

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORTAÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK ALANLARI EĞİTİMİ
ANABİLİM DALI
FİZİK EĞİTİMİ BİLİM DALI**

**İTME, MOMENTUM VE ÇARPIŞMALAR KONUSUYLA İLGİLİ
BAĞLAM TEMELLİ ÖĞRENME YAKLAŞIMINA DAYALI AÇIKLAMA
DESTEKLİ REACT STRATEJİSİNE GÖRE GELİŞTİRİLEN
ETKİNLİKLERİN ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI**

DOKTORA TEZİ

ESER ÜLTAY

**TRABZON
Kasım, 2014**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORTAÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK ALANLARI EĞİTİMİ
ANABİLİM DALI
FİZİK EĞİTİMİ BİLİM DALI**

**İTME, MOMENTUM VE ÇARPIŞMALAR KONUSUYLA İLGİLİ
BAĞLAM TEMELLİ ÖĞRENME YAKLAŞIMINA DAYALI AÇIKLAMA
DESTEKLİ REACT STRATEJİSİNE GÖRE GELİŞTİRİLEN
ETKİNLİKLERİN ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI**

ESER ÜLTAY

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü'nce Doktora
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Danışmanı
Doç. Dr. Nedim ALEV**

**TRABZON
Kasım, 2014**

KTÜ Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne

**Bu çalışma jürimiz tarafından Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi
Anabilim Dalında DOKTORA tezi olarak kabul edilmiştir. 10 / 11 / 2014**

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Nedim ALEV

Üye : Prof. Dr. Ali Rıza AKDENİZ

Üye : Prof. Dr. Bahattin DÜZGÜN

Üye : Doç. Dr. Hakan Şevki AYVACI.....

Üye : Doç. Dr. Nevzat YİĞİT

Onay

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

**Doç. Dr. Nevzat YİĞİT
Enstitü Müdürü**

BİLDİRİM

Tezimin içerdığı yenilik ve sonuçları başka bir yerden almadığımı ve bu tezi KTÜ Eğitim Bilimleri Enstitüsünden başka bir bilim kuruluşuna akademik gaye ve unvan almak amacıyla vermediğimi; tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada kullanılan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını, aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ediyorum.

Eser ÜLTAY

10 / 11 / 2014

ÖN SÖZ

Bu çalışmanın temel amacı itme, momentum ve çarpışmalar konusunda bağlam temelli öğrenme yaklaşımının açıklama destekli REACT stratejisine uygun olarak hazırlanan öğretim materyallerinin, fen bilgisi öğretmen adaylarının başarılarına olan etkisini ve açıklama destekli REACT stratejisinin kullanılması hakkındaki görüşlerini incelemektir. Bu amaçla hazırlanan ders planları, öğretim materyalleri ve veri toplama araçları fizik öğretmenleri ve öğretmen adayları için sunulmuştur.

Bu çalışmada tez danışmanlığımı üstlenerek, bana her konuda yardım ve desteklerini esirgemeyen saygıdeğer hocam Doç. Dr. Nedim Alev'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Çalışmalarım süresince görüş ve önerilerinden yararlandığım sayın Prof. Dr. Ali Rıza AKDENİZ ve sayın Doç. Dr. Hakan Şevki AYVACI'ya teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca yardım ve desteklerini esirgemeyen, her konuda fikirlerinden faydalandığım değerli çalışma arkadaşlarım Yrd. Doç. Dr. İsmail Hakkı TOMAR, Arş. Gör. Ümmü Gülsüm DURUKAN ve Arş. Gör. Seda ÇAVUŞ GÜNGÖREN başta olmak üzere tüm çalışma arkadaşlarım ile sevgili arkadaşlarım Muhammet BOZAN ve Serkan KARTAL'a teşekkürü bir borç bilirim.

Hayatımın her döneminde bana maddi manevi desteğini hiçbir zaman esirgemeyen sevgili aileme, öncelikle beni bu günlere getiren annem ve babama ve bana her zaman desteğini hissettiren ablama sonsuz minnet ve şükranlarımı sunarım. Ayrıca, gerek aile hayatımda, gerekse doktora çalışmalarım boyunca hoşgörüsünü ve sabrını benden esirgemeyen, her konuda yardıma sorgusuzca koşan, görüş, öneri ve deneyimlerinden faydalandığım çok değerli eşim Yrd. Doç. Dr. Neslihan ÜLTAY'a ve son olarak varlığıyla hayatımızın her saniyesine renk katan, neşe kaynağımız, cennetimiz, geleceğimiz, biricik kızım Mısra ÜLTAY'a sonsuz teşekkür, sevgi ve şükranlarımı sunarım.

Eser ÜLTAY

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	IV
İÇİNDEKİLER	V
ÖZET	VIII
ABSTRACT	IX
TABLolar LİSTESİ	X
ŞEKİLLER LİSTESİ	XIII
GRAFİKLER LİSTESİ	XIV
KISALTMALAR LİSTESİ	XV
1. GİRİŞ	1
1.1. Araştırmanın Amacı.....	9
1.2. Araştırmanın Gerekçesi ve Önemi.....	9
1.3. Araştırmanın Sınırlılıkları.....	14
1.4. Araştırmanın Varsayımları.....	14
1.5. Tanımlar.....	15
2. LİTERATÜR TARAMASI	16
2.1. Araştırmanın Kuramsal Çerçevesi.....	16
2.1.1. Bağlam Temelli Öğrenme Yaklaşımı.....	16
2.1.2. REACT Stratejisi.....	19
2.1.3. İtme, Momentum ve Çarpışmalar.....	23
2.2. Literatür Taramasının Sonucu.....	25
2.2.1. Bağlam Temelli Öğrenme Yaklaşımına Yönelik Yapılan Literatür Taramasının Sonucu.....	25
2.2.2. REACT Stratejisine Yönelik Yapılan Literatür Taramasının Sonucu.....	27
2.2.3. İtme, Momentum ve Çarpışmalar Konusuna Yönelik Yapılan Literatür Taramasının Sonucu.....	30
3. YÖNTEM	32
3.1. Araştırmanın Tasarlanması.....	32
3.2. Araştırma Modeli.....	34
3.3. Araştırma Grubu.....	34
3.4. Veri Toplama Araçları.....	36
3.4.1. Araştırmada Kullanılan İtme, Momentum ve Çarpışmalar Kavram Testi (İMÇKT).....	36

3.4.2. Araştırmada Kullanılan Klinik Mülakat.....	42
3.4.3. Araştırmada Kullanılan Anket (Tarama Formu).....	45
3.5. Veri Toplama Süreci.....	46
3.5.1. Ders Planları ve Materyalleri.....	46
3.5.1.1. Bağlam Temelli Öğrenme Yaklaşımının Açıklama Destekli REACT Stratejisine Göre Ders Planları ve Materyallerinin Geliştirilmesi.....	47
3.5.1.1.1. Bağlam Temelli Öğrenme Yaklaşımının Açıklama Destekli REACT Stratejisine Göre Geliştirilen Ders Materyallerinden Örnekler.....	48
3.5.1.2. Geleneksel Öğretim Yaklaşımına Göre Ders Planları ve Materyallerinin Geliştirilmesi.....	62
3.5.1.2.1. Geleneksel Öğretim Yaklaşımına Göre Geliştirilen Ders Materyallerinden Örnekler.....	63
3.5.2. Pilot Uygulama.....	67
3.5.2.1. Pilot Uygulama Sonucunda İMÇKT'de Yapılan Değişiklikler.....	68
3.5.2.2. Pilot Uygulama Sonucunda Tarama Formunda Yapılan Değişiklikler.....	69
3.5.2.3. Pilot Uygulama Sonucunda Bağlam Temelli Öğrenme Yaklaşımının Açıklama Destekli REACT Stratejisine Göre Hazırlanan Materyallerde Yapılan Değişiklikler.....	70
3.5.2.4. Pilot Uygulama Sonucunda Geleneksel Öğretim Yaklaşımına Göre Hazırlanan Materyallerde ve Ders Planlarında Yapılan Değişiklikler.....	71
3.5.3. Asıl Uygulama.....	71
3.5.4. Araştırmadan Elde Edilen Verilerin Analiz Yöntemi.....	72
3.5.4.1. İMÇKT'den Elde Edilen Verilerin Analizi.....	72
3.5.4.2. Klinik Mülakat'tan Elde Edilen Verilerinin Analizi.....	74
3.5.4.3. Tarama Formu'ndan Elde Edilen Verilerin Analizi.....	75
3.5.5. Araştırmada Geçerlik ve Güvenirlik.....	76
3.5.6. Araştırmada Etik.....	79
3.5.7. Araştırmacının Katılımcı Rolü.....	79
4. BULGULAR.....	81
4.1. Araştırmacının Birinci Alt Problemine Ait Bulgular.....	81
4.1.1. İMÇKT'den Elde Edilen Bulgular.....	81
4.1.2. Klinik Mülakattan Elde Edilen Bulgular.....	119
4.2. Araştırmacının İkinci Alt Problemine Ait Bulgular.....	132
5. TARTIŞMA.....	136
5.1. Açıklama Destekli REACT Stratejisinin Öğrenci Başarısına Etkisine Yönelik Yapılan Tartışma.....	136
5.1.1. İMÇKT'den Elde Edilen Bulgulara Yönelik Tartışma.....	136
5.1.2. İtme Kavramı ile İlgili Tartışma.....	139

5.1.3. Momentum Kavramı ile İlgili Tartışma.....	141
5.1.4. Momentum Korunumu ve Uygulamaları (Roketler ve Çarpışmalar) ile İlgili Tartışma.....	144
5.2. Öğretmen Adaylarının Açıklama Destekli REACT Stratejisinin Fizik Öğretiminde Kullanılması Hakkındaki Düşüncelerine Yönelik Yapılan Tartışma.....	147
5.3. REACT Stratejisine “Açıklama” İlkesi ile Desteklenmesine Yönelik Tartışma.....	148
5.4. Araştırmanın Yöntemine Yönelik Tartışma.....	150
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	151
6.1. Sonuçlar.....	151
6.1.1. Açıklama Destekli REACT Stratejisinin Öğrenci Başarısına Etkisi ile İlgili Sonuçlar.....	151
6.1.2. Öğretmen Adaylarının Açıklama Destekli REACT Stratejisinin Fizik Öğretiminde Kullanılması Hakkındaki Düşünceleri ile İlgili Sonuçlar.....	152
6.2. Öneriler.....	153
6.2.1. Araştırma Sonuçlarına Dayalı Olarak Yapılan Öneriler.....	153
6.2.2. Araştırmacının Deneyimleri ve Diğer Araştırmacılara Önerileri.....	154
7. KAYNAKLAR.....	155
8. EKLER.....	171
ÖZGEÇMİŞ VE İLETİŞİM BİLGİLERİ.....	173

ÖZET

İtme, Momentum ve Çarpışmalar Konusuyla İlgili Bağlam Temelli Öğrenme Yaklaşımına Dayalı Açıklama Destekli REACT Stratejisine Göre Geliştirilen Etkinliklerin Etkisinin Araştırılması

REACT stratejisi bağlam temelli öğrenme yaklaşımının uygulamalarından birisi olup, seçilen bir konu günlük yaşamla ilişkili bağlam(lar) içerisinde öğretilmesidir. Ancak REACT stratejisinin uygulanması esnasında karşılaşılan problemlere dayalı olarak bu çalışmada açıklama destekli REACT stratejisi kullanılmıştır. Bu çalışmanın amacı itme, momentum ve çarpışmalar konusunda bağlam temelli öğrenme yaklaşımının açıklama destekli REACT stratejisine uygun olarak hazırlanan öğretim materyallerinin, fen bilgisi öğretmen adaylarının başarılarına olan etkisini ve açıklama destekli REACT stratejisinin kullanılması hakkındaki görüşlerini incelemektir. Bu çalışmada iki aşamalı karma yöntem kullanılmıştır. İki aşamalı İtme, Momentum ve Çarpışmalar Kavram Testi (İMÇKT), klinik mülakat ve tarama formu soruları geliştirilmiş ve pilot uygulamaları yapılmıştır. Test ve materyallerdeki gerekli düzenlemeler yapıldıktan sonra, İMÇKT ön, son ve gecikmiş test olarak uygulanmıştır. Ayrıca, 6 deney grubundan ve 6 da kontrol grubundan olmak üzere toplam 12 öğretmen adayıyla klinik mülakatlar yürütülmüştür. İMÇKT'den elde edilen verilerin istatistiksel analizleri, son ve gecikmiş testlerde deney grubunun kontrol grubuna göre daha iyi performans sergilediğini göstermiştir. Araştırmada hazırlanan öğretim materyallerinin, kavramsal yapılarıdaki farklılaşmayı hedeflediği şekilde gerçekleştirdiği görülmüştür. Bu kavramların uzun süreli bellekte tutulmasında, bağlam temelli öğrenme yaklaşımının açıklama destekli REACT stratejisinin daha etkili olduğu anlaşılmıştır. Ayrıca öğretmen adaylarının açıklama destekli REACT stratejisi ile ilgili olarak olumlu düşüncelere sahip oldukları belirlenmiştir. Açıklama destekli REACT stratejisinin farklı konu ve uygulamalarla da etkililiğinin araştırılması önerilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kavramsal Öğrenme, Bağlam Temelli Öğrenme Yaklaşımı, İtme Momentum ve Çarpışmalar, Açıklama Destekli REACT Stratejisi

ABSTRACT

Investigating the Effect of the Activities Based on Explanation Assisted REACT Strategy in Context-Based Learning Approach on Impulse, Momentum and Collisions

REACT Strategy which is one of the applications of context-based learning approach, is to teach a selected topic related to everyday context(s). However, due to the fact of some problems encountered during the application of REACT strategy, explanation assisted REACT strategy is used in this study. The purpose of this study is to investigate the effects of impulse, momentum and collisions tasks based on explanation assisted REACT strategy of context-based learning approach on science student teachers' success and their opinions on the use of explanation assisted REACT strategy. In this study, two-phase mixed method was used. Impulse, Momentum and Collisions Concept Test (IMCCT) with two-tier questions, clinical interview questions and science student teachers' views questionnaire about explanation assisted REACT strategy were developed and then pilot-tested. After making all necessary revisions in the tasks and tests, the IMCCT was administered as a pre, post and delayed test. Later on, the same test was re-administered as a delayed test 9 weeks after the teaching intervention in order to measure effect of the teaching intervention on retention of conceptual understanding. Moreover, the clinical interviews were conducted with a total of 12 science student teachers in the experimental group (N=6) and control group (N=6). Statistical analysis of the IMCCT shows that the experimental group performed better than did the control group in favor of post-test and delayed-test. It can be deduced that the instructional tasks in this current study attained differentiation in the conceptual structure of the science student teachers in a desired way. Meanwhile, it can be concluded that explanation assisted REACT strategy influenced better the science student teachers' long-term memory of impulse, momentum and collisions concepts. In addition, it was determined that science student teachers stated positive thoughts about explanation assisted REACT strategy. It was proposed to investigate the effectiveness of explanation assisted REACT strategy in different subjects and applications.

Keywords: Conceptual Learning, Context-Based Learning Approach, Impulse Momentum and Collisions, Explanation Assisted REACT Strategy

TABLolar LİSTESİ

<u>Tablo No</u>	<u>Tablonun Adı</u>	<u>Sayfa No</u>
1	REACT Stratejisinin İlkeleri.....	19
2	REEACT Stratejisinin İlkeleri ve Her İlkede Yapılacak İşler.....	28
3	Araştırma Problemleri-Veri Toplama Araçları Belirtke Tablosu.....	36
4	İMÇKT'nin Hazırlanmasında Faydalanılan Alternatif Kavramlar.....	37
5	İtme, Momentum ve Çarpışmalar Konusunun Alt Başlıkları.....	39
6	İtme, Momentum ve Çarpışmalar Konusunun Hedef Davranışları.....	39
7	Alt Başlıklar-Hedef Davranışlar Belirtke Tablosu.....	40
8	Alt Başlıklar-Hedef Davranışlar-İMÇKT Maddeleri Belirtke Tablosu.....	40
9	Klinik Mülakat Maddeleri-Alt Başlıklar Belirtke Tablosu.....	44
10	Bağlam Temelli Öğrenme Yaklaşımının Açıklama Destekli REACT Stratejisine Göre Hazırlanan Ders Planlarının Kazanımları.....	47
11	Geleneksel Öğretim Yaklaşımına Göre Hazırlanan Ders Planlarının Kazanımları.....	62
12	İMÇKT'nin Değerlendirilmesi İçin Kullanılan Puanlama Kriterleri.....	73
13	Grupların İMÇKT İstatistikleri.....	81
14	İMÇKT'nin 1. Sorusuna Verilen Cevapların Frekansları ve Örnek İfadeler...	84
15	İMÇKT'nin 2. Sorusuna Verilen Cevapların Frekansları ve Örnek İfadeler...	85
16	İMÇKT'nin 3. Sorusuna Verilen Cevapların Frekansları ve Örnek İfadeler...	86
17	İMÇKT'nin 4. Sorusuna Verilen Cevapların Frekansları ve Örnek İfadeler...	87
18	İMÇKT'nin 5. Sorusuna Verilen Cevapların Frekansları ve Örnek İfadeler...	88
19	İMÇKT'nin 6. Sorusuna Verilen Cevapların Frekansları ve Örnek İfadeler...	89
20	İMÇKT'nin 7. Sorusuna Verilen Cevapların Frekansları ve Örnek İfadeler...	90
21	İMÇKT'nin 8. Sorusuna Verilen Cevapların Frekansları ve Örnek İfadeler...	91
22	İMÇKT'nin 9. Sorusuna Verilen Cevapların Frekansları ve Örnek İfadeler...	92
23	İMÇKT'nin 10. Sorusuna Verilen Cevapların Frekansları ve Örnek İfadeler.	93
24	İMÇKT'nin 11. Sorusuna Verilen Cevapların Frekansları ve Örnek İfadeler.	94
25	İMÇKT'nin 12. Sorusuna Verilen Cevapların Frekansları ve Örnek İfadeler.	94
26	İMÇKT'nin 13. Sorusuna Verilen Cevapların Frekansları ve Örnek İfadeler.	95
27	İMÇKT'nin 14. Sorusuna Verilen Cevapların Frekansları ve Örnek İfadeler.	96
28	İMÇKT'nin 15. Sorusuna Verilen Cevapların Frekansları ve Örnek İfadeler.	97
29	İMÇKT'nin 16. Sorusuna Verilen Cevapların Frekansları ve Örnek İfadeler.	98

30	İMÇKT'nin 17. Sorusuna Verilen Cevapların Frekansları ve Örnek İfadeler.	99
31	İMÇKT'nin 18. Sorusuna Verilen Cevapların Frekansları ve Örnek İfadeler.	100
32	İMÇKT'nin 19. Sorusuna Verilen Cevapların Frekansları ve Örnek İfadeler.	101
33	İMÇKT'nin 20. Sorusuna Verilen Cevapların Frekansları ve Örnek İfadeler.	102
34	İMÇKT'nin 21. Sorusuna Verilen Cevapların Frekansları ve Örnek İfadeler.	103
35	İMÇKT'nin 22. Sorusuna Verilen Cevapların Frekansları ve Örnek İfadeler.	104
36	İMÇKT'nin 23. Sorusuna Verilen Cevapların Frekansları ve Örnek İfadeler.	104
37	İMÇKT'nin 24. Sorusuna Verilen Cevapların Frekansları ve Örnek İfadeler.	105
38	İMÇKT'nin 25. Sorusuna Verilen Cevapların Frekansları ve Örnek İfadeler.	106
39	İMÇKT'nin 26. Sorusuna Verilen Cevapların Frekansları ve Örnek İfadeler.	107
40	İMÇKT'nin 27. Sorusuna Verilen Cevapların Frekansları ve Örnek İfadeler.	108
41	İMÇKT'nin 28. Sorusuna Verilen Cevapların Frekansları ve Örnek İfadeler.	109
42	İMÇKT'nin 29. Sorusuna Verilen Cevapların Frekansları ve Örnek İfadeler.	110
43	İMÇKT'nin 30. Sorusuna Verilen Cevapların Frekansları ve Örnek İfadeler.	110
44	İMÇKT'nin 31. Sorusuna Verilen Cevapların Frekansları ve Örnek İfadeler.	111
45	İMÇKT'nin 32. Sorusuna Verilen Cevapların Frekansları ve Örnek İfadeler.	112
46	İMÇKT'nin 33. Sorusuna Verilen Cevapların Frekansları ve Örnek İfadeler.	113
47	İMÇKT'nin 34. Sorusuna Verilen Cevapların Frekansları ve Örnek İfadeler.	113
48	İMÇKT Sonucunda Öğretmen Adaylarında Tespit Edilen Alternatif Kavramlar ve Frekansları.....	114
49	Mülakatın 1. Sorusuna Verilen Cevaplar ve Örnek İfadeler.....	120
50	Mülakatın 2. Sorusuna Verilen Cevaplar ve Örnek İfadeler.....	121
51	Mülakatın 3. Sorusuna Verilen Cevaplar ve Örnek İfadeler.....	121
52	Mülakatın 4. Sorusuna Verilen Cevaplar ve Örnek İfadeler.....	122
53	Mülakatın 5. Sorusuna Verilen Cevaplar ve Örnek İfadeler.....	123
54	Mülakatın 6. Sorusuna Verilen Cevaplar ve Örnek İfadeler.....	124
55	Mülakatın 7. Sorusuna Verilen Cevaplar ve Örnek İfadeler.....	125
56	Mülakatın 8. Sorusuna Verilen Cevaplar ve Örnek İfadeler.....	126
57	Mülakatın 9. Sorusuna Verilen Cevaplar ve Örnek İfadeler.....	126
58	Mülakatın 10. Sorusuna Verilen Cevaplar ve Örnek İfadeler.....	127
59	Mülakatın 11. Sorusuna Verilen Cevaplar ve Örnek İfadeler.....	128
60	Mülakatın 12. Sorusuna Verilen Cevaplar ve Örnek İfadeler.....	129
61	Mülakatın 13. Sorusuna Verilen Cevaplar ve Örnek İfadeler.....	130
62	Mülakatın 14. Sorusuna Verilen Cevaplar ve Örnek İfadeler.....	131
63	Mülakatın 15. Sorusuna Verilen Cevaplar ve Örnek İfadeler.....	131

64	Çalışmada Tespit Edilen ve Materyallerin veya Öğretimin Sebep Olduğu Alternatif Kavramlar	138
----	--	-----

ŞEKİLLER LİSTESİ

<u>Şekil No</u>	<u>Şeklin Adı</u>	<u>Sayfa No</u>
1	Akış şeması.....	33
2	İMÇ-2'nin 3. sayfasındaki reklam filmi etkinliği.....	50
3	İMÇ-2'nin 4. sayfasındaki Euro NCAP okuma parçasının 1. sayfası.....	52
4	İMÇ-2'nin 5. sayfasındaki Euro NCAP okuma parçasının 2. sayfası.....	53
5	İMÇ-2'nin 6. sayfasındaki Euro NCAP etkinliği.....	54
6	İMÇ-2'nin 7. sayfasındaki çarpışmalar konu anlatımının 1. sayfası.....	56
7	İMÇ-2'nin 8. sayfasındaki çarpışmalar konu anlatımının 2. sayfası.....	57
8	İMÇ-2'nin 9. sayfasındaki konu sonu soruları ve etkinliği.....	59
9	İMÇ-2'nin 10. sayfasındaki Euro NCAP etkinliği.....	61
10	Kontrol grubu deney föyünün 1. sayfası.....	64
11	Kontrol grubu deney föyünün 2. sayfası.....	65
12	Kontrol grubu deney föyünün 3. sayfası.....	66
13	Öğretmen adaylarının açıklama destekli REACT stratejisinin fizik öğretiminde kullanılması hakkındaki düşünceleri.....	133

GRAFİKLER LİSTESİ

<u>Grafik No</u>	<u>Grafik Adı</u>	<u>Sayfa No</u>
1	Deney ve kontrol gruplarının İMÇKT ön, son ve gecikmiş test ortalama puanları.....	83
2	Deney ve kontrol gruplarının ön, son ve gecikmiş testler arası İMÇKT ortalama puanlarındaki yüzde değişimleri.....	83

KISALTMALAR LİSTESİ

VCE	: Dutch Physics Curriculum Development Project and NiNa
MEB	: Milli Eğitim Bakanlığı
SHAP	: Salters Honers Advanced Physics
SLIPP	: Supported Learning in Physics Project
PiKo	: Physik im Kontext
ROSE	: The Relevance of Science Education
STEMS	: Science, Technology Environment in Modern Society
PLON	: Dutch Physics Curriculum Development Project and NiNa
BİT	: Bilgi ve İletişim Teknolojileri
REACT	: Relating-Experiencing-Appling-Cooperating-Transferring
REEACT	: Relating-Experiencing-Explaining-Appling-Cooperating-Transferring
CORD	: Center for Occupational Research and Development
CRP	: Context Rich Problems
MBL	: Mikro Bilgisayar Tabanlı Laboratuar
DVA	: Deney Verilerinin Dijital Video Analizi
İMÇKT	: İtme, Momentum ve Çarpışmalar Kavram Testi
YÖK	: Yüksek Öğretim Kurumu
DS	: Doğru Seçenek
YS	: Yanlış/Birden Çok Seçenek
BS	: Boş Seçenek
DA	: Bilimsel Olarak Tam ve Doğru Açıklama
KDA	: Kısmen Doğru Açıklama
DYA	: Hem Doğru Hem Yanlış/Alternatif Kavramlı Açıklama
YA	: Yanlış/Alternatif Kavramlı Açıklama
BA	: Boş/Anlaşılmayan/İlgisiz Açıklama
İMÇ-1	: İtme, Momentum ve Çarpışmalar-1

İMÇ-2	: İtme, Momentum ve Çarpışmalar-2
Euro NCAP	: The Official Site of The European New Car Assessment Programme
TGA	: Tahmin Gözlem Açıklama
N	: Adet, Tane, Miktar
s.s.	: Standart Sapma
ÖT	: Ön Test
ST	: Son Test
GT	: Gecikmiş Test

1. GİRİŞ

Fen eğitiminin temel amaçlarından biri de günümüzdeki teknolojik ve bilimsel gelişmeleri takip eden bilimsel okuryazar bireyler yetiştirmektir. Turgut (2007), bilimsel okuryazar olarak nitelenen bir bireyin bilim ve toplum arasındaki ilişkiyi, etkileşimi; bilim insanını yönlendiren ahlaki değerleri; bilimin doğasını; bilimin temel kavramlarını; bilim ve toplum arasındaki farklılıkları; bilim ve sosyal bilimler arasındaki ilişkiyi ve etkileşimi kavrayabilmesi gerektiğini ileri sürmüştür. Bilimsel okuryazar bireyler çevrelerinde olup biten bilimsel gelişmelerin farkında olan, bu gelişmelere ayak uydurabilen, fikirleri ve teorileri test edebilen yaratıcı insanlardır (Kavak, Tufan ve Demirelli, 2006; OECD, 2003). Bu bağlamda bilimsel okuryazar bireyler yetiştirebilmek için eğitim-öğretim sisteminde yeni yaklaşımlar ve öğrenme teorileri gündeme getirilerek kullanılmaya başlanmıştır. Bilimsel okuryazar bireyler yetiştirebilmek için kullanılan yaklaşımlardan birisi de yapılandırmacı öğrenme kuramıdır.

Yapılandırmacı öğrenme kuramının odaklandığı en önemli düşünce öğrencinin mevcut bilgi birikimidir. Buna göre öğrenci yeni kazandığı bilgileri mevcut bilgileriyle karşılaştırıp yorumlar ve ön bilgileriyle yeni bilgileri arasında anlamlı bağlantılar kurabildiğinde öğrenme gerçekleşmiş olur (Ayas, Çepni, Akdeniz, Özmen, Yiğit ve Ayvaci, 2007). Yapılandırmacı öğrenme kuramında öğrenciler bilgiyi yaparak yaşayarak ve kendi zihinlerinde yapılandırarak bu bilgilerin günlük yaşamla ilişkisini kurabilirler (Aktamış, Ergin ve Akpınar, 2002; Colburn, 2000; Saka, 2006). Öğrencilerin, yeni bilgilerle günlük yaşamlarındaki deneyimlerini ilişkilendirmede tanıdık bağlamlar kullanılmasını öngören bağlam temelli öğrenme yaklaşımı da yapılandırmacı öğrenme yaklaşımının temeli üzerine inşa edilmiştir (Berns ve Erickson, 2001; Crawford, 2001; Glynn ve Koballa, 2005; Imel, 2000; Lynch ve Padilla, 2000). Ancak insan zihni çevresindeki yeni bilgiler ile ilişkili olayları aramaya girer ve yeni bilgiler insanların yaşamış oldukları çevrelerindeki olaylarla ilişkilendirildiğinde anlam kazanmaya başlar ve insana işe yarar gözükür (Souders, 1999). Bağlam temelli öğrenme yaklaşımı da bu düşünceden yola çıkarak yeni bilgilerle ön bilgilerin ilişkilendirilmesi sürecinde öğrenciye tanıdık bağlamlar sunulmasını öngörür (Belt, Leisvik, Hyde ve Overton, 2005; Bulte vd., 2002; Bulte, Westbroek, de Jong ve Pilot, 2006; Glaser ve Carson 2005; King, 2007; King ve Ritchie, 2007; O'Connor ve Hayden, 2008).

