevcut öğretim programı değiştirilmeden tarihsel bilgiyi konu içine ekleyerek tarih şeridi ve tarihsel çalışmaların örneklerini kullanmıştır. Katılımcı seçtiği aydınlatma yaklaşımını, yaklaşımın gerektirdiği şekilde uyarlamayı gerçekleştirdiği için dördüncü basamaktan 1 tam puan almıştır. Ö1 kodlu öğrenci Şekil 39’da “2. Strateji için ise kesikli hikâye biçimi yaklaşımını seçtim...” şeklindeki ifadesinden açıkça görüldüğü üzere 2.stratejideki yaklaşımı (Tablo 1) doğru verildiği için beşinci basamakta 1 tam puan almıştır. Altıncı basamakta katılımcının kesikli hikâye biçimini uyarlama durumuna bakılmıştır. Kesikli hikâye biçiminde merak uyandırabilecek bir noktada durulup soruların sorulması ile merakın artırılması ve ilginin çekilmesi gerekmektedir. Katılımcı bunu “Sizce titreşim hareketi ilk olarak nasıl fark edilmiştir ve bu hareketin anlaşılması için hangi süreçlerden geçilmiştir?” sorusunu dalga hareketini açıklarken konuyu kesip öğrencilere yöneltmeyi hedefleyerek yapmıştır. Sonuç olarak Ö1 kodlu katılımcı değerlendirmede toplam olarak 6 tam puan almıştır. Diğer değerlendirmeler de benzer şekilde yapılmıştır. İki katılımcının ödevi örnek olması açısından EK 3 ve EK 4’te

sunulmuştur.



Sarkaç tarihini fizik eğitime entegre etmek amaçlı ödev için 10. Sınıf fizik ders kitabı 3. Ünitede bulunan Dalgalar Ünitesini seçtim. Bu bağlamda öncelikle 1. Stratejiyi kullandım ve 1. Stratejide de aydınlatma yaklaşımını kullanmaya karar verdim. Bu konu için bu strateji ve bu yaklaşımı seçmemin sebebi; 10. Sınıf fizik ders kitabı içeriğinde '*Dalga ve Dalga Hareketinin Temel Değişkenleri*' ana başlığı altında alt başlık olarak '*Titreşim, Atma, Periyodik Dalga, Dalga Boyu, Periyot, Frekans, Hız ve Genlik Kavramları*' konusunun işlenmesidir. Dalgalar konusuna başlanırken öncelikle titreşim hareketinin anlaşılması gerektiğinin vurgulanması sarkaç hareketiyle bağ kurmamı sağladı. Kitabın 126. Sayfasında bu alt başlık altında konuya şu şekilde başlanmıştır:

3.1.1. Titreşim, Atma, Periyodik Dalga, Dalga Boyu, Periyot, Frekans, Hız ve Genlik Kavramları

Dalga hareketini anlayabilmemiz için öncelikle titreşim hareketinin ne olduğunu anlamalıyız. Örneğin; parktaki salıncakta bir çocuğun salınması, sarkaçlı bir saatin sarkacının hareketi (Resim 3.2) titreşim hareketidir.

1.Strateji için aydınlatma yaklaşımını kullanırken devam eden bu paragrafın sonuna şu şekilde ekleme yapmayı uygun gördüm.



Bir sarkacın titreşim hareketini anlamlandırmak tarih boyunca da çok önemli olmuştur. İnsanlar yüzyıllarca hem bilimsel hem de gündelik yaşam için güvenilir bir zaman ölçümü bulmayı, etkinliklerin, olayların süresini belirlemeyi dert edinmiş bu konuda Nicole Oresme, Leonardo da Vinci ve Galileo gibi birçok bilim insanı sarkaç hareketi üzerine çalışmalar yapmıştır. Ve nihayet Galileo sarkaç hareketini açıklayabilmiştir. Galileo, ölümünden 10 yıl önce 1632 de kaleme aldığı bir mektupta fizik alanında yaptıklarını anlatır. Orada şöyle demiştir: “Zaman ölçümünü, sarkacın muhteşem özelliğinden elde edeceğiz; sarkaç irili ufaklı tüm titreşimlerini eşit zamanla da yapar.”

⇒ Bu eklemeyi yaparken tarih şeridi ve tarihsel çalışmaların örneklerini kullandığımı düşünüyorum. Aynı zamanda açıklama yanına bir sarkaçlı saat fotoğrafı koyarak öğrencinin zihninde hareketi canlandırmayı amaçladım. Bu stratejiyi uygularken zorlandığım tek konu açıklamanın uzunluğunu ayarlayabilmek oldu.

2. strateji için ise kesikli hikaye biçimi yaklaşımını seçtim. Ve aynı konuda aynı paragrafı bu kez şu şekilde değiştirmeyi uygun gördüm:

3.1.1. Titreşim, Atma, Periyodik Dalga, Dalga Boyu, Periyot, Frekans, Hız ve Genlik Kavramları

Dalga hareketini anlayabilmemiz için öncelikle titreşim hareketinin ne olduğunu anlamalıyız. Örneğin; parktaki salıncakta bir çocuğun salınması, sarkaçlı bir saatin sarkacının hareketi (Resim 3.2) titreşim hareketidir. Bu örnekleri göz önüne alarak titreşim hareketini, bir cismin denge konumu etrafında ileri-geri ya da dönme hareketleri şeklinde yaptığı düzenli salınımlar olarak tanımlayabiliriz.

Sizce titreşim hareketi ilk olarak nasıl fark edilmiştir ve bu hareketin anlaşılması için hangi süreçlerden geçilmiştir?

Şekil 39. “Sarkaç” tarihine dayalı olarak geliştirilen etkinlik örneği

19 adayın değerlendirilmesi sonucunda 11 kişinin tam puan aldığı ve 1 kişiyi hiç puan alamaz iken 2 kişinin 100'lük sisteme göre 83 puan, diğer iki kişinin de 75 puan aldığı görülmüştür. Kalan 3 kişinin ise 67 puan almasıyla değerlendirme sonuçlanmıştır. 85-100 “çok nitelikli”, 70-84 “nitelikli”, 55-69 orta, 45-54 “geçersiz”, 0-44 “başarısız” olarak değerlendirilmiştir. Bu çerçevede verilere bakılarak sarkaç tarihinin fizik eğitimindeki konulara uyarlamada %57,89'unun oldukça nitelikli, %15,79'unun nitelikli, %15,79'unun orta, %5,26'sının da başarısız etkinlik oluşturduğu söylenebilir. Genel olarak değerlendirildiğinde fizik öğretmen adaylarının sarkaç tarihini fizik konularına uyarlamada uygun nitelikte etkinlik geliştirdiği ancak yine de uyarlamada bazı sorunların yaşandığı söylenebilir.

Bilim Tarihi Kaynaklarının Dersle İlişkilendirme Durumuna Göre Yapısına Yönelik Bulgular

Bu bölüm “*Fizik öğretmen adayları “sarkaç” tarihini fizik konularına uyarlarken sahip olduğu deneyimlere göre bilim tarihi kitaplarının dersle ilişkilendirme durumuna göre yapısı nasıldır?*” şeklindeki araştırmanın 6. alt problemine yöneliktir. Bu alt probleme verilen cevap sarkaç tarihini fizik konusuna uyarlarken katılımcıların sahip olduğu deneyimlerinden yararlanma amacına hizmet etmektedir. Bu çerçevede fizik öğretmen adaylarının “sarkaç” tarihini fizik konularına uyarlarken sahip olduğu deneyimlere göre bilim tarihi kaynaklarının dersle ilişkilendirme durumuna göre yapısı hakkında görüşleri alınmıştır. Bu doğrultuda “Bilim tarihi içeriği tarih, felsefe ve sosyoloji gibi alanlar ile de ilişkili olduğu için öğretmenlerden beklenenler herhangi bir öğretim materyalinin kullanılması için beklenenlerden daha fazladır. Bilim tarihi kaynaklarının birçoğu değişime uğramadan ders ile ilişkilendirilemeyecek kadar komplekstir.” ifadesi verilerek bu görüş hakkında ne düşündükleri sorulmuştur. Katılımcıların, verilen ödevleri teslim ettikten sonra görüşleri alındığı için, bilim tarihi kaynaklarının dersle ilişkilendirilme durumunda sahip olduğu yapıya yönelik görüşlerinin deneyimleri çerçevesinde değerlendirildiği söylenebilir. Bilim tarihi kaynaklarının dersle ilişkilendirme durumuna göre yapısına ilişkin görüşleri “kompleks”, “nötr”, “kompleks değil” şeklinde üç kategori altında toplanmıştır. Ayrıca katılımcıların soru kapsamında yaptıkları açıklamalar oluşan bu kategoriler altında “öneri” ve “gerçekçe” olmak üzere iki alt kategori oluşmuştur. Kategoriler ve öğretmen adaylarının

görüşlerinin daha anlaşılır olması adına veriler tablo haline getirilmiştir. Bilim tarihi kaynaklarının dersle ilişkilendirme durumuna göre yapısına ilişkin oluşturulan bu tablo Tablo 9’da sunulmuştur.

Tablo 9 incelendiğinde 12 öğretmen adayının (%63,15) bilim tarihi kaynaklarının yapı olarak kompleks olduğu görüşüne sahip olduğu görülmektedir. 4 adayın bu görüş hakkında nötr kaldığı, 2’sinin ise kompleks olmadığı yönünde görüşü benimsedikleri söylenebilir. Elde edilen bu bulgular çalışmaya katılan öğretmen adaylarının büyük çoğunluğunun bilim tarihi kaynaklarını dersle ilişkilendirilme durumuna göre yapısını kompleks olarak nitelendirdikleri şeklinde yorumlanabilir. Öğretmen adaylarının bilim tarihi kaynaklarının kompleks olduğuna yönelik görüşleri yarı yapılandırılmış görüşmelerden aşağıdaki şekilde yansıtılmıştır.

Ö1: hem katılıyorum hem katılmıyorum. Birçok materyal gereklidir ve komplekslidir. Ama tam donanımlı olduğunda uyarlamak daha mümkün ve dikkat çekici olur.

Ö2: görüşe şöyle katılıyorum. Bilim tarihinden bir konunun ya da materyalin anlatılması için önce öğretmenin onu iyi biliyor olması gerekir. Bu konuda öğretmenlerimiz çok yetersiz maalesef. Mesela sarkacı anlatırken Galileo’nun sarkacı diye göstermek işe yaramaz. Çünkü günlük hayatta öğrenciler bildiği ve sıkça kullandığı sarkaç modelinde daha kompleksli öğretmenin onu anlatabiliyor olması gerekir.

Kompleks olarak değerlendiren adayların bu görüşüne yönelik gerekçe olarak uygulamada ve geçmiş ile günümüz arasındaki bağlantıyı kurmada yaşadıkları zorluğu ileri sürmüşlerdir. Elde edilen bulgularda dikkat çeken iki nokta vardır. Biri katılımcılardan bazılarının (f=2) bilim tarihi kaynaklarını kompleks olarak nitelendirmelerine rağmen kaynaklarda bir değişimin yapılmamasını önermeleridir. Diğer dikkat çeken nokta ise benzer şekilde kompleks olarak nitelendirenlerin öğretmen adaylarının bazılarının da kaynaklarının değişimi yerine öğretmen adaylarının eğitim almalarını (f=2) veya bireylerin kendilerini geliştirmelerini önermiş olmalarıdır.