Bilimsel okuryazar bireyler yetiştirmek ve fen eğitiminin en önemli amaçlarından birisi olan anlamlı ve kalıcı öğrenmeyi sağlamak için öğretim ortamlarında faydalanılan yapılandırmacı öğrenme kuramı, uygulandıkları öğrenme ortamlarında, öğrenci

başarısında olumlu sonuçlar verse de (Kearney ve Treagust, 2001; Özsevgeç, 2006; Van Hook ve Huziak-Clark, 2007) eğitim sistemindeki bazı temel sorunların varlığını sürdürdüğü görülmektedir. Ayrıca son yıllarda fen eğitimine verilen önemin artmasına karşılık, üniversitelerde fen bilimlerinin önemli bir branşı olan fiziği seçen öğrenci sayısında ciddi bir düşüş görülmektedir (Azuma ve Nogao, 2008; Sharma, 2004; Whitelegg, 1996; Yaman, Dervişoğlu ve Soran, 2004). Bu düşüşün ve çözümlenemeyen sorunların sebeplerini bulabilmek amacıyla fen eğitimindeki problemler tekrar tartışılmaya başlanmıştır. Bu problemlerden bazıları şöyle sıralanabilir:

- Fen/fizik öğretim programındaki konuların fazla olması (Gilbert, 2006; Marulcu ve Doğan, 2010; Pilot ve Bulte, 2006; Tunçer ve Eryılmaz, 2002),
- Öğrencilerin fizik dersini çok zor bulmaları ve matematik kullanımı gerektirmesinden dolayı oluşmuş olan olumsuz imajı (Euler, 2003; Whitelegg ve Parry, 1999),
- Bilimsel bilgilerle günlük yaşamın ilişkilendirilememesi (Acar ve Yaman, 2011; Demircioğlu, Demircioğlu ve Çalık, 2009; Gilbert, 2006; Stolk, Bulte, de Jong ve Pilot, 2009a; Uzal, Erdem, Önen ve Gürdal, 2010; Wilkinson, 1999b),
- Öğrencilerin bilimsel bilgileri farklı bağlamlara uygulamada yaşadıkları güçlükler (Gilbert, 2006),
- Öğrencilerin “Bunu neden öğrenmem gerekiyor?” sorusuna cevap vermedeki yetersizlikleri (Demircioğlu vd., 2009; Gilbert, 2006; Stolk, Bulte, de Jong ve Pilot, 2009b; Ültay ve Çalık, 2012),
- Toplumdan, fenin doğasından ve öğrenciden izole bir müfredatın varlığı (Stolk vd., 2009a; Whitelegg, 1996),
- Öğrencilerin kendi öğrenme süreçlerinde pasif kalmaları (Stolk vd., 2009a),
- Öğrencilerin bilimsel okuryazar olamamaları (Ayvacı ve Er Nas, 2010; Gilbert, 2006; Yam, 2005),
- Öğrencileri bilimsel bilgileri ezberlemeye yönelten baskın bir geleneksel fen eğitiminin varlığı (Stolk vd., 2009a).

Fen eğitiminde karşılaşılan bu ve benzeri problemleri gidermek ve eğitimin kalitesini artırmak için bağlam temelli öğrenme yaklaşımı eğitimde oldukça yaygın olarak kullanılmaya başlanmış ve bu yaklaşım esas alınarak çeşitli çalışmalar yapılmıştır.

Geleneksel öğretim yaklaşımında öğrenciler genellikle ne ile uğraştıklarını bilmedikleri, konu içeriği çok yoğun olan bir program ile başbaşa bırakılırlar. Öğrenciler bazen bu konular arasındaki ilişkileri ve bağlantıları görememekte-dirler (Pilot ve Bulte, 2006). Bununla birlikte, geleneksel fen eğitimi reformlara dirençli olduğu gibi günümüzdeki problemleri çözmede de yetersiz kalmaktadır (Gilbert, 2006). Bu sebeple, öğrencilerin fiziksel bilgilerin birbirini takip eden mantıklı zihinsel haritalarını oluşturabilmeleri için, bilimsel içerik, bilgiye ihtiyaç duydukları (need-to-know basis) bir bağlama dayandırılmalıdır. Bilgiye ihtiyaç duyulan bir ortamın yaratılması bağlam temelli öğrenme yaklaşımının temel taşıdır ve ayrıca öğretim açısından da oldukça anlamlıdır. Öğrencilerin bu ortamlarda yaparak yaşayarak öğrenmesi sağlandığı gibi öğrenme anlamlı ve kalıcı olur. Bu yolla bilgilerin birbirleriyle olan uyumu artacağı gibi (Pilot ve Bulte, 2006), öğrencilerin derse olan ilgi ve motivasyonları da artacaktır (Basir, Alinaghizadeh ve Mohammadpour, 2008; Rayner, 2005; Tekbıyık, 2010; Whitelegg ve Edwards, 2001; Wierstra, 1984).

Bağlam temelli öğrenme yaklaşımı öğrencide, içinde yaşadığı dünya ile ilgili merak ve heyecan uyandırmayı amaçladığından (Whitelegg, 1996) fizik eğitiminde karşılaşılan problemleri çözebilmek için bağlam temelli öğrenme yaklaşımına dayalı fizik eğitimi ile geleneksel öğretim yaklaşımını karşılaştıran çalışmalar başlatılmış ve uygulanmıştır (Aktaş, 2013; Çekiç Toroslu, 2011; E. Ültay, 2012; Peşman, 2012; Tural, 2013b; Waltner, Wiesner ve Rachel, 2007; Whitelegg, 1996). Aynı zamanda, bağlam temelli öğrenme yaklaşımının fizik eğitiminde gün geçtikçe popüler olması ve yapılan çalışmaların olumlu sonuçlar vermesi sebebiyle bazı ülkelerde fizik öğretim programı bağlam temelli öğrenme yaklaşımına göre yeniden düzenlenmiştir (Lavonen, Byman, Juuti, Meisalo ve Uitto, 2005; Whitelegg, 1996; Wilkinson, 1999a).

İlk olarak bağlam temelli projeler Avustralya ve Yeni Zelanda'da VCE (Victorian Certificate of Education) ile fizik alanında başlamıştır. Fizik alanındaki diğer projeler ise aşağıda sunulmuştur (Çekiç Toroslu, 2011; Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2011; Wilkinson, 1999a):

- SHAP (Salters Honers Advanced Physics) ve SLIPP (Supported Learning in Physics Project) Birleşik Krallık'ta,
- PiKo (Physik im Kontext) Almanya'da,
- ROSE (The Relevance of Science Education) Finlandiya'da,
- STEMS (Science, Technology Environment in Modern Society) İsrail'de,

- PLON (Dutch Physics Curriculum Development Project and NiNa) Hollanda'da gerçekleştirilmiştir.

Bu projelerin ortak özelliği öğrencilere kazandırılmak istenilen içeriğin bağlamlar kullanılarak sunulmasıdır (Akpınar, 2012). Bu projelerle, birçok öğrencinin ortak sorunu olan bilimsel bilgileri gerçek olan kişisel ve sosyal yaşama ait problemlere uygulayamama sorununu ortadan kaldırmak (Sanger ve Greenbowe, 1996), bilimsel bilgilerin anlaşılabilirliğini arttırmak (Taber, 2007), fen derslerinin sıkıcı görülmesini engellemek ve öğrencilerin bilimsel okuryazar bireyler olarak yetişmesini sağlamak (Akpınar, 2012) amaçlanmıştır.

Bu projelerde öğrenciler günlük hayatlarında karşılaştıkları bazı olayları analiz etmelerinin yanı sıra günlük yaşamlarıyla bilim arasındaki bağlantıların da farkına varırlar (Finkelstein, 2001). Böylece öğrencilerin kendi öğrenme süreçlerine aktif olarak katılmaları sağlanır (Stolk vd., 2009a, 2009b). Bu projelere göre, bilimsel öğrenmenin başlangıç noktası olan bağlamlar öğrencilerin merakını uyandırmak için öncelikle sunulur. Ayrıca, öğrenciler bağlamlar yardımıyla bilimsel bilgilerin anlamlarını çıkarmaları için teşvik edilir ve böylece öğrencilerin fen/fizik kavramlarını öğrenmeye ihtiyaç duydukları bir bağlam sunulmuş olur. Bu yolla öğrenciler bağlam temelli öğrenme yaklaşımının önemini ve geçerliğini kavradıklarında, fen bilimlerine olan ilgilerinin de artmış olduğu ifade edilmektedir (Barker ve Millar, 1999, 2000; Belt vd., 2005; Potter ve Overton, 2006). Sonuç olarak, bağlam temelli öğrenme yaklaşımı yalnızca öğrencileri daha aktif kılmakla kalmaz, fizik ile günlük yaşam arasındaki ilişki dahilinde onların fiziği daha anlamlı ve kalıcı öğrenmelerine de katkıda bulunur (Kaltakci ve Eryılmaz, 2011; Ng ve Nguyen, 2006; Whitelegg ve Parry, 1999). Ayrıca bağlam temelli öğrenme yaklaşımı öğrencilerin içinde yaşadıkları dünyayı ve doğal çevrelerini daha iyi anlamalarına da yardımcı olur (Lye, Fry ve Hart, 2001).

Uluslararası alanda bağlam temelli öğrenme yaklaşımları esas alınarak gerçekleştirilen projeler ışığında ülkemizde de ortaöğretim fen öğretim programlarında bazı değişiklikler yapılmıştır (Ayvacı, Ültay ve Mert, 2012). Özellikle fizik derslerinde yapılandırmacı öğrenme yaklaşımı temel alınarak hazırlanmış olan ders kitaplarının yerine bağlam temelli öğrenme yaklaşımı esas alınarak yeniden hazırlanmış olan ders kitapları 2013-2014 eğitim öğretim yılına kadar okutulmuştur (MEB, 2011). Yeni öğretim programı ve ders kitapları, tek bir kuramı, yaklaşımı veya yöntemi temel almak, diğerlerinin sağlayabileceği avantajı yok etmenin yanında, öğretmenler arasında olduğu kadar öğrenciler arasındaki bireysel farklılıkları göz ardı etmek anlamına geleceğinden, öğretmen ve öğrenciler açısından daha az sınırlayıcı şekilde hazırlanmıştır (MEB, 2013a).

Bu durum öğretmenlerin konuya, öğrencilerin hazırbulunuşluklarına, öğrenme ortamlarına ve öğrenciler arasındaki bireysel farklılıklara göre bağlam temelli öğrenme yaklaşımını da rahatlıkla kullanabilmesini sağlamaktadır.

Ayvacı (2010) ve Ayvacı, Ültay ve Mert'in (2013) çalışmalarında belirttiği gibi ülkemizdeki öğretmenlerin bağlam temelli öğrenme yaklaşımıyla ilgili bilgilerinin yeterli düzeyde olmadığı düşünüldüğünde, bu öğrenme yaklaşımının öğrenme ortamlarında kullanılması ve olumlu/olumsuz yönlerinin tartışılması bağlam temelli öğrenme yaklaşımının öğretmenler tarafından daha iyi anlaşılması bakımından önem taşımaktadır. Ültay (2013) ve Ültay ve Ültay'ın (2014) bağlam temelli öğrenme yaklaşımıyla ilgili yapmış oldukları içerik analizinde de belirttikleri gibi, bağlam temelli öğrenme yaklaşımının öğrenme ortamlarında uygulanabilmesi için REACT (Relating-Experiencing-Appling-Cooperating-Transferring) stratejisinin yanı sıra yeni modellere de ihtiyaç duyulmaktadır. REACT stratejisi bağlam temelli öğrenme yaklaşımının eğitim öğretim ortamlarında kullanılan uygulamalarından birisi olup, ilk olarak CORD (Center for Occupational Research and Development) (1999a, 1999b), Souders (1999) ve Crawford (2001) tarafından tanımlanan stratejinin bütün ilkeleri yapmış oldukları çalışmalarda detaylıca açıklanmıştır. Buna göre seçilen bir konu günlük yaşamla ilişkili bağlam(lar) içerisinde ilişkilendirme, tecrübe etme, uygulama, işbirliği ve transfer etme ilkelerine uygun şekilde öğretilir. Ancak literatürdeki bazı çalışmalarda REACT stratejisinin uygulanması esnasında karşılaşılan problemlere ve REACT stratejisinin geliştirilmesi gerektiğine dikkat çekilmiştir (Coştu, 2009; E. Ültay, 2012; N. Ültay, 2012; Ültay, Durukan ve Ültay, 2014). Coştu (2009) yapmış olduğu çalışmanın REACT stratejisi ile ilgili sonuçları doğrultusunda, stratejide aksayan noktaların giderilmesi açısından açıklama ve tartışma ilkelerinin eklenerek bu konuda daha detaylı araştırmalar yapılması gerektiğini önermiştir. E. Ültay (2012) da çalışmasında REACT stratejisine bazı ilkelerin eklenmesi gerektiğine dikkati çekmiştir. N. Ültay (2012) da Coştu (2009) gibi çalışmasında, karşılaştığı problemler doğrultusunda açıklama ilkesinin de eklenmesi sonucu geliştirdiği REEACT (Relating-Experiencing-Explaining-Appling-Cooperating-Transferring) stratejisini ve her bir ilkesini açıklayarak daha verimli öğretimin gerçekleşmesi için eğitim araştırmalarında kullanması gerektiğini önermiştir. Ültay vd. (2014) ise çalışmalarında stratejiye bir açıklama ilkesinin eklenmesini veya REACT stratejisinin bütün ilkelerine açıklama kısımlarının eklenmesini önermişlerdir. Açıklama yapmak öğrencilerin yetersiz olan ön düşüncelerini daha doğru olan yenileriyle değiştirmelerine yardımcı olur. Çünkü öğrenciler çoğu zaman öğretmenin yardımı olmadan yeni düşünme yollarını bulmakta güçlük çekerler (Özmen, 2002a). Bu sebeple öğretmenin öğrencilerin deneyimlerini bir araya getirmelerinde, sonuçlarını açıklamalarında ve yeni kavramlar oluşturmalarında onlara temel bilgi düzeyinde

açıklamalarda bulunarak yardımcı olması (Akdeniz ve Akbulut, 2010) öğrenmenin daha anlamlı olmasına yardımcı olur. Bu anlamda eğitim öğretim esnasında özellikle açıklama ilkesinin eksikliğinin yaşandığı REACT stratejisinin genişletilmiş versiyonu olan açıklama destekli REACT stratejisinin öğretim ortamlarında denenmesi, bu yeni modelin olumlu ve olumsuz yönlerinin tartışılması gerektiği düşünülmektedir.

Bunlarla birlikte, fen eğitiminin kalitesinin artırılması için son yıllarda kavram öğretimine ve öğrencilerin mevcut alternatif kavramlarının belirlenmesine de ayrı bir önem verilmektedir. Çünkü öğrenciler fen derslerine kendi teori ve fikirleriyle gelirler (Posner, Strike, Hewson ve Gertzog, 1982; Hewson ve Hewson, 1984; Roth, 1985). Bireyler etraflarındaki fiziksel dünyayı anlamaya, yorumlamaya ve açıklamaya çalışırken çeşitli zihinsel modeller oluştururlar (Coll ve Treagust, 2001; Güneş, 2005). Ancak bunların çoğu bilimsel temellerden yoksundur (Güneş, 2005). Dilber'e (2006) göre çok sayıda öğrenci temel kavramları bile, bilimsel anlamlarına uygun olarak anlarken zorlanmakta ve bilimsel bilgilerle uyumlu bir şekilde yorumlayamamakta; bunun yerine her bir kavram için farklı kavramlar geliştirmektedir. Her bireyin kendisinin geliştirmiş olduğu bu kavramlar, bilim dünyasının kabul ettiği bilimsel anlamlarından farklılık gösteriyorsa Helm (1980) tarafından "kavram yanılgısı", Driver (1981) tarafından "alternatif yapılar", Gilbert, Osborne ve Fensham (1982) tarafından "çocukların bilimi" olarak çok çeşitli şekilde isimlendirilmişlerdir. DiSessa'ya (1993) göre kavram yanılgısı öğretilen bilginin yanlış anlaşılması iken, alternatif kavram öğrencide kendiliğinden gelişir. Bu terimler her ne kadar birbiriyle benzerlik gösterebilir de aralarında bazı farklılıklar bulunmaktadır. Örneğin öğretmen yanlış bilgiler sunarsa, öğrencinin sahip olduğu bu yanlış bilgilere kavram yanılgısı demek uygun değildir (Taber ve Tan, 2011). Öğrenci öğretmenin sunmuş olduğu bu "alternatif kavramları" doğru anlamış olabilir (Taber, 2011). Keza alternatif kavram daha çok yapılandırmacı öğrenme kuramı için uygun bir terim iken, kavram yanılgısı pozitivist eğilimler için uygun bir terimdir (Taber, 2009). Pozitivizm muhtemel sebeplerin sonuç ya da ürünleri belirlediği nedenselci bir felsefeye dayanmaktadır (Creswell, 2013). Yapılan çalışmalar sonucunda fizik alanında farklı konularda tespit edilmiş alternatif kavramlar, kavram öğretiminin istenen düzeyde olmadığını göstermektedir (Abimbola ve Baba, 1996; Grayson, 2004; Ünlüsoy, 2006). Bunun çok çeşitli sebepleri olabilmekte birlikte en önemli sebeplerden bazıları mevcut öğretim programlarının yetersiz olması ve uygun öğretim stratejilerinin belirlenememesi olabilir (Gilbert, 2006).

Fizik eğitiminde yapılan bağlam temelli öğrenme yaklaşımının esas alındığı çalışmalar dikkate alındığında kuvvet ve hareket (Akbulut, 2013; Akpınar, 2012; Akpınar ve Tan, 2011; Choi ve Song, 1996; Lye vd., 2001; McCullough, 2004; Palmer, 1997; Park ve Lee, 2004; Rennie ve Parker, 1996, 1998), enerji (Çekiç Toroslu, 2011; Çoker,

Çatlıoğlu ve Birgin, 2010; Rennie ve Parker, 1998; Tekbıyık, 2010; Tekbıyık ve Akdeniz, 2010; Tural, 2013b), elektrik ve manyetizma (Finkelstein, 2005; Peşman ve Özdemir, 2012; Yayla, 2010), optik (Basir vd., 2008; Testa, Lombardi, Monroy ve Sassi, 2011; Vignouli, Hart ve Fry, 2002) ve kaldırma kuvveti (Enghag, Gustafsson ve Jonsson, 2009; Ültay ve Ültay, 2012) konularının ağırlıklı olduğu görülmekte itme, momentum ve çarpışmalar konusunun olmadığı dikkati çekmektedir. Aslında itme, momentum ve çarpışmalar konusu öğrencilerin günlük yaşamlarından aşına oldukları bir konudur. Örneğin misket oyunu, trafik kazalarında araçların çarpışması, bilardo oyunu, silahların ateşlendikten sonra geri tepmesi ve havai fişek gösterileri öğrencilerin günlük hayatta sıkça karşılaştıkları olaylardandır. Milli Eğitim Bakanlığı'nın okullarda okutulmasını uygun gördüğü ders kitaplarında ilk kez lise 3. sınıfta karşılaştıkları itme, momentum ve çarpışmalar konusunun ve ilkokul 3. sınıftan lise 4. sınıfa kadar neredeyse her sene gördükleri itme, momentum ve çarpışmalar konusunun da temelini oluşturan kuvvet ve hareket ve enerji konularının öğrenciler tarafından hala yanlış algılanması mevcut alternatif kavram araştırmalarıyla da desteklenmektedir (Çirkinoğlu, 2004; Kandil İnceç, 2008a; Kandil İnceç, Taşar ve Ünlü, 2005; Kobayashi ve Okiharu, 2009; Şekercioğlu (Çirkinoğlu) ve Kocakülah, 2008; Tanel ve Tanel, 2010a; Tanel ve Tanel, 2010b; Taşar, Ünlü ve Kandil İnceç, 2006; Ünlü Güneş, Kandil İnceç ve Taşar, 2002a; Ünlü, Kandil İnceç ve Taşar, 2006; Ünlüsoy, 2006).

Konuyla ilgili alternatif kavramlara sahip öğrenciler üniversiteye geldiklerinde, bu alternatif kavramları giderecek bir eğitimle karşılaşmak yerine soyut kavramların yapılanmasında, alternatif kavramları gidermede ve kavramsal değişimi sağlamada yetersiz olduğu kabul edilen daha çok sunuş yoluyla öğretime dayanan bir öğrenme ortamıyla karşılaşmaktadırlar (Harrison ve Treagust, 2001; Hewson, 1992; Hewson ve Hewson, 2003). Bu durumda itme, momentum ve çarpışmalar konusunun etkili ve kalıcı öğrenilmesi de beklenemez. Günlük yaşamla ilişkili konular öğrencilere aktarılırken ne kadar öğrencilerinden çevrelerindeki olaylar ve nesnelere ilişkilendirilirse, o kadar etkili ve kalıcı öğrenme sağlanmış olur (Ay, 2008).

Ayrıca itme, momentum ve çarpışmalar konusunda yapılmış olan çalışmalar incelendiğinde çeşitli öğretim yöntem ve tekniklerinin kullanıldığı görülmektedir. Örneğin itme ve momentum konusunda Ünlü vd.'nin (2006) yapmış oldukları çalışmada öğretmen adaylarının kavram haritası yöntemi kullanarak momentum ve impuls kavramlarını nasıl anladıkları ve bu kavramlar arasında kurdukları bağlantıları araştırdıkları görülmektedir. Benzer şekilde Kandil İnceç (2008b, 2009) çalışmalarında itme ve momentum konusunda kavram haritasını bir değerlendirme aracı olarak kullanmıştır. Ünlüsoy (2006) ise çalışmasında, lise 2 öğrencilerinin impuls-momentum konusu ile ilgili kavram yanılgılarının

giderilmesinde işbirlikli yaklaşımın etkisini belirlemeyi amaçlamıştır. Yine benzer olarak Sarıay (2008) ile Sarıay ve Kavcar (2009) çalışmalarında işbirlikli öğrenme yönteminin geleneksel öğretim yöntemine göre öğrenci akademik başarısı açısından daha etkili olup olmadığını araştırmışlardır. Ayrıca George, Broadstock ve Vásquez Abaz (2000) ile Kobayashi ve Okiharu (2009) çalışmalarında bilgi ve iletişim teknolojileri (BİT)'ni kullanarak kavram öğretimini ve kavram yanılığları ile başa çıkmayı amaçlamışlardır. E. Ültay (2012) çalışmasında ise itme ve momentum konusunda REACT stratejisi ile kavram öğretimini, Ergül (2013) de yapılandırmacı kurama uygun bir öğretim uygulaması yapılarak, uygulama sırasında bilgi oluşturma sürecini belirlemeyi amaçlamıştır.

Görüldüğü gibi, itme, momentum ve çarpışmalar konusunda yapılan çalışmaların sayısı bir hayli fazla olmasına rağmen araştırmacıların kavramsal değişim için kullandıkları yöntemlerin, öğrencilerin kavramsal değişimlerini istenen düzeyde gerçekleştiremediği görülmektedir (Çirkinoğlu, 2004; Katipoğlu ve Gürel, 2004; Tanel ve Tanel, 2010a). Ayrıca yapılan kavram öğretimi çalışmalarına rağmen öğrencilerin bu kavramları birbiriyle ilişkilendirmede hala sıkıntılar yaşadıkları göze çarpmaktadır (Kandil Ingeç, 2008b; Ünlü vd., 2006; Taşar vd., 2006). Buradan yola çıkarak öğretmen adaylarına günlük yaşamdan tanıdık bağlamlar yoluyla konunun öğretilmesi onların hem alternatif kavramlarını gidermede hem de kavramlar arası bağlantıları doğru bir biçimde kurabilmelerinde etkili olabileceği düşünülmektedir. Bağlam temelli öğrenme yaklaşımına uygun fizik alanında yapılmış olan çalışmalar örneklemi açısından göz önünde bulundurulduğunda, araştırma grubu olarak öğretmen adaylarının az sayıda kullanılmış olduğu dikkati çekmektedir.

Sonuç olarak, geleneksel öğretim yaklaşımının tersine bağlam temelli öğrenme yaklaşımı, öğrencileri konu içeriği yoğun bir programla baş başa bırakıp, bu konuların günlük yaşamla ilişkisini çok az yansıtmak yerine, öğrencilerin bilimsel bilgiye ihtiyaç duydukları bir ortamın oluşturulmasını hedefler. Bunu yaparken öğrencilerin ilgisini çekecek günlük yaşamla ilişkili bağlamlar kullanılması ve içeriğin bu bağlamlar üzerinden aktarılması öğretimin daha anlamlı ve kalıcı olmasına etki edebilir. Bağlam temelli öğrenme yaklaşımının öğrenme ortamlarında uygulandığı modellerden biri olan REACT stratejisi de temelde 5 ilkeye dayanmakta olup, strateji daha önce yapılan çalışmalarda detaylıca tanıtılmıştır. Bu çalışmaların bazıları stratejiyi tanıtmak amacıyla olup, bazıları ise öğretim ortamlarında bu stratejinin uygulanmasıyla elde edilen sonuçları yansıtmaktadır. Coştu (2009), E. Ültay (2012), N. Ültay (2012) ve Ültay vd.'nin (2014) de çalışmalarında önermiş olduğu gibi stratejide aksayan noktaların giderilmesi açısından açıklama ilkesinin eklenerek bu konuda daha detaylı araştırmalar yapılması gerekmektedir. Bununla beraber, itme, momentum ve çarpışmalar konusunda öğrencilerin

veya öğretmen adaylarının çok sayıda alternatif kavrama sahip olması, bu konunun günlük yaşamla ilişkili bağlamlar dahilinde öğretilmesini ve yapılmış bazı çalışmalarda önerildiği gibi mevcut REACT stratejisinin açıklama ilkesiyle genişletilmiş versiyonunun uygulanmasını önemli kılmaktadır.

1.1. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı itme, momentum ve çarpışmalar konusunda bağlam temelli öğrenme yaklaşımının açıklama destekli REACT stratejisine uygun olarak hazırlanan öğretim materyallerinin, fen bilgisi öğretmen adaylarının başarılarına olan etkisini ve açıklama destekli REACT stratejisinin kullanılması hakkındaki görüşlerini incelemektir.

Araştırmanın alt amaçları ise şu şekilde oluşturulmuştur:

- 1) Açıklama destekli REACT stratejisi kullanılarak oluşturulmuş bağlam temelli öğrenme ve geleneksel öğrenme ortamlarının öğretmen adaylarının başarıları üzerindeki etkisini belirlemek.
- 2) Öğretmen adaylarının açıklama destekli REACT stratejisinin fizik öğretiminde kullanılması hakkındaki düşüncelerini belirlemek.

1.2. Araştırmanın Gerekçesi ve Önemi

Yapılandırmacı öğrenme kuramı öğrencilerin mevcut bilgileriyle yeni bilgileri arasında anlamlı bağlantı kurulabildiği takdirde öğrenmenin gerçekleşebileceği düşüncesini savunur (Sağlam, 2005; Turgut, 2001). Ancak yapılandırmacı öğrenme kuramının fizik/fen eğitimindeki bazı problemleri çözmede yetersiz kalması ve öğrencilerin okuldaki bilgilerini günlük hayatlarındaki olaylarla bağdaştıramamaları sebebiyle (Kurnaz ve Çalık, 2008) son yıllarda bağlam temelli öğrenme yaklaşımının önemi artmış ve eğitimciler tarafından araştırılmaya başlanmıştır (N. Ültay, 2012). Yapılan literatür taraması sonucunda erişilen bağlam temelli öğrenme yaklaşımının fizik eğitiminde kullanıldığı 68 çalışmanın çoğu bağlam temelli öğrenme yaklaşımının deneysel olarak araştırıldığı çalışmalardır. Deneysel çalışmalarda araştırma grubu olarak daha çok lise öğrencilerinin ve öğretmenlerin seçildiği görülmektedir. Üniversite düzeyinde öğretmen adayları ile yürütülen çalışmaların sınırlı sayıda olması dikkat çekicidir (Čepič vd., 2010; E. Ültay, 2012; Palmer, 1997; Tural, 2013a; Tural, 2013b). Öğretmen adaylarının doğru öğrendiklerini doğru iletmeleri ve gelecek nesillere bilimsel açıdan en doğru bilgileri aktarmaları açısından yapılacak çalışmanın öğretmen adaylarıyla yürütülmesi gerekli görülmüştür. Ayrıca hizmet öncesi eğitimde öğretmen adaylarına konuları tanıdık

bağlamlara nasıl yerleştirebilecekleri öğretilirse, öğretmen adayları ileride kendi sınıflarında daha etkili bir öğretim gerçekleştirebilecekleri düşünülmektedir. Bu bağlamda kısa bir süre sonra derslere girecek olan öğretmen adaylarının bağlam temelli öğrenme yaklaşımıyla öğretilmeleri kendi sınıflarında da bu öğrenme yaklaşımını kullanmalarını kolaylaştırabilir. Çünkü öğretmen adayları nasıl öğretilirse öyle öğretme eğilimindedir. Zira öğretmen adaylarının bireysel yaşantılarını doğrudan etkileyen, geleceğine, kişiliklerine ve tutumlarına yön veren baş aktör öğretmenleridir (Yapıcı, 2007). Öğretmen adaylarının yeni öğrenme yaklaşımlarını anlayabilme ve derslerinde kullanabilme becerilerinin geliştirilmesine katkı sağlanacağı ve bu sebeple de bağlam temelli öğrenme yaklaşımıyla ilgili, öğretmen adaylarıyla yapılacak olan çalışmalara ihtiyaç olduğu görülmektedir.