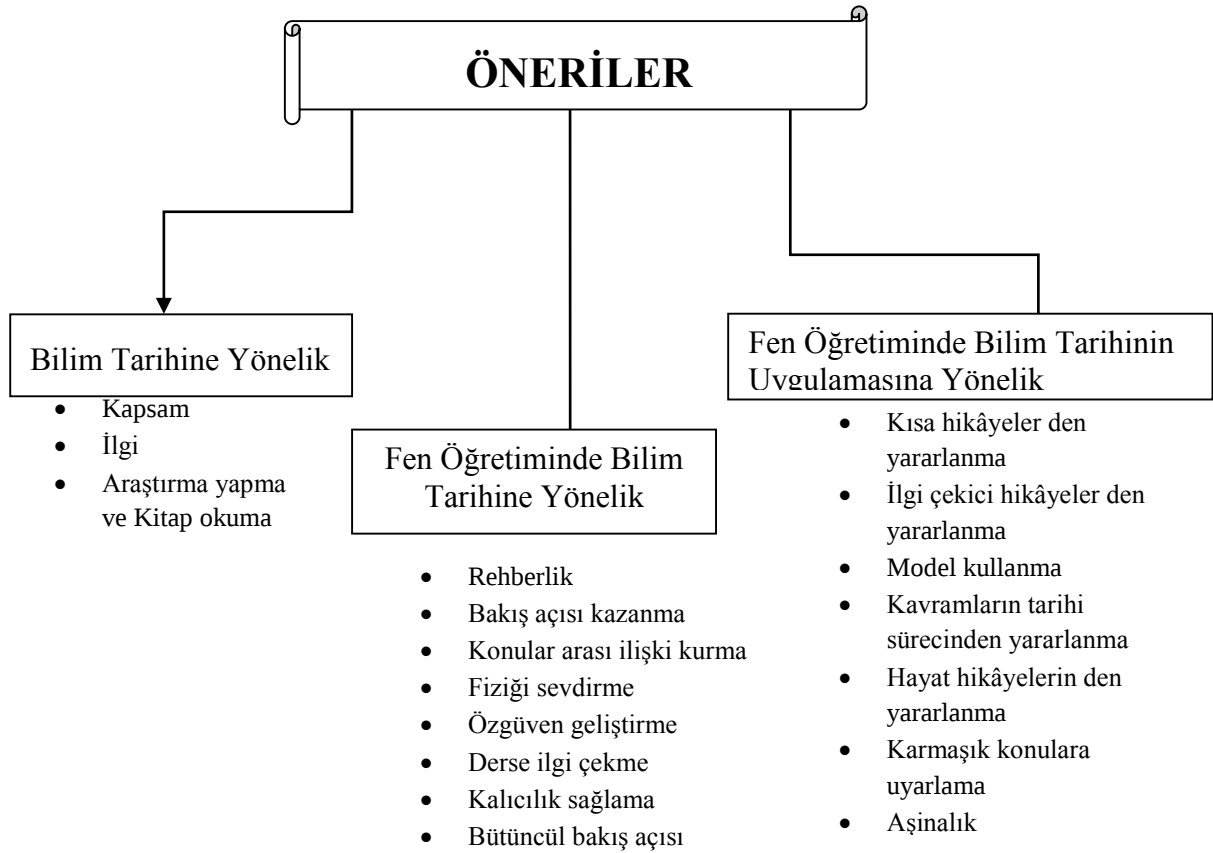
Tablo 9

Bilim Tarihi Kaynaklarının Dersle İlişkilendirme Durumuna Göre Yapısı

Öğrenci	Kompleks	Nötr	Kompleks değil	Görüş	SEÇİLEN 1.YAKLAŞIM	SEÇİLEN 2.YAKLAŞIM
1	X			Öneri: Herhangi bir değişime uğramadan verilmeli	Aydınlatma	Kesikli Hikâye Biçimi
2	X			Öneri: Sadece formüllerle ve materyaller olmamalı	-	-
3	X			Öneri: Mevcut kitaplardaki hali korunmalı	Aydınlatma	Hikâye biçimi
4				-	-	-
5	X			Öneri: Öğrenciye göre ilgi çekecek şekilde uyarlanmalı	Aydınlatma	Etkileşimli tarihi kesitler
6	X			Gerekçe:Tarih içeren örneklerle karşılaşmadığı için	Aydınlatma	Kesikli Hikâye Biçimi
7	X			Öneri: Uygulanabilmesi için öğretmen eğitilmeli	Tarih yaklaşım	Kesikli Hikâye Biçimi
8	X			Öneri:Daha fazla materyal kullanılmalı	Aydınlatma	Hikâye biçimi
9				-	Aydınlatma	Kesikli Hikâye Biçimi
10	X		X	Öneri: Materyal gerekliliği, öğretmen eğitilmeli	Aydınlatma	Kesikli Hikâye Biçimi
11	X			Gerekçe:Uygulama yaparken zorlandığı için	Aydınlatma	Hikâye biçimi
12	X			Öneri:Verilen bilgilere bağlı kalmaksızın birey kendini geliştirmeli	Tarih yaklaşım	-
13		X		-	Aydınlatma	Hikâye biçimi
14			X	Öneri: Galileo sarkacını öğrenirsek Newton yasalarını şekillendirebiliriz	Aydınlatma	Kesikli Hikâye Biçimi
15		X		-	Aydınlatma	Kesikli Hikâye Biçimi
16	X			Gerekçe: Geçmişteki olayları içerdiği için ilişkilendirmenin zorluğu	Aydınlatma	Kesikli Hikâye Biçimi
17		X		-	Aydınlatma	Kesikli Hikâye Biçimi
18		X		-	Aydınlatma	Hikâye biçimi
19	X			Öneri: Öğrencilerin anlaması için kaynaklar sadeleştirilmeli	Aydınlatma	Etkileşimli tarihi kesitler

Fizik Öğretmen Adaylarının Sarkaç Tarihini Fizik Öğretimine Uyarlarken Sahip Oldukları Deneyim Işığında Meslektaşlarına Yönelik Önerilerine Ait Bulgular

Bu bölümde “Fizik öğretmen adayları “sarkaç” tarihini fizik konularına uyarlarken sahip olduğu deneyimlere göre meslektaşlarına önerileri nelerdir?” şeklindeki araştırmanın 7. alt problemine yöneliktir. Bu alt problem sarkaç tarihini fizik konusuna uyarlarken katılımcıların sahip olduğu deneyimlerinden yararlanma amacına hizmet etmektedir. Sarkaç tarihini fizik öğretimine uyarlarken sahip oldukları deneyime dayanarak öğretmen adaylarının meslektaşlarına yönelik önerileri alınmıştır. Fizik öğretmen adaylarının bu deneyim sürecinden yola çıkarak fizik öğretiminde bilim tarihine ilişkin görüşleri “Öneriler” ana teması altında bir araya getirilmiştir. Bu ana tema altında toplanan görüşler, fen öğretimi ve bilim tarihi açısından düşüncelerini bildirdikleri görüşlerdir. Başka bir ifadeyle bu deneyim sürecinin fizik öğretmen adayları üzerindeki yansımaları öneriler ana teması ise üç alt temadan oluşmuştur. Bunlar “Bilim Tarihine Yönelik”, “Fen Öğretiminde Bilim Tarihine Yönelik”, “Fen Öğretiminde Bilim Tarihinin Uygulamasına Yönelik” alt temalarıdır (Şekil 40). Oluşan her alt tema kendi içerisinde farklı kodlardan oluşmuştur.



Şekil 40. Fizik öğretmen adaylarının deneyimleri doğrultusunda meslektaşlarına önerileri

Süreci deneyimleyen fizik öğretmen adaylarının düşüncelerinin bir bütün olarak görüldüğü Şekil 40 incelendiğinde fen öğretiminde bilim tarihine yönelik olarak bilim tarihinin fizik dersi ile ilişkilendirilerek verilmesi gerekliliğinin vurgulandığı söylenebilir. Katılımcılar, fizik öğretim programının dışına çıkmadan bilime bakış açısı kazandırmak için bütüncül bakış açısının geliştirilmesinin gerektiğini dile getirmişlerdir. Bilim tarihinden kesitler alınarak konu anlatımında az da olsa bilim tarihine yer verilebilmesi, disiplinler arasındaki etkileşimin kullanılabilir olması, öğrencilerin sıkılmasını önlemek için bilim tarihinden yararlanılabileceği öğretmen adaylarının önerileri arasındadır. Fizik öğretmen adayları bu konuyla ilgili görüşleri yarı yapılandırılmış görüşmelerden aşağıdaki şekilde yansıtılmıştır.

H: ...ufkumuzu genişletmeyi şöyle bunun bu konulara uygulanabileceğini tahmin etmezken bu konulara uygulanabileceğini gördüm. Yani bir konunun düşünüldüğü zaman bazı yaklaşımlar kullanılarak bir şeye dönüşebileceğini gördüm ve kendimizin ve öğrencilerimizin ufkunun genişlemesi gerektiğini düşünüyorum.

AY: ...yani onların sıkılmasını engellemek için bilim tarihini kullanabiliriz. Yani mesela hocamız derste Galileo'nun saatini getirdi oda bilim tarihiydi. Materyal kullanımını öneririm. Ya da onu şey mesela eskiden nasıl bir görüntü olduğunu fotoğraf makinesi oda kadardı yani şu anki haliyle karşılaştırabilirim...onlara da bunları yapmasını isterim...mesela en başta Galileo tıp okuyor nabızdan sarkaca geçiyor sarkaçtan biz dalgalara geçiyoruz Newton a geçiyoruz yani tıpi fiziğe uyarlıyoruz ...değişik anabilim dallarından kendi anabilim dalıma bir şeyler uyarlayabileceğimi fark ettim.

S: ...fizikte kitap inceleme diye bir ders almıştık o kitabı incelerken ben hiç görmediğim şeyleri görmeye başladım. Bir anda hani kaldırma kuvvetiyle ilgili Arşimet'le ilgili bir sürü şey varmış nasıl olmuş ne şekilde olmuş. Ama bende dahil hiçbir lise öğrencisi de dahil onların hiçbirini okumadan geçiyoruz. Eee bence esas nokta bu konulara hani ilgi ve gerçekten merak uyandırırız ki bende okuyunca artık daha hoşuma gidiyor çünkü hani biz derste görüyoruz ya biliyorum onlar gerçekten daha kalıcı oluyor çünkü hikaye daha şey oluyor eee net oluyor.

A: bilim tarihi olarak ya en azından genel kültür düzeyinde bir şeyler bilip de onlara ufuk açacak bir şeyler söyleyebilmelerini isterim...neyi anlatıyorum deyim optik aygıtlarını anlatıyorum şuan hatırladığım konu o konu geldi optiğe işte direk bu teleskoptur bu büyüteçtir bu bilmem ne diye girmeden önce optik aygıtlar deyince akla kim gelir galileoskop var Galileo gelir. İşte ne bileyim Roberturk var onların kısa kısa hikayelerini ne bileyim fotoğraflarını falan gösterir onları anlatırım.

E: Kesinlikle lap diye bir konuyu öğrencilerin önüne koymalarından ziyade en ufakta olsa tam çokta bir bilgi vermeyebilirler dersin süresi yetmeyebilir ama en azından işte Newton un bir anısından başlayabilirler. ya da Einstein ın bir özelliğinden bahsederek konuya girerlerse tamam hep ders süresinde belki bunun hepsini yapamazlar mümkün değil müfredatta o kadar süre yok ama belki öğrencilerde biraz olsun merak uyandırır hani öğrenci bir sonraki konuyu

okurken hani bunda da bunu düşünmüş olabilir mi kişiyi tanımadan ne yaptığını anlam vermekte birazcık zor bence o yüzden avantajlı olur.

Y: çok fizik dersine girdim, çok öğretmenler gördüm. Onların bende şimdi burada bu seviyeye gelirken bilim tarihine hiçbirinin değindiğini görmedim. Hani genelde anlatırken bile aslında kitapta var ama siz okursunuz geçip ama hiçbir zaman burada okunmaz. Anlatılması lazım diye düşünüyorum. Bilim tarihinin sonuçta hani ben bile hani o Galileo'nun o avizeden baktığını görünce vay be adam nasıl görmüş bunu niye düşündüm yani mesela ben belki de bizim etrafımızda da daha görülmeyen birçok şey var ama biz görmüyoruz.

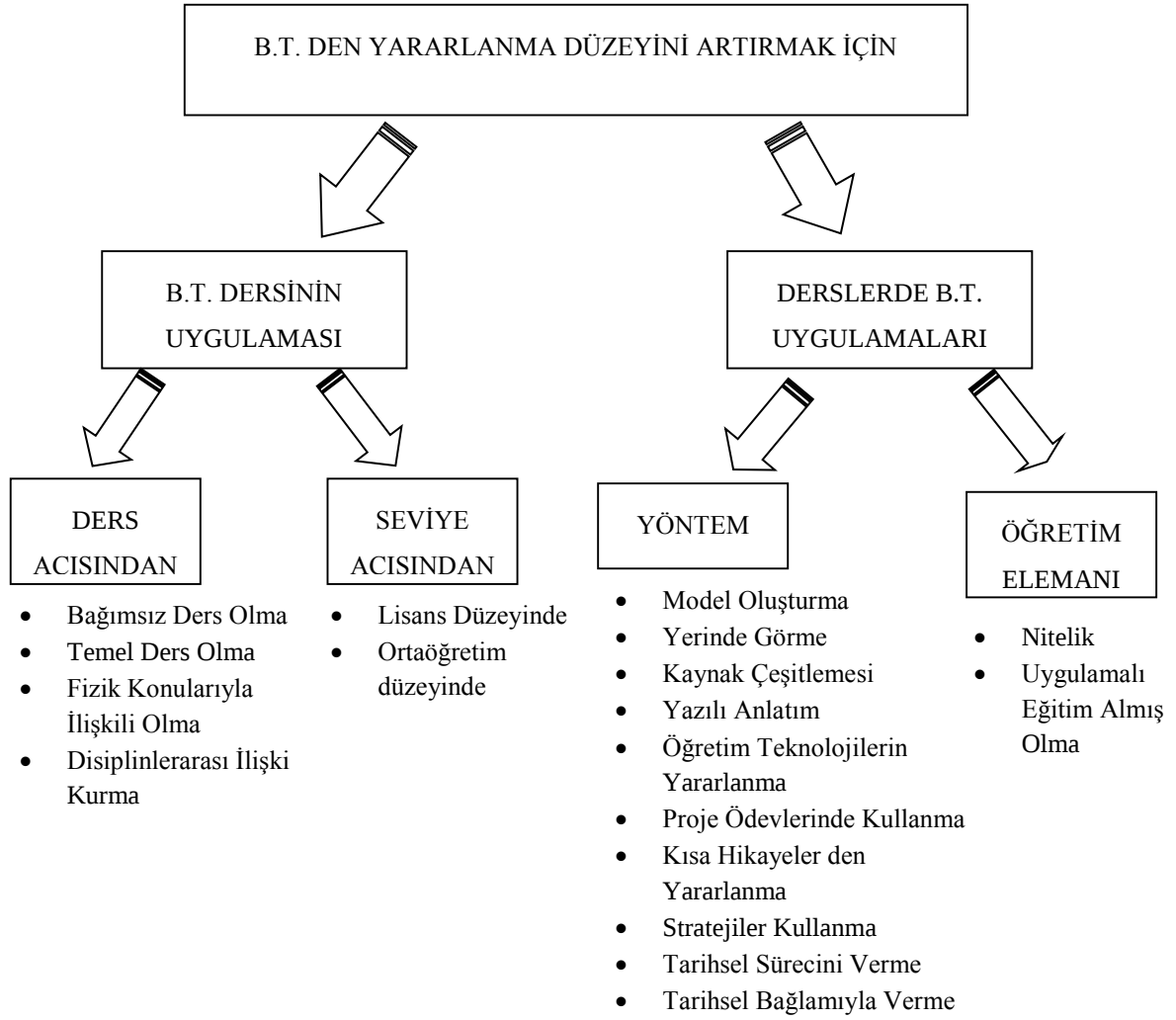
Ö5: Öğrencinin ilgisini çekip konuyu kavraması için deneylerle anlatılması daha öğretici olabilir. Eski bilim tarihindeki deneyler küçük deney düzenekleriyle anlatılabilir.

Ö9: öğrencilere bu konuyu anlatırken çalışma prensibini tarihini anlatarak konunun öğrencinin kafasında daha iyi yer edinebilmesi sağlanır. Bu yüzden bilim tarihi önemlidir ve derslerde anlatılması değinilmesi önemlidir.

Fizik öğretmen adaylarının meslektaşlarına fen öğretiminde bilim tarihine yönelik önerileri doğrultusunda bilim tarihinin öğretmen tarafından anlatılmasının gerekliliğini vurgulamışlardır. Ayrıca kitaplardaki mevcut bilginin bilim tarihi ışığında kalıcılığın sağlayabileceğini ve modeller kullanılarak derse duyulan ilgi ve merakın artırılabilirliğini ifade etmişlerdir.

Sarkaç Tarihini Fizik Öğretimine Uyarlarken Bilim Tarihinden Yararlanma Düzeyini Artırabilmek İçin Elde Edilen Bulgular.

Bu bölümde “*Fizik öğretmen adayları “sarkaç” tarihini fizik konularına uyarlarken sahip olduğu deneyimlere göre fizik öğretiminde bilim tarihinden yararlanma düzeyini artırabilmek için katılımcılara göre neler yapılabilir?*” şeklindeki araştırmanın 8. alt problemine yöneliktir. Bu alt probleme cevap aramak için katılımcılara “Fizik öğretiminde bilim tarihinden yararlanma düzeyini artırabilmek için size göre neler yapılabilir?” sorusu yöneltilmiştir. Fizik öğretimine bilim tarihi uyarlanırken yararlanma düzeyini artırabilmek için deneyim sürecinin fizik öğretmen adayları üzerindeki yansımaları “*Bilim Tarihinden Yararlanma Düzeyini Artırmak İçin*” ana teması altında bir araya gelmiştir. Bu ana tema da iki alt temadan oluşmuştur. Bunlar “*Bilim Tarihi Dersinin Uygulanması*”, “*Derslerde Bilim Tarihi Uygulamaları*” alt temalarıdır. Oluşan her alt tema kendi içerisinde farklı kategori ve kodlardan oluşmuştur (Şekil 41).



Şekil 41. Fizik öğretmen adaylarının görüşleri doğrultusunda bilim tarihinden yararlanma düzeyini artırma

Şekil 41’de görülen bütüncül şemaya göre fen eğitiminde bilim tarihinden yararlanma düzeyini artırmak için; tarihi yerlere uzman veya rehber eşliğinde gidilebilir, sarkaç örneği diğer derslere uygulanabilir, tarihi kesitler ilgi çekecek şekilde konuya uyarlanmalıdır. Fizik konularıyla bağlantılı şekilde bilim tarihi bütünlüklü verilmelidir. Lisans ve yüksek lisans derslerinde bilim tarihi dersinin temel ders olması bilim tarihinden yararlanma düzeyini artırıcı etki oluşturacaktır Tarihsel gelişim göz önüne alınarak öğrencilerden düzenekler oluşturulması istenebilir. Ayrıca bağımsız bir ders olması ve ortaöğretim düzeyinde okutulması gerekebilir. Bilim tarihinden yararlanırken daha fazla kısa hikâyelerden faydalanılabilir ve daha fazla kaynak kullanılabilir.

Bilim tarihine yönelik geliştirilen stratejiler kullanılabilir. Yararlanma düzeyini artırabilmek için bilim tarihi ile uğraşan insanlarla öğrenciler bir araya getirilebilir. Öğrencilerin daha fazla yararlanabilmesi için erken yaşlarda anlatılmaya başlanılabilir. Fizik konuları tarihsel süreç içinde verilerek bütüncül bakış açısı kazanabilir. Ek kaynaklar kullanılmalı ve konular tarihsel bağlam içerisinde verilmelidir. Öğrenciler üzerindeki etkiyi artırabilmek için tarihsel materyaller kullanılabilir. Fizik öğretmen adayları bu konuyla ilgili görüşleri yarı yapılandırılmış görüşmelerden aşağıdaki şekilde yansıtılmıştır

A: bence en önce yapılması gereken bilgili ve donanımlı öğretmek yetiştirmek olmalı ve nasıl kullanabilirler örnekler gösterilmeli. Kitapların içeriklerine bilim tarihinde ilk tasarlanan aletlerin ilk kurulan deney düzeneklerinin resimleri konulmalı ve öğretmen tarafından bunlar anlatılmalı. Lisede öğrencilere proje ödevi veriyorlar bu ödevler böyle konulardan seçilmeli çünkü her öğrenci aynı oranda derse ilgi göstermez ama ödevi yapmak zorundadır. Çünkü not kaygısı var. Bu ödevi yaparken öğrenciler bu alana ilgi duyabilir. Çünkü şuanda lisede bilim tarihi diye bir alandan hiç habersiz olan milyonlarca öğrenci var. O hikayelerle içlerinden birinin bir Cruie, Tesla, Edison, Planck, Maxwell yada Faraday gibi bir dahi çıkıp çıkmayacağını bilmiyoruz.

Ö5: tarihi kesitler daha ilg çekici anlatılmalı öğrenciye sorular sorarak sıkmadan konuya dahil etmeli. Videoları derse daha çok dahil edebiliriz. Bilim tarihinden kesitleri konuya ufak ufak dağıtarak öğrenciyi sıkmadan konuyu iyice kavraması sağlanmalı.

Fizik öğretmen adaylarının bilim tarihinden yararlanma düzeyini artırabilmek için neler yapılabileceğinden bahsedilmiştir. Şekil 41 incelendiğinde bilim tarihinden yararlanma düzeyinin artırılabilmesi için bilim tarihi dersinin uygulanması ve bilim tarihini derste uygulama şeklinde iki kısımda incelenmiştir. Bilim tarihi dersinin uygulaması ders ve seviye açısından ele alınmıştır. Ders açısından temel ve bağımsız bir ders olması fizik konularıyla disiplinler arası ilişki kurabilmesidir. Derslerde bilim tarihi uygulamaları da iki başlık altında toplanmıştır. Yöntem olarak uygulanması: derslerde kullanılacak model ve kaynakların yeterliliği, tarihsel bağlamı ve süreci derse uyarlayabilme ve öğrencilerin proje ödevlerinde kullanabilmesi yer alır. Öğretim elemanı olarak ise nitelikli ve iyi bir eğitim almış olması söylenebilir.

BÖLÜM IV

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmanın amacı; fizik öğretmen adaylarının görüşleri doğrultusunda sarkaç tarihini hangi konularda, hangi yaklaşım kullanarak uyarlanabildiğini ve gerekçelerini belirleyerek zorlanma durumlarını incelemektir. Ayrıca sarkaç tarihini fizik konusuna uyarlarken öğretmen adaylarının sahip olduğu deneyimlerinden yararlanmak amaçlanmıştır. Hedeflenen amaç doğrultusunda araştırmaya katılan öğretmen adaylarının sarkaç tarihini 9-12 fizik dersi öğretim programındaki kazanımlar kapsamında bir uygulama yaptırılmıştır. Nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışması yöntemi kullanılmıştır. Nitel araştırma paradigmasını benimseyen araştırmada genelleme yapılmamıştır. Elde edilen bulgular ışığında çalışmaya katılan öğretmen adaylarının sarkaç tarihini fizik öğretimindeki konulara verilen yaklaşımları kullanarak nasıl uyarladıkları ortaya koyulmuştur. Bu bölümde öncelikle oluşan sonuçlarla alan yazındaki çalışmalar karşılaştırılarak tartışılmış ve önerilerle ulaşılan sonuçlardan yola çıkarak diğer araştırma ve uygulamalara yönelik önerilerde bulunulmuştur.

Fizik Öğretimine Sarkaç Tarihi'nin Uyarlandığı Fizik Konularına İlişkin Sonuçlar

Yapılan araştırma sonucunda fizik öğretmen adaylarının sarkaç tarihini fizik öğretiminde en fazla (%31,6) basit harmonik hareket (BHH) konusuna uyarladığı görülmektedir. Öğretmen adaylarının bu konuyu tercih etme gerekçeleri;

- Basit harmonik hareket konusunun lisede zor bir ders olması,
- Sarkaç tarihiyle bağdaştırılarak basit harmonik hareket konusunun daha anlaşılabilir bir düzeye getirilebilir olması,

- Sarkaç hareketinin basit harmonik harekete uygulanmasının kolay ve mantıklı olması şeklinde ifade etmişlerdir.

En fazla tercih edilen konu olmasındaki rolü sarkaç hareketinin basit harmonik hareket ile bağdaştırılarak zor olan bir konuyu daha basit bir şekilde anlaşılabilir düzeyde sunulabilmesidir. Karaoglu (2012)'ye göre; bir salıncağın veya sarkacın salınımı, kalp atışlarımız, ses tellerimiz gibi doğada, günlük yaşantımızda ve teknolojiye en yaygın hareket türü titreşim veya salınım hareketidir (s.143). Titreşim hareketinin temel kavramlarını en açık şekilde görebileceğimiz hareket, oldukça basit bir düzenek olan basit sarkacın hareketidir. Basit sarkaç denge konumundan küçük bir θ açısı kadar uzaklaştırılıp serbest bırakılırsa düşey düzlemde periyodik salınımlar yapar. Denge konumundan eşit uzaklıktaki iki nokta arasında, değişken ivmeli periyodik harekete BHH olarak ifade edilir. Eşit zaman aralıkları ile kendini tekrarlayan herhangi bir hareket periyodiktir ve BHH aynı zamanda periyodik bir harekettir. Bu çerçevede sarkaç ve BHH arasındaki ilişkinin fizik öğretmen adayları tarafından dikkate alındığı için en çok tercih edilen konunun BHH olduğu söylenebilir.

Diğer tercih edilen konulardan biri de (%15,8) *düzgün dairesel harekettir (DDH)*. Öğretmen adaylarının bu konuyu tercih etme gerekçeleri;

- Akrep ve yelkovan hareketinin çembersel olması,
- İlk akla gelen konudan farklı olması,
- Deneysel olarak ispat edilebilmesi,
- Zaman kavramının sarkacı akla getirdiğini ve buradan yola çıkarak DDH ile sarkacın bağdaştırılabilir olması,

şeklinde sıralanabilir. Öğretmen adaylarının gerekçeleri incelendiğinde tercih edilme gerekçesinin sarkacın periyodik hareketinin zaman ölçümüyle bağdaştırılması ve ispatlanarak düzgün dairesel harekete uyarlanabilir olması şeklinde genel başlık altında toplanabilir. Düzgün dairesel hareket yapan bir parçacığın, yörünge düzlemindeki bir doğru üzerindeki izdüşümünün hareketinin basit harmonik hareket olması açısından değerlendirildiğinde sarkaç tarihini fizik öğretimine uyarlama durumunda genel eğilimin konu olarak BHH üzerine olduğu söylenebilir.

Katılımcının %15,8'i *enerji* konusunu seçmiştir. Tekbıyık (2011) enerji kavramının öğrenme alanları içerisinde önemli bir konuma sahip olduğunu vurgulayarak fen bilimlerinin

bütün dallarında (fizik, kimya, biyoloji) bu kavramından söz etmek mümkün olduğunu dile getirmiştir. Bu çerçevede bilim tarihinin uyarlanmasında enerji gibi oldukça önemli bir konunun seçimi araştırmada elde edilen önemli bulgulardan biridir. Bu konunun seçilme gerekçesini;

- Newton beşiğinin sarkaca benzemesi ve enerji konusunun sarkaç için uygun olması

şeklinde ifade etmişlerdir. Bilim tarihinin uyarlanma sürecinde öğretmen adayları tarafından enerji konusuna uygulanma gerekçesi olarak “çoklu sarkaç” olarak nitelendirilebilen Newton beşiğinin sarkaca benzerliği olarak dile getirilmesi beklenen bir durumdur. Teixeira, Oliveira ve Silva (2014)’ya göre Newton’un beşiği, aynı hızda askıya alınmış çelik bilye zincirinden oluşan bir cihazdır ve elastik çarpışmalarda momentum ve kinetik enerjinin korunumu ilkelerini göstermek için fizik öğretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır. Teixeira, Oliveira ve Silva (2014)’nın da vurguladığı üzere özellikle de momentum konusunda pek çok fizik kitabında Newton’un beşiğinin görseli ile birlikte en çok kullanılan ve aşına olunan bir araç olduğu söylenebilir. Cihazın görünürdeki basitliği kişilerin, fizikçilerin sezgisel anlayışları ile ilgili sahip oldukları görüşleri test etmelerine olanak sağlamaktadır. Teixeira, Oliveira ve Silva (2014)’nın da görüşleri doğrultusunda fizik öğretiminde yaygın olarak kullanılan Newton’un beşiği’ne aşına olmaları açısından değerlendirildiğinde, fizik öğretiminde bilim tarihinden yararlanma durumunda katılımcıların sarkaç tarihini iyi bildikleri konuya uyarlama eğiliminde oldukları söylenebilir.