Öğrenciler itme, momentum ve çarpışma kavramlarıyla Milli Eğitim Bakanlığı'nın yapmış olduğu program dahilinde ilk defa lise 3. sınıfında karşılaşmaktadırlar (MEB, 2013a). Ancak itme, momentum ve çarpışmalar konusunun temelini oluşturan kuvvet ve hareket konularını öğrenciler 3. sınıftan 12. sınıfa kadar aşamalı olarak görmektedirler. İlkokulda öğrencilerin, itme ve çekmenin birer kuvvet olduğuna yönelik bilgi-beceri ve hareketli cisimleri durdurmaya çalışmanın tehlikeli olabileceği hakkında farkındalık kazanmaları ve kuvvetin cisimler üzerindeki etkilerini fark etmeleri amaçlanır. Ortaokulda, doğada var olan çeşitli kuvvetleri tanıyarak kuvvetin büyüklüğünün dinamometre ile nasıl ölçüldüğünü keşfetmeleri, sürtünme kuvvetinin harekete olan etkisini belirlemeleri, kuvvetin özelliklerini fark etmeleri, zaman ve sürat arasındaki ilişkiyi kavramaları, kütle ve ağırlık, kuvvet-iş ve enerji arasındaki ilişki, enerji çeşitleri ve enerji dönüşümleri hakkında bilgi ve beceriler kazanmaları amaçlanmaktadır (MEB, 2013b). Lisede ise hareket çeşitlerinin farkına varmaları, doğrusal hareketi tanımlayacak matematiksel modeller oluşturmaları, basınç kavramını yapılandırmaları, katı ve akışkanlar için basıncın bağlı olduğu değişkenleri analiz etmeleri, tek boyutta hareketle ilgili kavramları iki boyutta kullanabilmeleri, hareket konusunun daha detaylı anlaşılabilmesi ve yorumlanabilmesi için öğrencilerin momentum kavramını ve korunumunu yapılandırması amaçlanmıştır. Öğrenciler, momentum kavramını kuvvetle ilişkilendirerek günlük hayattaki çarpışma durumlarını (trafik kazaları, bilardo gibi) analiz edebilmeli, problem durumları ortaya koyabilmeli ve çözümler üretebilmelidirler (MEB, 2013a). Lisenin son sınıfında ise düzgün çembersel ve basit harmonik hareket detaylıca incelenmiştir (MEB, 2013a). Üniversitede de itme, momentum ve çarpışma kavramları ile özellikle kuvvet ve hareket kavramları, fen alanlarında başta olmak üzere, çok sık karşılaşılan kavramlardır. Öğretim hayatında öğrencilerin bu kadar sık karşılaştıkları kavramlarda hala birçok alternatif kavrama sahip olmaları, yapılan çok sayıda çalışmada, kavram değişimi için kullanılan yöntemlerin kavramsal değişimi istenilen düzeyde gerçekleştirememesi, kavramların birbiriyle ve

günlük yaşamla ilişkilendirilmesinde hala sıkıntılar yaşanması itme, momentum ve çarpışmalar konusunun farklı yöntem ve tekniklerle öğretilmesini gerekli kılmaktadır (Çirkinoğlu, 2004; Kandil İnceç, 2008a; Kandil İnceç vd., 2005; Kobayashi ve Okiharu, 2009). Kullandığımız araçların trafik kazaları sonucu nasıl bu kadar hasar alıp deforme olduklarını, bilardo sporunda topların çarpışması sonucu farklı açılarla farklı yönlere doğru ilerlemesinin altındaki nedenleri veya bir silah ateşlendiğinde meydana gelen olayları öğrenmek, her bilimsel okuyazar bireyin bilmesi gereken bilgilerdir. Ancak yapılan bazı çalışmalar, konuyu gerçek hayatta ortaya çıkan durumlara uygulamanın daha derin bilgi gerektirdiğini ve öğrencilerin itme, momentum ve çarpışmalar kavramlarını günlük yaşamla ilişkilendirilmede hala problem yaşadıklarını göstermektedir (Grimellini-Tomasini, Pecori-Balandi, Pacca ve Villani, 1993; Kandil İnceç vd., 2005; Katipoğlu ve Gürel, 2004; Lawson ve McDermott, 1987). Öğrencilerin öğrendikleri bilgilerin günlük yaşamlarıyla ilişkilendirilmesi onların motivasyonlarını artıracak gibi öğrenmenin kalıcılığını da artıracaktır. Bu sebeple itme, momentum ve çarpışmalar konusunun günlük yaşamdan öğrencilerin aşına oldukları bağlamlar kullanılarak öğretilmesine gereksinim duyulmaktadır.

Bilimsel bilgilerin hangi öğretim modeli veya stratejisi ile öğretilmesi konusunda eğitimciler, eğitim platformlarında tartışmaktadırlar. Bu tartışmalardaki en önemli nokta üniversite eğitimlerini fen ve bilim alanında tamamlamayan öğrencilerin bile temel fen eğitimlerini aldıktan sonra teknolojik ve bilimsel gelişmeleri takip edebilecek ve anlamlandırabilecek bir düzeye erişmelerini sağlamaktır. Bu da ancak öğrencilerin bilimsel bilgiler ile günlük olayları ve teknolojik gelişmeleri ilişkilendirebilmeleriyle mümkün olmaktadır. Bu ilişkilendirmede öğrencilerin mevcut bilgi birikimi çok önemli bir rol oynamaktadır. Çünkü öğrenciler yeni bilgiler ile mevcut bilgi birikimleri arasında bağ kurabildiklerinde öğrenme daha anlamlı ve kalıcı hale gelir (Driver ve Easley, 1978'den aktaran: Çalık, 2006: 2). Nitekim Souders'a (1999) göre de insan zihni yeni bilgilerle karşılaştığında onları kendi çevresiyle ilişkilendirebileceği olaylar aramaya başlar ve yeni bilgiler insanın yaşamış olduğu çevresindeki olaylarla ilişkilendirildiğinde anlam kazanmaya başlar ve insana işe yarar gözükür. Bağlam temelli öğrenme yaklaşımı da temelde bu düşünceden yola çıkarak yeni bilgilerle ön bilgilerin ilişkilendirilmesi sürecinde öğrenciye tanıdık bağlamlar sunulmasını öngörür. Bağlam temelli öğrenme yaklaşımının bu işlevi yerine getirmesi için kullanılan stratejilerden birisi de REACT stratejisidir. İlk olarak CORD (Center for Occupational Research and Development) (1999a, 1999b), Souders (1999) ve Crawford'un (2001) tanıttıkları stratejinin her ilkesi yapmış oldukları çalışmalarda detaylıca açıklanmıştır. Ayrıca literatürde eğitim alanında uygulamalı olarak yapılan 9 çalışmanın 4'ünde (Coştu, 2009; E. Ültay, 2012; N. Ültay, 2012; Ültay vd.,

2014), REACT stratejisinin uygulanması esnasında karşılaşılan problemlere ve REACT stratejisinin geliştirilmesi gerektiğine dikkat çekilmiştir. Coştu (2009) matematik eğitimi alanında yapmış olduğu çalışmanın REACT stratejisi ile ilgili sonuçları doğrultusunda, stratejide aksayan noktaların giderilmesi açısından açıklama ve tartışma ilkelerinin eklenerek bu konuda daha detaylı araştırmalar yapılması gerektiğini önermiştir. E. Ültay (2012) ise fizik eğitimi alanındaki çalışmasında REACT stratejisine bazı ilkelerin eklenmesi gerektiğine dikkat çekmiştir. N. Ültay (2012) da Coştu (2009) gibi çalışmasında, karşılaştığı problemler doğrultusunda açıklama ilkesinin de eklenmesi sonucu geliştirdiği REEACT stratejisini ve her bir ilkesini açıklayarak daha verimli öğretimin gerçekleşmesi için eğitim araştırmalarında kullanması gerektiğini önermiştir. Ültay vd. (2014) ise çalışmalarında stratejiye bir açıklama ilkesinin eklenmesini veya REACT stratejisinin bütün ilkelerine açıklama kısımlarının eklenmesini önermişlerdir. Literatürde ulaşılabilen, REACT stratejisinin eğitim ortamlarında uygulanmış olduğu çalışmalar Türkiye’de gerçekleştirilmiş olup, bu çalışmaların çoğunda ortak nokta olarak açıklama ilkesinin eksikliğinin belirtilmesi dikkat çekicidir. Bu durumun en önemli sebebi Türk Eğitim Sisteminin sınavlara dayalı olması (Karal, Alev ve Başkan, 2010) ve bu sebeple de bilgiye dayalı bir eğitime gereksinim duyulması olabilir (Çalık, 2010).

Öğretim gerçekleştirilirken gerekli yerlerde açıklamalar yapılması, öğrencilerin deneyimlerini bir araya getirmelerine, buldukları sonuçları açıklamalarına ve yeni kavramlar oluşturmalarına yardımcı olur. Öğretmen tarafından öğrencilerin gözlemleri kullanılarak konuyla ilgili bilimsel kelimelerin, kavramların sunulduğu ve açıklandığı bu ilkede düz anlatım, video gösterimi ve tartışma gibi yöntem ve teknikler de kullanılabilir (Özmen, 2002a; Wilder ve Shuttleworth, 2004). Eğitim ortamlarında kullanılan öğretim modellerinin birçoğunda açıklama ilkesinin bulunması bu ilkenin öğrenciler için de önemini göstermektedir. Örneğin 4E öğrenme halkası modeli (Bodzin, Cates ve Price, 2003), 5E modeli (Bybee vd., 2006), Yager (1991) tarafından önerilen bütünleştirici strateji ve 7E modelinde (Çepni, Şan, Gökdere ve Küçük, 2001) açıklama ilkesinin ayrı bir ilke olarak varolması ve keşfedici, bütünleştirici ve buluş yoluyla fen öğretiminde öğrencilerin bilgiyi yapılandırmalarına yardımcı olabilmek için gerekli bilimsel açıklamalar yapılması (Ayas vd., 2007; Ünal ve Ergin, 2006) açıklama ilkesinin önemini göstermektedir. Bu anlamda Türkiye açısından, eğitim-öğretim sürecinde özellikle açıklama ilkesinin eksikliğinin yaşandığı REACT stratejisinin genişletilmiş versiyonu olan açıklama destekli REACT stratejisinin öğretim ortamlarında denenmesi, bu yeni modelin olumlu ve olumsuz yönlerinin tartışılması açısından gerekli görülmektedir. REACT stratejisinin ele alındığı 9 deneysel çalışmadan 4’ü fizik eğitimi (Aktaş, 2013; E. Ültay, 2012; Saka, 2011; Tural, 2013a), 3’ü kimya eğitimi (Demircioğlu, Vural ve Demircioğlu, 2012; N. Ültay, 2012; Ültay

vd., 2014) diğer 2'si ise matematik eğitimi (Coştu, 2009; Çatlıoğlu, 2010) alanındandır. İlgili çalışmaların çoğunda belirtilen REACT stratejisinin geliştirilmesi önerisi doğrultusunda, bağlam temelli öğrenme yaklaşımını ve açıklama destekli REACT stratejisini esas alan çalışmaların yapılmasının gerekliliğini ortaya çıkmıştır. Açıklama destekli REACT stratejisi ile hazırlanmış ders planları ve öğretim materyalleri de bu modeli sınıflarında kullanmak isteyen öğretmenlere veya öğretim elemanlarına örnek teşkil etmesi bakımından yararlı olacaktır. Çalışmanın, araştırma grubunun öğretmen adayları olması öğretmen adaylarının mevcut yanlış bilgilerinin veya alternatif kavramlarının tespit edilerek yapılacak uygulama ile giderilmesi ileride öğretecekleri kavramları doğru bir biçimde öğretmeleri bakımından yararlıdır. Öğretmen adayları yapılan uygulamalarla açıklama destekli REACT stratejisi ve nasıl uygulanabileceği hakkında bilgi sahibi olacakları ve gelecekte mesleki uygulamalarında esas alabilecekleri deneyimleri şimdiden edinmiş olmaları açısından da faydalı görülmektedir.

Bağlam temelli öğrenme yaklaşımının öğrencilerin ilgi ve motivasyonlarına olan olumlu etkisi (Choi ve Song, 1996; Edwards, 2000; Finkelstein, 2005; Rayner, 2005; Tekbıyık, 2010) göz önüne alındığında REACT stratejisinin de öğrenme ortamlarında benzer etkiyi göstermesi beklenirdi. Ancak N. Ültay (2012) çalışmasında REACT stratejisinin öğretmen adayları üzerinde beklenenin aksine ilgi ve motivasyonlarında bir değişiklik yaratmadığını bulmuştur. Halbuki bağlam temelli öğrenme yaklaşımının en önemli dayanak noktalarından biri tanıdık bağlamlar sayesinde öğrencilerin ilgi ve motivasyonlarını artırarak onları derse yönlendirmektir. Bu açıdan yaklaşıldığında açıklama destekli REACT stratejisinin de öğretmen adaylarının ilgileri üzerinde nasıl bir etkisinin olduğunu gözlemlemek, dersin öğretmen adayları üzerindeki etkisini ve onların bu yeni model hakkındaki bakış açılarını belirlemek açısından etkili olacaktır. Buradan yola çıkarak araştırmanın temel problemleri;

- 1) Açıklama destekli REACT stratejisi kullanılarak oluşturulmuş bağlam temelli ve geleneksel öğrenme ortamlarındaki öğretmen adaylarının itme, momentum ve çarpışmalar konusunu anlamaları arasında bir fark var mıdır?
- 2) Öğretmen adaylarının açıklama destekli REACT stratejisinin fizik öğretiminde kullanılması hakkındaki düşünceleri nelerdir?

Son yıllarda fen eğitimine verilen önemle birlikte yapılan eğitim reformlarına ve bir doğa bilimi olan fiziğin insanların yaşamlarıyla yakın bir ilişki içinde olmasına rağmen, fizik derslerine öğrenciler tarafından ilgi gösterilmeyerek hak ettiği değer verilmemektedir. Son yıllarda fizik dersinin diğer derslerle karşılaştırıldığında öğrencilerin en az ilgi duydukları

dersler arasında yer aldığı ve popülerliğini kaybettiği belirtilmektedir (Azuma ve Nogao, 2008; Sharma, 2004; Yaman vd., 2004). Bunun en büyük nedeni olarak, konuların çok soyut ve matematiksel olması, teorik bir doğasının olması ve toplum ve insanlarla doğrudan ilişkili olmaması gösterilmektedir (Whitelegg ve Parry, 1999). Yapılan çalışmalar öğrencilerin fene olan ilgilerini artırmanın en önemli yolunun bilimsel bilgileri günlük yaşamdaki olaylarla ilişkilendirmekten geçtiğini göstermektedir (Barker ve Millar, 1999, 2000; Potter ve Overton, 2006). Bilimsel bilgilerin günlük yaşamdaki olaylarla ilişkilendirilmesi öğrencilerin fene/fiziğe/kimyaya/biyolojiye karşı olan ilgi ve tutumlarını da pozitif yönde etkilemektedir (Acar ve Yaman, 2011; Akpınar, 2009; Bennett, Gräsel, Parchmann ve Waddington, 2005; Bennett, Hogarth ve Lubben, 2003; Bennett, Holman, Lubben, Nicolson ve Prior, 2002; Dlamini ve Lubben, 1996; Graber, Erdmann ve Schlieker, 2002; Hofstein ve Kesner, 2006, King ve Ritchie, 2007; Lubben, Bennet, Hogarth ve Robinson, 2005; Nentwig, Parchmann, Demuth, Grasel ve Ralle, 2002; Schwartz, 2006; van Driel, 2005). Bunu yapabilmek için de konuları öğrencilerin günlük yaşamlarından aşına oldukları bağlamlar dahilinde öğretmek gerekir. Fen bilimleri alanındaki dersler işlenirken günlük yaşamla bağlantısının yeterince kurulmaması bu derslere olan ilgiyi azaltan nedenlerden biri olarak görülmektedir (Yaman vd., 2004). Ancak öğretmenlerin konunun içeriğini bağlamlara transfer etmekteki yetersizlikleri (Parchmann vd., 2006) göz önüne alınırsa, çalışma itme, momentum ve çarpışmalar konusunda sunacağı bağlamlarla öğretmenlere yol gösterici olacaktır. Ayrıca bu materyalleri deneyen öğretmenler, öğrencilerde daha etkili ve kalıcı öğrenmenin gerçekleştiğini tespit ederlerse diğer konularda da kendileri materyal hazırlayıp tanıdık bağlamlarda konuları öğretebilirler.

1.3. Araştırmanın Sınırlılıkları

Araştırmanın sınırlılıkları aşağıdaki gibi maddeler halinde sıralanabilir:

- 1) Bu çalışma, pilot uygulama için 2013-2014 akademik yılı güz yarıyılında, asıl uygulama için 2013-2014 akademik yılı bahar yarıyılında, Giresun Üniversitesi fen bilgisi öğretmenliği 1. sınıfında öğrenim gören öğrenciler (öğretmen adayları) ile sınırlıdır.
- 2) Bu çalışma itme, momentum ve çarpışmalar konusu ile sınırlıdır.

1.4. Araştırmanın Varsayımları

Araştırmanın varsayımları aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- 1) Katılımcıların, görüşlerini beyan ederken özgür ve samimi oldukları varsayılmıştır.
- 2) Araştırmanın kontrol edilemeyen değişkenlerin kontrol ve deney grubu öğretmen adaylarını eşit düzeyde etkilediği varsayılmıştır.

Bu bölümde araştırmanın amacı, araştırmanın gerekçesi ve önemi, araştırmanın sınırlılıkları ve araştırmanın varsayımları hakkında bilgiler verilmiştir. Araştırma problemleri ile ilgili literatür taraması ve literatür taraması sonuçları bir sonraki bölümde detaylı olarak sunulmuştur.

1.5. Tanımlar

- **Bağlam Temelli Öğrenme Yaklaşımı:** Öğrencilere bilimsel bilgiler öğretilirken onlara günlük yaşamdan aşina oldukları bağlamların sunularak, bilgiye ihtiyaç duydukları bir öğrenme ortamının yaratıldığı öğrenme yaklaşımıdır (Acar ve Yaman, 2011; Glynn ve Koballa, 2005).
- **Geleneksel Öğretim Yaklaşımı:** Öğrencilere bilimsel bilgiler tahtada sunum yoluyla öğretmen tarafından anlatılır. Öğretmen merkezli bir yaklaşım olup, odak noktasında öğretmenin bilgileri sunduğu öğrencilerinse not tutup, bu bilgileri ezberlemelerinin beklendiği bir öğretim yaklaşımıdır (Barlow, 2012). Bu çalışmada buna ek olarak soru-cevap tekniği ve gösteri deneylerinden faydalanılmıştır.
- **REACT Stratejisi:** Bağlam temelli öğrenme yaklaşımı esas alınarak geliştirilmiş olan ilişkilendirme, tecrübe etme, uygulama, iş birliği ve transfer etme gibi beş temel ilkedden oluşan bir öğrenme stratejisidir (Crawford, 2001).
- **Açıklama İlkesi:** Öğretmenin öğrencilerin deneyimlerini bir araya getirmelerinde, sonuçlarını açıklamalarında ve yeni kavramlar oluşturmalarında onlara temel bilgi düzeyinde açıklamalarda bulunarak yardımcı olmasının (Akdeniz ve Akbulut, 2010) hedeflendiği ilkedir.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Bu bölümde bağlam temelli öğrenme yaklaşımı, REACT stratejisi ve itme, momentum ve çarpışmalar başlıkları altında araştırmanın kuramsal çerçevesi oluşturulup, literatür taraması sonuçları detaylıca sunulmuştur.

2.1. Araştırmanın Kuramsal Çerçevesi

Bu bölümde araştırmanın kuramsal çerçevesini oluşturan bilgiler sunulmaktadır.

2.1.1. Bağlam Temelli Öğrenme Yaklaşımı

Bağlam terim olarak Latince'de dokumak, örmek anlamına gelen "contexere" fiilinden gelmektedir. Bu fiilden türetilen bir isim olan "contextus" da uygunluk ve/veya ilişki anlamına gelmektedir. Böylece, "context" kavramının anlamı, fen eğitiminde bağlamların kullanılmasıyla, öğrencilerin günlük yaşamlarını açıklayabilmeleriyle ve konuyla ilişkili zihin haritaları oluşturmalarıyla tutarlıdır (Gilbert, 2006).

Bağlam temelli öğrenme yaklaşımı temelde "Bu konuyu neden öğrenmem gerekiyor?" sorusuna cevap arar (Pilot ve Bulte, 2006). Aynı zamanda, bağlam temelli öğrenme yaklaşımı özellikle üniversitede fen okumayacak öğrencilerin bilimsel okuryazar olabilmelerini sağlamak amacıyla geliştirilmiş bir yaklaşımdır (Glaser ve Carson, 2005; Park ve Lee, 2004; Rennie ve Parker, 1996; Wilkinson, 1999b; Yam, 2005). Böylece, fiziksel bilgileri günlük yaşamdan öğrencilere tanıdık bağlamlarla ilişkilendirerek fiziği daha çekici ve ilginç kılmaya çalışır (Akbulut, 2013; Aktaş, 2013; Basir vd., 2008; Choi ve Johnson, 2005; Choi ve Song, 1996; Edwards, 2000; Finkelstein, 2005; Hırça, 2012; Rayner, 2005; Sjøberg, 2000; Tekbıyık, 2010). Örneğin, Choi ve Song (1996), öğrencilerin birçok kavram yanılgısına sahip olduğu serbest düşme ve sürtünme kuvveti konusu ile ilgili sunulan farklı bağlamlardan hangisi ya da hangileriyle öğretim yapılmasını istediklerini ve bunun nedenlerini araştırmayı amaçlamışlardır. Çalışmanın sonucunda, öğrencilerin çoğunun günlük hayatla ilgili bağlamları seçtikleri ve böylece ilgi ve motivasyonlarının arttığı görülmektedir.

Bu yaklaşım ayrıca fizikte zor anlaşılan ya da öğrenilmesi diğer kavramlara göre daha zor olan kavramları öğrenmeyi öğrenciler için kolaylaştırma gereksiniminden doğmuştur (Basir vd., 2008; Euler, 2003; Jamison ve Mejlgaard, 2010). Fizik eğitiminde bağlam temelli öğrenme yaklaşımı öğrencilerin çevrelerini algılamalarını etkilediğinden, yapılan çalışmaların yarıya yakını fiziksel kavramları veya konuları öğretmeyi kolaylaştırmak için etkili çözüm önerileri sunmayı amaçlamıştır. Akbulut (2013), Akpınar

(2012), Aktaş (2013), Çekiç Toroslu (2011), Değermenci (2009), E. Ültay (2012), Peşman (2012), Saka (2011), Tekbıyık (2010), Ültay ve Ültay (2012), Watzka ve Girwidz (2011) ve Yayla (2010) çalışmalarında bağlam temelli öğrenme yaklaşımına dayalı fizik öğretiminin, öğrenci başarısını olumlu yönde etkilediği sonucuna ulaşımlarının aksine Tural (2013b) çalışmasında bağlam temelli yaklaşımın öğrencilerin başarısına herhangi bir etkide bulunmadığı sonucuna ulaşmıştır.

Lye vd. (2001) çalışmalarında, deneyimli bir VCE fizik öğretmenin bağlama dayalı fizik öğretimini nasıl algıladığını ve bu algısının sınıf uygulamalarını nasıl şekillendirdiğini keşfetmek amacıyla gözlem yapmışlardır. Çalışmada sonuç olarak, öğretmen VCE'yi sınırlayıcı bulmasına karşın, öğrencilerin tüm aktivitelere katılarak derinlemesine anlama seviyesine ulaşmış oldukları görülmektedir. Çalışmada, gerçek yaşam bağlantıları ile anlatılan fizik konularının öğrencilerin tüm aktivitelere aktif olarak katılmalarını sağladığı düşünülmektedir.

Finkelstein (2005) ise lisansüstü öğrencileri ile yürüttüğü çalışmasında, elektrik ve manyetizma konusunda bağlama dayalı fizik öğretime yoğunlaşan bir sınıfı incelemiştir. Çalışmanın sonucunda bağlama dayalı fizik öğretiminin öğrencilerin kavramları anlamasında ve derse karşı ilgi ve tutumlarında artış olduğu görülmüştür.

Rayner (2005), çalışmasında üniversite düzeyinde 1. seviye fizik dersini bağlam temelli öğrenme yaklaşımıyla öğretmeyi ve sonuçlarını incelemeyi amaçlamıştır. Araştırmanın sonucunda öğrenme çıktıları ve öğrenci algıları açısından öğrencilerin başarılı olmasının yanında motivasyonlarının da artmış olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Bağlam temelli öğrenme yaklaşımı fizik dersine karşı pozitif ilgi ve tutum geliştirmek amacının yanı sıra (Akbulut, 2013; Peşman, 2012; Rayner, 2005; Tekbıyık, 2010; Whitelegg ve Edwards; 2001; Wierstra, 1984), aynı zamanda üniversitede fizik okumayı seçen öğrenci sayısını da artırmak amacındadır. Nitekim Avustralya'da fizik dersleri günlük yaşama dayalı bağlamlara uygun şekilde tasarlandığında fizik dersine kayıt olan öğrenci sayısında artış olduğu görülmüştür (Whitelegg ve Parry, 1999; Wilkinson, 1999a). Ancak tüm bunlar bağlam temelli öğrenme yaklaşımının bütün sorunları bir anda çözeceği anlamına gelmemekte, yalnızca sorunları çözmeyi kolaylaştıracağı düşünülmektedir (Campbell ve Lubben, 2000). Öğrenciler, anlamlı buldukları ve aşına oldukları bağlamlarda bilimsel içerik ile günlük yaşamlarını bağdaştırmayı ilgi çekici buldukları için, Bulte vd. (2006) ile Stolk vd. (2009a) bağlamların seçiminin önemli olduğuna özellikle vurgu yapmışlardır. Seçilen bağlamların öğrencileri temsil etme gücünün yüksek olmasına dikkat edilmelidir. Örneğin hayatında hiç tepegöz cihazını görmemiş bir öğrenci grubuna optik konusunu tepegöz bağlamında öğretmek yersiz olacağı gibi, hayatında tahra aletini görmemiş bir öğrenci grubu için de, tahra bağlamını kullanarak basit makineler konusunu

öğretmek yine yersiz olacaktır. Bu sebeple seçilen bağlamların öğrenci grubunun mümkün olduğunca tamamını temsil etmesine özen gösterilmelidir.

Ayrıca bağlam seçiminin dışında, Yam'a (2005) göre bağlam temelli öğrenme yaklaşımıyla işlenen derslerde kullanılırken dikkat edilmesi gereken bazı ilkeler aşağıda sunulmuştur:

- Problem çözmenin üzerinde durur,
- Ev, toplum ve çalışma alanları gibi çeşitli bağlamlarda öğretme ve öğrenme ihtiyacının farkında olur,
- Öğrencilere kendi öğrenmelerini gözlemlene ve idare etmeyi öğretir, böylece öğrenciler öz düzenlemeli hale gelirler,
- Öğretmeyi, öğrencilerin farklı yaşam bağlamlarıyla ilişkili hale getirir,
- Takımları ya da bağımsız grup yapılarını kullanarak öğrencilerin birbirlerinden ve beraber öğrenmeye cesaretlendirir,
- Alternatif ölçme ve değerlendirme yöntemleri kullanır.