Bir fizik öğretmen adayı da *dalgalar* konusunu ele almış ve gerekçe olarak;

- *Bağdaştırılmaz gibi görünen dalgalar* konusunu sarkaç hareketinin titreşim hareketinin temelini oluşturduğunu söyleyerek

ifade etmiştir. Bu uyarlamanın altında yatan benzerlik titreşim hareketi olabilir. Bir ortamda, herhangi bir değişim veya titreşimin yayılmasına dalga denir. Dalga enerjinin bir noktadan başka bir noktaya iletilmesine yol açan titreşimlerdir. Cisimlerin sabit bir eksene göre tekrarlanan hareketlerine titreşim hareketi denir. Bir ucu mengene ile masaya tutturulmuş bir cetvelin serbest ucunun bir yana çekip bırakıldığında oluşan hareket, bir arının kanatlarını çırpmasıyla kanatların yapmış olduğu hareket titreşim hareketine örnek olarak verilebilir. Titreşim hareketleri periyodik hareketlerdir. Periyodikliği sağlayan hareketin eşit zaman

aralıklarında kendini tekrar etmesidir. Bu kapsamda katılımcı, arının kanatlarındaki veya bir ucu sabit cetvelin hareketi gibi sarkacın hareketini, titreşim hareketinin bir örneği olarak ele alıp sarkaç tarihi ile dalgalar ünitesi arasında bir benzerlik kurmuş olabilir. Katılımcının dalgalar ünitesine uyarlaması bu çalışmanın oldukça önemli bulgularından biridir. Fizik öğretmen adayının kendisinin de belirttiği gibi sarkaç hareketi bağdaştırılamaz gibi görünen pek çok fizik konusu ile ilişkilendirilebilir. Bu ilişkinin kurulmasının altında yatan bağlam ise sarkaç tarihidir.

Bir diğer katılımcının ise *bilimin doğası* konusunu seçtiği görülmektedir. Gerekçe olarak;

- Bilim insanlarının fiziğin tarihsel gelişiminde önemli bir yerinin olması, Newton'un hareket yasalarıyla bağdaştırılabilir olması

gösterilmiştir. Tanyer (2016) sıklıkla karşılaştığımız gözlemlerimiz alışkanlık yarattığını, düşüncelerimizi ve kabullenmelerimizi şekillendirdiğini vurgulamaktadır. Bu kapsamda bir topu attığınızda bir süre farklı yönlerde hareket etse de en sonunda duracağını biliriz. Tüm sarkaç türleri veya salıncak en sonunda mutlaka duracaktır. Zıplayan top, sarkaç veya salıncığın durmasına neden olan sürtünme kuvvetidir. Bu durumda akla “Oturup boş durmak varken, niye salıncak?” sorusu gelebilir. Önemli ve güzel olan bu soru beraberinde “Hareketin kaynağı nedir? Bir cisim neden durduk yere hareket etsin ki?” gibi soruları getirecektir. Hareket, hareketin kaynağı, hareketin sönümlenmesi ise bilim tarihinde gökdelenlerden biri olarak nitelendirilen Newton'u çağrıştıracaktır. Bu çerçevede **bilimin doğası** konusunu seçen fizik öğretmen adayının sarkaç ve Newton'un hareket yasalarıyla arasında hareket ve hareketin sönümlenmesi bağlamında bir bağlantı kurmuş olabileceği düşünülebilir. Ayrıca sarkaç tarihinin bilimin doğası konusunda tercih edilmesi başka bir ifade ile tarihsel perspektifin kullanımını alan yazındaki eğilimle uyumaktadır. Alan yazında bilimin doğası öğretiminin bilim tarihinden örnekler içerdiği birçok çalışma görülmektedir (Irwin, 2000; Olson, Clough, Bruxvoort ve Vanderlinden, 2005, Kaya, 2007; Beşli, 2008). Alan yazında bu eğilimin olduğunun farkında olmayan katılımcıları da tespit edilmesi bu araştırmanın önemli sonuçlarından biridir. Bilim tarihinin kesitlerinin bilimin doğası kavramlarını içerdiğinin farkındalığı fizik öğretimine bilim tarihinin uyarlanması önemli katkılar sağlayacağını akla getirmektedir.

%10,5 oranında *sarkaç* konusu seçilmiştir. Sarkaç konusunun seçilmesinde yapısı ve tarihini içermesi gerekçe olarak gösterilmiştir. Çalışmada katılımcıların sarkaç tarihini doğrudan

sarkaç konusuna uyarlamaları beklenen bir sonuçtur. Ancak sarkaç konusunun uyarlanma oranı beklenen düzeyin altında olmuştur. Bu sonuç katılımcıların sarkaç tarihini farklı bir konuya uyarlama eğiliminde olduklarını göstermektedir.

Enerji ve momentum konusu %5,3 oranında seçilmiştir. Bu konunun seçilmesin;

- balistik sarkacın günümüzde kullanılması,
- enerjinin korunumunun gösterilmesi,
- kinetik enerjiyle momentum arasında ilişki olması,

şeklinde gerekçelendirilmiştir. Genellikle enerji ve momentumun korunumunda en sık verilen örneklerden biri balistik sarkaçtır. Özellikle soru çözümlerinde hemen hemen her kaynakta rastladığımız bir örnektir. Balistik sarkaç ile hem momentumun korunumu hem de enerjinin korunumundan kinetik enerji yardımıyla merminin hızı veya bloğun çıktığı yükseklik hesapları yapılmaktadır. Bu kapsamda değerlendirildiğinde sarkaç tarihinin fizik öğretimine uyarlanma sürecinde enerji ve momentum konusunun seçimi beklenen bir eğilimdir.

Fizik Öğretiminde Bilim Tarihinden Yararlanma Yaklaşımlarında Kendini Yeterli Durumuna İlişkin Sonuçlar

Öğretmen adaylarının fizik öğretiminde bilim tarihinden yararlanma yaklaşımları 7’li likert tipi bir soru ile belirlenmiştir. Adaylarının tercih ettikleri her bir yaklaşım için sonuçlar tek tek ele alınarak sunulmuştur. Genel olarak değerlendirildiğinde en düşük ölçekli modül, orta ölçekli modül, yüksek ölçekli modül yaklaşımlarında kendilerini yeterli görmezken, diğer yaklaşımların tümünde yeterli olduklarını belirtmişlerdir. Fizik öğretmen adayların modül yaklaşımlarına aşina olmadığı yaklaşımlar olmasından kaynaklı olarak özyeterliliklerinin düşük olduğundan yeterli düzeyde bir uygulama yapamayacaklarını ileri sürdükleri düşünülmektedir. Sonuç olarak genel anlamda katılımcıların fizik derslerinde bilim tarihi yaklaşımlarına uyarlama açısından kendilerini yeterli gördükleri söylenebilir. Fizik öğretmen adaylarının yaptıkları etkinlik şeklindeki uygulamanın kendilerini yeterli görme açısından olumlu etkiyle bulunduğu düşünülmektedir. Modül yaklaşımını kullanma açısından elde edilen sonuç alan yazınla uyumluluk göstermektedir. Bakanay (2015) fen alan öğretmenlerinin bilim tarihi kullanımında kendilerini yeterli hissetmedikleri yönünde bir sonuca ulaşmıştır. Yöntemlerin öğretmenlerin aşina olmadığı yenilikçi yöntemler olduğuna

dikkat çekerek, bireylerin aşına oldukları konularda özyeterlilikleri yüksek olduğundan daha etkin uygulamalar yapacağını ileri sürmüştür. Bu görüşler Lenz ve Shortidge (2002) tarafından desteklenen görüşlerdir.

Aydınlatma Yaklaşımı

Fizik öğretmen adaylarının bu yaklaşım için gerekçeleri;

- Bilim insanlarının tarihsel gelişimini içermesi,
- Müfredatın dışına çıkmadan ve öğrencileri sıkmadan anlatılması,
- Öğrencilerin ders içinde daha dikkatini çekebileceği düşüncesidir.

Fizik öğretmen adayları aydınlatma yaklaşımında kendilerini %68,4 oranında yeterli görmüşlerdir. Öğrenciyi dersten uzaklaştırmadan ve müfredatın dışına çıkmadan anlatılan konuya ait kısa tarihsel gelişim verilerek kolayca uyarlanabilen bir yaklaşım olarak görülmüştür.

Tarih Yaklaşımı

Fizik öğretmen adaylarının bu yaklaşım için gerekçeleri;

- Tarih yaklaşımının uyarlanabildiğinde etkili olacağı,
- Ders içinde dikkat çekici olacağı

Adayların gerekçeleri göz önüne alındığında tarih yaklaşımında kendilerini yeterli buldukları ve bu yaklaşımı uyarlamanın sınıftaki öğrencilerin dikkatini çekeceği sonucuna varılmıştır.

Modül Yaklaşımı

Fizik öğretmen adaylarının bu yaklaşım için gerekçeleri;

- Modül yaklaşımının bölümlerinin uyarlama kısmında nasıl yapılacağının anlaşılamaması,
- Yaklaşım kapsamlı olduğu için öğrencilere ağır gelmesi düşüncesi,

Adayların gerekçeleri göz önüne alındığında modül yaklaşımının uyarlama kısmının daha detaylı bir şekilde anlatılması sonucuna ulaşılmıştır.

Kesikli Hikâye Biçimi

Fizik öğretmen adaylarının bu yaklaşım için gerekçeleri;

- Sınıf içinde öğrencileri aktif hale getirebilir düşüncesi,
- Sınıf içinde derse olan ilginin yüksek tutulması,
- Öğrencide merak uyandırması
- Diğer yaklaşımlara göre daha uyarlanabilir olması,
- Soru sorarak öğrencilerin hazır bulunuşluk düzeyini görebilmek

Adayların gerekçelerinden yola çıkarak kesikli hikaye biçimi yaklaşımında kolay bir şekilde uyarlanması ve anlatım esnasında sorulan bir soruyla öğrencilerin dikkatini toplayarak bu yaklaşımı için kendilerini oldukça yeterli buldukları sonucuna varılmıştır.

İkili Zıtlıklar Biçimi

Fizik öğretmen adaylarının bu yaklaşım için gerekçeleri;

- Bilim insanlarının farklı düşüncelerini karşılaştırma yaparak aynı sonuca ulaşmaları öğrencilerin ilgisini çekeceği düşüncesi,
- Uyarlamak istedikleri fakat kolay uyarlanamayacağı düşüncesi,

İkili zıtlıklar yaklaşımında öğretmen adaylarının uyarlamak istediği fakat sarkaç tarihine uyarlanamadığı görülmüştür. Bu yaklaşımın daha kolay uyarlanabilmesi için verilen konuya detaylı bir şekilde araştırma yapılması sonucuna varılmıştır.

Etkileşimli Tarihi Kesitler

Fizik öğretmen adaylarının bu yaklaşım için gerekçeleri;

- Öğrencilerin ilgisini çekebilmek için konuyla alakalı tarihi kesitler verebilme,
- Etkileşimli tarihi kesitler yaklaşımının dönemsel uzun bir süreç içinde olması gerekliliğinden programı ayarlamanın zor olacağı düşüncesi

Öğretmen adaylarının gerekçeleri incelendiğinde öğrencilerin ilgisini çekmesi açısından katkı sağlayan bir yaklaşım olabileceği fakat geniş bir zaman dilimine yayılması gerekliliği sonucuna ulaşılmıştır.

Tarihsel Kısa Hikâyeler

Fizik öğretmen adaylarının bu yaklaşım için gerekçesi;

- Öğrencilerin derse adapte olabilmesi için tarihsel kısa hikâyeler yaklaşımını kullanarak konuya ait tarihsel hikâyeler verilmesi düşüncesi

Bu çalışmaya katılan öğretmen adaylarının çoğunluğu yaklaşımı kullanabilmiş ve kendilerini yaklaşımı sarkaç tarihine uyarlayabilme açısından yeterli gördükleri sonucuna varılmıştır.

Bilim Tarihini Fizik Öğretiminde Kullanma Yaklaşımlarını Tercih Etme

Durumlarına İlişkin Sonuçlar

Fizik öğretmen adaylarına aydınlatma yaklaşımı, tarih yaklaşımı, en düşük ölçekli modül, orta ölçekli modül yüksek ölçekli modül, kesikli hikaye biçimi, hikaye örgüsü, ikili zıtlıklar biçimi, etkileşimli tarihi kesitler, tarihsel kısa hikayeler olmak üzere toplam on yaklaşım verilerek ilk tercih edeceğiniz yaklaşımdan (1) en son tercih edeceğiniz yaklaşıma (10) doğru sıralamaları istenmiştir. Öğretmen adayları aydınlatma yaklaşımını sıralamada ilk sırada tercih etmişlerdir. Aydınlatma yaklaşımının en çok tercih edilme gerekçesi olarak kolay uyarlanabilir olmasından kaynaklandığı söylenebilir. Aynı zamanda aydınlatma yaklaşımının öğrenciler üzerindeki etkisinin daha yüksek olduğu ve bilgilerin daha kalıcı olabileceğini ifade edilmiştir. Son sırada tercih edilen yaklaşım ise yüksek ölçekli modül yaklaşımı olmuştur. Hem modül yaklaşımlarından yüksek ölçekli modül yaklaşımının fizik öğretimine uyarlanabilmesi için daha anlaşılır düzeyde bir anlatım gerektirmesini hem de yaklaşımın uzun bir süreç almasını fizik öğretmen adayları bu tercihlerinin gerekçe olarak sunmuşlardır.

Sarkaç Tarihini Fizik Öğretimine Uyarlarken Kullanılan Yaklaşımlarda Zorlanma

Durumlarına İlişkin Sonuçlar

Çalışmaya katılan 19 fizik öğretmen adayının görüşleri doğrultusunda sarkaç tarihi bazında fizik öğretiminde bilim tarihinden yararlanırken zorlandıkları noktalar incelenmiştir. Adayların modül yaklaşımı dışındaki diğer yaklaşımları konulara uyarlarken

zorlanmadıkları görülmüştür. Etkileşimli tarihi kesitler ve ikili zıtlıklar biçimi yaklaşımlarında ise kısmen zorlandıkları sonucuna varılmıştır.

Fizik öğretmen adaylarının yaşadıkları zorluklar;

- Hangi yaklaşımı hangi konuya uyarlayacağını belirleyememeleri,
- Sarkaç tarihi hakkındaki bilgi eksikliği,
- Kronolojik sıralamada zorluk çekme,
- Tarihsel hikâye bulup uygulama kısmında sıkıntı yaşama,

olarak tespit edilmiştir. Bu sonuç; çalışmaya katılan fizik öğretmen adaylarının bilim tarihini fizik öğretimine uyarlarken “kapsam”, “derinlik” ve “yaklaşımı uyarlama” açısından zorluk çektikleri şeklinde yorumlanabilir. Elde edilen bu sonuç başka bir ifadeyle yaşanan zorluklar açısından alan yazındaki bazı çalışmalarla farklılık göstermektedir. Bilimin epistemolojisini sınıf ortamına taşınmasına olanak tanıyan çok etkili bir yöntem olarak gören Bakanay (2015) derslerde bilim tarihi kullanımına yönelik algılarını araştırdığı biyoloji öğretmen adaylarının bilimin bağlamsal doğasına yönelik amaçları uygulamada zorluk yaşadıklarını tespit etmişlerdir. Başka bir ifadeyle “bağlam” açısından sıkıntı yaşanmıştır. Bu sonuca bağlı olarak bilim tarihinin fen derslerinde etkin bir şekilde kullanımı için öğretmenlerin bilimin doğasına yönelik bakış açılarının geliştirilmesine ihtiyaç olduğunu dile getirmiştir. Kapsam ve derinlik açısından öğretmen adaylarının yaşadıkları zorluk ise bazı alan yazın araştırma sonuçları ile uyumludur. Bakanay ve Güney (2018) biyoloji öğretmenleri olacak öğretmen adaylarının bilim tarihinin derslerde kullanımına yönelik algılarını incelemişler ve bazı dikkat çeken sonuçları vurgulamışlardır. Bu sonuçlardan biri katılımcıların bilim tarihine yönelik bilgilerindeki eksikliktir. Araştırmada dikkat çeken bir diğer sonuç ise; biyoloji öğretmenlerinin bilim tarihine yönelik bilgilerinin eksikliğinin yanı sıra alan bilgisi ile bilim tarihini nasıl bir araya getirebilecekleri konusunda endişe duyduklarını dile getirmeleri olmuştur. Katılımcıların çoğunun bilim tarihi konusunda destekleyici bir eğitime ihtiyaç duyduklarını belirtmiştir. Bakanay ve Güney (2018)’in dikkat çektikleri bu noktalar göz önüne alındığında; biyoloji öğretmen adaylarında bilim tarihini fen öğretimine uyarlarken belirledikleri zorluklar “kapsam” ve “yaklaşımı uyarlama” başlıkları altında özetlenebilir.

Sarkaç Tarihini Fizik Öğretimine Uyarlarken Bilim Tarihinden Yararlanma Düzeyini Artırabilmeye İlişkin Sonuçlar

Araştırmadaki elde edilen veriler ışığında katılımcılara göre bilim tarihinden yararlanma düzeyini artırabilmek için; sarkaç tarihini hem farklı derslere hem de tarihsel gelişim göz önüne alınarak model oluşturulup ilgi çekecek şekilde ilgili konuya uyarlanabileceği yönünde görüş bildirmişlerdir. Ayrıca ders içinde tarihsel materyal kullanımının sağlanması, daha fazla ve daha çeşitli kaynak kullanımı, öğretim elemanının konuya hakim olmasının da bilim tarihinden yararlanma düzeyini artırabilecek önlemler olabileceği vurgulanmıştır. Konuların tarihten alınan hikâyelerle anlatılması durumunda öğrencilerin derse daha çok ilgisinin artacağını ileri sürmüşlerdir. Bu sonuçlar alan yazındaki araştırma sonuçları ile uyumludur. Bakanay ve Güney (2018) biyoloji öğretmen adaylarının bilim tarihinin derslerde kullanımına yönelik algılarını inceledikleri araştırmaları sonucunda katılımcıların bilim tarihi dersinin kronolojik bir anlatımdan ziyade uygulamaya odaklı örnekler içermesi'ne ihtiyaç duyduklarını belirtmiştir. Araştırmacılar ayrıca bilim tarihi uygulamalarını içeren bir ders yapısına odaklanılmasına ihtiyaç duyulduğunu dile getirmişlerdir.

Fizik Öğretmen Adaylarının Verilen Ödev Kapsamında Yapılan Değerlendirmelerine İlişkin Sonuçlar

Fizik öğretmen adaylarının verilen ödev bazında değerlendirilmesi 3 aşamada incelenmiştir. Bunlar:

- Stratejileri belirleyebilme
- Stratejileri uygulayabilme
- Kapsam

şeklinde. Bu çerçevede verilere bakılarak sarkaç tarihinin fizik eğitimindeki konulara uyarlamada katılımcıların büyük çoğunluğunun (%57,89) oldukça nitelikli etkinlik oluşturdukları ancak genel olarak değerlendirildiğinde uygulamada bazı sıkıntılar yaşandığı söylenebilir. Stratejileri belirleme açısından 1. Stratejileri 2. Stratejilere oranla daha kolay belirleyebildikleri ve stratejileri uygulama aşamasında 1.stratejileri daha basit açıdan uygulayabildikleri sonucuna ulaşılmıştır. Kapsam açısından değerlendirildiğinde ise detaylı

araştırmaların yapıldığını fakat uygulama ve uyarlama kısmında bazı sorunlar yaşandığı sonucuna varılmıştır.

Öneriler

Bu çalışmada bulgulardan yola çıkarak daha sonraki yapılacak araştırmalara yol göstereceği düşünülen öneriler “Bilim Tarihi Dersine Yönelik Öneriler” ve “Fen Öğretiminde Bilim Tarihinden Yararlanmaya Yönelik Araştırmacılara Öneriler” olmak üzere iki ana başlık altında toplanmıştır.

Bilim Tarihi Dersine Yönelik Öneriler

- Araştırmanın sonuçlarından yola çıkarak daha etkili bir bilim tarihi dersi öğretimi için bilim tarihini fizik/fen öğretiminde bilim tarihinden yararlanma yaklaşımlarına yer verilmesi önerilebilir. Çalışma kapsamında katılımcılar üzerinde bilim tarihinden yararlanma yaklaşımlarını kullanmanın olumlu yönde etkisi olduğu gözlemlenmiştir. Yarı yapılandırılmış görüşmelerde katılımcıların “artık etrafa baktığımda hemen hemen her şeyi sarkaç tarihi kapsamında fizik açısından açıklayabilirim. Bu konuda hiç zorlanmam, kendime güveniyorum. Her yerde sarkaç hareketini görebiliyorum” şeklindeki ifadeleri bu gözlemi destekler niteliktedir. Bu çerçevede öğretmen adaylarının fizik konularına bilim tarihinin bir örüntüsüyle farklı bir bakış açısı kazandıracağı düşünülebilir. Bu bağlamda bilim tarihinden yararlanma yaklaşımları ile bütünleşik işlenen bilim tarihi derslerinin öğrencilerin bakış açılarında bir değişiklik yaratma durumunu inceleyen araştırmalar yapılabilir.
- Çalışmada bazı katılımcıların bilim tarihinden yararlanma yaklaşımlarını anlama ve konulara uyarlama açısından zorluk çektikleri sonucuna ulaşılmıştır. Bilim tarihi derslerinde bilim tarihinden yararlanma yaklaşımlarını kullanan veya kullanmaya karar veren öğretim elemanlarına/öğretmenlere araştırma bu sonuçlarından yola çıkarak yaklaşımların daha detaylı ve daha fazla sayıda örnek içerecek şekilde derslerini geniş zamana yayacak şekilde planlama yapması önerilebilir.
- Araştırmanın katılımcıları sarkaç tarihini okuyup anlayacakları kaynakların sayısının azlığını dile getirmişlerdir. Bu çerçevede bilim tarihi derslerinde kullanılmak üzere sarkaç tarihi, fizik tarihi gibi konu veya kavramların gelişimlerinin anlatıldığı

kaynakların ilgili alan uzmanları tarafından alan yazına sunulması önerilebilir. Uluslararası alan yazında kavram veya konuların anlatıldığı makale ve kitaplar mevcuttur. Bu kaynakların Türkçeye çevrilerek alan yazına kazandırılması sağlanabilir.

Fen Öğretiminde Bilim Tarihinden Yararlanmaya Yönelik Araştırmacılara Öneriler

- Araştırma sonuçları incelendiğinde genel olarak katılımcıların fizik öğretimindeki konuların bilim tarihi yaklaşımlarına uyarlanması açısından kendilerini yeterli gördükleri, fakat bilim tarihinden yararlanma yaklaşımlarından modül yaklaşımında kendilerini yeterli görmedikleri belirlenmiştir. Çalışmanın katılımcıların hiçbiri bu yaklaşımı kullanmamıştır. Araştırmanın bu sonucundan yola çıkılarak araştırmacılara sadece modül yaklaşımını ele alarak daha kapsamlı içerik hazırlayıp fizik/fen konularına uyarlamaya yönelik bir çalışma yapmaları önerilebilir. Katılımcıların kendilerini yeterli görme durumları incelenebilir. Ayrıca alan yazında özyeterliğin yüksek olması durumunda bireylerin kendilerini yeterli gördükleri vurgusu yapılmıştır. Özyeterlik düzeyleri ile bilim tarihini fizik/fen öğretiminde kullanma durumları arasındaki ilişki incelenebilir.
- Yapılan araştırmada öğretmen adaylarına yaklaşımlar sunulmuş ve sarkaç tarihini fizik öğretim programındaki herhangi bir konuya uyarlamaları istenilmiştir. Araştırmanın sonucunda sarkaç tarihini fizik öğretim programındaki farklı konulara uyarladıkları görülmüştür. Aynı şekilde fizik eğitimindeki kuvvet tarihi gibifarklı konu veya kavramlar kapsamında uygulama yapılabilir. Ayrıca bu uygulama matematik, biyoloji ve kimya gibi farklı branşlarda da gerçekleştirilebilir. Bilim tarihinden yararlanma yaklaşımlarından yararlanma düzeyleri incelenebilir. Böylece karşılaştırılmalı çalışmalar yapılabilir.
- Yapılan araştırmanın sonuçlarından yola çıkarak sarkaç tarihini fizik/fen konularına uyarlama süreci 5 hafta sürmüştür. Araştırmanın katılımcılarının konuya karar verme ve uyarlama aşamasında zorlandıkları tespit edilmiştir. Bu nedenle sunulan araştırmaya benzer bir araştırma planlayan araştırmacılara yaklaşımların uyarlanma

sürecinde ve tanıtımında daha geniş bir zaman dilimi ayıracak şekilde bir planlama yapmaları önerilebilir.

- Yapılan araştırma kapsamında yarı yapılandırılmış görüşmelerle öğrencilerin yaptıkları yorumlar dikkate alındığında öğrencilerin fizik dersine karşı önyargılarının olduğu görüşüne ulaşılmıştır. Bu önyargıları ise fizik dersinin zor olduğu görüşleridir. Bu ön yargıların ortadan kaldırılabilmesi açısından fizik eğitiminde bilim tarihine yer verilmesi önerilebilir. Araştırmacılara önyargıları giderme açısından bilim tarihinin ne kadar etkili olduğuna yönelik çalışma planlamaları önerilebilir.
- Araştırmanın sonuçlarında fizik dersinde çok çeşitli konulara sarkaç tarihinin uyarlanabildiği görüşmüştür. Bu sonuçlara göre sarkaç tarihinin fizik öğretiminde önemli bir araç olduğu söylenebilir. Bu kapsamda fizik öğretiminde sarkaç tarihinden yararlanılması önerilmektedir.
- Yapılan araştırma 19 fizik öğretmen adayı ile sınırlıdır. Çalışmaya katılan fizik öğretmen adaylarının görüşleri sonucunda sarkaç tarihi bazında fizik öğretiminde bilim tarihinden yararlanırken zorlandıkları noktalar incelenmiştir. Daha fazla katılımcı ile benzer çalışmalar yapılabilir ve yapılan bu çalışmalar araştırmanın genellenebilirliğine katkı sağlayabilir.