Fizik alanında bağlam temelli öğrenme yaklaşımını konu alan çalışmalar incelendiğinde, bağlam temelli öğrenme yaklaşımının kullanıldığı fizik konularından kuvvet ve hareket (Akbulut, 2013; Akpınar, 2012; Akpınar ve Tan, 2011; Choi ve Song, 1996; Lye vd., 2001; McCullough, 2004; Palmer, 1997; Park ve Lee, 2004; Rennie ve Parker, 1996, 1998), enerji (Çekiç Toroslu, 2011; Çoker vd., 2010; Rennie ve Parker, 1998; Tekbıyık, 2010; Tekbıyık ve Akdeniz, 2010; Tural, 2013b), elektrik ve manyetizma (Finkelstein, 2005; Peşman ve Özdemir, 2012; Yayla, 2010) ve optik (Basir vd., 2008; Testa vd., 2011; Vignouli vd., 2002) konularının ağırlıklı olarak tercih edildiği görülmektedir. Ayrıca kaldırma kuvveti (Enghag vd., 2009; Ültay ve Ültay, 2012), itme ve momentum (E.Ültay, 2012; Peşman, 2012), SLIPP programından fizik-telefon-ev (Edwards, 2000), termodinamik (Enghag, Gustafsson ve Jonsson, 2007), dalgalar (Değermenci, 2009), fizik ve doğa (Çepiç vd., 2010) ve maddenin tanecikli yapısı ve ısı (Aktaş, 2013) konuları da yine bağlam temelli öğrenme yaklaşımı esas alınarak öğretilmeye çalışılmıştır.

Bağlam temelli öğrenme yaklaşımı literatürde sözü edilen problemlere çözüm olarak getirilmiş bir yaklaşım olmasına rağmen, unutmamak gerekir ki en önemli noktası onu öğretim ortamlarında kullanacak olan öğretmenler ve bu öğretimden etkilenecek olan öğrencilerdir. Bu amaçla, Aktaş (2013), Ayvacı (2010), Ayvacı vd., (2013), Edwards (2000), Enghag vd. (2007), Park ve Lee (2004), Vignouli vd. (2002) ve Whitelegg ve Edwards (2001) çalışmalarında bağlam temelli öğrenme yaklaşımına dayalı fizik

öğretiminin değerlendirilmesi amacıyla öğrenci ve/veya öğretmenlerin görüşlerini almışlardır. Örneğin, Edwards (2000) çalışmasının sonucunda öğrencilerin bu yaklaşım sayesinde fiziğin daha anlaşılabilir ve ilginç olduğunu ifade ettiklerini belirtirken, Ayvacı (2010) ve Ayvacı vd. (2013) çalışmalarında öğretmenlerin bağlam temelli yaklaşım hakkında yeterli bilgiye sahip olmadıkları sonucuna ulaşmışlardır. Vignouli vd. (2002) ise çalışmalarının sonucunda, öğrencilerin çoğunluğu için bağlam temelli derslerin faydalı olması gerektiğini vurgulamışlardır. Aksi takdirde bağlamların öğretmenler tarafından öğrenme ortamlarında tercih edilmeyeceğini savunmuşlardır. Buradan yola çıkarak denilebilir ki bu çalışma bu konuda araştırma yapan öğretmen ve araştırmacılara yol gösterici niteliktedir. Bağlam temelli öğrenme yaklaşımının avantaj ve dezavantajlarını değerlendiren öğretmen ve araştırmacılar bu öğrenme yaklaşımını kendi sınıflarında kullanabileceklerdir.

2.1.2. REACT Stratejisi

Bağlam temelli öğrenme yaklaşımı esas alınarak geliştirilen bir strateji olan REACT stratejisi CORD (1999a, 1999b), Souders (1999) ve Crawford'un (2001) yapmış oldukları çalışmalar aracılığıyla tanıtılmıştır. CORD (1999a, 1999b) bağlamsal öğrenme ve öğretme konusunda projeler geliştirmiş olup, REACT stratejisinden de ilk bahseden gruptur. Biyoloji, biyoloji/kimya, teknoloji, matematik ve geometri alanlarında örnek materyaller sunulmuştur. Souders (1999) ve Navarra (2006) CORD grubunun başkan yardımcılarıdır. Çalışmalarında bağlamsal öğrenme ve öğretme modelinden sonra REACT stratejisini tanıtmışlardır. Crawford (2001) da CORD grubu üyelerinden olup, çalışmasında REACT stratejisini tanıtmış ve her ilke için örnekler vermiştir. Örnekler özellikle matematik alanında orantı konusuna odaklıdır. Bu çalışmalardan elde edilen ortak açıklamalar doğrultusunda REACT stratejisinin ilkeleri Tablo 1'de açıklanmıştır.

Tablo 1. REACT Stratejisinin İlkeleri (CORD, 1999a, 1999b; Navarra, 2006)

Relating	İlişkilendirme	Ön bilgi ve geçmiş tecrübelerle ilişki kurarak bilgiyi bağlamsallaştırma
Experiencing	Tecrübe Etme	Yaparak-yaşayarak, tecrübe ederek, keşfederek veya icat ederek öğrenme
Applying	Uygulama	Sınıf, laboratuvar gibi ortamlarda verileri uygulama ve kullanılacak kavramları ortaya koyarak öğrenme
Cooperating	İşbirliği	Başkalarıyla bilgi paylaşımında bulunarak ve iletişim kurarak öğrenme
Transferring	Transfer Etme	Yeni bir içerikte, alışılmamış durumda veya sınıf dışı ortamlarda edinilen bilgiyi kullanma

1) İlişkilendirme (Relating): İlişkilendirme ilkesi REACT stratejisinin yapılandırmacı yaklaşımla en iç içe olduğu ilkedir. Çünkü öğretmenler yeni öğretecekleri konuyu veya kavramı öğrencilerin günlük hayattan aşına oldukları durumlarla/olaylarla veya ön bilgilerle ilişkilendirdikleri ilkedir. İlişkilendirmeyi sağlayabilmek için hikayeler kullanılabilir. Bu ilişkilendirme ne kadar başarılı olursa öğrencilerin kavraması da o kadar kolay ve hızlı olur (Coştu, 2009). İlişkilendirme ilkesinde öğrencilerin ön bilgilerini ve inançlarını ortaya çıkarmak için izlenebilecek 3 yol vardır: Deneyim, araştırma ve soruşturma.

- **Deneyim:** Öğretmenin öğrencileriyle paylaşmış olduğu veya benzerlik gösteren geçmiş deneyimleri
- **Araştırma:** Öğrencilerin genellikle sahip olduğu yanlış kavramları yazılı kaynaklardan araştırmak
- **Soruşturma:** Öğrencilerin ön bilgi ve inançlarını ortaya çıkarmak amacıyla dikkatlice soru sormak (Crawford, 2001, s.5)

2) Tecrübe Etme (Experiencing): İlişkilendirme ilkesinin başarısı öğrencilerin sınıfa getirdikleri ön bilgilerin varlığına bağlıdır. Ancak öğrencilerin sınıf ortamına getirecekleri bir ön bilgileri yoksa o zaman öğretmenler laboratuvar etkinlikleri veya projeler sayesinde öğrenilmesi gereken bilgilerin yapılandırılmasını sağlayabilirler. Tecrübe etme ilkesinde kullanılacak diğer yöntemler modelleme araçlarının ve problem çözme etkinliklerinin kullanılmasıdır. Modelleme araçları, öğrencilerin soyut kavramları somut hale dönüştürebilecekleri araçlardır. Örneğin elektrik alanın öğretiminde yüklerin top, alanın da kuvvet çizgileri olarak gösterildiği modeller veya atom modelleri fizikte sıkça karşılaşılan modellerdir. Modelleme araçlarına bir diğer örnek de bilgisayar programları olabilir (Crocodile Chemistry, Crocodile Physics, Geometer's Sketchpad, vs.).

3) Uygulama (Applying): Uygulama ilkesinde kavramlar kullanılarak yani projeler, problem çözme etkinlikleri veya laboratuvarlar esnasında kullanılarak öğretilir. Bunun için günlük hayattan, gerçekçi, mantıklı ve öğrencilerin ilgisini çekebilecek olaylar sayesinde öğrencilerin kavramları kullanmalarını gerektiren ve anlamalarını sağlayan bir ortam yaratılmalıdır. Böylece öğrenciler kavramları öğrenmeye ve anlamaya motive olurlar.

4) İşbirliği (Cooperating): Problem çözme etkinlikleri veya günlük hayattan verilen gerçekçi senaryolar, öğrencilerin gruplar halinde beraber hareket etmelerini

gerektiren karmaşık durumlar yaratabilir. Öğrenciler tek başlarına hareket ettiklerinde bir ders saati içinde çok büyük ilerlemeler kaydedemeyebilirler (Crawford, 2001). Ayrıca grup olarak bir projeye veya bir etkinliğe yöneldiklerinde kendilerine daha güvenli, daha motivasyonlu ve daha rahat çalışabilirler. Gruptaki herkesin bir misyonu olacağı için herkes görevini en iyi şekilde yapmaya çalışacaktır. Diğer gruplarla fikir alışverişinde bulunup çalışmalarını tekrar gözden geçirebilirler. Grupla beraber çalışmak onlara başkalarının fikirlerine saygı göstermeyi öğreteceği gibi, birbirleriyle olan iletişimlerini de artıracaktır. Ancak burada dikkat edilmesi gereken husus gruptaki herkesin görevinin belirlenmiş olması ve herkesin görevini yapmasının sağlanmasıdır. Aksi takdirde gruptaki bazı öğrenciler etkinlikle ilgilenirken bazıları etkinlikten tamamen kopmuş olabilir.

5) Transfer Etme (Transferring): Transfer etme ilkesinde öğrencilerden sınıfta daha önceden karşılaşmamış oldukları durumlarda öğrendikleri yeni bilgileri kullanmaları beklenir. Yeni bilgileri anlayarak öğrenen öğrenciler transfer etmede daha başarılı olurlar. Öğrencilerden uygulama ilkesinde bilgiyi nasıl yeni durumlara uygulamaları bekleniyorsa, farklı durumlara ve sınıf dışı ortamlara transfer etmelerini beklemek de normaldir. Öğrencilere ilgi duydukları bir konuda tartışma yaptırarak veya proje ödevi vererek öğrendikleri bilgileri yeni karşılaştıkları durumlara transfer etmeleri sağlanabilir.

Bu ilkeler doğru bir şekilde ve doğru zamanda uygulanırsa bağlam temelli öğrenme yaklaşımına dayalı REACT stratejisine uygun bir öğretim yapılmış olur. Ancak burada dikkat edilmesi gereken nokta, sınıfın belli bir kısmına hitap eden etkinliklerin değil, sınıfın tamamını kapsayacak etkinliklerin veya güncel olay örneklerinin kullanılmasıdır. Örneğin ekonomik durumları farklılık gösteren bir öğrenci topluluğunda verilen örnekler sadece ekonomik durumu iyi olanları veya sadece kötü olanları ilgilendirecek şekilde verilmemelidir. Mesela, ısı ve sıcaklık konusunda kullanılan örneklerde ekonomik durumu iyi olan ve hayatı boyunca soba görmemiş bir öğrenciye konu soba kavramı üzerinden örneklendirilmemelidir.

Eğitim sisteminin temel hedeflerinden birisi de ezberci eğitimin önüne geçmek ve öğrencilerin öğrenme ortamlarına aktif katılmalarını sağlamaktır. REACT stratejisi de temelde bu anlayışa dayanır. Bu strateji sayesinde öğrenciler bilimsel bilgileri ezberlemekten kurtulacak, bu bilgilerin günlük yaşamlarıyla ilişkisini öğrenecek ve farklı durumlarda bu bilimsel bilgileri kullanarak "Bu bilgi ne işime yarayacak?" düşüncesinden kurtulacaklardır. Öğretmenler sınıflarında REACT stratejisini kullandıklarında, bütün

öğrencilerin öğrenebilecekleri bir öğrenme ortamı yaratmış olurlar (Navarra, 2006). REACT stratejisi öğrenme ortamlarında ne kadar fazla kullanılırsa öğretim de o kadar bağlamsal olur (Coştu, 2009). Bunun yanında REACT stratejisinin uygulanmasında ortaya çıkan bazı aksaklıklar sebebiyle verimliliğini ve etkililiğini artırmak amacıyla söz konusu stratejinin geliştirilmesi ve bazı ilke ya da ilkelerin eklenebileceği önerilmektedir (Coştu, 2009; E. Ültay, 2012; N. Ültay, 2012; Ültay vd., 2014).

REACT stratejisinin kullanıldığı çalışma sayısı oldukça kısıtlı olmasının yanı sıra, öğrenme ortamlarında deneysel olarak REACT stratejisinin kullanıldığı çalışmaların 2'si matematik, 3'ü kimya ve diğer 4'ü ise fizik eğitimi alanındadır. Örneğin, fizik alanındaki çalışmalardan birini yürüten Saka (2011) çalışmasında, bağlam temelli öğretime, REACT'a ve bilgisayar destekli öğretime dayalı öğretim materyallerinin, öğrencilerin akademik başarı, ilgi ve tutumlarına etkisini değerlendirmeyi amaçlamıştır. Araştırmacı, REACT, bağlam temelli yaklaşım ve bilgisayar destekli öğrenme metodu öğrenci başarısını ve ilgisini artırmış, tutumu da olumlu yönde etkilemiş olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Coştu (2009) matematik alanındaki çalışmasında Crawford'un (2001) önermiş olduğu gibi oran-orantı konusunda REACT stratejisine dayalı materyal geliştirmeyi ve etkililiğini araştırmayı amaçlamıştır. Çalışmanın sonucunda araştırmacı, REACT stratejisinin öğrenme ortamını olumlu yönde farklılaştırdığı sonucuna ulaşmıştır.

REACT stratejisine uygun olarak geliştirilen öğretim materyalinin öğrencilerin asit ve bazların nötrleşmesi kavramına yönelik anlamaları üzerine etkisini araştırmayı amaçlayan Demircioğlu vd. (2012) kimya alanındaki çalışmalarında öğrencilerin öğrenme seviyeleri arasında bilgiyi daha anlamlı bir şekilde yapılandırma ve ilişkilendirme açısından farklılık olduğunu belirlemişlerdir. N. Ültay (2012) ise yine kimya alanındaki çalışmasında asit ve bazlar konusuna yönelik REACT stratejisine ve 5E öğretim modeline göre hazırlanan etkinliklerin fen bilgisi öğretmen adaylarının anlamalarına ve kimyaya yönelik tutum ve deneyimlerine olan etkisini araştırmayı amaçlamıştır. Araştırmacı çalışmanın sonucunda deney gruplarının kontrol grubuna göre daha iyi performans sergiledikleri ve REACT stratejisi ile 5E öğretim modeli arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmediğini belirtmiştir.

E. Ültay (2012) fizik alanında yapmış olduğu çalışmasında itme ve momentum konusunda öğrencilerin başarılarına REACT stratejisinin etkisini araştırmış olup, deney grubu lehine anlamlı bir farklılık tespit etmiştir. Aktaş (2013) ise maddenin tanecikli yapısı ve ısı konusu dahilinde yürüttüğü çalışmasında öğrencilerin bağlam temelli yaklaşımın REACT stratejisine göre yürütülen dersleri geleneksel yöntemle yürütülen derslere göre daha eğlenceli, öğretici ve yararlı bulduğu ve hayattaki olaylar esas alınarak belirlenen bağlamların öğretimde kullanılmasının öğrenmeye yardımcı olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Buradan yola çıkarak bu çalışmada REACT stratejisinin genişletilmiş versiyonu olan açıklama destekli REACT stratejisinin öğrenme ortamındaki etkililiği araştırılacak olup, olumlu ve olumsuz yönleri irdelenecektir.

2.1.3. İtme, Momentum ve Çarpışmalar

Temelini kuvvet ve hareket ile enerji konularının oluşturduğu itme, momentum ve çarpışmalar konusu ile öğrenciler ilk olarak lise 3. sınıfta karşılaşmaktadırlar. Öğrenciler konunun öğretimi sonunda;

- İtme ve momentum kavramlarını açıklar,
- İtme ve momentum değişimi arasında ilişki kurar,
- Momentum korunumunu iç ve dış kuvvetleri analiz ederek sorgular,
- Bir ve iki boyutta momentumun korunumunu analiz eder,
- Momentum ve enerjinin korunumunu ilişkilendirerek günlük hayat ile ilişkili problemler çözer. (MEB, 2013a).

Üniversite eğitiminde ise itme, momentum ve çarpışmalar konusu, fen alanlarında başta olmak üzere, 1. akademik yılın 1. döneminde uygulanan Genel Fizik I dersinde öğretilmektedir. Laboratuvar ortamında da deneylerinin yapıldığı Genel Fizik Laboratuvarı I dersi yine aynı dönem içerisinde yer almaktadır (URL – 1, 2014).

İtme, momentum ve çarpışmalar konusu, öğrencilerin itme, momentum ve çarpışma kavramlarını öğrendikleri konudur. Buna göre itmenin, bir cisme etkiyen net kuvveti ile etki süresinin çarpımına eşit olduğunu (URL – 2, 2014); momentumun bir nesnenin kütlesi ve hızının çarpımına eşit olduğunu ve hız gibi, momentumun da vektörel bir nicelik, yani büyüklüğünün yanında bir yöne de sahip olduğunu (URL – 3, 2014); çarpışmaların çeşitlerini ve yapısını öğrenirler.

İtme, momentum ve çarpışmalar konusu ile ilgili çalışmalar incelendiğinde, Lawson ve McDermott (1987) çalışmalarında hareketin analizi için uygulama performansı yoluyla, öğrencilerin itme-momentum ve iş-enerji kavramları arasında ilişkiyi anlamalarını ölçmeyi amaçlamışlardır. Çalışmanın sonucunda öğrencilerin çoğunun sınıflarında matematiksel formüllerle öğrendikleri ile gözlemledikleri basit hareket arasında ilişki kuramadıkları tespit edilmiştir.

George vd. (2000) çalışmalarında öğrencilerin çarpışmalar ve korunum prensipleriyle ilgili kavram öğrenimlerini ve teknoloji kullanımlarını araştırmayı amaçlamışlardır. Çalışmanın sonucunda, öğrencilerin Mikro Bilgisayar Tabanlı

Laboratuvar (MBL) ve Deneysel Verilerin Dijital Video Analizi'ni (DVA) kullanma, bir deneyi yürütme ve tartışma sürelerinin birbirinden farklılıklar gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca George vd. (2000), çalışmalarında MBL ve DVA'yı kullanan öğrencilerin farklı çarpışmalar esnasında momentum ve enerjiyi daha iyi açıkladıklarını tespit etmişlerdir.

Kandilli (2002) ortaöğretim fizik dersi mekanik üniteleri (yeryüzünde hareket, impuls ve momentum, enerji) üzerine bir öğretim programı tasarısı geliştirmeyi amaçladığı çalışmasında geliştirilen öğretim programının çağdaş yöntemlerle sunulduğu deney grubu, geleneksel öğretim yöntemleriyle aktarılan mevcut programın uygulandığı kontrol grubuna göre, anlamlı bir şekilde başarılı olduğu ve uygulama sonunda öğrencilerle yapılan görüşmelerin, kullanılan yöntemlerin fizik dersine karşı ilgi ve tutumu olumlu yönde etkilediği sonucuna ulaşmıştır.

Ünlü vd. (2006) ise çalışmalarında öğretmen adaylarının kavram haritası yöntemi kullanarak momentum ve impuls kavramlarını nasıl anladıkları ve bu kavramlar arasında kurdukları bağlantıyı araştırmayı amaçlamışlardır. Çalışmanın sonucu olarak katılımcıların momentum ve impuls ile ilgili olduğunu belirttikleri kavram sayısı fazla olmasına rağmen bu kavramlar arasında ilişki kurmada eksiklik olduğu ve güçlük çekildiği belirtilmiştir.

Fizik eğitiminde öğretme ve öğrenme yöntemlerinden biri olan kavram haritasını bir değerlendirme aracı olarak kullanmayı amaçlayan Kandil İngeç (2008b), öğretmen adaylarının itme ve momentum kavramları arasında ilişki kurmada güçlük çektiği ve kavram haritalarından alınan puanlar ile başarı testi puanları arasındaki korelasyonun zayıf olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Çalışmalarını öğrencilerin itme ve momentum konusu ile ilgili kavram yanlışlarını belirlemek amacıyla yürüten Şekercioğlu ve Kocakulah (2008), çalışmalarında öğrencilerin yüzde 30'unun momentum ile itme kavramlarını karıştırdıkları, yüzde 68'inin momentumun vektörel bir nicelik olduğundan haberdar olmadıkları ve görüşmeler sonucunda momentumu yanlış tanımladıkları sonucuna ulaşmışlardır. Benzer şekilde Ünlüsoy (2006) öğrencilerinin impuls-momentum konusu ile ilgili kavram yanlışlarını tespit etmek ve bu kavram yanlışlarının düzeltilmesinde işbirlikli yaklaşımın etkisini belirlemek amacıyla yürüttüğü çalışmasında, öğrencilerdeki impuls-momentum konusundaki kavram yanlışlarının düzeltilmesinde işbirlikli yaklaşımın geleneksel yaklaşıma göre daha etkili olduğu sonucuna ulaşmıştır. Aynı paralelde Sarıay (2008) ve Sarıay ve Kavcar (2009) da çalışmalarında işbirlikli öğrenme yöntemi ile öğretim programı geliştirmeyi ve işbirlikli öğrenme yönteminin geleneksel yöntemlere göre öğrenci başarısı açısından daha etkili olduğunu ortaya koymayı amaçlamışlardır. Çalışmaların sonucunda araştırmacılar geliştirilen öğretim programının işbirlikli öğrenme yöntemiyle sunulduğu deney grubu,

geleneksel öğretim yöntemleriyle aktarılan mevcut programın uygulandığı kontrol grubuna göre anlamlı şekilde başarılı olduğunu bulmuşlardır.

Ayrıca Gauld (2006) çalışmasında Newton Beşiğinin ders kitaplarında nasıl kullanıldığını incelemeyi amaçladığı çalışmasında, Newton Beşiğinin ders kitaplarında konunun doğasına uygun olarak kullanılmadığı sonucuna ulaşmıştır. Benzer şekilde Newton Beşiği konusunu ele alan Kobayashi ve Okiharu (2009) da BİT'ni (video analiz yazılımı ve ultra yüksek hızlı dijital filmler, hareket dedektörü, kuvvet sensörü, akım ve voltaj sondaları, sıcaklık sensörü vb.) kullanarak öğrencilerdeki kavram yanlışlarıyla başa çıkmayı amaçladıkları çalışmalarında, BİT'e dayalı aktif öğrenme yaklaşımının fizik eğitiminin gelişimine yüzde 50 oranında katkıda bulunduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Kızılıcık ve Tan (2011) çalışmalarında itme ve momentum konusuyla ilgili olarak temel kazanımları tespit ederek, bu kazanımlara yönelik olarak çoktan seçmeli bir ölçme aracı geliştirmeyi amaçlamışlardır. Çalışmanın sonucunda öğrencilerin, momentum ve momentum korunumunun kavramsal olarak anlamayı hedefleyen temel kazanımları edinme düzeylerinin yeterli olmadığına ulaşmışlardır.

Ergül (2013) ise çalışmasında, yapılandırmacı kurama uygun bir öğretim uygulaması yaparak, uygulama sırasında bilgi oluşturma sürecini belirlemeyi amaçlamıştır. Öğrencilerin momentum kavramına yönelik soyutlamayı gerçekleştirdikleri ve soyutlamış oldukları bu kavramı kullanabildikleri sonucuna ulaşmıştır.

İtme, momentum ve çarpışmalar konusuyla ilgili yapılmış olan çalışmalar incelendiğinde, bu çalışmaların büyük çoğunluğunda öğrencilerde tespit edilen alternatif kavramlarda kısmen giderilme sağlanmış olsa da tamamıyla giderilemediği görülmektedir. Bu durumda kavramsal anlamının üst düzeyde gerçekleştirilmesi için farklı yöntem ve teknikler denenerek bu konuda öğrencilerin sahip olduğu alternatif kavramlar giderilmeye çalışılmalıdır.

2.2. Literatür Taramasının Sonucu

Bu bölümde yapılmış olan literatür taramalarının ortak ve farklı noktaları tartışılarak bir sonuca ulaşılmaya çalışılmaktadır.

2.2.1. Bağlam Temelli Öğrenme Yaklaşımına Yönelik Yapılan Literatür Taramasının Sonucu

Bağlam temelli öğrenme yaklaşımına yönelik olarak yapılan deneysel çalışmaların büyük bir çoğunluğu fizik konularında bağlam temelli öğrenme yaklaşımına uygun öğretim materyalleri geliştirerek etkililiklerini test etmeyi amaçlamıştır. Örneğin Wierstra (1984) ve

Wierstra ve Wubbels (1994) PLON, Wilkinson (1999a), Lye vd. (2001) ve Vignouli vd. (2002) VCE, Edwards (2000) ve Whitelegg ve Edwards (2001) SLIPP, Lavonen vd. (2005) ve Cavas, Cavas, Yılmaz ve Kesercioglu (2010) ROSE programlarının etkililiğini incelemişlerdir. Wierstra (1984), çalışmasında PLON öğrencilerinin fiziğe karşı pozitif tutumlarına ve tutum ve başarı arasındaki olumlu ilişkiye rağmen PLON öğrencilerinin daha başarılı olduğuna dair bir delil olamadığı sonucuna ulaşırken, Wierstra ve Wubbels (1994), PLON öğrencilerinin aldığı puanlar kontrol gurubu öğrencilerinin aldığı puanlardan daha düşük çıkmış, öğretim programının bilişsel test sonuçları üzerinde belirgin bir etkisinin olmadığı sonucuna ulaşılmışlardır. Lye vd. (2001), çalışmalarında öğretmen VCE'yi sınırlayıcı bulmuş ve öğrenciler tüm aktivitelere katılarak derinlemesine anlama seviyesine ulaşmış oldukları sonucuna ulaşılmışlardır. Edwards (2000) ise çalışmasında Öğrencilerin bu yaklaşım sayesinde fiziğin daha anlaşılabilir ve ilginç olduğunu ifade ettikleri sonucuna ulaşılmıştır. Diğer yandan, Aktaş (2013), Enghag vd. (2009), Değermenci (2009), Tural (2013b) ve Watzka ve Girwidz (2011) gibi bazı çalışmalarda ise araştırmacılar belli bir konuya yönelik bir üniteyi bağlamsallaştırarak etkililiğini araştırmışlardır. Mesela Watzka ve Girwidz (2011) çalışmalarında resim tabanlı alıştırmaları yapan öğrencilerin metin tabanlı alıştırmaları yapan öğrencilere göre daha başarılı oldukları sonucuna ulaşılmışlardır. Çalışmaların çoğunda araştırma grubu olarak öğrencilerin (Testa vd., 2011; Watzka ve Girwidz, 2011), bir kısmında öğretmenlerin (Ketola, 2011; Mikelskis-Seifert ve Duit, 2009), çok az çalışmada da öğretmen adaylarının (Tural, 2013b) kullanıldığı görülmektedir. Bazı çalışmalarda ise öğrenciler ve/veya öğretmenler ve/veya öğretmen adayları aynı anda kullanılmıştır (Akbulut, 2013; Palmer, 1997). Bu da göstermektedir ki çalışmaların büyük bölümü bağlam temelli öğrenme yaklaşımının öğrencilerin başarı ile ilgi ve tutumlarına olan etkisine ve öğretmenlerin bu konudaki görüşlerine odaklıdır.

Bağlam temelli öğrenme yaklaşımının öğrencilerin başarılarına veya kavramsal anlamalarına olan etkileri açısından yapılmış olan çalışmaların sonuçları incelendiğinde, yalnızca birkaç çalışmada bağlam temelli öğrenme yaklaşımı lehine anlamlı farklılık bulunmazken (McCullough, 2004; Tekbıyık ve Akdeniz, 2010; Tural, 2013b; Wierstra, 1984), diğerlerinde yapılan öğretimle birlikte öğrencilerin başarılarında ve kavramsal anlamalarında bağlam temelli öğrenme yaklaşımı lehine olumlu yönde bir artış görülmüştür (Çepiç vd., 2010; Lye vd., 2001; Peşman, 2012; Watzka ve Girwidz, 2011). Çepiç vd. (2010), çalışmalarında öğrencilerin fizik eğitimlerinin ilerleyen yıllarında derinlemesine kavramanın mümkün olacağı birçok kavramı edindikleri sonucuna ulaşılmışlardır. Öğrencilerin bağlam temelli öğrenme yaklaşımına yönelik ilgi ve motivasyonlarını araştıran çalışmaların tamamında ise ilgi ve motivasyon düzeyinin olumlu

yönde düzelme gösterdiği göze çarpmaktadır (Akbulut, 2013; Finkelstein, 2005; Rayner, 2005; Yayla, 2010). Öğretmen ve/veya öğrenci görüşleri hakkında bilgi veren çalışmalarda ise günlük yaşamla ilişkili bağlamların daha çok tercih edildiği ve dikkati çektiği görülmektedir (Aktaş, 2013; Choi ve Song, 1996; Whitelegg ve Edwards, 2001). Günlük yaşama dayalı bağlamların kullanılmasının öğrencilere düşünmek ve bağımsız çalışmak için fırsatlar yarattığı düşünülmektedir (Basir vd., 2008; Duit, Mikelskis-Seifert ve Wodzinski, 2007; Enghag vd., 2007). Örneğin Duit vd. (2007), çalışmalarında PiKo programının öğrencilere, düşünmek ve bağımsız olarak çalışmak için daha iyi fırsatlar sağlanmasına yönelik öğretimsel uygulama değişikliklerine yol açtığı sonucuna ulaşmışlardır.