KAYNAKLAR

- Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000). The influence of history of science courses on students' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(10), 1057-1095.
- Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000). The influence of history of science courses on students' views of nature of science. *Journal of research in science teaching*, 37(10), 1057-1095.
- Aktaş, Ö. (2014). Üniversite öğrencilerinin görüşlerine göre çağdaş dünya tarihi konularının tarihsel önemi. *Sakarya University Journal of Education*, 4/1(Nisan/April2014), 7-23.
- Akturan, U. ve Esen, A. (2008). Fenomenoloji (s. 83-98), Nitel Araştırma Yöntemleri, (Editörler: Baş, T. ve Akturan, U.). Ankara: Seçkin.
- Akyol, T. (2003). *Bilim ve Yanılgı* (5. baskı). İstanbul:Doğan.
- Alpegemen, S. (2018), Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı. Ankara: Başak
- Bakanay, Ç. D. & Güney, B. G. (2018). Biyoloji öğretmen adaylarının derslerde bilim tarihi kullanımına yönelik algıları. *Bilim, Eğitim, Sanat ve Teknoloji Dergisi (BEST Dergi)*, 2(2), 109-115.
- Bakanay, Ç. D. (2015). *Fen derslerinde bilim tarihi kullanımının ortaöğretim fen alanları öğretmenlerinin eğitim oryantasyonları çerçevesinden incelenmesi*. Doktora tezi, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Baki, A. & Güven, B. (2009). Khayyam with cabri: experiences of pre-service mathematics teachers with Khayyam's solution of cubic equations in dynamic geometry environment. *Teaching Mathematics and Its Applications*, 28, 1-9.
- Baran, B. (2013). *Bilim tarihi ve felsefesi öğretim metodunun fen bilimlerine yönelik tutum ve motivasyon üzerine etkisi*, Yüksek lisans tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Tokat.
- Baş, T., & Akturan, U. (2013) *Nitel araştırma yöntemleri*. (pp. 181-193) Ankara: Seçkin.

- Başaran, V. (2015). Osmanlılar'da balistik ve modern fizik ilişkisi. *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi* 55(1), 69-89.
- Beşli, B. (2008). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının bilim tarihinden kesitler incelemelerinin bilimin doğası hakkındaki görüşlerine etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bolu.
- Bütünler, S. Ö. (2011). Örüntü ve İlişkiler: Eski Çin Matematiğinden Alınmış Birim Küp Modelleri. *İlköğretim Online*, 10(3), 1-8. [Online]: <http://ilkogretim-online.org.tr/> adresinden 08.11.2011 tarihinde alınmıştır.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö.A. Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. (2016). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Ankara: PegemA
- Christensen, L. B., Johnson, R. B., ve Turner, L. A. (2015). Araştırma yöntemleri desen ve analiz (A. Alpay, Çev.). Ankara: Anı.
- Corbin, J. M., & Strauss, A. C. (2007). *Basics of qualitative research: Techniques and procedures for developing grounded theory*. Thousand Oaks, CA: Sage Publication.
- Creswell, J. W. (2013). *Nitel araştırma yöntemleri: Beş yaklaşıma göre nitel araştırma ve araştırma deseni*. Ankara: Siyasal.
- Creswell, J.W. (2014). Araştırma deseni. S.B. Demir (Ed), Nitel Yöntemler (Y. Dede) içinde (s. 187). Ankara: Eğiten.
- Çetiner, A. Y. (2016). *Bilim tarihindeki ilk deneyleri içeren fizik etkinlikleri hakkında öğrenci görüşleri -Arşimet'in kralın tacı örneği-*.Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Çiğdem, C., Minoğlu, G. B. ve Karaca, Ö. (2018). Ortaokul Fen Bilimleri 6. Sınıf Ders Kitabı. Ankara: Sevgi
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2000). Intrinsic and extrinsic motivations: Classic definition sand new directions. *Contemporary Educational Psychology*, 25, 54-67.
- Demirbaş, M. (2013). Bilimin doğası ve öğretimi . Ankara: Pegem Akademi.
- Doğan, N., Çakıroğlu, J., Bilican, K. ve Çavuş, S. (2012). *Bilimin doğası ve öğretimi* (2. Baskı). Ankara: Pegem.
- Durmuş, S. (2016). Matematik bölümü öğrencilerinin motivasyon stillerinin tespiti. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(1), 1-11. <http://dergipark.org.tr/aibuefd/issue/1513/18361>

- Duru, Z. (2017). *Kerim erimin matematik çalışmalarının bilim tarihi açısından değerlendirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Ekiz, D. (2003). *Eğitimde araştırma yöntem ve metodlarına giriş. Nitel, nicel ve eleştirel kuram metodolojileri*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Erbudak, K. C. (2016). *Ortaokul öğrencilerinin bilim tarihi konularına ilişkin tarihsel önemlilik algıları*. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Erkuş, A. (2011). Davranış bilimler için bilimsel araştırma süreci. Ankara:Seçkin.
- Fried, N. M. (2001). Can mathematics education and history of mathematics coexist?. *Science and Education*, 10, 391-408.
- Galili, I., & Hazan, A. (2001). Experts' views on using history and philosophy of science in the practice of physics instruction. *Science & Education*, 10(4), 345- 367.
- Gallagher, J. J. (1991). Prospective and Praticing Secondary School Science Teachers' Knowledge and Beliefs About The Philosophy of Science. *Science Education*, 75(1), 121-133.
- Gömlersiz, M. N., & Serhatlıoğlu, B. (2013). öğretim adaylarının akademik motivasyon düzeylerine ilişkin görüşleri. *Fırat Üniversitesi Eğitim Fakültesi*, 17(3), 99-127.
- Güney, B. G. (2014). Bilim tarihine dayalı öğretim materyallerinin fizik dersi öğretimprogramına ve öğretime uygunluğunun değerlendirilmesi. Doktora Tezi, MarmaraÜniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Güney, G. B., & Şeker, H. (2012). Bilim kültürü İle empati kurulmasında bilim tarihinin kültürel araç olarak kullanımı. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 523-539.
- Hall, B.S. (1978)'The Scholastic Pendulum. *Annals of Science* 35, 441–462.
- Irwin, A. R. (2000). Historical case studies: Teaching the nature of science in context. *Science Education*, 84(1), 5-26.
- Irwin, A. R. (2000). Historical case studies: Teaching the nature of science in context. *Science Education*, 84(1), 5-26.
- İngeç, Ş. K. ve Tekfıdan, K. (2017). Fizik öğretmen adaylarına göre fizik eğitiminde ve kavram yanılgılarında bilim tarihinden nasıl yararlanılır?. Ö. Demirel & S. Dinçer (Ed.ler), *Eğitim bilimlerinde yenilik ve nitelik arayışı* içinde (s. 381-403). Ankara: Pegem Akademi.

- Kahraman, F. (2012). *Bilim tarihi temelli hikayelerin ilköğretim 7.sınıf öğrencilerinin "kuvvet ve hareket" ünitesi kavramlarını anlama düzeylerine etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Karakuş, F. (2009). Matematik Tarihinin Matematik Öğretiminde Kullanılması: Karekök Hesaplamada Babil Metodu. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitim Dergisi*, 3(1), 195-206.
- Karaoğlu, B. (2012). *Üniversiteler için fizik*. Ankara: Seçkin.
- Karasar, N. (2012). *Bilimsel araştırma yöntemi*. Ankara: Nobel.
- Karasar, N. (2015). *Bilimsel araştırma yöntemi*, 28. Basım, Ankara: Nobel.
- Katz, V. J. (1995). Napier's Logarithms Adapted for Today's Classroom, in F. Swetz, J. Fauvel, O. Bekken, B. Johansson & V. Katz (eds.), *Learn from the Masters*, The Mathematical Association of America, Washington, DC, pp. 49–56.
- Kaya, A. (2007). Fen eğitiminde bilim tarihi destekli öğretimin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilim doğasına ilişkin görüşlerine etkisinin değerlendirilmesi. Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Balıkesir.
- Kılıç, F. (2010). *Ortaöğretim ders kitaplarında atom teorilerinin sunumunun bilim tarihi ve felsefesi açısından incelenmesi ve öğretmen görüşleri*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Klopfer, L. & Cooley, W. (1963). Effectiveness of the history of science cases for high schools in the development of student understanding of science and scientists. *Journal of Research in Science Teaching*, 1, 35-47.
- Koştur, H. İ. (2017). FETEMM eğitiminde bilim tarihi uygulamaları: El-cezeri örneği. *Başkent University Journal of education*, 4(1), 61-73. <http://buje.baskent.edu.tr/index.php/buje/article/view/75/75>
- Kulandina, Y. (2013). *Young and frensel: A case-study investigating the progress of the wave theory in the begining of the nineteenth century in the light of its implications to the history and methodology of science*. Yüksek Lisans Tezi, A Thesis Submitted to the Graduate School of Social Sciences of Middle East Technical University, Ankara.
- Küçükali, R., Akbaş, H. (2016). Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi. *Bilimin evrene müdahalesi bağlamında bilim-evren ilişkisi*, 20(2), 677-686.

- Laçın-Şimşek, C. L. (2011). Science and technology teachers' situation of integrating history of science into their lessons. *International Online Journal of Educational Sciences*, 3(2), 707-742.
- Lenz, E. R., & Shortridge-Baggett, L. M. (2002). *Self-efficacy in nursing: research and measurement perspectives*: Springer Publishing Company.
- Lin, H. S., & Chen, C. C. (2002). Promoting preservice chemistry teachers' understanding about the nature of science through history. *Journal of research in science teaching*, 39(9), 773-792.
- Matthews, M. R. (1994). *Science Teaching: The Role of History and Philosophy of Science*. New York:Routledge.
- Matthews, M. R. (2014). Pendulum motion: A case study in how history and philosophy can contribute to science education. M.R. Matthews (Ed), *International handbook of research in history, philosophy and science teaching* (ss.19-52) içinde. New York: London.
- Matthews, M. R. (2017). *Fen öğretimi-bilim tarihinin ve felsefesinin katkısı* (M. Doğan, Çev.). İstanbul: Boğaziçi Üniversitesi.
- Merriam, S. B. (2015). *Nitel araştırma- desen ve uygulama için bir rehber*. (S. Turan, Çev.). Ankara: Nobel.
- Metin, D. (2009). *Yaz bilim kampında uygulanan yönlendirilmiş araştırma ve bilimin doğası etkinliklerinin ilköğretim 6. ve 7. sınıftaki çocukların bilimin doğası hakkındaki düşüncelerine etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bolu.
- Mısıır, M. E., & Laçın Şimşek, C. (2018). Fen bilimleri öğretmenlerinin bilim tarihinin öğretimsel değeri üzerine görüşleri. *Kocaeli Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 1(1), 1-12. <http://dx.doi.org/>
- Milli Eğitim Bakanlığı (2013). Ortaöğretim fizik dersi öğretim programı [http://ttkb.meb.gov.tr/www/guncellenen-ogretimprogramlari/icerik/151 sayfasından erişilmiştir](http://ttkb.meb.gov.tr/www/guncellenen-ogretimprogramlari/icerik/151_sayfasından_erilmişdir).
- Milli Eğitim Bakanlığı (2018). İlköğretim Fen Bilimleri Ders kitabı [http://www.eba.gov.tr/ekitap?channel=134 sayfasından erişilmiştir](http://www.eba.gov.tr/ekitap?channel=134_sayfasından_erilmişdir).

- Milli Eğitim Bakanlığı (2018). Orta öğretim fizik ders kitabı <http://www.eba.gov.tr/ekitap?icerik-id=6282> sayfasından erişilmiştir.
- Monk, M., & Osborne J. (1997). Placing the History and Philosophy of Science on the Curriculum: A Model for the Development of Pedagogy. *Science Education*, 81: 405–424.
- Olson, J., Clough, M., Bruxvoort, C., & Vanderlinden, D. (2005). Improving students' nature of science understanding through historical short stories in an introductory course, 8. International History, Philosophy and Science Teaching Conference. England: University of Leeds. https://www.academia.edu/13895431/Improving_students_Nature_of_Science_understanding_through_historical_short_stories_in_a_n_introductory_Geology_course sayfasından erişilmiştir.
- Özdemir, İ. (2017). *Bilimin doğası ve bilimsel tartışma ile birleştirilmiş bilimin doğası eğitiminin lise 10.sınıf öğrencilerinin bilimin doğası anlayışları tartışma becerileri ve kimya dersine karşı tutumları üzerine etkilerinin karşılaştırılması*. Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Özlem, D. (1996). Felsefe ve doğa bilimleri. İstanbul: İnkılap Kitapevi.
- Özsoy S. (2017). Antikçağ'daki Evren Anlayışı: Aristoteles'ten Kopernik'e Farklı Evren Modelleri. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 10(50), 420-427.
- Patton, M. Q. (2014). *Nitel araştırma ve değerlendirme yöntemleri*. (M. Bütün & S. B. Demir, Çev. Ed.). Ankara: Pegem Akademi.
- Porta, D.D., & Keating, M. (2015). Sosyal bilimlerde yaklaşımlar ve metodolojiler çoğulcu bir perspektif (S. Gürses, Çev.). İstanbul: Küre.
- Schwartz, R. S. & Lederman, N. G. (2002). It's the nature of the beast: The influence of knowledge and intentions on learning and teaching nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(3), 205-236.
- Seroglou, F. & Koumaras, P. (2001). The contribution of the history of physics in physics education: A review. In F. Bevilacqua, E. Giannetto, M. R. Matthews (Eds.), *Science, education and culture: The Contribution of history and philosophy of science*, (pp. 327-346). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Seroglou, F., Koumaras, P., & Tselfes, V. (1998). History of science and instructional design: The case of electromagnetism. *Science & Education*, 7(3), 261-280.

- Smith, J. A. R. (2010). *Historical short stories and the nature of science in a high school biology class*. Graduate Theses and Dissertations. Iowa State University, 11382. <https://lib.dr.iastate.edu/etd/11382>.
- Solomon, J., Duveen, J., & Scott, L. (1994). Pupils' images of scientific epistemology. *International Journal of Science Education*, 16(3), 361– 373.
- Stinner, A. (2007). LCP 2:Motion and pendulum. University of Manitoba <http://www.umanitoba.ca/outreach/crystal/physics%20resources/motion%20and%20the%20pendulum.pdf> sayfasından erişilmiştir.
- Teixeira, N.A., Oliveira, A.M. ve Silva, A.D. (2014). An information integration study on the intuitive physics of the Newton's cradle. *Psicológica*, 35, 479-502.
- Tekbıyık, A. (2011). Ortaöğretim 9. Sınıf enerji ünitesine yönelik kavramsal başarı testi geliştirilmesi. *Bayburt Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(I-II), 118-134.
- Topdemir, H. G.& Unat, Y. (2014). *Bilim Tarihi*. Ankara: Pegem Akademi.
- Topdemir, H.G. (1997). Galileo ve Modern Bilimin Doğuşu. *Felsefe Dünyası*, 24, 42-52.
- Topdemir, H.G. (2013). Doğa Felsefesinden Fiziğe: Galileo Aristoteles'e Karşı. *Bilim ve Teknik*, 72-75
- Topdemir, H.G. ve Yenilmez, S. (2009). Galileo'nun bilimsel çalışmaları üzerine değerlendirme. *Kutadgubilig Felsefe Bilim Araştırmaları*, 15, 195-208.
- Turan, H., Bayrak, D. ve Çelik, S.K. (2007). *Kopernik Devrimi Batı Düşüncesinin Gelişiminde Gezegen Astronomisi*. İmge Kitabevi:Ankara
- Tzanakis, C.,& Arcavi, A.(2000). Integrating history of mathematics in the classroom: an analytic survey, İçinde, (Ed: Favuel, J.,& Van Manen, J.), *History in Mathematics Education*, 201-240, Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Wandersee, J. (1985). Can the history of science help science educators anticipate students' misconceptions? *Journal of Research in Science Teaching*, 23(7), 581-597.
- Yaman, E., Akan, R., Doğan, M. ve Sarı, Ö. (2018). İlkokul Fen Bilimleri 4 Ders Kitabı. Ankara: MEB
- Westfall, R. (1994). *Modern Bilimin Oluşumu*. Ankara:TÜBİTAK.
- Yenilmez, K. (2011). Matematik öğretmen adaylarının matematik tarihi dersine ilişkin düşünceleri. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30(2), 79-90.
- Yıldırım, A. & Şimşek, H. (2011). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin.

Yıldırım, A. & Şimşek, H. (2013). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. (9. Baskı).
Ankara: Seçkin.

EKLER

EK 1. Görüşmeci Onay Formu

FİZİK ÖĞRETİMİNDE BİLİM TARİHİ: SARKAÇ

-Görüşmeci Onay Formu-

Değerli Katılımcı,

Bu çalışmanın amacı, fizik öğretmen adaylarının bilim tarihinden hangi konularda, hangi yaklaşımı kullanarak fizik öğretimine uyarladıkları ve gerekçelerini belirleyerek zorlanma durumlarını, seçilen “*sarkaç tarihi*” kapsamında, araştırmaktır.

Çalışmaya katılmadan önce veya çalışma sürecinde çalışmayla ilgili aklınıza gelen herhangi bir şeyi sormaktan çekinmeyiniz. Çalışma tamamlandıktan sonra sonuçları sizinle paylaşmak bizi mutlu edecektir. Bununla birlikte isminiz çalışma sonuçlarında yer almayacak ve çalışmanın paydaşları sizi bir “katılımcı” olarak bilecektir.

Görüşme sürecinde söylediklerinizin tümünde gizliliğin esas alınacağını bildirir çalışmaya yaptığınız katkılarınızdan dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Selda Atlı

Görüşmeci Bilgileri

Ad Soyad :

Yaş :

Bölüm/Sınıf :

Görüşme Bilgileri

Tarih :

Saat :

Yer :

Görüşme esnasında ses kaydı alınmasını onaylıyorum.

İmza:

Ek 2. Bilim Tarihi Öğretimi ve Sarkaç Hakkındaki Görüş Formu

BİLİM TARİHİ ÖĞRETİMİ VE SARKAÇ HAKKINDAKİ GÖRÜŞ FORMU

BİRİNCİ BÖLÜM

Bu bölüm sarkaç tarihini fizik öğretiminde hangi konuya adapte ettiğinizi belirlemeye yöneliktir.

1. Hangi fizik konusunu seçtiniz? Gerekçesiyle açıklayınız.

İKİNCİ BÖLÜM

Bu bölüm fizik öğretiminde bilim tarihinden yararlanma yaklaşımlarında kendilerini yeterli görme durumlarını belirlemeye yöneliktir.

2. Lütfen aşağıda verilen her bir durumu dikkatle okuyarak, size ne kadar uygun olduğunu, size uyan rakamın üstüne (X) işareti koyarak belirtiniz. Örneğin, verilen durum sizin stratejinize **hiç uymuyor** ise aynı satırdaki **1** rakamının üstüne (X) işareti koyunuz. Ama **mükemmel biçimde uyuyor** ise **7** rakamının üstüne (X) işareti koyunuz. Lütfen, **hiç boş madde bırakmayınız ve her durum için yalnızca tek rakam işaretleyiniz.**

Son derece olumsuz				Nötr		Son derece olumlu		
								
Kesinlikle Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kısmen Katılmıyorum	Ne katılıyor	Kısmen Katılıyorum	Katılıyorum	Kesinlikle Katılmıyorum	Katılmıyorum	Katılmıyorum
Katılmıyorum	Ne Katılmıyorum	Katılıyorum						

Fizik öğretiminde bilim tarihinden yararlanma yaklaşımlarından;

Aydınlatma yaklaşımı için kendimi yeterli görüyorum.	1	2	3	4	5	6	7
Tarih yaklaşımı için kendimi yeterli görüyorum.	1	2	3	4	5	6	7
En düşük ölçekli modül yaklaşımı için kendimi yeterli görüyorum.	1	2	3	4	5	6	7
Orta ölçekli modül yaklaşımı için kendimi yeterli görüyorum.	1	2	3	4	5	6	7

Yüksek ölçekli modül yaklaşımı için kendimi yeterli görüyorum.	1	2	3	4	5	6	7
Kesikli hikâye biçimi	1	2	3	4	5	6	7
Hikâye örgüsü	1	2	3	4	5	6	7
İkili zıtlıklar biçimi	1	2	3	4	5	6	7
Etkileşimli tarihi kesitler	1	2	3	4	5	6	7
Tarihsel kısa hikâyeler	1	2	3	4	5	6	7

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

Bu bölüm bilim tarihini fizik öğretiminde kullanma yaklaşımınızı belirlemeye yöneliktir.

3. Bilim tarihini fizik öğretiminde kullanmanız istenirse, ilk tercih edeceğiniz yaklaşımdan (1) en son tercih edeceğiniz yaklaşıma (8) doğru sıralayınız. Bu sıralamayı tercih etme gerekçenizi de yandaki sütuna yazınız.

Yaklaşım	Sıra no:1'den 10'a kadar	Gerekçe
Aydınlatma yaklaşımı için kendimi yeterli görüyorum.		
Tarih yaklaşımı için kendimi yeterli görüyorum.		
En düşük ölçekli modül yaklaşımı için kendimi yeterli görüyorum.		
Orta ölçekli modül yaklaşımı için kendimi yeterli görüyorum.		
Yüksek ölçekli modül yaklaşımı için kendimi yeterli görüyorum.		
Kesikli hikâye biçimi		
Hikâye örgüsü		
İkili zıtlıklar biçimi		
Etkileşimli tarihi kesitler		
Tarihsel kısa hikâyeler		

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

Bu bölümde sarkaç tarihini fizik konusuna adapte ederken kullandığınız yaklaşımlarda zorlanma durumunuzu belirlemeye yöneliktir.

4. Lütfen aşağıda verilen her bir durumu dikkatle okuyarak, size ne kadar uygun olduğunu, size uyan rakamın üstüne (X) işareti koyarak belirtiniz. Örneğin, verilen durum sizin stratejinize **hiç uymuyor** ise aynı satırdaki 1 rakamının üstüne (X) işareti koyunuz. Ama **mükemmel biçimde uyuyor** ise 7 rakamının üstüne (X) işareti koyunuz. Lütfen, **hiç boş madde bırakmayınız** ve her durum için **yalnızca tek rakam işaretleyiniz**.

Son derece olumsuz		Nötr				Son derece olumlu	
							
Kesinlikle Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kısmen Katılmıyorum	Ne katılıyor Ne Katılmıyor	Kısmen Katılıyorum	Katılıyorum	Kesinlikle Katılmıyorum	Katılmıyorum

<i>Fizik öğretiminde sarkaç tarihinden yararlanma yaklaşımlarından;</i>							
1. Yaklaşımda zorlanmadım	1	2	3	4	5	6	7
2. Yaklaşımda zorlanmadım	1	2	3	4	5	6	7

5. Her iki yaklaşım için de ayrı ayrı değerlendirirseniz sarkaç tarihini fizik müfredatına uygularken zorlandığınız noktalar nelerdir? Açıklayınız.

BEŞİNCİ BÖLÜM

Bu bölümde bilim tarihini sarkaç konusuna adapte ederken sahip olduğunuz deneyimlerinizden yararlanmak amaçlanmıştır.

6. *“Bilim tarihi içeriği tarih, felsefe ve sosyoloji gibi alanlar ile de ilişkili olduğu için öğretmenlerden beklenenler herhangi bir öğretim materyalinin kullanılması için beklenenlerden daha fazladır. Bilim tarihi kaynaklarının birçoğu değişime uğramadan ders ile ilişkilendirilemeyecek kadar komplekstir.” görüşü hakkında ne düşünüyorsunuz?*

7. Fizik öğretiminde bilim tarihinden yararlanma durumu için meslektaşlarınıza önerileriniz nelerdir?

8. Fizik öğretiminde bilim tarihinden yararlanma düzeyini artırabilmek için size göre neler yapılabilir?

EK 3. Ö10 kodlu katılıcının “sarkaç” tarihine dayalı olarak geliştirdiği etkinlik

Newton’un hareket yasalarına sarkaç tarihi uyarlanacaktır. Yerçekimi ivmesinin bulunması

1.STRATEJİ

Aydınlatma yaklaşımı

(Bu yaklaşım mevcut müfredat değiştirilmeden tarihsel bilgiyi müfredat içine eklenerek oluşturulmuştur.)

9.sınıf fizik ders kitabında 93.sayfa

- 16. yüzyılda yaşayan Galileo Galilei (1564-1642) ile birlikte bilimsel araştırmalar, deney ve gözleme dayalı olarak sistematik bir şekilde yapılmaya başlandı. Buna bağlı olarak bilgiye ulaşmada takip edilen bilimsel süreç basamakları oluşmaya başladı. Bu nedenle Galileo, modern bilimin kurucusu olarak kabul edilir.
- Galilei Galileo çok dindar bir insan değildi. Ama her pazar duasını etmek için katedrale giderdi. Yine bir pazar sabahı Paris’teki katedrale gitmişti. Hava kasvetli, yağmur yağmak üzereydi. Bulutlar o kadar kararmıştı ki adeta güneşi siyah bir boyayla kaplamıştı. Ayın devam ederken katedralin içinin aydınlanması için hizmetçiler balkondan, tavana asılı olan şamdanları çengelli çubuklar yardımıyla çekip mumları yerleştirdikten sonra bırakıyorlardı. Galileo onları dikkatle izliyordu. Bir şey dikkatini çekmişti Galileo’nun. Sanki her salınımı eşit sürelerde yapıyordu tavana asılı şamdanlar. Bir şekilde geçen süreleri ölçmek istiyordu ama nasıl? Galileo’nun ailesi onun tıp okumasını istedikleri için Galileo’ya küçük yaşlardan itibaren tıba yönlendirmeye çalışmışlardı. Bu yüzden insan nabzının neredeyse bir saat gibi işlediğini biliyordu (ani heyecanlar dışında). Nabzını tutarak her bir salınımın süresini ölçtü ve sezgilerinde yanılmadığını anladı. İşte basit sarkaç ilkesi bu şekilde ortaya çıktı. Daha sonra Galileo’nun geliştirdiği ilkeye göre basit sarkaçlar genliği ne olursa olsun (küçük salınımlar için, yani yaklaşık 0-10 derece arasındaki salınımlar) sarkacın bir tam salınım yapması için geçen süre (periyot) sabittir ve sarkaç uzunluğunun kare kökü ile doğru, sarkacın bulunduğu yerdeki kütle) kareköküyle ters orantılıdır.