Ayrıca bazı çalışmalarda öğretmenlerin bağlam temelli öğrenme yaklaşımına yönelik öğretim yapmakta zorlandıkları veya bu konu hakkında yeterli bilgiye sahip olmadıkları için geleneksel öğretim yöntemlerine devam ettikleri belirtilmiştir (Ayvacı, 2010; Ayvacı vd., 2013; Değermenci, 2009; Park ve Lee, 2004; Wilkinson, 1999a). Bu sebeple öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının yeni öğretim yöntem ve teknikler hakkında bilgilendirilmesinin faydalı olabileceği sonucuna ulaşılmıştır (Balta ve Eryılmaz, 2011; Ayvacı vd., 2013).

Yapılan literatür taramasının sonucunda bağlam temelli öğrenme yaklaşımının çoğunlukla kavramsal öğrenmeyi, öğrenci başarısını ve derse olan ilgi ve motivasyonu olumlu yönde etkilediği görülmektedir. Ayrıca çalışma grubu olarak genellikle öğrenci ve öğretmenlerin kullanılmış olması da öğretmen adaylarıyla yapılacak bağlam temelli öğrenme yaklaşımına dayalı bir çalışmayı önemli hale getirmektedir.

2.2.2. REACT Stratejisine Yönelik Yapılan Literatür Taramasının Sonucu

REACT stratejisine yönelik yapılmış olan sınırlı sayıdaki çalışmadan bazıları strateji hakkında teorik bilgi vermeye yönelik olup, bazıları ise stratejinin etkililiğini değerlendirmiştir. REACT stratejisinin deneysel olarak kullanıldığı çalışmalardan, Coştu (2009), E. Ültay (2012), N. Ültay (2012) ve Ültay vd. (2014) çalışmaları sonucunda REACT stratejisinin yetersiz kaldığını ve geliştirilmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Buna göre Coştu (2009) çalışmasında REACT stratejisinin genel anlamda yetersiz kaldığını ve açıklama ve tartışma ilkelerinin eklenmesi gerektiğini söylemiştir. Coştu (2009), bu ilkelerin nereye ve nasıl eklenmesinin araştırılması gerektiğini önerirken, Ültay vd. (2014) yapmış oldukları çalışmalarında stratejiye açıklama ilkesinin ayrı bir ilke olarak eklenmesini veya REACT stratejisinin bütün ilkelerine açıklama kısımlarının eklenmesini önermişlerdir. E. Ültay (2012) ise çalışmasında REACT stratejisine bazı ilkelerin eklenerek

stratejinin genişletilmesi gerektiğini önermiş olup detaylı bir açıklama yapmamıştır. N. Ültay'ın (2012) çalışması, bazı öğretmen adaylarının sürekli "Konuyu siz ne zaman anlatacaksınız?" şeklinde sorular sormaları derse olan ilgi ve motivasyonlarının düştüğünü ve öğretim elemanından teorik bilgi almaya alışkın öğretmen adaylarının ders esnasında stres ve panik duygusuna kapıldıklarını göstermektedir. Bu durumu ortadan kaldırmak düşüncesiyle N. Ültay (2012) mevcut REACT stratejisine açıklama ilkesinin eklenmesiyle genişletilmesini önerdiği REEACT stratejisini Tablo 2'de şu şekilde tanıtmaktadır:

Tablo 2. REEACT Stratejisinin İlkeleri ve Her İlkede Yapılacak İşler (N. Ültay, 2012: 198)

İlkeler	Yapılacaklar	Örnek Yöntem/Metot
R elating (İlişkilendirme)	Öğrencilerin ilgisi konuya çekilerek sahip oldukları ön bilgilerin farkına varmaları sağlanır.	Soru-cevap, okuma parçaları veya bağlamsal hikâyeler, kavramsal değişim metni, animasyon ve simülasyonlar.
E xperiencing (Tecrübe Etme)	Öğrenciler kendi bilgilerini denerler, gözlem yaparlar, deneyim kazanıp bilgiyi keşfederler.	Laboratuvar etkinlikleri, çalışma yaprakları.
E xplaining (Açıklama)	Öğretmen rehber konumunda olup, öğrencileri bilimsel olarak kabul edilen bilgilere yönlendirir.	Soru-cevap, düz anlatım, tartışma.
A pplying (Uygulama)	Öğrencilerin öğrendikleri kavramları kullanabilecekleri etkinlikler sunulur.	Projeler, problem çözme etkinlikleri, laboratuvar etkinlikleri.
C ooperating (İş Birliği)	Öğrencilerin yeni öğrendikleri konularla ilgili sosyal beceriler geliştirmeleri sağlanır.	Grup çalışması, problem çözme etkinlikleri veya günlük hayattan verilen gerçekçi senaryolar, projeler.
T ransferring (Transfer Etme)	Öğrencilerin yeni öğrendikleri konuları farklı durumları anlamlandırmada kullanabilmeleri ve uygulayabilmeleri sağlanır.	Çalışma yaprakları, araştırma ödevleri, projeler.

Tablo 2'ye göre ilişkilendirme ilkesinde öğrencilerin ilgisi, seçilen bağlam yardımıyla konuya çekilir ve öğrencilerin sahip oldukları ön bilgilerin farkına varmaları sağlanır. Bu ön bilgilerin ortaya çıkarılmasında araştırma, deneyim ve soruşturma yöntemlerinden faydalanılabileceği gibi ayrıca soru-cevap, okuma parçaları veya bağlamsal hikâyeler, kavramsal değişim metni, animasyon ve simülasyonlar da kullanılabilir. Tecrübe etme ilkesinde öğrenciler kendi bilgilerini denerler, gözlem yaparlar, deneyim kazanıp bilgiyi keşfederler. Açıklama ilkesinde ise öğretmen rehber konumunda olup, öğrencileri bilimsel olarak kabul edilen bilgilere yönlendirir. Ancak açıklama ilkesi ayrı bir ilke olarak kullanılabileceği gibi öğretim modelinin her ilkesine entegre edilerek de kullanılabilir. Bu çalışmada da bu ilke döngüsel olarak uygulamanın her aşamasında kullanılmıştır.

Açıklama ilkesinde, öğretmenlerin tartışma ortamları yaratması ve öğrencilerin kendi fikirlerini ortaya çıkarmaları için onlara sorular yönlendirilmesi gerektiği vurgulanmakta olup (Ayas vd., 2007; Çalık 2006; Özmen, 2004), bu ilkede en son seçenek olarak düz anlatıma başvurulması önerilmektedir. Açıklama ilkesi öğretmenler açısından uygulanması oldukça kolay bir ilke gibi görünmesine rağmen aslında öğretmenlerin en fazla zorluk çektikleri aşamadır. Çünkü genellikle açıklama ilkesinde öğretmenin düz anlatım yapacağı sanılmaktadır. Ancak düz anlatım, modelin temel anlayışıyla çelişmektedir (Metin ve Özmen, 2009). Bu sebeple açıklama ilkesinde öğretmen rehber konumunda bulunarak öğrencilerin bilgiyi yapılandırılmaları ve keşfetmeleri için uygun zemini hazırlamalıdır. Eğer öğrenciler yine de istenen bilgiye ulaşmada sıkıntı yaşıyorlarsa, çok uzun olmayacak şekilde, açıklamalarda bulunulabilir (Ültay ve Çalık, 2011). Uygulama ilkesinde ise öğrencilerin öğrendikleri kavramları kullanabilecekleri projeler, problem çözme veya laboratuvar etkinlikleri kullanılabilir. İş birliği ilkesi de açıklama ilkesi gibi döngüsel olarak stratejinin her noktasında kullanılabilirdiği gibi ayrıca bu ilkede de öğrenciler gruplar halinde problem çözme etkinlikleri veya günlük hayattan verilen gerçekçi senaryolar üzerinde çalışabilirler. Transfer etme ilkesinde ise öğrencilere sınıfta daha önceden karşılaşmamış oldukları durumlara öğrendikleri yeni bilgileri transfer etmeleri için fırsatlar yaratılır.

REACT stratejisi “öğrenmenin beş yolu” şeklinde tanımlanır ve stratejinin döngüsel özelliği öğrencilerin ilgi ve motivasyonlarını artırır (Navarra, 2006). Örneğin ilişkilendirme ilkesinde öğrenciler eski bilgilerini hatırlayarak bu bilgileri yeni durumlara transfer ederek, eski ve yeni bilgilerini ilişkilendirmek durumundadırlar. Ayrıca tecrübe etme ilkesinde gruplar halinde bir deney üzerinde çalışmalarını yine işbirliği ilkesinin döngüsel özelliğinden kaynaklanmaktadır. Bu sebeple REACT stratejisinde olduğu gibi açıklama destekli REACT stratejisinde de aynı döngüsel özellik kullanılabilir. Böylece öğrenciler ilgi ve motivasyonlarını kaybetmeden konunun devamlılığı sağlanarak bağlamsal öğrenme gerçekleştirilmiş olur (Navarra, 2006). Yapılan literatür taramasının sonucunda REACT stratejisinde ihtiyaç duyulan açıklama ilkesinin eksikliği, kullanılan açıklama destekli REACT stratejisi ile giderilerek öğrenme ortamlarında denenmesi, hem stratejinin olumlu ve olumsuz yönlerini göstermesi bakımından önemli hem de bu alanda araştırma yapacak öğretmen ve araştırmacılara yol gösterici olacaktır. Ayrıca literatür taraması sonucuna göre REACT stratejisi ve açıklama destekli REACT stratejisine dayalı deneysel kanıtların yeterli olmadığı ve dolayısıyla bu tür çalışmalara ihtiyaç olduğu vurgulanmaktadır (Çatlıoğlu, 2010; N. Ültay, 2012).

2.2.3. İtme, Momentum ve Çarpışmalar Konusuna Yönelik Yapılan Literatür Taramasının Sonucu

Son yıllarda kavram öğretimine verilen önemin artması ile itme, momentum ve çarpışmalar konusu ile ilgili yapılmış olan çalışmaların çoğunun, konunun kavramsal olarak öğretilmesine odaklanmış olduğu görülmektedir (Fang, 2012; George vd., 2000; Kandilli, 2002; Tanel ve Tanel, 2010a). Örneğin George vd. (2000), çalışmalarında üniversite fizik öğrencilerinin çarpışmalar ve korunum prensipleriyle ilgili kavram öğrenimlerini ve teknoloji kullanımlarını araştırmayı, Tanel ve Tanel (2010a) ise çalışmalarında öğrencilerin enerji ve momentum konularında sahip oldukları kavram yanılgıları ile öğrenme güçlüklerini tespit etmeyi amaçlamışlardır. Bu konuda öğrencilerde var olan alternatif kavramları tespit eden çalışmaların sayısının fazla olması (Katipoğlu ve Gürel, 2004; Şekercioğlu ve Kocakulah, 2008; Ünlüsoy, 2006), bu durumu gidermek için yapılmış kavram öğretimine odaklı çalışmaların fazlalığı (Fang, 2012; George vd., 2000; Kandilli, 2002; Kobayashi ve Okiharu, 2009) ve öğrencilerde var olan alternatif kavramların hala tamamıyla giderilememiş olması (Çirkinoğlu, 2004; Katipoğlu ve Gürel, 2004; Kobayashi ve Okiharu, 2009), itme, momentum ve çarpışmalar konusunda kavram öğretimine yönelik çalışmaların önemli olduğunu düşündürmektedir.

Yapılmış olan çalışmaların araştırma grupları incelendiğinde daha çok ortaöğretim öğrencileri ile öğretmen adaylarının tercih edildiği görülmektedir. Araştırmayı yürütenlerin çoğunluğunun üniversite öğretim elemanlarından olması araştırma grubunun seçiminde rol oynamış olabilir. Çalışmaların veri toplama araçları incelendiğinde sıklıkla kavram testi (Çirkinoğlu, 2004; Fang, 2012; Tanel ve Tanel, 2010b), başarı testi (Kandilli, 2000; Kobayashi ve Okiharu, 2009; Lawson ve McDermott, 1987; Sarıay, 2008), mülakat (Lawson ve McDermott, 1987; Kobayashi ve Okiharu, 2009; Kandilli, 2000); nadiren kavram haritası (Ünlü vd., 2006), gözlem notları (George vd., 2000) gibi veri toplama araçları kullanılırken, yalnızca birkaç çalışmada (Ergül, 2013; George vd., 2000; Kızılıcık ve Tan, 2007) veri üçgenlemesinden faydalandığı görülmektedir.

Çalışmaların sonuçları incelendiğinde bazı çalışmalarda yapılan öğretimin öğrencilerin itme, momentum ve çarpışmalar konusundaki kavramsal öğrenmelerini olumlu yönde geliştirdiği görülürken (E. Ültay, 2012; George vd., 2000; Kandil İngeç, Ünlü ve Taşar, 2006; Kandilli, 2002; Kobayashi ve Okiharu, 2009; Peşman, 2012; Ünlüsoy, 2006; Sarıay, 2008; Sarıay ve Kavcar, 2009), bazılarında ise öğrencilerin teorik olarak öğrendikleri bilgileri gerçek yaşama transfer etmede ve kavramsal öğrenmede başarılı olamadıklarını göstermektedir (Çirkinoğlu, 2004; Fang, 2012; Kandil İngeç vd., 2005; Kandil İngeç, 2008a; Kandil İngeç, 2008b; Kızılıcık ve Tan, 2011; Lawson ve McDermott, 1987; Ünlü Güneş, Taşar ve Kandil İngeç, 2002b; Ünlü vd., 2006; Şekercioğlu ve

Kocakülah, 2008; Taşar vd., 2006). Örneğın Kandil İnceç vd. (2006) alışmalarında momentum kavramı ile ilgili soruların başarı yüzdesinin diğerklerine (kütlenin korunumu, hız) oranla fazla olduğu sonucuna ulaşırlarken; Çirkinoğlu (2004) alışmasında konunun öğretiminden önce mevcut olan yanılgıların konunun öğretiminden sonra da devam ettiği sonucuna ulaşmıştır. Bu durum itme, momentum ve çarpışmalar konusunda yapılan ğretimlerin öğrencilerin kavramsal anlamalarını geliştirmede yetersiz oldukları şeklinde düşünülebilir. Öğretmen adaylarının günlük yaşamdan aşına oldukları bağlamlar sunularak bilimsel bilginin zihinlerinde yapılandırılması itme, momentum ve çarpışmalar konusunun öğretilmesinde etkili olabilir (Choi ve Song, 1996). Açıklama destekli REACT stratejisi ile birlikte bağlamın dışına çıkmadan öğretimin her aşamasının hem günlük yaşamla hem de bilimsel bilgilerle ilişkilendirilmesi ğretmen adaylarının dikkatlerini derse odaklamalarına katkı sağlayacağı gibi, başarılarını ve kavramsal anlamalarını da olumlu yönde etkileyeceği düşünülmektedir.

Sonuç olarak, bağlam temelli öğrenme yaklaşımı ile ilgili çalışmaların çoğunluğu bu yaklaşımın öğrenme ortamlarında ğrenci başarısına ve öğrencilerin ilgi ve motivasyonlarına olumlu etkileri olduğunu göstermektedir. Bu yaklaşımın öğrenme ortamlarındaki uygulamalarından biri olan REACT stratejisinin mevcut halinin geliştirilmesi gerektiği ise bu konuda yapılmış çalışmalarda görülmektedir. Geliştirilmesi nerilen REACT stratejisinin, eksikliği hissedilen açıklama ilkesiyle zenginleştirilmesi, ğretmen adaylarının itme, mometum ve çarpışmalar konusunun bazı noktalarında ihtiyaç duydıkları teorik ve kavramsal bilgilerin sunulmasını ve dolayısıyla oluşabilecek yanlış anlamaların giderilmesini sağlayacağı düşünülmektedir. Literatür taraması sonucuna göre itme, momentum ve çarpışmalar konusunda ğretmen adaylarının hala kavramlar arası bağlantıları kuramadıkları ve bu konudaki alternatif kavramlarının giderilememiş olduğu görülmektedir. İtme, momentum ve çarpışmalar konusunun günlük yaşamla ilişkilendirilerek bağlama dayalı şekilde öğretilmesinin ğretmen adaylarının kavramsal öğrenmelerini daha anlamlı bir şekilde gerçekleştirebileceğini ve alternatif kavramları giderebileceğini düşündürmektedir.

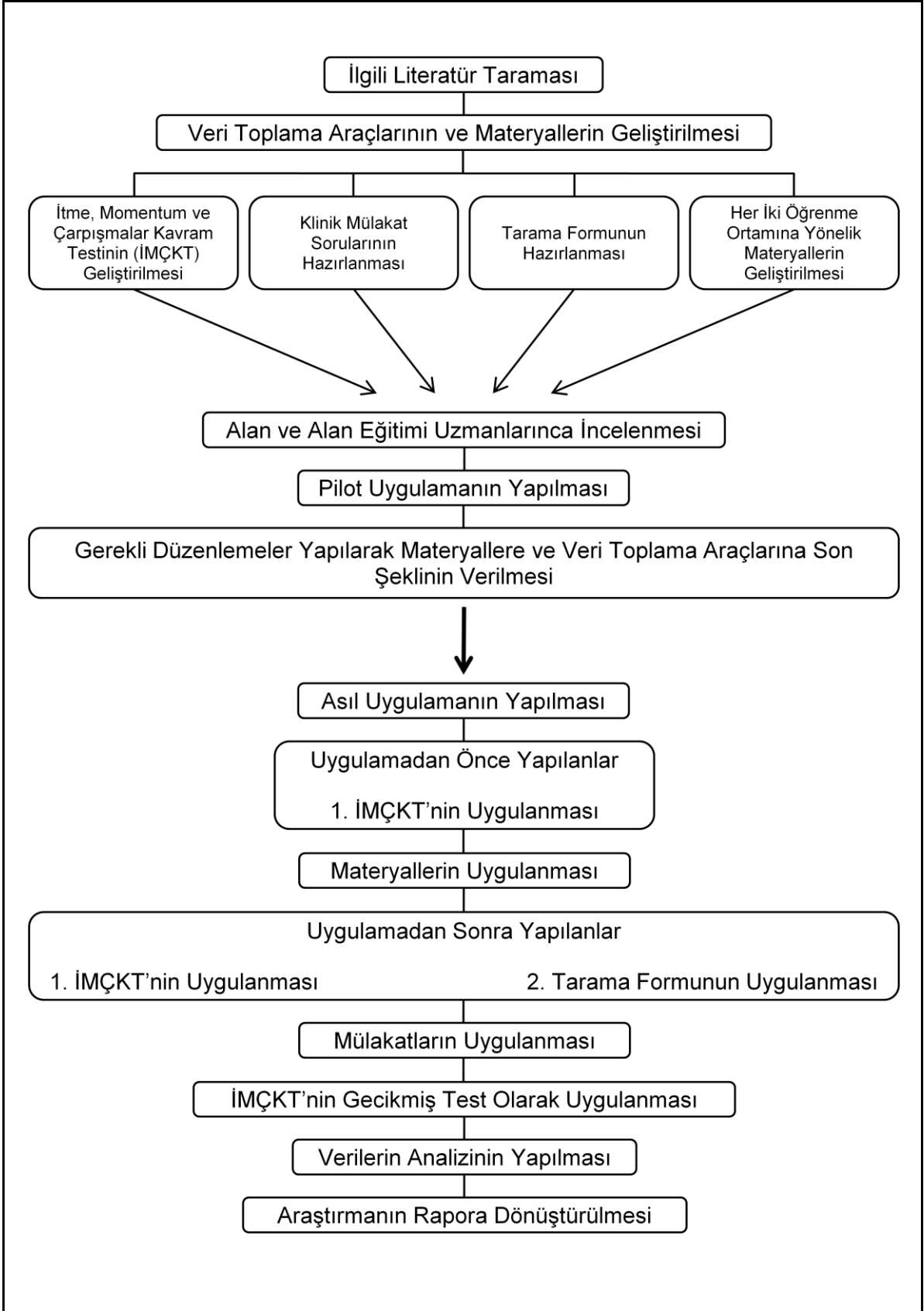
Bu bölümde araştırmanın kuramsal erevesi ve literatür taramasının sonucu hakkında bilgiler verilmiştir. Araştırmanın tasarlanması, araştırma modeli, araştırma grubu, veri toplama araçları ve veri toplama süreci bir sonraki bölümde detaylı olarak sunulmuştur.

3. YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın tasarlanması; araştırma modeli; araştırma grubu; veri toplama araçları; veri toplama süreci; bağlam temelli öğrenme yaklaşımına dayalı açıklama destekli REACT stratejisine ve geleneksel öğretim yaklaşımına örnek birer öğretim materyali, pilot uygulama, pilot uygulama sonunda yapılan değişiklikler, asıl uygulama, verilerin analiz yöntemleri, araştırmada geçerlik ve güvenilirlik, araştırmada nitelik, araştırmada etik ve araştırmacının katılımcı rolü detaylı bir şekilde sunulmuştur.

3.1. Araştırmanın Tasarlanması

Araştırma tasarlanırken öncelikle literatür taraması yapılmış olup, daha sonra konuya karar verilmiştir. Konunun belirlenmesinde etkili olan noktalar, itme, momentum ve çarpışmalar konusunun günlük yaşamla iç içe olması ve dolayısıyla öğretmen adaylarının ilgilerini çekecek bağlamların oluşturulabilir olması ve bu konudaki alternatif kavramların tamamıyla giderilmemiş olmasıdır. Konunun belirlenmesinden sonra çalışmada kullanılacak materyaller bağlam temelli öğrenme yaklaşımının açıklama destekli REACT stratejisine ve geleneksel öğretim yaklaşımına uygun olarak geliştirilmiştir. Geliştirilen materyaller göz önünde bulundurularak veri toplama araçları belirlenmiştir. Veri toplama aracı olarak İtme, Momentum ve Çarpışmalar Kavram Testi (İMÇKT), klinik mülakat ve tarama formu uzman görüşleri dikkate alınarak hazırlanmıştır. Uygulama basamakları planlandıktan sonra değerlendirmenin nasıl yapılacağına karar verilmiştir. Daha sonra araştırmacının hem ön deneyim kazanması hem de geliştirilen materyallerin ve veri toplama araçlarının işlevliliğinin kontrol edilmesi için pilot uygulama yapılmıştır. Pilot uygulama esnasında karşılaşılan durumlara göre tekrar düzenlemeler yapılmış ve çalışmaya son hali verilmiştir. Uygulama sürecinden önce İMÇKT ön test olarak uygulanmış, uygulamadan sonra ise aynı veri toplama aracının son testi ile birlikte tarama formu da öğretmen adaylarına uygulanmıştır. Son testin uygulanmasından yaklaşık 3-4 gün sonra klinik mülakatlar yürütülmüş olup, 9 hafta sonra da İMÇKT gecikmiş test olarak son kez uygulanmıştır. Daha sonra araştırmanın rapor haline dönüştürülme süreci başlamış olup, araştırmanın işlem basamaklarını gösteren akış şeması Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Akış şeması

3.2. Araştırma Modeli

Araştırmada kullanılacak yöntem, açık bir şekilde ifade edilerek amaca en uygun olacak şekilde belirlenmelidir (Ural ve Kılıç, 2006) düşüncesinden hareketle, çalışmanın amaçları göz önünde bulundurulduğunda, bu çalışmanın amacına en uygun yöntemin iki aşamalı karma yöntem olduğu anlaşılmıştır. Nitel ve nicel yöntemler birbirinden tamamıyla farklı yöntemler olmamakla birlikte bir süreklilik çizgisi üzerinde iki farklı ucu temsil ederler. Karma yöntemler ise hem nitel hem de nicel yaklaşımların öğelerini barındırdığı için bu süreklilik çizgisinin ortasında yer alır (Creswell, 2013). Karma yöntem farklı felsefik varsayımları ve kuramsal çerçeveleri içeren desenleri bir arada kullanabilmeye olanak tanıdığından, yalnızca nitel veya nicel verilerin toplanmasını değil, bu iki veri türünün bütünleştirilmesini kapsar. Bu çalışmada, nicel verilerin toplandığı birinci aşama çalışmanın deneysel yönünü, bu nicel verileri desteklemek amacıyla nitel verilerin toplandığı ikinci aşama ise betimsel yönünü temsil etmektedir (Bacanak, Değirmenci, Karamustafaoğlu ve Karamustafaoğlu, 2011).

Araştırma grubu olarak daha önceden oluşturulmuş sınıflardan seçilen grupların biri deney grubu (bağlam temelli öğrenme yaklaşımının açıklama destekli REACT stratejisine dayalı uygulama için), diğeri kontrol grubu (geleneksel öğretim yaklaşımına dayalı uygulama için) olacak şekilde gruplandırılmıştır. Uygulamaya başlanmadan önce iki gruba da öğretmen adaylarının kavram bilgilerini tespit etmek için İMÇKT ön test olarak uygulanmıştır. Uygulama yapılırken deney grubunda bağlam temelli öğrenme yaklaşımının açıklama destekli REACT stratejisine dayalı olarak geliştirilmiş olan materyaller ve ders planları uygulanırken; kontrol grubunda geleneksel öğretim yaklaşımına dayalı olarak geliştirilmiş materyaller ve ders planları uygulanmıştır. Uygulamaların sonunda her iki gruba İMÇKT son test ve gecikmiş test olarak tekrar uygulanmış olup, her iki sınıftan 6'şar (toplamda 12) öğretmen adayıyla klinik mülakatlar yürütülmüştür. Ayrıca uygulamadan hemen sonra deney grubuna tarama formu, açıklama destekli REACT stratejisinin fizik öğretiminde kullanılması hakkındaki görüşlerinin alınması amacıyla uygulanmış ve tüm veriler video kayıtları ve alan notlarıyla desteklenmiştir. Deney ve kontrol gruplarından elde edilen veriler karşılaştırılarak yorumlanmıştır.

3.3. Araştırma Grubu

Bu araştırmanın evrenini Giresun Üniversitesi Eğitim Fakültesi oluşturmaktadır. Araştırma grubunu ise Giresun Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği Anabilim Dalında öğrenim görmekte olan 1. sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. Pilot

çalışmada, araştırma grubu deney ve kontrol grubu olarak 2013-2014 akademik yılının güz döneminde Giresun Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği 1. sınıfında öğrenim görmekte olan iki şubeden birindeki öğretmen adaylarının okul numaraları tek ve çift şeklinde ayrılarak oluşturulmuştur. Asıl çalışmada araştırma grubu deney ve kontrol grubu olarak yine aynı yöntemle 2013-2014 akademik yılının bahar döneminde Giresun Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği 1. sınıfında öğrenim görmekte olan diğer şubedeki öğretmen adaylarının okul numaraları tek ve çift şeklinde ayrılarak oluşturulmuştur. Söz konusu şubelerin hangisinin pilot uygulamada, hangisinin asıl uygulamada kullanılacağına; bu şubelerdeki tek ve çift okul numaralarının hangisinin deney grubu, hangisinin kontrol grubu olacağına eşleştirme yoluyla karar verilmiştir. Eşleştirme için öncelikle dört torbadan, birincisine şube kodları olan “A” ve “B” harflerinin, ikincisine “pilot” ve “asıl” kelimelerinin, üçüncüsüne “tek” ve “çift” kelimelerinin, dördüncüsüne de “deney açıklama destekli REACT” ve “kontrol geleneksel” kelimelerinin yazılı olduğu kağıtlar konulmuştur. Daha sonra dört torbanın her birinden birer kağıt seçilmiş ve eşleştirme yapılmıştır. Torbalarda kalan diğer kağıtlar da diğer eşleşmeyi oluşturmuştur. Böylelikle pilot uygulamada 2013-2014 akademik yılının güz döneminde Giresun Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği 1. sınıfında öğrenim görmekte olan A şubesindeki öğretmen adaylarının okul numaraları tek olanlar deney, çift olanlar kontrol grubunu oluşturacak şekilde eşleşmiştir. Asıl uygulamada ise torbada kalan diğer kağıtların oluşturduğu 2013-2014 akademik yılının bahar döneminde Giresun Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği 1. sınıfında öğrenim görmekte olan B şubesindeki öğretmen adaylarının okul numaraları tek olanlar deney, çift olanlar kontrol grubunu oluşturacak şekilde eşleşmiştir. Pilot uygulamada deney grubunda 27, kontrol grubunda 28 olmak üzere toplam 55 öğretmen adayı ile asıl uygulamada deney grubunda 25, kontrol grubunda 25 olmak üzere toplam 50 öğretmen adayı ile çalışılmıştır.