2. Strateji

Galileo, 1588 de Pisa Üniversitesinde matematik okutmanı olarak atandıktan sonra kısa zamanda “üstün insan Arşimed in” matematik ve mekanik bilimine merak sardı. Galileo’nun Pisa daki eseri Hareket üstüne dir. Bu kitapta serbest düşme, eğik düzlemde hareket, dairesel hareket, vb. konular ele alınmıştır. Bu konuları ele alırken fiziksel koşulları geometri üzerinden tasvir eder ve fizikte çeşitli sonuçlara varmak için matematiği kullanılır.

Galileo Huygens ile yaptığı çalışmalarında oynadığı rolü Newton çalışmalarında da oynamıştır. Newton yerçekimi sabiti g yi belirlemek, zaman ölçümünü ilerletmek, mekanik felsefecilerin varsayımlarını çürütmek, kütlenin ağırlıkla orantılı olduğunu göstermek, cisimlerin esneklik katsayısını bulmak, çarpışma yasalarını incelemek, sesin hızını belirlemek amacıyla sarkaçtan yararlanmıştır.

Kesikli Hikâye Biçimi

- Galilei Galileo çok dindar bir insan değildi. Ama her pazar duasını etmek için katedrale giderdi. Yine bir pazar sabahı Paris’teki katedrale gitmişti. Hava kasvetli, yağmur yağmak üzereydi. Bulutlar o kadar kararmıştı ki adeta güneşi siyah bir boyayla kaplamıştı. Ayın devam ederken katedralin içinin aydınlanması için hizmetçiler balkondan, tavana asılı olan şamdanları çengelli çubuklar yardımıyla çekip mumları yerleştirdikten sonra bırakıyorlardı.

Soru: Galileo şamdanın gidip gelme hareketini gözlemledikten sonra ne gibi bir sonuç bekler? (öğrencilerden alınan yanıtlara göre eksik ve yanlış yanları değiştirilip tekrar kısa bir bilgi verilir ve hikâyeye devam edilir.)

Galileo onları dikkatle izliyordu. Bir şey dikkatini çekmişti Galileo’nun. Sanki her salınımı eşit sürelerde yapıyordu tavana asılı şamdanlar. Bir şekilde geçen süreleri ölçmek istiyordu ama nasıl? Galileo’nun ailesi onun tıp okumasını istedikleri için Galileo’ya küçük yaşlardan itibaren tıbbı yönlendirmeye çalışmışlardı. Bu yüzden insan nabzının neredeyse bir saat gibi işlediğini biliyordu (ani heyecanlar dışında).

Soru: Nabzını tutarak her bir salınımın süresini ölçtü ve nasıl bir sonuç ile karşılaştı?

(öğrencilerden alınan yanıtlara göre eksik ve yanlış yanları değiştirilip tekrar kısa bir bilgi verilir ve hikâyeye devam edilir)

Nabzını tutarak her bir salınımın süresini ölçtü ve sezgilerinde yanılmadığını anladı. İşte basit sarkaç ilkesi bu şekilde ortaya çıktı. Daha sonra Galileo’nun geliştirdiği ilkeye göre basit sarkaçlar genliği ne olursa olsun (küçük salınımlar için, yani yaklaşık 0-10 derece arasındaki salınımlar) sarkacın bir tam salınım yapması için geçen süre (periyot) sabittir ve sarkaç uzunluğunun kare kökü ile doğru, sarkacın bulunduğu yerdeki kütle) kareköküyle ters orantılıdır.

Galileo’nun sarkaç hareketi ile yaptığı analiz, *Aristoteles fiziğini tahtından devirip modern hareket bilimini geliştirmesinde* temel öneme sahiptir. Tarihçi Herbert Butterfield, bu gelişme hakkında şunu demiştir:

Son bin beş yüz yılda insan aklının karşılaşıp aştığı tüm düşünsel engeller içinde bana kalırsa doğası açısından en inanılmazı ve neticelerinin kapsamı bakımından en muazzamı, hareket problemiyle alakalı olan engeldir. “

- Galileo yargılanmasından sonra ev hapsinde olduğu ve birçoklarına göre modern çağın başlangıcını işaret eden dönemde kaleme aldığı son eseri İki Yeni Bilim Üzerine Diyaloglar da şöyle yazar: “sarkaçlarla ilgili diğer sorunlara geliyoruz şimdi. Bu konu çoğuna fazlasıyla yavan görünebilir, özellikle de doğanın daha muazzam sorunlarına kafa yoran filozoflara. Bununla birlikte bu sorunu küçümsemiyorum. Aristoteles örneği bana cesaret veriyor. Kendisine hayranım, çünkü azıcık olsa ele almaya değıceğini düşündüğü her konuya kafa yormuştur.”

EK 4. Ö19 kodlu katılıcının “sarkaç” tarihine dayalı olarak geliştirdiği etkinlik

Bilim Tarihi Ödevi

Sarkaç tarihi fizik öğretiminde hangi konuya uyarlanabilir ?

9.sınıf fizik öğretim müfredatı için seçilen konu: Fiziğin tarihsel gelişimi

1.strateji için: Aydınlatma yaklaşımı

Fizik tarihsel gelişimi konu başlığı altında öğrenciye kronolojik sırayla fiziğin tarihsel gelişimi verilir.

M.Ö 3000'li yıllarda Sümerlilerin fizik biliminin kullanmaları, Thales' in evrensel çekim kuvveti, Aristo'nun görüşleri, Arşimet' in suyun kaldırma kuvvetini izah etmesi, M.Ö 1600 lü yıllarda Galileo' nin Aristo' nun görüşlerini çürüterek havaya fırlatılan cisim ile yer çekimi arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarmış, bunu eylemsizlik şartlarıyla birleştirmesi, Newton'un eylemsizlik yasasını ve dinamiği geliştirerek 3 yasa olarak ifade etmesi, Descartes'in mekanikçi felsefeyi kurması, Willam Gilbert' in yerküreyi kocaman bir mıknatıs olduğunu açıklaması, Newton' un ışık hızına yakın hızlarda açıklama yapmakta yetersiz kalmasıyla modern fiziğin doğması, Max Planck' ın siyah cisim ışıması, Einstein' ın göreceliği, kuantum kuramı, klasik fizikçiler vce modern fizikçiler öğrenciye anlatılırken öğrenciye Galileo' nin bulduğu sarkaç ve bu sarkaçın hareketinin açıklanması zaman ölçümünü kolaylaştırmasının fizik alanında ve daha bir çok alanda yarar sağladığı aydınlatma yaklaşımı çerçevesi içerisinde müfredatın matematik konularından çıkmadan sarkaç tarihi öğrencilere anlatılabilir. Böylelikle fizik eğitimine bilim tarihini katmış oluruz ve bu da öğrencinin olaylara bakış açısının genişlemesine ve fizik bilimcilerin gözlüğünden olaylara bakma ve problemlere çözüm bulma yeteneğini kazanmasını sağlar. Bence fiziğin tarihsel gelişimi konu başlığı altında sırf sarkaç tarihi değil Galileo' nin eğik düzlem deneyi gibi bir çok bilim tarihi konusu müfredatın dışına fazla çıkmadan öğrenciye aktarılabilir.

Örneğin: Fiziğin tarihsel gelişimini anlatırken Galileo' nin Aristo' nun görüşlerini çürüterek havaya fırlatılan cisim ile yer çekimi arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarmış ve bunu eylemsizlik şartlarıyla birleştirmesini öğrencilere anlatırken Galileo' nun aynı zamanda diğer araştırma ve çalışmaları biraz hayati, insanların güvenilir bir zaman ölçüm aracına ihtiyaçlarını karşılayacak bir şekilde diğer buluşların önünü açacak sarkaç buluşu, sarkaç tarihi ve sarkaçın yararları anlatılabilir.

2.strateji için: Etkileşimli tarihsel yaklaşımlar

Bu yaklaşımda yukarda belli edildiği gibi Galileo' nin Aristo' nun görüşlerini çürüterek havaya fırlatılan cisim ile yer çekimi arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarmış ve bunu eylemsizlik şartlarıyla birleştirmesini öğrencilere anlatırken Galileo' nin hayat hikayesinden bahsedip sarkaç tarihini konuya dahil edip sarkaçın öğrenciler tarafından hayatta da bir çok kez karşımıza çıkabileceğini vurgulayabiliriz. Bu yaklaşımda sarkaç tarihini şu şekilde bir hikaye ile müfredata dahil edebiliriz.

Galileo çok dindar bir insan değildi. Ama her pazar duasını etmek için katedrale giderdi. Yine bir pazar sabahı Paris'teki katedrale gitmişti. Hava kasvetli, yağmur yağmak üzereydi. Bulutlar o kadar kararmıştı ki adeta güneşi siyah bir boyayla kaplamıştı. Ayin devam ederken katedralin içinin aydınlanması için hizmetçiler balkondan, tavana asılı olan şamdanları çengelli çubuklar yardımıyla çekip mumları yerleştirdikten sonra bırakıyorlardı. Galileo onları dikkatle izliyordu. Bir şey dikkatini çekmişti Galileo' nin. Sanki her salınımı eşit sürelerde yapıyordu tavana asılı şamdanlar. Bir şekilde geçen süreleri ölçmek istiyordu ama nasıl?

Galileo'nun ailesi onun tıp okumasını istedikleri için Galileo' yi küçük yaşlardan itibaren tıbbı yönlendirmeye çalışmışlardı. Bu yüzden insan nabzının neredeyse bir saat gibi işlediğini biliyordu (ani heyecanlar dışında). Nabzını tutarak her bir salınımın süresini ölçtü ve sezgilerinde yanılmadığını anladı. İşte basit sarkaç ilkesi bu şekilde ortaya çıktı.

Ek 5. Demografik Bilgi Formu

Demografik Bilgi Formu

Bu formu doğru biçimde yanıtlayarak, “fizik öğretiminde bili tarihi: sarkaç örneği” adlı çalışmamıza katkıda bulunmuş olacaksınız.

Formu doldurmak için ayırdığınız zaman ve katkılarınız için **teşekkür ederim.**

1. Cinsiyetinizi lütfen belirtiniz. (Seçeneğin üstüne (X) koyunuz)

() Kadın

() Erkek

2. Yaşınızı lütfen belirtiniz. (Aşağıda bırakılan boşluğa yazınız)

.....

3. Hangi öğrenme yöntemi tercih edersiniz? (Sadece bir seçeneğin üstüne (X) koyunuz)

()Yüz-yüze Eğitim

() Yüz yüze Eğitim + E-öğrenme (Harmanlanmış Eğitim)

()E- öğrenme

4. Hangi şekilde çalışmayı tercih edersiniz? (Sadece bir seçeneğin üstüne (X) koyunuz)

() Bireysel

()Grup

5. Hangi şekilde daha iyi öğrendiğinizi düşünüyorsunuz? (Sadece bir seçeneğin üstüne (X) koyunuz)

()Görsel (sunu, video,..vb.)

() İşitsel (öğretmenin anlatması,...vb.)

() Dokunsal/ Kinestetik (dokunarak,...vb.)

6. Hangi motivasyon türüne sahipsiniz? (Sadece bir seçeneğin üstüne (X) koyunuz)

()Dışsal Motivasyon (dıştan verilen yüksek not, ödül,...vb. yöntemleri tercih ederim.)

() İçsel Motivasyon (kendi kendime merak ederim, kendimi geliştirme isteği vardır,... vb.)

ÖZGEÇMİŞ



Kişisel Bilgiler

Soyadı, Adı	Özaydın Atlı, Selda
Uyruğu	Türkiye Cumhuriyeti
Doğum Tarihi ve yeri	08/11/1987 - Ankara
Medeni Hali	Evli
E-posta	sldzydn@gmail.com

Eğitim Derecesi	Okul/Program	Mezuniyet yılı
Lise	Kalaba Lisesi	2005
Üniversite	Kastamonu Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü	2011
Yüksek Lisans	Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı, Fizik Eğitimi Bilim Dalı	2019

İş deneyimi, Yıl	Çalıştığı Yer	Görev
02/2012 – 06/2019	Özel Okul	Fizik Öğretmeni

Yabancı Dil	İngilizce
-------------	-----------

Yayınlar

Uluslararası Kongre ve Sempozyumlarda Sunulan Bildiriler

- **Atlı, S. Ö.** ve İnceç, Ş. K. (2018), Fizik Öğretiminde Bilim Tarihi: Sarkaç, 2. Uluslararası Sosyal Bilimler ve Eğitim Araştırmaları Sempozyumu, 22-24, Ekim, Özetler Kitabı, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Konya, 11-12.



GAZİLİ OLMAK AYRICALIKTIR