Asıl çalışmada uygulamalar sona erdikten sonra bireysel olarak 6 deney grubu öğretmen adayı ve 6 kontrol grubu öğretmen adayı olacak şekilde toplam 12 öğretmen adayıyla klinik mülakatlar yürütülmüştür. Bu öğretmen adaylarının seçimi de grupların seçimine benzer şekilde, bir torbaya öğretmen adaylarının kodlarının yazılı olduğu küçük kağıt parçaları atılmış ve o torbadan rastgele seçilerek gerçekleştirilmiştir. Çalışma grubundaki öğretmen adaylarının gerçek isimleri çalışma etiği açısından kullanılmamıştır. Kimliklerini gizli tutmak amacıyla, bağlam temelli öğrenme yaklaşımının açıklama destekli REACT stratejisinin uygulandığı deney grubundaki öğretmen adaylarına D1’den D25’e kadar, geleneksel öğretim yaklaşımının uygulandığı kontrol grubundaki öğretmen adaylarına K1’den K25’e kadar kodlar verilmiştir. Deney grubunda mülakat için belirlenen altı öğretmen adayının üçü kız (D1, D13, D16), üçü erkek (D2, D14, D21); kontrol

grubunda mülakat için belirlenen altı öğretmen adayının dördü kız (K1, K3, K9, K16), ikisi erkek (K2, K6) öğretmen adaydır.

3.4. Veri Toplama Araçları

Bu bölümde araştırmada kullanılan veri toplama araçları tanıtılmıştır. Araştırmada iki aşamalı İtme, Momentum ve Çarpışmalar Kavram Testi (İMÇKT), belirlenen öğrencilerle yapılan Klinik Mülakat ve Tarama Formu tanıtılmıştır. Veri toplama araçlarının hangi araştırma problemlerine cevap aradığını gösteren belirtke tablosu Tablo 3'te sunulmuştur:

Tablo 3. Araştırma Problemleri-Veri Toplama Araçları Belirtke Tablosu

Araştırma Problemleri	Veri Toplama Araçları		
	İMÇKT	Klinik Mülakat	Tarama Formu
1. Açıklama destekli REACT stratejisi kullanılarak oluşturulmuş bağlam temelli ve geleneksel öğrenme ortamlarındaki öğretmen adaylarının itme, momentum ve çarpışmalar konusunu anlamaları arasında bir fark var mıdır?	✓	✓	
2. Öğretmen adaylarının açıklama destekli REACT stratejisinin fizik öğretiminde kullanılması hakkındaki düşünceleri nelerdir?			✓

3.4.1. Araştırmada Kullanılan İtme, Momentum ve Çarpışmalar Kavram Testi (İMÇKT)

Çoktan seçmeli testler genellikle öğrencilerin bilgiyi hatırlayıp hatırlamadıklarını ölçmek amacıyla kullanılırlar. Eğitimde oldukça popüler olmasının yanı sıra öğrenciler tarafından kolaylıkla ve kısa sürede cevaplanabilirler. Aynı şekilde puanlayan için de puanlamak hızlı ve daha güvenilirdir (Conderman ve Koroghlanian, 2002). Ancak daha üst düzey bilişsel öğrenmeler ölçülecek ise açık uçlu soruların tercih edilmesi gerekmektedir (Chen, Lin ve Lin, 2002; Haladyna, Downing ve Rodriguez, 2002). Son yıllarda öğrencilerin çoktan seçmeli sorulara verdikleri cevapların nedenini sorgulayan iki aşamalı testler kullanılmaya başlanmıştır. İki aşamalı testleri çoktan seçmeli testlerden ayıran özellik, ikinci aşamada istenen gerekçedir. İlk aşamada öğrenciye çoktan seçmeli bir soru yöneltilmiş olup, öğrenci öncelikle seçenekler arasından doğru olduğunu düşündüğü seçeneği işaretler, ikinci aşamada ise bu seçeneği seçme gerekçesini açıklar. İkinci aşama da çoktan seçmeli olabileceği gibi, açık uçlu da olabilir. İkinci aşamanın da çoktan

seçmeli olduğu durumlarda, seçeneklerden sonuncusu öğrencilerin kendi düşüncelerini yazabilecekleri şekilde 'diğer' olarak boş bırakılabilir.

İki aşamalı testlerin eğitim ortamlarında kullanılması Treagust (1988)'la başlamıştır. İki aşamalı testlerde bulunan ikinci aşama öğrencinin konu hakkındaki duygu ve düşüncelerini yansıtmaya bakımından önemlidir. Çoktan seçmeli sorularda öğrenci kendisi için daha önceden belirlenmiş olan seçenekler arasından bir seçim yaparken, açık uçlu olan ikinci aşamada ise daha özgür bırakılarak kavramı ne derece bildiği hakkında bilgi sahibi olunur (Çalık, 2006). Ayrıca öğrencilerin bir konu hakkında sahip oldukları alternatif kavramların da teşhis edilmesi bakımından önemlidir (Tan, Goh, Chia ve Treagust, 2002; Tan, Taber, Goh ve Chia, 2005).

Öğrencilerin kavramlarının derinlemesine incelenmesine fırsat sunan iki aşamalı testler ulusal ve uluslararası pek çok araştırmada kullanılmıştır (Chen vd., 2002; Çalık, 2006; Çalık, Ayas, Coll, Ünal ve Coştu, 2007; Karataş, Köse ve Coştu, 2003; Özmen, 2008; Özmen, Demircioğlu ve Demircioğlu, 2009; Şahin, 2010; Treagust, 1988; Tural, Akdeniz ve Alev, 2010). Bu çalışmada açıklama destekli REACT stratejisi kullanılarak oluşturulmuş bağlam temelli ve geleneksel öğrenme ortamlarındaki öğretmen adaylarının itme, momentum ve çarpışmalar konusunu anlamaları arasında anlamlı farkın olup olmadığını belirlemek amacıyla kullanılan kavram testinde toplam 34 soru konu alt başlıklarını kapsayacak şekilde ve literatür taraması sonucu elde edilen alternatif kavramlar dikkate alınarak hazırlanmıştır. Çalışmada iki aşamalı İMÇKT, ilk aşaması çoktan seçmeli, ikinci aşaması açık uçlu olacak şekilde hazırlanıp öğretmen adaylarına uygulanmıştır. Kavram testinin ilk aşamasında öğretmen adayından sorunun doğru yanıtını işaretlemeleri, ikinci aşamada ise bu şikkı neden işaretlediklerini bilimsel olarak açıklamaları istenmiştir. İMÇKT'nin hazırlanmasında faydalanılan alternatif kavramlar yapılan literatür taraması sonucunda elde edilmiş olup, Tablo 4'te verilmiştir. Literatür taramasında değinilmediği belirlenen bir alt başlık (roketler) hakkında da öğretmen adaylarının sahip oldukları muhtemel olan alternatif kavramlar alan ve alan eğitimi uzmanlarından görüş alınarak oluşturulmuştur. Böylece itme, momentum ve çarpışmalar konusunun bütün alt başlıklarını kapsayan alternatif kavramlar belirlenmiş ve kavram testinin hazırlanması aşamasında yararlanılmıştır.

Tablo 4. İMÇKT'nin Hazırlanmasında Faydalanılan Alternatif Kavramlar

Alternatif Kavramlar	Kaynak
1. İtme skaler bir büyüklüktür (İtmenin vektörel bir büyüklük olduğunu algılayamama).	Ünlüsoy, 2006

Tablo 4'ün devamı

2.	İtme maddelerin birbirine uyguladıkları itme kuvvetidir.	Çirkinoğlu, 2004; Şekercioğlu (Çirkinoğlu) ve Kocakulah, 2008; Ünlü Güneş vd., 2002a; Ünlüsoy, 2006
3.	İtme bir şeye kuvvet uygulanması ve onun da bu kuvvete karşı hızlanması veya yerini değiştirmesidir.	Çirkinoğlu, 2004; Şekercioğlu (Çirkinoğlu) ve Kocakulah, 2008; Ünlü Güneş vd., 2002a; Ünlüsoy, 2006
4.	İtme sadece bir şeyi itmektir, çekmek itme değildir.	E. Ültay, 2012; Ünlü Güneş vd., 2002a
5.	Momentum skaler bir büyüklüktür (Momentumun vektörel bir büyüklük olduğunu algılayamama).	E. Ültay, 2012; Grimellini-Tomasini vd., 1993; Kandil İnceç, 2008a; Kandil İnceç vd., 2005; Lawson ve McDermott, 1987; Taşar vd., 2006; Ünlü Güneş vd., 2002b; Ünlüsoy, 2006
6.	Momentum itmeye eşittir.	Çirkinoğlu, 2004; E. Ültay, 2012; Lawson ve McDermott, 1987; Pride, Vokos ve McDermott, 1998; Şekercioğlu (Çirkinoğlu) ve Kocakulah, 2008; Ünlü Güneş vd., 2002a; Ünlüsoy, 2006
7.	Momentum itici kuvvettir.	Çirkinoğlu, 2004; Katipoğlu ve Gürel, 2004; Şekercioğlu (Çirkinoğlu) ve Kocakulah, 2008
8.	Momentum kuvvet ile uzaklığın çarpımıdır (kelime benzerliği sebebiyle moment olayı ile karıştırma).	Çirkinoğlu, 2004; E. Ültay, 2012; Şekercioğlu (Çirkinoğlu) ve Kocakulah, 2008; Ünlü Güneş vd., 2002a
9.	Kütlesi büyük olanın momentumu büyük olur.	Camp ve Clement, 1994; Çirkinoğlu, 2004; Raven, 1967; Şekercioğlu (Çirkinoğlu) ve Kocakulah, 2008; Ünlüsoy, 2006
10.	Momentum kütleden bağımsız olarak sadece ve tamamen hıza dayalı bir kavramdır.	Çirkinoğlu, 2004; Graham ve Berry, 1996; Ivowi, 1984; Kandil İnceç vd., 2006; Katipoğlu ve Gürel, 2004; Kocakulah, 2008; Raven, 1967; Şekercioğlu (Çirkinoğlu) ve Ünlüsoy, 2006
11.	Momentum her koşulda korunur.	E. Ültay, 2012
12.	Momentumun korunması için kinetik enerjinin korunması gereklidir.	Ünlüsoy, 2006
13.	Kinetik enerji her çarpışmada korunur.	Ünlüsoy, 2006
14.	Momentumun korunması için mutlaka esnek çarpışma olması gerekir.	Çirkinoğlu, 2004; Şekercioğlu (Çirkinoğlu) ve Kocakulah, 2008
15.	Roketin hızı sabittir (gaz çıkışı sebebiyle kütlenin azalma durumunu göz ardı etme).	Araştırmacı tarafından uzman görüşü alınarak oluşturulmuştur.

Ayrıca kavram testi, alternatif kavramların yanı sıra konunun alt başlıklarını ve kazanımlarını da kapsayacak şekilde tasarlanmıştır. İtme, momentum ve çarpışmalar

konusunun alt başlıkları Yüksek Öğretim Kurumu'na (YÖK) uygun olarak Tablo 5'te belirtilmiştir.

Tablo 5. İtme, Momentum ve Çarpışmalar Konusunun Alt Başlıkları

Konunun Alt Başlıkları
a) İtme (İmpuls)
b) Momentum
c) Momentum Korunumu
d) Roketler
e) Merkezi Çarpışmalar I. Tam Esnek Olmayan Çarpışma II. Tam Esnek Çarpışma
f) Merkezi Olmayan Çarpışmalar

Bu alt başlıklara uygun olarak Fen Bilgisi Öğretmenliği programlarında okutulan Genel Fizik dersi kitaplarından da faydalanılarak Tablo 6'da sunulan hedef davranışlar belirlenmiştir. Hedef davranışlar, kapsam geçerliği açısından alan eğitimi uzmanlarına ayrıca kontrol ettirilmiştir.

Tablo 6. İtme, Momentum ve Çarpışmalar Konusunun Hedef Davranışları

Hedef Davranışlar
1. İtme ve momentum kavramlarını açıklar.
2. İtme ve momentum değişimi arasında ilişki kurar.
3. İtme ve momentum ile ilgili grafikler çizer.
4. Çevresinde karşılaştığı olaylarda veya fizik problemlerinde momentum korunumunu açıklar.
5. İtme ve momentum konusuyla ilgili öğrendiklerini problemlere uygular.
6. Konu ile ilgili öğrendiklerini kullanarak roket hareketlerini açıklar.
7. Momentum korunumu konusu ile günlük yaşam arasında ilişkiler kurar.
8. Çarpışma kavramını tanımlar.
9. Çarpışma türlerini belirler.
10. Çarpışma türlerini açıklar.
11. Çarpışmalar konusunda deney düzeneği kurar ve deneyi gerçekleştirir.
12. Çarpışmalar konusu ile ilgili yapılan deneydeki gözlem ve bulgularını yorumlar.
13. Çarpışmalar konusu ile ilgili öğrendiklerini problemlere uygular.
14. Çarpışmalar konusu ile günlük yaşam arasında ilişkiler kurar.
15. İtme, momentum ve çarpışmalar konusundaki kavramlar arasında ilişkiler kurar.

Tablo 5 ve Tablo 6'da belirtilen alt başlıklar ile hedef davranışların birbiriyle örtüşüğünün gösterilmesi için bir belirtke tablosu oluşturulmuştur. Oluşturulan bu belirtke tablosu Tablo 7'de sergilenmiştir.

Tablo 7. Alt Başlıklar-Hedef Davranışlar Belirtke Tablosu

Hedef Davranışlar \ Alt Başlıklar	a)	b)	c)	d)	e)	f)
1.	✓	✓				
2.	✓	✓				
3.	✓	✓				
4.			✓			
5.	✓	✓				
6.			✓	✓		
7.			✓			
8.			✓			
9.					✓	✓
10.					✓	✓
11.					✓	✓
12.					✓	✓
13.					✓	✓
14.					✓	✓
15.	✓	✓	✓		✓	✓

Bundan sonraki aşama ise alternatif kavramlar, konu alt başlıkları ve hedef davranışları dikkate alarak İMÇKT'nin hazırlanması aşaması olmuştur. Alan ve alan eğitimi uzmanlarının ve araştırma grubundan farklı olan öğretmen adaylarının da görüşleri dikkate alınarak üzerinde değişiklik ve düzeltmeler yapılmış, teste pilot uygulama öncesindeki son hali verilmiştir. İMÇKT'yi oluşturan maddelerin hangisinin, hangi alt başlık ve hangi hedef davranışı kapsadığını gösteren belirtke tablosu da Tablo 8'de sunulmuştur.

Tablo 8. Alt Başlıklar-Hedef Davranışlar-İMÇKT Maddeleri Belirtke Tablosu

Hedef Davranışlar \ Alt Başlıklar	a)	b)	c)	d)	e)	f)
1.	1; 2; 3; 7; 8; 9; 27	4; 5; 6; 7; 8; 9; 27				
2.	8; 9; 10; 11; 12; 13; 14; 15; 16; 17; 27; 28	8; 9; 10; 11; 12; 13; 14; 15; 16; 17; 27; 28				

Tablo 8'in devamı

3.	3; 18	19; 20			
4.				21; 22; 23; 24; 25; 26; 27; 28; 32; 33	
5.	10; 11; 12; 13; 14; 17	10; 11; 12; 13; 14; 17; 24; 25; 26			
6.			27; 28	27; 28	
7.			14; 21; 22; 23; 26; 27; 28; 32		
8.			24; 25; 29; 30; 32; 33		
9.				29; 30; 32; 33; 34	29; 30; 32; 33; 34
10.				29; 32; 33; 34	29; 32; 33; 34
11.				30; 33; 34	30; 33; 34
12.				30; 33; 34	30; 33; 34
13.				24; 29; 33	24; 29; 31; 33
14.				32; 34	31; 32; 34
15.	7; 14; 15; 16	5; 7; 14; 15; 16; 24; 25	24; 25; 32	29; 32	29; 32

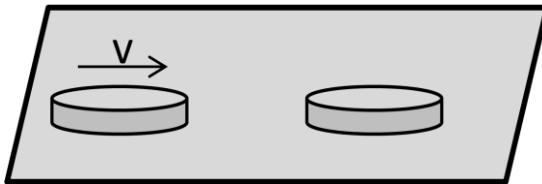
İMÇKT'den alınan iki örnek soru aşağıda sunulmuştur.

1. (İMÇKT'nin 21. sorusu) Kaykayları üstündeki iki insan, yüzleri birbirlerine dönük şekilde yatay sürtünmesiz zemin üzerinde durmaktadır. Biri diğerini hızla ittirir ve birbirlerinden ayrılırlar. Eğer biri diğerinden daha ağırsa;

- a) Momentumları eşit büyüklüktedir. b) Ağır olanın momentumu daha büyüktür.
c) Ağır olanın momentumu daha küçüktür. d) Eşit sürede eşit yol alırlar.
e) Momentumları eşittir.

Çünkü,.....
.....

2. (İMÇKT'nin 29. sorusu) Şekildeki gibi sabit hızda ilerleyen bir disk, özdeş durağan bir diskle çarpışıyor ve gelen disk duruyor. Bu çarpışmanın türü seçeneklerden hangisidir?



- a) Merkezi olmayan, esnek olmayan.
b) Merkezi, esnek olmayan.
c) Merkezi olmayan, tam esnek.
d) Merkezi, tam esnek.
e) Merkezi, kısmen esnek.

Çünkü.....

Örnek sorulardan ilki olan, İMÇKT'nin 21. sorusu, "Momentum skaler bir büyüklüktür", "Kütlesi büyük olanın momentumu büyük olur", "Momentum kütleden bağımsız olarak sadece ve tamamen hıza dayalı bir kavramdır" ve "Momentumun korunması için mutlaka esnek çarpışma olması gerekir" alternatif kavramlarını sınamak için, İMÇKT'nin 29. sorusu olan, örnek sorulardan ikincisi ise, "Momentumun korunması için kinetik enerjinin korunması gereklidir" ve "Momentumun korunması için mutlaka esnek çarpışma olması gerekir" alternatif kavramını sınamak için yöneltilmiştir.

Ayrıca İMÇKT'nin 21. sorusu olan örnek sorulardan ilki konunun "Momentum korunumu" alt başlığı dahilinde "Çevresinde karşılaştığı olaylarda veya fizik problemlerinde momentum korunumunu açıkla" davranışının kazandırılıp kazandırılmadığının tespit edilmesini hedeflerken, İMÇKT'nin 29. sorusu olan örnek sorulardan ikincisi ise "Momentum korunumu" ve "Merkezi ve merkezi olmayan çarpışmalar" alt başlıkları dahilinde "Çarpışma kavramını tanımla", "Çarpışma türlerini belirle ve açıkla", "Çarpışmalar konusu ile ilgili öğrendiklerini problemlere uygula" ve "İtme, momentum ve çarpışmalar konusundaki kavramlar arasında ilişkiler kur" davranışlarının kazandırılıp kazandırılmadığının tespit edilmesini hedeflemektedir.

Her iki örnek soruda da öncelikle öğretmen adaylarından, soruların ilk aşamasının doğru cevabını işaretlemeleri, soruların ikinci aşamasında ise neden o seçeneği işaretlediklerinin sebebini yazmaları istenmiştir. Böylece öğretmen adayları kendi düşüncelerini rahatça ifade edebilme fırsatı bulmuşlardır.

Öğretmen adaylarının İMÇKT sorularına verdikleri cevapların çoktan seçmeli olan birinci aşaması "Doğru Seçenek (DS)", "Yanlış/Birden Çok Seçenek (YS)" ve "Boş Seçenek (BS); açık uçlu olan ikinci aşaması ise "Bilimsel Olarak Tam ve Doğru Açıklama (DA)", "Kısmen Doğru Açıklama (KDA)", "Hem Doğru Hem Yanlış/Alternatif Kavramlı Açıklama (DYA)", "Yanlış/Alternatif Kavramlı Açıklama (YA)" ve "Boş/Anlaşılmayan/İlgisiz Açıklama (BA)" kategorileri kullanılarak analiz edilmiştir. Araştırmada kullanılan İMÇKT, Ek 1'de sunulmuştur.

3.4.2. Araştırmada Kullanılan Klinik Mülakat

Mülakatlarda, mülakat yapılan kişi ile mülakatı yürüten kişi arasında samimi ve empatik bir ortam oluşur. Birbirini takip eden mantıklı soruların sorulabilmesi için mülakatı yürüten kişinin iyi bir dinleyici olması gerekir. Mülakat esnasında fikirler ve konuşma hızlı bir şekilde ilerlediğinden, mülakatı yapan kişi öğrencinin söylediklerini daha sonradan

hatırlamayabilir veya eksik yazabilir. Bu sebeple mülakatlar yürütülürken ses veya video kayıt cihazları kullanılabilir. Mülakatların süresi kısa sürse bile daha sonradan transkript edilmeleri hayli uzun zaman alabilir (Çalık ve Ayas, 2005; Kurnaz ve Çalık, 2009; Ünal, Çalık, Ayas ve Coll, 2006). Mülakatlar farklı kaynaklarda farklı şekillerde sınıflandırılmıştır. White ve Gunstone (1992)'a göre mülakatlar odak noktalarına göre ikiye ayrılır: (a) kavramlar hakkında mülakatlar, mülakatın belli kavramlar üzerine odaklanarak yürütülmesidir, (b) klinik mülakatlar ise olaylar ve durumlarla ilgili yapılan mülakatlar olarak da tanımlanmaktadır. Klinik mülakatlarda, mülakatı yürüten kişi öğrenciyle bir durum ya da olayla ilgili görüşürken, öğrencinin bir kavramı ya da bir olayı öğrenip öğrenmediği derinlemesine araştırılmaktadır. Ayrıca öğrencilerden kavramı tanımlamasına ek olarak niçin böyle bir sonuca ulaştığı sorusuna da açıklama getirmesi istenir.

Bu çalışmada, kavram testinden elde edilen verileri desteklemek ve değişkenler arasındaki ilişkileri ortaya koymak için klinik mülakatlar yürütülmüştür. Bu yöntemde öğrenciyle karşılıklı görüşme halinde olduğu için oldukça güvenilir veriler elde edilebilmektedir. Ayrıca bu metod, öğrencilerin ne düşündüğünü derinlemesine araştırma imkânı da sağlamaktadır (Çepni, 2005).

Klinik mülakatta kullanılan sorular kavram testinden elde edilen sonuçları desteklemek ve verilerin güvenilirliğini artırmak amacıyla kavram testinde kullanılan sorulara benzer şekilde konunun alt başlıklarına, kazandırılması amaçlanan hedef davranışlara ve konuyla ilgili alternatif kavramlara odaklanmıştır. Mülakat on beş sorudan oluşmakta olup, her bir alternatif kavramın sorgulanmasına özellikle dikkat edilmiştir. Mülakat soruları oluşturulduktan sonra dört alan eğitimi bir de alan uzmanına inceletilerek görüşleri alınmıştır. Uzman görüşleri doğrultusunda bazı sorulara eklemeler yapılmış, bazı sorular ise öğretmen adaylarından ayrıntılı bilgiler vermelerini isteyecek şekilde yeniden düzenlenmiştir. Örneğin "Tam esnek çarpışma ile esnek olmayan çarpışma arasında farklar nelerdir? Nedenleriyle açıklayınız." şeklinde hazırlanmış olan mülakat sorusu "Tam esnek çarpışma ile esnek olmayan çarpışma arasında fark var mıdır? Varsa bu fark(ları) nedenleriyle açıklayınız. *Her iki çarpışma türü için enerji korunumu hakkında neler söylersiniz?*" şeklinde düzenlenmiş ve bir alt soru da eklenerek öğretmen adaylarının bu konudaki bilgileri derinlemesine sorgulanmıştır.

Mülakatta, araştırmacı daha önceden hazırlanmış olan soruları öğretmen adaylarına yöneltirken gerektiği yerlerde sorulara eklemeler veya çıkarmalar yapmıştır. Örneğin "Bir cisim engele "V" hızı ile çarpar ve şekildeki gibi aynı büyüklükteki hızla geri sıçrar. Cismin çarpışmadan önceki ve sonraki momentumlarını kıyaslayınız. *Cisme bir itme uygulanmış mıdır? Uygulanmış ise yönü hakkında bilgi veriniz.*" şeklinde hazırlanmış olan mülakat sorusunun ikinci aşaması olan "*Cisme bir itme uygulanmış mıdır?*" sorusuna cevap

veremeyen öğretmen adayına itmenin yönünü sormak yersiz olacağından sorunun üçüncü aşaması yöneltilmemiştir. Ya da “Sürtünmesiz yatay düzlemde duran m ve 10m kütleli iki cisme yatay düzlemde eşit F kuvvetleri t saniye boyunca şekildeki gibi uygulanıyor. Bu süre sonunda cisimlerin momentumları hakkında neler söylersiniz? *Nedenleriyle açıklayınız.*” sorusuna cevap vermekte zorlanan öğretmen adayına “Az önce momentumu tanımlamıştın. Bana tekrar hatırlatır mısın ne idi momentum?” şeklinde, asıl soruya cevap verebilmesini amaçlayan, küçük soru ya da sorular yöneltilmiştir.

Klinik mülakatı oluşturan maddelerin hangisinin, konunun hangi alt başlığıyla ilgili olduğunu gösteren belitke tablosu da Tablo 9’da sunulmuştur.

Tablo 9. Klinik Mülakat Maddeleri-Alt Başlıklar Belirtke Tablosu

Klinik Mülakat Maddeleri \ Alt Başlıklar	İtme (İmpuls)	Momentum	Momentum Korunumu ve Uygulamaları (Roketler ve Çarpışmalar)
1.	✓		
2.		✓	
3.	✓		
4.		✓	
5.	✓	✓	
6.	✓	✓	
7.			✓
8.			✓
9.			✓
10.			✓
11.			✓
12.			✓
13.			✓
14.			✓
15.			✓

Mülakatların her biri öğretmen adaylarının izni dahilinde ses kayıt cihazı yardımıyla kaydedilmiş ve 20-25 dakika kadar sürmüş olup her iki gruptaki öğretmen adaylarına toplam on beş soru yöneltilmiştir. Öğretmen adaylarının klinik mülakat sorularına verdikleri cevaplar puanlama yoluna gidilmeden, İMÇKT’deki soruların ikinci aşamasında kullanılan, “Bilimsel Olarak Tam ve Doğru Açıklama (DA)”, “Kısmen Doğru Açıklama (KDA)”, “Hem Doğru Hem Yanlış/Alternatif Kavramlı Açıklama (DYA)”, “Yanlış/Alternatif Kavramlı Açıklama (YA)” ve “Boş/Anlaşılmayan/İlgisiz Açıklama (BA)” kategorileri kullanılarak analiz

edilmiştir. Bulgular sunulurken bu kategorilerde cevap veren öğretmen adaylarının mülakatlarından örnek alıntılar yapılarak öğretmen adaylarının düşünceleri olduğu gibi yansıtılmıştır. Mülakatların analizinin ayrıntılı açıklaması bulgular başlığı altında verilmiş, asıl uygulamada kullanılan mülakat soruları Ek 2'de sunulmuştur.

3.4.3. Araştırmada Kullanılan Anket (Tarama Formu)

İnsanların göstermiş oldukları davranışların, benimsedikleri görüşlerin veya bir olay hakkındaki fikirlerinin belirlenmesinde en önemli kaynak kişilerin kendi ifadeleridir. Bu ifadeler ise anketler aracılığıyla yazılı veya sözlü olarak elde edilebilir (Balci, 2011). Anketlerde yer alan sorular birbirinden bağımsız olabileceği gibi öğrencilerin derse yönelik tutumları, öğretmenin sınıf yönetimi davranışları veya öğrenme stratejileri gibi özelliklerin ölçülmesi söz konusu olduğunda ilişkili olarak da yönettirebilir (Büyüköztürk, Kılıç Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2012). Kişisel özellikler, ilgiler, tutumlar gibi özellikleri ölçmek için geliştirilen araçlara envanter, anket, ölçek, test ve tarama gibi isimlerin kullanılabileceği belirtilmiştir (Aiken, 1997'den aktaran: Büyüköztürk vd., 2012: 124).

Bu çalışmada, tarama formu öğretmen adaylarının açıklama destekli REACT stratejisinin fizik öğretiminde kullanılması hakkındaki düşüncelerini belirlemek amacıyla kullanılmıştır. Açık uçlu sorulardan oluşan form, öğretmen adaylarından öğretim stratejisi ile ilgili derinlemesine bilgi edinmeyi amaçlamıştır.

Araştırmada kullanılan tarama formu bütün deney grubu öğretmen adaylarının uygulamalarda kullanılan açıklama destekli REACT stratejisinin fizik öğretiminde kullanılması hakkındaki düşüncelerini belirlemek amacıyla dört açık uçlu temel sorudan oluşmaktadır. Sorulardan bir tanesi için verilen cevaba göre ikinci bir sorusu daha mevcuttur. Tarama formu, öğretmen adaylarının öğrenme süreciyle ilgili, açıklama destekli REACT stratejisi hakkındaki, bütün olumlu ve/veya olumsuz görüşlerini net bir şekilde ifade edebilmeleri açısından dikkatle hazırlanmıştır.

Tarama formu soruları oluşturulduktan sonra dört alan eğitimi uzmanına inceletilerek görüşleri alınmıştır. Uzman görüşleri doğrultusunda bazı sorularda düzenlemeler yapılmıştır. Örneğin "İtme, Momentum ve Çarpışmalar konularının işlendiği derslerde kullanılan bu yöntemin en beğenmediğiniz kısımları nelerdir? Bu yöntemin beğenmediğiniz kısımları için ne tür bir değişiklik yapılmasını önerirdiniz? Detaylıca açıklayınız." sorusu iki kısma ayrılmış, ana soru olarak "İtme, Momentum ve Çarpışmalar konularının işlendiği derslerde kullanılan bu yöntemin en beğenmediğiniz kısımları nelerdir? Nedenleriyle açıklayınız.", ikinci bir soru olarak da "Derslerde kullanılan bu yöntemin beğenmediğiniz kısımları için ne tür bir değişiklik yapılmasını önerirdiniz? Detaylıca açıklayınız." soruları kullanılmıştır.

Öğretmen adaylarının tarama formuna verdikleri cevaplar indirgemeler yapıldıktan sonra temalar oluşturulmuş ve frekanslanmıştır. Tarama formlarının analizinin ayrıntılı açıklaması bulgular başlığı altında verilmiş olup, asıl uygulamada kullanılan tarama formu Ek 3'te sunulmuştur.

3.5. Veri Toplama Süreci

Bu başlık altında verilerin toplanması için izlenen yol ayrıntılı bir şekilde tanımlanmıştır.

3.5.1. Ders Planları ve Materyalleri

Araştırmada bir deney ve bir kontrol grubu kullanılmıştır. Buna göre deney grubunda bağlam temelli öğrenme yaklaşımının açıklama destekli REACT stratejisine göre ders planları hazırlanmış ve etkinlikler kullanılmıştır. Kontrol grubunda ise geleneksel öğretim yaklaşımına dayalı olarak itme, momentum ve çarpışmalar konusu uygulanmıştır. Her iki grupta da kullanılan ders planları ve materyaller, araştırmacı ve bir fizik eğitimi uzmanı tarafından geliştirilmiş olup, uzman görüşleri alınarak gerekli değişiklikler yapılmıştır. Ünite kazanımları YÖK'ün belirlemiş olduğu alt başlıklar dahilinde araştırmacı tarafından oluşturulmuştur (URL – 1, 2014).

Ders planlarının ve materyallerinin geliştirilmesinde izlenen aşamalar aşağıda sırasıyla verilmiştir:

1. İtme, momentum ve çarpışmalar konusu ile ilgili literatür incelemesinin yapılarak, öğrenci ve öğretmen adaylarının ön bilgilerini araştıran çalışmaların incelenmesi.
2. Ünitenin kazanımlarının incelenmesi ve çalışmanın niteliğinin planlanması.
3. Ulusal ve uluslararası literatürde "itme, momentum ve çarpışmalar" kavramları ile ilgili yapılan çalışmaların incelenmesi ve alternatif kavramların tespiti.
4. Ünite kazanımlarına göre fizik eğitimi uzmanlarıyla birlikte öğretim sürecinde kullanılacak olan materyaller, etkinlikler ve ölçme değerlendirme araçlarına karar verilmesi.
5. Ders planları, ders materyalleri, öğretim süresince kullanılacak etkinlikler ve ölçme değerlendirme araçlarının geliştirilmesi.
6. Geliştirilen ders planlarının ve materyallerinin bağlam temelli öğrenme yaklaşımının açıklama destekli REACT stratejisi ve geleneksel öğretim yaklaşımı içerisinde hangi adımda ve nasıl uygulanacağına belirlenmesi ve uygulamaların planlanması.

7. Pilot uygulamanın yapılması ve gerekli değerlendirmelerin ve düzeltmelerin yapılması.
8. Düzenlemeler sonucunda ders planlarına ve materyallerine son şeklinin verilmesi.

Bu aşamalar bütün ders planlarının ve materyallerinin geliştirilme aşamalarını özetlemekte olup, bağlam temelli öğrenme yaklaşımının açıklama destekli REACT stratejisine ve geleneksel öğretim yaklaşımına göre hazırlanan ders planları ve materyalleri aşağıda somutlaştırılarak verilmiştir.

3.5.1.1. Bağlam Temelli Öğrenme Yaklaşımının Açıklama Destekli REACT Stratejisine Göre Ders Planları ve Materyallerinin Geliştirilmesi

Bağlam temelli öğrenme yaklaşımının açıklama destekli REACT stratejisine göre geliştirilen ders planları ve materyallerinde açıklama destekli REACT stratejisindeki bütün ilkeler döngüsel olarak takip edilmiş olup, ünitenin kazanımlarına göre iki ayrı ders planı hazırlanmıştır. Ders planlarına göre ünite kazanımları Tablo 10'da sunulmuştur.

Tablo 10. Bağlam Temelli Öğrenme Yaklaşımının Açıklama Destekli REACT Stratejisine Göre Hazırlanan Ders Planlarının Kazanımları

1.Ders Planı Kazanımları (200 dakika)	2.Ders Planı Kazanımları (300 dakika)
1. İtme ve momentum kavramlarını açıklar.	1. Çarpışma kavramını tanımlar.
2. İtme ve momentum değişimi arasında ilişki kurar.	2. Çarpışma türlerini belirler.
3. İtme ve momentum ile ilgili grafikler çizer.	3. Çarpışma türlerini açıklar.
4. Çevresinde karşılaştığı olaylarda veya fizik problemlerinde momentum korunumunu açıklar.	4. Çarpışma konusunda deney düzeneği kurar ve deneyi gerçekleştirir.
5. İtme ve momentum konusuyla ilgili öğrendiklerini problemlere uygular.	5. Çarpışma konusu ile ilgili yapılan deneydeki gözlem ve bulgularını yorumlar.
6. Konu ile ilgili öğrendiklerini kullanarak roket hareketlerini açıklar.	6. Çarpışmalar konusu ile ilgili öğrendiklerini problemlere uygular.
7. Momentum korunumu konusu ile günlük yaşam arasında ilişkiler kurar.	7. Çarpışmalar konusu ile günlük yaşam arasında ilişkiler kurar.
	8. İtme, momentum ve çarpışmalar konusundaki kavramlar arasında ilişkiler kurar.

Bağlam temelli öğrenme yaklaşımının açıklama destekli REACT stratejisine göre geliştirilen ders planları Ek 4'te sunulmuştur.

Bağlam temelli öğrenme yaklaşımının açıklama destekli REACT stratejisine göre geliştirilen ders planlarına bağlı olarak öğretim süresince kullanılacak ders materyalleri,

araştırmacı ve bir fizik eğitimi uzmanı tarafından geliştirilmiştir. Birinci ders planı dahilinde “İtme, Momentum ve Çarpışmalar-1 (İMÇ-1)” başlıklı ve ikinci ders planı dahilinde ise “İtme, Momentum ve Çarpışmalar-2 (İMÇ-2)” başlıklı iki kitapçık hazırlanmıştır. Her iki ders materyelinde de kullanılan konu anlatımları ve konu ile ilgili sorular Ayvacı vd. (2011a, 2011b), Bueche ve Jerde (2003) ve Serway ve Beichner (2002) kaynaklarından yararlanılarak, diğer kısımlar ise araştırmacı tarafından uzman görüşleri ile oluşturulmuştur. Bağlam temelli öğrenme yaklaşımının açıklama destekli REACT stratejisine göre geliştirilen ders materyalleri olan İMÇ-1 ve İMÇ-2 Ek 5’te, İMÇ-2’de bulunan “Reklam Filmi” videosundan ve “Çarpışma Testleri” videosundan kareler ile İMÇ-2’de kullanılan simülasyondan kareler Ek 6, Ek 7 ve Ek 8’de sunulmuştur.

3.5.1.1.1. Bağlam Temelli Öğrenme Yaklaşımının Açıklama Destekli REACT Stratejisine Göre Geliştirilen Ders Materyallerinden Örnekler

Bağlam temelli öğrenme yaklaşımının açıklama destekli REACT stratejisine göre geliştirilen iki ders planından ikincisinin ilk 100 dakikalık kısmı, kullanılan materyalleriyle birlikte sırasıyla aşağıda örnek olarak verilmiştir. Hazırlanan etkinlikler üitedeki kazanımları kapsayacak şekilde oluşturulmuş olup, öğretmen adaylarının İMÇ-2’yi sırasıyla takip etmeleri ve etkinliklere katılımları sağlanmıştır.

İkinci ders planı için seçilen bağlam “Euro NCAP” (The Official Site of The European New Car Assessment Programme) olduğundan ders planının ve dersin bütün aşamalarında bu bağlamdan dışarı çıkılmamaya özen gösterilmiştir. Birinci ders planı için seçilen bağlam ise “Buz Pisti” olup yine aynı şekilde ders planının ve dersin bütün aşamalarında “Buz Pisti” bağlamına değinilmeye ve konuyla ilişkilendirmeler yapılmasına özen gösterilmiştir. Aşağıda ikinci ders planıyla ilgili ilk 100 dakikalık kısım sırasıyla verilmiştir.

İlişkilendirme-Uygulama-Açıklama Aşaması (Relating-Aplying-Explaining) (40 dakika)

Hedef Davranışlar:

1. Çarpışma kavramını tanımlar.
2. Çarpışmalar konusu ile günlük yaşam arasında ilişkiler kurar.

İtme, Momentum ve Çarpışmalar-2 (İMÇ-2)’de bulunan cd’deki “Euro NCAP” ile ilgili çekilmiş reklam filmi izletilir ve bu sayede öğretmen adaylarının ilgisi çekilerek onların

konuya olan merakları uyandırılır. Ardından öğretmen adaylarından, İMÇ-2’de yer alan ve bu reklam filmiyle ilgili soruyu gerekli alana bireysel olarak cevaplamaları istenir ve gönüllü öğretmen adayları tarafından cevaplar sunulur. Sınıf içi tartışma ortamı yaratılır.



Kitapçığın arkasındaki cd'den "reklam filmi"ni dikkatlice izledikten sonra aşağıdaki soruyu cevaplandırınız.

Soru: İzlediğiniz reklam filminin son çarpışma sahnesindeki araçların çarpışmadan önceki ve sonraki momentumları hakkında bilgiler veriniz. Çarpışmadan önceki ve sonraki momentumları kıyaslayıp tartışınız.

Cevap:.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Şekil 2. İMÇ-2'nin 3. sayfasındaki reklam filmi etkinliği

Reklam filmi ile ilgili kısım bittikten sonra, öğretmen adaylarının İMÇ-2’de bulunan “Euro NCAP” ile ilgili okuma parçasını okumaları sağlanır. Hemen ardından okuma parçasını daha iyi anlamaları için “Euro NCAP” videosu öğretmen adaylarına izlettirildikten sonra da onlardan soruları İMÇ-2’deki gerekli alanlara cevaplamaları istenir. Bu sayede öğretmen adaylarının konuda kullanılacak “bağlam” a hâkim olmaları ve onların sahip oldukları ön bilgilerin farkına varmaları sağlanır. Ayrıca “çarpışma” kavramı yeniden yapılandırılmaya başlar.



European New Car Assessment Programme (Euro NCAP – Avrupa Yeni Otomobil Değerlendirme Programı) motorlu araç satın alan tüketicilere Avrupa'da satılan en popüler arabalardan bazılarının güvenlik performansları hakkında gerçekçi ve bağımsız değerlendirmeler sağlar.

1997 yılında Taşımacılık Araştırma Laboratuvarı ve Birleşik Krallıklar Taşımacılık Departmanı tarafından kurulan, şu anda yedi Avrupa Hükümeti, her AB ülkesindeki motorlu araçlar ve tüketici organizasyonları tarafından desteklenen

Euro NCAP yeni araba tasarımlarında önemli güvenlik iyileştirmelerini teşvik eden önemli bir katalizör haline gelmiştir.

Euro NCAP yeni araçlar için yaptığı çarpışma testlerinde "yıldız" lı bir puanlama sistemi kullanmaktadır. On çarpışma testinde 64 km/h (40mph) hızındaki araç duran bir bariyere çarpmaktadır. Yan çarpışma testinde ise 50 km/h (31mph) hızındaki bir bariyer aracın sürücü kapısı tarafından çarpmakta, direk ile yapılan çarpışma testi ise 29 km/h (18mph) hızında yanıl hareket eden araç 259 mm çapındaki durağan bir direğe yine sürücü kapısı kısmından çarptırarak suretiyle gerçekleştirilir.

Yapılan bu çarpışma testleri otomobil üreticilerinin güvenlik donanımlarını geliştirmesi ve standart hale getirmesini sağlayarak trafik güvenliğini artırmayı amaçlamaktadır. Testlerden en yüksek derece olan 5 yıldız alan ilk otomobil Renault Laguna'dır.

Çarpışma Testleri



Yasalara göre tüm yeni araba modelleri satışa sunulmadan önce belirli güvenlik testlerinden geçmelidir. Ancak yasalar yeni arabaların güvenliği için minimum yasal güvenlik standardı getirmektedir. Euro NCAP'in amacı üreticileri bu minimum gereksinimlerin üstüne çıkmak için teşvik etmektir.

Çarpışma Testlerinin Açıklamaları

2009 yılından önce test edilmiş arabalar için, Euro NCAP üç derecelendirme kullanmıştır: Yetişkin, çocuk yolcu ve yaya koruması. Yetişkin ve çocuk koruması dereceleri Euro NCAP tarafından gerçekleştirilen üç çarpma testinin sonuçlarına göre verilir: Önden, yandan ve dikme testi. Euro NCAP Yaya Derecelendirmesini elde etmek için bir dizi ilave yaya testi gerçekleştirir. Euro NCAP bu test tiplerini ciddi ve ölümcül yaralanmalara en fazla sebep olan kaza aralıklarını kapsayacak şekilde seçer. Buna ek olarak, Euro NCAP yetişkin koruması derecelendirmesinin bir parçası olarak akıllı emniyet kemeri hatırlatıcılara sahip olan arabaları ödüllendirir. 2009 yılından önce test edilmiş bir arabayı satın alırken, Euro NCAP her üç derecelendirmeyi de dikkate almanızı tavsiye etmektedir.

2009 yılı itibarıyla, Euro NCAP test edilen her arabayı maksimum beş yıldız olmak üzere tek bir yıldız değerlendirmesi ile derecelendirmektedir. Bu toplam güvenlik derecelendirmesi dört alanda elde edilen skorlardan oluşmaktadır: Yetişkin, çocuk, yaya korumaları ve güvenlik yardımcıları. Toplam skor, alanlardan hiç birinde yetersiz kalınmadığından emin olarak dört skorun bir birlerine göre ağırlıklarının bulunmasıyla hesaplanır. Temel dinamik testler arkadan çarpışmalarda Travma boyun yaralanmalarına karşı koruma testinin ilavesi dışında 2009 öncesindekiler ile aynıdır. Ayrıca Euro NCAP artık sadece emniyet kemeri hatırlatıcıları ödüllendirmekle kalmayıp aynı zamanda hız sınırlayıcıları (speed limiter) ve Elektronik Denge Kontrolünün (ESC) standart donanım olarak kullanımını da ödüllendirmektedir.

Şekil 3. İMÇ-2'nin 4. sayfasındaki Euro NCAP okuma parçasının 1. sayfası



Yetişkin Koruması

Yetişkin Yolcu Koruması, Yaya Koruması ile birlikte Euro NCAP tarafından sunulan ilk derecelendirmeydi. Puanlar önden, yandan çarpışma ve dikme testlerine göre veriliyordu. Farklı ölçülerdeki kişilerin çeşitli oturma pozisyonlarında, özellikle de diz temas alanı için kapsanması amacıyla değiştiriciler de verilmiştir. Yetişkin Koruması skoru sürücü veya yolcu koltuğunda ayrıca gerçekleştirilen Travma testinin sonucu ile tamamlanır.



Çocuk Koruması

Euro NCAP, ilk testinden bu yana çocuk yolcu güvenliği değerlendirmesi yapmaktadır. Bu değerlendirmenin bir parçası olarak, Euro NCAP önden ve yandan çarpışma testlerinde 18 aylık ve 3 yaşında çocuk büyüklüğünde deney mankenleri kullanılmaktadır. Çarpışma testlerinin sonuçları üzerinde çalışmanın yanı sıra, Euro NCAP çocuk koltuğunun güvenli ve sağlam şekilde takılabildiğinden emin olmak için koltuğun araca takılması işlemlerini de doğrular.



Yaya Koruması

Euro NCAP Yaya Koruması konusunda üreticilerin daha fazla gayret göstermesinin birçok yaygın hayatını kurtaracağına inanmaktadır. Toplam derecelendirmeye yaya skorunun eklenmesiyle birlikte, Euro NCAP araç performansının bu değerlendirmede iyileştirilmesini teşvik etmektedir. Euro NCAP'in bu derecelendirmedeki sonuçları bacak formu, üst bacak formu ve çocuk/yetişkin baş formu testleri ile elde edilmektedir.



Güvenlik Yardımcısı

Güvenlik Yardımcılarının kullanıma girmesi Euro NCAP'in sürücü yardım sistemlerini ve aktif güvenlik teknolojilerini değerlendirmesine izin vermiştir. Bu teknolojiler kazadan kaçınma ve yaralanmaların azaltılması konusunda önemli bir rol oynar. Euro NCAP üreticileri hız sınırlama cihazı ve akıllı emniyet kemeri hatırlatıcıları varlığına ek olarak elektronik denge kontrolü donanımı varlığı için ilave puanlarla ödüllendirmektedir.

Örnek Çarpışma Testi Değerlendirme Sonucu



"Euro NCAP" kuruluşunun uygulamalarını daha iyi anlamak için okuma parçasında anlatılan ve kuruluşun gerçekleştirmekte olduğu "çarpışma testleri" videosunu kitapçığın arkasındaki cd'den izleyiniz ve aşağıdaki sorulara cevap veriniz.

Şekil 4. İMÇ-2'nin 5. sayfasındaki Euro NCAP okuma parçasının 2. sayfası

6

Soru: Bir aracın yayaya çarpması durumunda, yaya ve aracın çarpışma sonrası hareketlerini tartışınız.

Cevap:.....

Soru: Çarpışma sonucunda yayada ve araçta oluşan fiziksel değişimleri açıklayarak nedenlerini tartışınız.

Cevap:.....

Soru: Otomotiv firmaları Euro NCAP'tan 5 yıldız (★★★★★) alabilmek için yukarıdaki sorular ve verdiğiniz cevaplar doğrultusunda (yaya koruması) nelere dikkat etmelidir? Yorumlayınız.

Cevap:.....

SAP ULTAY

Şekil 5. İMÇ-2'nin 6. sayfasındaki Euro NCAP etkinliği

Açıklama-İşbirliği-Uygulama Aşaması (Explaining-Cooperating-Appling) (60 dakika)**Hedef Davranışlar:**

1. Çarpışma türlerini belirler.
2. Çarpışma türlerini açıklar.
3. Çarpışmalar konusu ile ilgili öğrendiklerini problemlere uygular.

Araştırmacı dersin bu kısmında İMÇ-2'de de yer alan "Çarpışmalar" başlıklı konuyu "http://phet.colorado.edu/sims/collision-lab/collision-lab_tr.html" internet adresindeki simülasyondan da faydalanılarak anlatır.

ÇARPIŞMALAR

Çarpışma terimini, iki parçacığın birbiri üzerine itici kuvvetler oluşturarak kısa bir süre için birlikte olmaları şeklinde tanımlayacağız. Çarpışmadaki itme kuvvetinin mevcut kuvvetlerden daha büyük olduğu kabul edilecektir.

Çarpışmalar konusu, momentum korunumunun bir uygulaması niteliğindedir. Momentum korunumundan, $\Delta \vec{P}_1 = -\Delta \vec{P}_2$ sonucuna varmıştık. Buradan eğer dış kuvvetler yoksa sistemdeki toplam momentum değişiminin 0 (sıfır) olduğu görülür.

Dolayısıyla iki cismin çarpışmadan önceki momentumlarının vektörel toplamı, sonrakine eşittir. $\vec{P}_1 + \vec{P}_2 = \vec{P}_1' + \vec{P}_2'$ veya $m_1 \vec{V}_1 + m_2 \vec{V}_2 = m_1 \vec{V}_1' + m_2 \vec{V}_2'$ olur.

Buradaki üssü (') işareti çarpışmadan sonraki hız vektörlerini temsil ederken; diğer hız vektörleri ise çarpışmadan önceki hız vektörleridir.

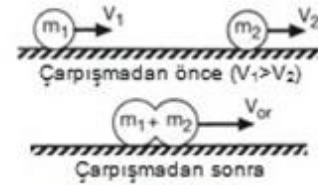
Çarpışma Türleri: Tür sıçrama katsayısına (e) göre belirlenir.

$$e = \frac{V_2' - V_1'}{V_1 - V_2}$$

- $0 < e < 1$ ise **Kismen Esnek**
- $e = 0$ ise **Esnek Olmayan**
- $e = 1$ ise **Tam Esnek** çarpışmadır.

1. Kismen Esnek Çarpışma: Bu çarpışma türünde cisimler çarpışmadan sonra birbirinden ayrı hareket etmelerine rağmen momentum korunur ancak enerji kaybı vardır. Yani kinetik enerji korunmaz.

2. Esnek Olmayan Çarpışma: Bu çarpışma türünde cisimler çarpışmadan sonra birbirine yapışık olarak beraber hareket ederler. Çarpışma esnasında ısı enerjisi açığa çıkar ve şekil değişikliği olur.



Esnek olmayan çarpışmalarda;

- Momentum korunur.

$$m_1 \vec{V}_1 + m_2 \vec{V}_2 = (m_1 + m_2) \vec{V}_{or}$$

- Kinetik enerji korunmaz.

$$\frac{1}{2} m_1 V_1^2 + \frac{1}{2} m_2 V_2^2 > \frac{1}{2} (m_1 + m_2) V_{or}^2$$

3. Tam Esnek Çarpışma: Bu çarpışma türünde cisimler şekil değiştirme ve ayrı ayrı hareket ederler.

Tam esnek çarpışmalarda;

- Momentum korunur.

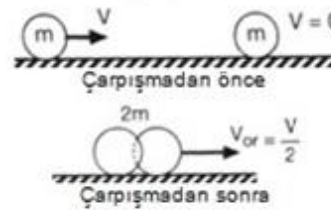
$$m_1 \vec{V}_1 + m_2 \vec{V}_2 = m_1 \vec{V}_1' + m_2 \vec{V}_2'$$

- Kinetik enerji korunur.

$$\frac{1}{2} m_1 V_1^2 + \frac{1}{2} m_2 V_2^2 = \frac{1}{2} m_1 V_1'^2 + \frac{1}{2} m_2 V_2'^2$$

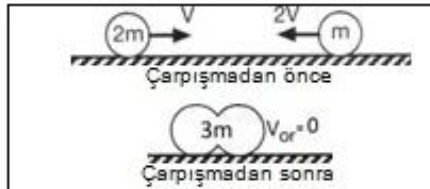
Özel Haller

i. V hızı ile hareket eden m kütleli cisim, durmakta olan m kütleli cisim ile esnek olmayan çarpışma yaptıktan sonra ortak kütleli ($2m$) hızı $V/2$ olur:

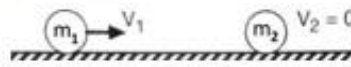


ii. Momentumları eşit iki cisim karşılıklı esnek olmayan çarpışma yaptıktan sonra dururlar.

Şekil 6. İMÇ-2'nin 7. sayfasındaki çarpışmalar konu anlatımının 1. sayfası

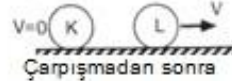
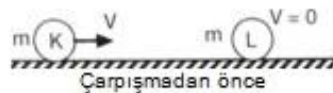


iii. Cisimlerden biri duruyor diğeri ona tam esnek olarak çarpıyorsa, çarpışmadan sonraki hızları:



$$V_1' = \frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2} V_1 \text{ ve } V_2' = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} V_1$$

iv. Kütleleri eşit iki cisimden biri duruyor, diğeri ona tam esnek olarak çarpıyorsa gelen durur; duran cisimde gelen cismin hızıyla hareket eder:



v. Momentumları eşit iki cisim tam esnek çarpışma yaptıktan sonra geldikleri hızları geri dönerler:

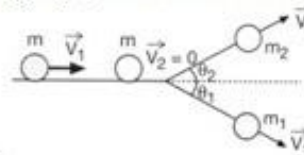


vi. Kütleleri eşit iki cisim tam esnek olarak çarpıştıktan sonra hızlarını değiştirir:

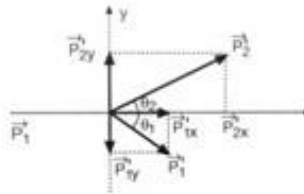


Merkezi Olmayan Çarpışmalar

Duran bir cisme, merkezi olmayan çarpışma yapacak şekilde gönderilen cisim esnek çarpışma yapınca, iki cisim de belli açılar yaparak birbirinden uzaklaşır:



veya



şeklinde olur. Bu durumda momentum hem yatay hem de düşey doğrultuda korunur:

- $\vec{P}_1 = \vec{P}_{1x}' + \vec{P}_{2x}'$ yani

$$P_1 = P_1' \cdot \cos \theta_1 + P_2' \cdot \cos \theta_2 \text{ olurken,}$$

- $\vec{P}_1 = \vec{P}_{1y}' + \vec{P}_{2y}'$ yani

$$P_1 = P_1' \cdot \sin \theta_1 + P_2' \cdot \sin \theta_2 \text{ olur.}$$

- Ayrıca enerji korunumundan,

$$\frac{1}{2} m V_1^2 = \frac{1}{2} m V_1'^2 + \frac{1}{2} m V_2'^2 \text{ yani}$$

$$V_1^2 = V_1'^2 + V_2'^2 \text{ (Pisagor teoremi) olur.}$$

Buradan; $\theta_1 + \theta_2 = 90^\circ$ olacaktır.

Not: Özel haller ve merkezi olmayan çarpışmalardaki durumları

"http://phet.colorado.edu/sims/collision-lab/collision-lab_tr.html"

internet adresinde yer alan simülasyonda da deneyip görebilirsiniz.

Şekil 7. İMÇ-2'nin 8. sayfasındaki çarpışmalar konu anlatımının 2. sayfası

Araştırmacı tarafından, öğretmen adaylarından da dönütler alınarak, konu anlatıldıktan sonra konu sonu örnek çözümleriyle konu pekiştirilmiş olur. Anlaşılmayan ve eksik kısımlar ise soru-cevap şeklinde tartışma ortamları yaratılarak giderilmeye çalışılır. Ayrıca araştırmacı, öğretmen adaylarına İMÇ-2’de de yer alan “Siz Euro NCAP kuruluşunda çalışsaydınız hangi teorik bilgi ya da bilgilerden faydalanırdınız? Nedenleriyle açıklayınız.” sorusunu sorarak onların sahip oldukları bilimsel verileri günlük hayatta karşılaşılan durumlar ile ilişkilendirmelerine yardımcı olur.

Örnek:

İki cismin çarpışmasından önceki hızları sırasıyla 15 ve 10 m/s dir. Çarpışma sonrası hızları sırasıyla 2 ve 7 m/s olduğuna göre, bu iki cisim ne tür bir çarpışma yapmıştır?

Çözüm:

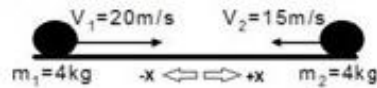
Çarpışma türü sıçrama katsayısına göre belirlenir.

$$e = \frac{V_2 - V_1}{V_1 - V_2} = \frac{7 - 2}{15 - 10} = 1 \text{ ise,}$$

cevap "tam esnek çarpışma"dır.

Soru:

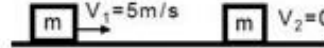
Şekildeki cisimler çarpıştıktan sonra birlikte hareket ettiklerine göre, çarpışmadan sonraki ortak hızları hangi yönde kaç m/s olur?

**Çözüm:****Soru:**

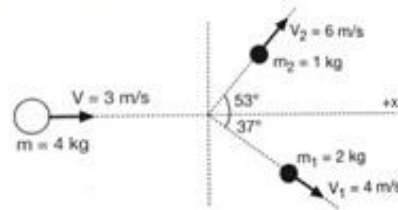
0,04 kg lık bir mermi 600 m/s yatay hızla sürtünmesiz yatay düzlemde durmakta olan 2,96 kg lık tahta takozu saptırılıyor. Mermi takoz içinde kaldığına göre, ortak hızlarını bulunuz.

Çözüm:**Soru:**

Kütleleri eşit iki cisim merkezi tam esnek çarpışma yaptığına göre, çarpışma sonrası şekildeki gelen cismin hızı kaç m/s olur?

**Çözüm:****Soru:**

4kg'lık cisim iç patlama sonucu 3 parçaya ayrılıyor. 2 ve 1kg'lık parçaların hızı ve doğrultuları şekildeki gibi ise, 3. parçanın hızı ve doğrultusunu bulunuz.

**Çözüm:****TARTIŞALIM (Grup Çalışması)**

Siz Euro NCAP kuruluşunda çalışsaydınız hangi teorik bilgi ya da bilgilerden faydalanırdınız? Nedenleriyle açıklayınız.

Şekil 8. İMÇ-2'nin 9. sayfasındaki konu sonu soruları ve etkinliği

Dersin bu kısmında araştırmacı tarafından son olarak öğretmen adaylarından İMÇ-2'deki "Düşünelim ve Cevaplayalım" başlıklı bölümü cevaplamaları istenir ve gönüllü öğretmen adayları tarafından cevapların sunumu sağlanır. Bu esnada araştırmacı tarafından gerekli anlarda müdahaleler yapılarak yanlış ve eksik kısımlar giderilir.

DÜŞÜNELİM VE CEVAPLAYALIM

Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

1. Momentumları aynı olan Euro NCAP'tan bir yıldız almış araç ile beş yıldız almış araç kafa kafaya çarpıştırıldığında oluşacak durumları ve çarpışma sonrası hareketi tartışınız.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Farklı momentumlara sahip Euro NCAP'tan beş yıldız almış iki araç kafa kafaya çarpıştırıldığında oluşacak durumları ve çarpışma sonrası hareketi tartışınız.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Şekil 9. İMÇ-2'nin 10. sayfasındaki Euro NCAP etkinliği

3.5.1.2. Geleneksel Öğretim Yaklaşımına Göre Ders Planları ve Materyallerinin Geliştirilmesi

Geleneksel öğretim yaklaşımına göre geliştirilen ders planları ve deney föyleri dahilinde derslerin anlatımı genel olarak araştırmacı tarafından tahta önünde gerçekleştirilmiştir. Gerekli durumlarda günlük hayat örneklerine yer verilmiş, sınıf içi tartışma ortamları yaratılmış ve öğretmen adaylarının fikir ve düşünceleri değerlendirilerek dersler devam etmiştir.

Geleneksel öğretim yaklaşımına göre öğretimin yapıldığı sınıfta herhangi bir bağlam, aşartırma ödevi ve ödev sunumu, simülasyon, vs. kullanılmamıştır. Sadece bağlam temelli öğrenme yaklaşımının açıklama destekli REACT stratejisine göre öğretimin yapıldığı deney grubunda Tahmin-Gözlem-Açıkla (TGA) yöntemiyle gerçekleştirilen deney, geleneksel öğretim yaklaşımına göre öğretimin yapıldığı kontrol grubunda gösteri deneyi şeklinde gerçekleştirilmiştir. Dersler araştırmacı tarafından sunum yoluyla anlatılmış olup, konu içerikleri ve dersler esnasında çözülen sorular için Ayvacı vd. (2011a, 2011b), Bueche ve Jerde (2003) ve Serway ve Beichner (2002) kaynaklarından faydalanılmıştır. Kazanımlar YÖK'ün belirlemiş olduğu alt başlıklara göre hazırlanmış olup deney grubunun kazanımlarıyla aynıdır. Ünitenin kazanımlarına göre iki ayrı ders planı araştırmacı tarafından uzman görüşü alınarak hazırlanmıştır. Ders planlarına göre ünite kazanımları Tablo 11'de verilmiştir.

Tablo 11. Geleneksel Öğretim Yaklaşımına Göre Hazırlanan Ders Planlarının Kazanımları

1.Ders Planı Kazanımları (200 dakika)	2.Ders Planı Kazanımları (300 dakika)
1. İtme ve momentum kavramlarını açıklar.	1. Çarpışma kavramını tanımlar.
2. İtme ve momentum değişimi arasında ilişki kurar.	2. Çarpışma türlerini belirler.
3. İtme ve momentum ile ilgili grafikler çizer.	3. Çarpışma türlerini açıklar.
4. Çevresinde karşılaştığı olaylarda veya fizik problemlerinde momentum korunumunu açıklar.	4. Çarpışma konusunda deney düzeneği kurar ve deneyi gerçekleştirir.
5. İtme ve momentum konusuyla ilgili öğrendiklerini problemlere uygular.	5. Çarpışma konusu ile ilgili yapılan deneydeki gözlem ve bulgularını yorumlar.
6. Konu ile ilgili öğrendiklerini kullanarak roket hareketlerini açıklar.	6. Çarpışmalar konusu ile ilgili öğrendiklerini problemlere uygular.
7. Momentum korunumu konusu ile günlük yaşam arasında ilişkiler kurar.	7. Çarpışmalar konusu ile günlük yaşam arasında ilişkiler kurar.
	8. İtme, momentum ve çarpışmalar konusundaki kavramlar arasında ilişkiler kurar.

Geleneksel öğretim yaklaşımına göre geliştirilen ders planları Ek 9'da sunulmuştur.

3.5.1.2.1. Geleneksel Öğretim Yaklaşımına Göre Geliştirilen Ders Materyallerinden Örnekler

Geleneksel öğretim yaklaşımına göre geliştirilen iki ders planından ilki kullanılan konu anlatım materyalleriyle birlikte sırasıyla aşağıda örnek olarak verilmiştir. Hazırlanan konu anlatımları ünitedeki kazanımları kapsayacak şekilde oluşturulmuş olup, sırası geldiğinde öğretmen adaylarına anlatılmış ve örnek sorular çözülmüştür. Geleneksel öğretim yaklaşımına göre geliştirilen ders planlarındaki aşamalar (Dikkat Çekme ve Güdüleme, Derse Geçiş, Bireysel Öğrenme Etkinlikleri, Değerlendirme) Çalık, Okur ve Taylor (2010), Çepni, Ayas, Ekiz ve Akyıldız (2010) ve Demircioğlu vd.'nden (2009) faydalanılarak hazırlanmış ve kullanılmıştır. Ders esnasında kullanılan konu anlatım materyali için Ayvacı vd. (2011a, 2011b), Bueche ve Jerde (2003) ve Serway ve Beichner (2002) kaynaklarından faydalanılmış olup birinci ders planı dahilinde ders aşamaları ve deney föyü aşağıda sunulmuştur.

Dikkat Çekme ve Güdüleme Aşaması (20 dakika)

Araştırmacı derse itme'nin ne olduğunu sorarak başlar ve öğretmen adaylarından cevaplar toplar. Öğretmen adaylarının verdiği cevaplar sınıf içinde araştırmacı önderliğinde tartışılır. Aynı durum momentum kavramı için tekrarlanır. Ardından momentumun korunup korunamayacağı öğretmen adaylarına sorulur ve nedenleri istenir. Yine verilen cevaplar araştırmacı liderliğinde tartışılır. Böylece öğretmen adaylarının öğretilen konuya dikkatleri çekilmiş olur.

Derse Geçiş Aşaması (80 dakika)

Konuyu alt başlıklarından itme, momentum, momentum korunumu ve roketler konuları Serway ve Beichner (2002, s:251-291), Bueche ve Jerde (2003, s:170-198), Ayvacı vd. (2011a, s:246-266) ve Ayvacı vd. (2011b, s:127-146) kaynaklarından faydalanılarak araştırmacı tarafından öğretmen adaylarına sunulur. Bu sunum sırasında gerekli görülen yerlerde araştırmacı öğretmen adaylarına sorular sorarak onların derse olan ilgilerini canlı tutar. Ayrıca araştırmacı konu anlatımı sırasında ilgili kaynaklardan sorular çözer ve grafik çizimleri yapar.

Bireysel Öğrenme Etkinlikleri Aşaması (75 dakika)

Konu anlatımı bittikten sonra araştırmacı aşağıdaki deneyi gösteri yöntemiyle gerçekleştirir ve öğretmen adaylarının dikkatlice dinleyip izlemelerini sağlar.

Grup Üyelerinin

Ad ve Soyadları:.....

Öğrn. Numaraları:.....

Deney

Deneyin Adı: Bir İtmede Momentum Değişimleri

Deneyin Amacı: Duran iki arabaya anlık bir kuvvet etki ettiğinde arabalardaki momentum değişimini incelemek.

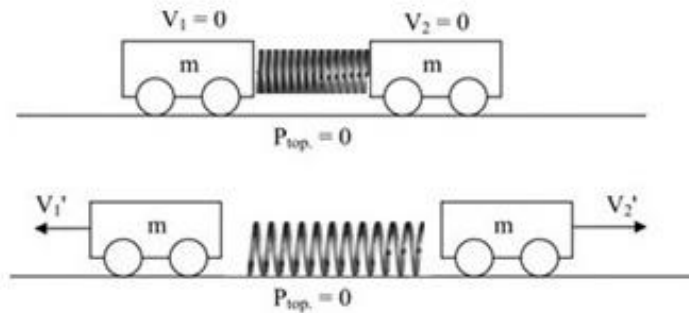
Deneyde Kullanılan Araç ve Gereçler: Mekanik yaylı arabalar, çeşitli kütleler, terazi, cetvel

Gerekli Teorik Bilgiler:

Kütlesi m olan bir cisme dengelenmemiş bir kuvvet Δt süresince uygulanırsa Newton'un II.kanununa göre;

$$\vec{F} = m\vec{a} = m \frac{\Delta \vec{V}}{\Delta t}$$

şeklinde ivmelenir. Buradan; $\vec{F}\Delta t = m\Delta \vec{V}$ yani $\vec{F}\Delta t = \Delta \vec{P}$ olur. Eşitliğin sol tarafı itmeyi; sağ tarafı momentum değişimini verir.



Şekil 1

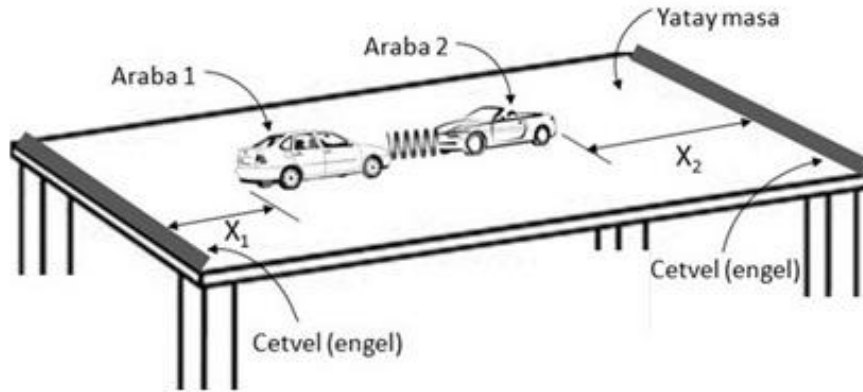
Şekil 1'e göre, $\vec{P}_{\text{önce}} = m\vec{V}_1 + m\vec{V}_2 = 0$

$\vec{P}_{\text{sonra}} = m\vec{V}_1' + m\vec{V}_2'$ buradan $\vec{V}_1' = -\vec{V}_2'$ olacağından $\vec{P}_{\text{sonra}} = 0$ olur.

Eğer bir cisme veya sisteme etki eden net dış kuvvet sıfır ise itme-momentum teoremine göre momentum değişimi sıfır olur yani cismin veya sistemin ilk momentumu son momentumuna eşit olacağından momentum korunur.

Deneyin Yapılışı:

Arabaların yaylarını Şekil 2'deki gibi kurun ve yerleştirin. Arabalar dururken yayı serbest bırakın.



Şekil 2

Deneyi niyel olarak yapabilmek için arabaların hızlarını ve kütlelerini ölçmemiz gerekir. Kütleleri terazi yardımıyla ölçebiliriz. Fakat arabaların hızlarını m/s olarak bilmek zorunda değiliz; hız cinsinden herhangi bir birim kullanabiliriz. Burada hızları, arabaların her ikisinin de aynı zaman aralığında aldıkları yollar cinsinden bulmak mümkündür. Arabaları masaların uçlarındaki cetvel engellerin arasında, tam ortadan serbest bıraktığımızı ve hızlarının da eşit olduğunu varsayalım. Bu durumda her ikisi de engele çarptığında tek bir ses duyarız. Eğer biri diğerinden daha hızlı giderse, engele daha erken çarpar ve bir yerine iki ayrı çarpma sesi duyarız. Bununla beraber, engele çarpmadan önce hızlı olan arabanın alacağı yolun daha uzun olması için başlangıç noktasını kaydırabiliriz. Birkaç denemeden sonra, iki arabanın da engellere kadar olan hareketlerinin aynı zaman içinde olacağı bir konum bulabiliriz. Şekil 2'yi dikkatlice inceleyerek, arabaların başlangıç konumundan itibaren aldıkları yollar X1 ve X2 olarak gösterilmiştir. Arabalar bu yolları t eşit zaman aralığında alırlar. Arabaların hızlarını hareket süresince sabit kabul edersek, büyüklük olarak;

$$V_1 = \frac{x_1}{t} \quad \text{ve} \quad V_2 = \frac{x_2}{t} \quad \text{olur. Buradan; } \frac{V_1}{V_2} = \frac{x_1}{x_2} \quad \text{yazılabilir.}$$

Bu sebeple; hızlar, aynı zaman aralığında alınan yollarla orantılıdır.

Hareket noktasını değiştirerek hareket süresini eşitlediğiniz bu yöntemle, arabalara kütle(ler) ekleyerek itmeden sonraki momentumlarını bulup Çizelge 1'i doldurunuz.

Çizelge 1

Deneme	Kütle (g)	Alınan yol (cm)	$P_1 \propto m_1 \cdot x_1$	$P_2 \propto m_2 \cdot x_2$	P_1 / P_2
1	Araba 1=				
	Araba 2=				
2	Araba 1+1 kütle=				
	Araba 2=				
3	Araba 1+2 kütle=				
	Araba 2=				
4	Araba 1+2 kütle=				
	Araba 2+1 kütle=				
Not: Boyalı hücreler doldurulmayacaktır					
Aritmetik ortalama:					

Deney Hataları:

(Teorik olarak elde edilmesi gereken sonuç ile deney sonucunda oluşan farkın nedenlerini belirtiniz)

.....

.....

.....

.....

.....

Sonuç:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Değerlendirme Aşaması (25 dakika)

Dersin son kısmında araştırmacı işlenen konunun tamamıyla ilgili öğretmen adaylarından günlük yaşam örnekleri vermelerini ister ve bu örneklerle ilgili onlardan açıklamalar ister. Ayrıca ilgili kaynaklardan soru çözümleri yaparak dersi bitirir.

3.5.2. Pilot Uygulama

Pilot uygulama öncesi ders materyallerinin işlerliğinin belirlenmesi açısından, geliştirilen ders planları dahilinde, İMÇ-2'nin ilk 100 dakikalık kısmı 2013 yılının Mart ayı sonlarında Giresun Üniversitesi Fen Bilgisi Öğretmenliği ABD 3. sınıfında öğrenim görmekte olan 8 öğretmen adayı ile denenmiştir. Özellikle ders esnasında kullanılacak olan video kamera, bilgisayar donanımı ve yazılımı kontrolü yapılmıştır. Ayrıca öğrencilerin ilgileri gözlenmiştir. Süre, anlaşılabilirlik, ilgi ve bilgisayar yazılımı ve donanımı gibi durumlar da dahil olmak üzere tespit edilen kayda değer hiçbir sorun yaşanmamıştır.

Araştırmada kullanılan öğretmen adayı (İMÇ-1 ve İMÇ-2) ve öğretim elemanı materyalleri (ders planları) ile veri toplama araçlarının işlerliklerinin belirlenmesi ve eksikliklerinin giderilmesi amacıyla pilot uygulama yapılmıştır. Geliştirilen öğretim elemanı ve öğretmen adayı materyallerinin pilot uygulamaları 2013-2014 akademik yılı güz yarısında Giresun Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği ABD'de öğrenim gören öğretmen adayları ile birlikte (N=55) yapılmıştır. Pilot uygulama ile öğretmen adaylarının materyallerde anlamakta zorluk çektikleri noktalar tespit edilmiş, materyallerin okunabilirliği sağlanmış, dili sadeleştirilmiş ve gerekli düzenlemeler ve düzeltmeler yapılmıştır.

Araştırmada kullanılan İMÇKT pilot uygulama olarak 2013-2014 akademik yılının güz yarısında 55 öğretmen adayına ($N_{\text{deney}}=27$, $N_{\text{kontrol}}=28$) uygulanmıştır. Tüm öğretmen adayları eksiksiz olarak ön ve son testlere katılmışlardır. Ancak toplam 1000 dakikalık (500 dakikası deney, 500 dakikası kontrol grubu için) uygulamalar esnasında deney grubundan iki öğretmen adayı; kontrol grubundan altı öğretmen adayı 100'er dakikalık bir uygulama dersine katılmamışlardır. 500 dakikalık bir uygulamanın 100 dakikalık kısmına katılmayan öğretmen adaylarının da verileri değerlendirilmiş ve gruplarından ayrı tutulmamıştır.

Uygulamadan önce öğretmen adaylarına İMÇKT ön test olarak uygulanmıştır. Daha sonra geliştirilen materyaller sınıfta veya gerektiğinde laboratuvar ortamında öğretmen adaylarına uygulanmıştır. Uygulamalar bittikten hemen sonra deney grubu öğretmen adaylarının açıklama destekli REACT stratejisinin fizik öğretiminde kullanılması hakkındaki görüşlerini almak amacıyla onlardan tarama formunu doldurmaları istenmiştir.

Uygulamadan sonra ise İMÇKT itme, momentum ve çarpışmalar konusunda bağlam temelli öğrenme yaklaşımının açıklama destekli REACT stratejisine uygun olarak hazırlanan öğretim materyallerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının başarılarına olan etkisini incelemek amacıyla son test olarak uygulanmıştır. Tarama formu verileri gerekli indirgemeler yapıldıktan sonra kod listesi oluşturularak temalandırılmıştır. İMÇKT verileri ise testin çoktan seçmeli olan ilk aşaması “DS”, “YS” ve “BS”; açık uçlu olan ikinci aşaması ise “DA”, “KDA”, “DYA”, “YA” ve “BA” şeklinde sınıflandırılarak puanlanmıştır.

Öğretmen adaylarının ön ve son testlerden aldıkları puanlar göz önünde bulundurulmadan, klinik mülakat sorularının pilot çalışması olarak örneklemeden rastgele seçilmiş olan 12 öğretmen adayıyla (deney ve kontrol gruplarından 6'şar öğretmen adayı) ayrıca mülakatlar yürütülmüştür. Mülakatlar daha sonra transkript edilerek cevaplar “DA”, “KDA”, “DYA”, “YA” ve “BA” şeklinde sınıflandırılarak her bir soru için veriler tablolarda sergilenmiştir.

3.5.2.1. Pilot Uygulama Sonucunda İMÇKT'de Yapılan Değişiklikler

Pilot uygulama sonucunda uzman görüşleri dahilinde İMÇKT'nin daha anlaşılır sorulardan oluşması amacıyla yapılan değişiklikler aşağıda sunulmuştur:

- İMÇKT'nin 34. sorusu alan ve alan eğitimi uzmanlarının da görüş ve önerileri ile “Elinizde bir top olduğunu düşünün. Topu bıraktığınızda yere çarptıktan sonra,” şeklindeki soru kökü, öğretmen adaylarının soruyu daha anlaşılır bulmaları ve somut olarak algılayabilmeleri için “Spor salonunda, elinizde bir top olduğunu düşünün. Topu bıraktığınızda yere çarptıktan sonra,” şekline dönüştürülmüştür. Ayrıca İMÇKT'nin 10. sorusunun da uzman görüşleri doğrultusunda kökü “Bir doğru boyunca hareket eden 2 kg kütleli bir cisim, $t=0s$ anında $+x$ yönünde $5m/s$ 'lik hıza sahiptir. $t=7s$ anında ise hızı $-x$ yönünde $3m/s$ 'dir. Bu cisim için, $7s$ boyunca toplam momentum değişimi nedir?” şeklinden, “Futbolcu Arda Turan $0,5kg$ kütleli futbol topuna düzgün bir vuruş yaparak, topa $40m/s$ sabit hız kazandırır. Top $3s$ sonra direktten dönerek ters yönde $30m/s$ sabit hızla oyuna geri döner. Bu top için, $3s$ boyunca toplam momentum değişimi nedir?” şekline dönüştürülerek daha az mekanik hale getirilmiş, günlük hayatta ilişkilendirilmiştir.
- Pilot uygulama sonunda öğretmen adaylarının İMÇKT cevapları incelendiğinde öğretmen adaylarının bazı sorularda bazı kelimelerin altını çizerek okudukları dikkati çekmiş ve bu durum onlar için önemli kabul edilerek İMÇKT'deki sorularda kritik kelimelerin (aynı; dik; durgun; durmakta; dururlarken; düşey; düz; esnek olmayan; eşit; farklı; gerçekleşemez; hareketsiz; özdeş; sırasıyla; sürtünmesiz;

tam doğruya; tam esnek; tam güneye; ters yönde; toplam; yatay; yerçekimsiz; yüksektir) altı çizilerek belirgin hale getirilmiştir.

- İMÇKT, alan ve alan eğitimi uzmanlarının önerileri doğrultusunda görünüş geçerliği sağlanmak üzere değerlendirilmiş ve sayfa düzeni, okunabilirliği açısından da puntosu tekrar düzenlenmiştir.

3.5.2.2. Pilot Uygulama Sonucunda Tarama Formunda Yapılan Değişiklikler

Pilot uygulama sonucunda uzman görüşleri dahilinde tarama formunun daha anlaşılır sorulardan oluşması amacıyla yapılan değişiklikler aşağıda sunulmuştur:

- Tarama formunun 1. sorusunun daha anlaşılır ve açıklayıcı olması için “İtme, Momentum ve Çarpışmalar konularının işlendiği derslerin alışık olduğunuz geleneksel yöntemden farklı olarak (bağlam temelli öğrenme yaklaşımıyla) işlenmesi hakkındaki düşünceleriniz nelerdir? Detaylıca açıklayınız.” şeklinden, “İtme, Momentum ve Çarpışmalar konularının işlendiği derslerin alışık olduğunuz geleneksel öğretim yaklaşımından (genelde düz anlatımın yapıldığı diğer konularda olduğu gibi) farklı olarak (bağlam temelli öğrenme yaklaşımıyla) işlenmesi hakkındaki düşünceleriniz nelerdir? Detaylıca açıklayınız.” şekline dönüştürülmüştür.
- Tarama formunun 2. sorusu olan “İtme, Momentum ve Çarpışmalar konularının işlendiği derslerde kullanılan bu yöntemin en beğendiğiniz kısımları nelerdir? Nedenleriyle açıklayınız.”, 3. sorusu olan “İtme, Momentum ve Çarpışmalar konularının işlendiği derslerde kullanılan bu yöntemin en beğenmediğiniz kısımları nelerdir? Nedenleriyle açıklayınız.” ve aynı sorunun alt sorusu olan “Derslerde kullanılan bu yöntemin beğenmediğiniz kısımları için ne tür bir değişiklik yapılmasını önerirdiniz? Detaylıca açıklayınız.” sorularındaki “en” sözcükleri çıkartılıp “kısımları” sözcüğündeki çoğul ekleri parantez içine alınarak öğretmen adaylarının verecekleri cevapların sınırlılıkları genişletilmiştir.
- Ayrıca tarama formu, alan ve alan eğitimi uzmanlarının önerileri doğrultusunda görünüş geçerliği sağlanmak üzere değerlendirilmiş ve sayfa düzeni, okunabilirliği açısından da puntosu tekrar düzenlenmiştir.

3.5.2.3. Pilot Uygulama Sonucunda Bağlam Temelli Öğrenme Yaklaşımının Açıklama Destekli REACT Stratejisine Göre Hazırlanan Materyallerde Yapılan Değişiklikler

Pilot uygulama sonucunda bağlam temelli öğrenme yaklaşımının açıklama destekli REACT stratejisine göre hazırlanan materyallerde aksayan yönler tespit edilmiş olup, yapılan değişiklikler aşağıda sunulmuştur:

- İMÇ-1'in 8. sayfasında bulunan "GRAFİK ÇİZİMİ VE YORUMU" başlıklı etkinlikte, örnek uygulamada "F-t grafiği şekildeki gibi ise a-t grafiği $\vec{F} = m\vec{a}$ denkleminde **F** ve **a** değişkenler karşılıklı taraflarda olduğundan **F** ve **a** doğru orantılıdır. Dolayısıyla grafikler birbirine benzerler." şeklinde kullanılan açıklamalar, daha bilimsel bir dil kullanılarak uzman görüşleri ile "F-t grafiği şekildeki gibi ise a-t grafiğini çizmek için değişkenler arasındaki ilişki ortaya konmalıdır. $\vec{F} = m\vec{a}$ denklemindeki **F** ve **a** değişkenleri karşılıklı taraflarda olduğundan doğru orantılıdır. Dolayısıyla grafikleri de birbirine bezer olmalıdır." şeklinde değiştirilmiştir.
- İMÇ-1'in 14. sayfasında bulunan "ÖDEV" başlıklı etkinlikte, "Şişirilmiş bir çocuk balonunun ağzı açılıp bırakıldığında oluşan durumları şu ana kadar öğrendikleriniz ile ilişkilendirerek açıklayınız. Ayrıca bu durumun roket hareketleri ile bir ilişkisini belirtiniz." şeklinde kullanılan ifadeler, sınırlılıkları genişletilip daha anlamlı olması açısından uzman görüşleri ile "Şişirilmiş bir çocuk balonunun ağzı açılıp bırakıldığında oluşan durum(ları) şu ana kadar öğrendikleriniz ile ilişkilendirerek açıklayınız. Ayrıca bu durumun roket hareketleri ile bir ilişkisi var mıdır? Açıklayınız." şeklinde değiştirilmiştir.
- İMÇ-2'nin 18. sayfasında bulunan "ÖDEV" başlıklı etkinlikte, "Grupça Amerikalı fizikçi Arthur Holly Compton'un 1923'te gerçekleştirdiği deneyi detaylıca araştırıp itme, momentum ve çarpışmalar konusu ile bağlantılarını vurgulayarak anlatınız." şeklinde kullanılan ifadeler, konunun hedef davranışlarına tam olarak uymaması sebebiyle uzman görüşleri ile "Grupça Amerikalı fizikçi Arthur Holly Compton'un 1923'te gerçekleştirdiği deneyi detaylıca araştırıp itme, momentum ve çarpışmalar konusu ile bağlantılarını ve bu deneyin günlük yaşam uygulamalarını vurgulayarak anlatınız." şeklinde değiştirilmiştir.
- Pilot uygulamada İMÇ-2'nin 20. sayfasında bulunan "KAVRAM HARİTASININ METNİ" başlıklı etkinlikte, öğretmen adaylarına etkinlikle ilgili yönerge ve örnek bir ifade verilmiştir. Öğretmen adaylarının pilot uygulamada verdiği cevaplar ve

ders içinde onlardan gelen etkinliklerle ilgili sorular sebebiyle, etkinlikteki yönerge genişletilerek yazacakları cevapların hangi kavramlarla daha fazla ilgili olması ve en az on cümle yazılması gerektiği belirtilmiştir. Ayrıca örnek ifadenin sunulduğu kısmın yanına bu ifadenin haritanın hangi kısmından yararlanılarak yazıldığını gösteren harita bölümü resim olarak da eklenmiştir.

- Ayrıca geliştirilen materyaller, alan ve alan eğitimi uzmanlarının önerileri doğrultusunda görünüş geçerliği sağlanmak üzere değerlendirilmiş ve sayfa düzeni, okunabilirliği açısından da puntosu tekrar düzenlenmiştir.

3.5.2.4. Pilot Uygulama Sonucunda Geleneksel Öğretim Yaklaşımına Göre Hazırlanan Materyallerde ve Ders Planlarında Yapılan Değişiklikler

Pilot uygulama sonucunda geleneksel öğretim yaklaşımına göre hazırlanan materyallerde ve ders planlarında yapılan değişiklikler aşağıda sunulmuştur:

- Geleneksel öğretim yaklaşımına göre hazırlanan materyaller ve ders planları, alan ve alan eğitimi uzmanlarının önerileri doğrultusunda görünüş geçerliği sağlanmak üzere değerlendirilmiş ve sayfa düzeni, okunabilirliği açısından da puntosu tekrar düzenlenmiştir.

3.5.3. Asıl Uygulama

Bu çalışma 2013-2014 akademik yılı bahar yarıyılında Giresun Üniversitesi Eğitim Fakültesi İlköğretim Bölümü Fen Bilgisi Öğretmenliği öğrencileriyle yürütülmüştür. Çalışmaya bağlam temelli öğrenme yaklaşımının açıklama destekli REACT stratejisinin uygulandığı deney grubunda 25 öğretmen adayı, geleneksel öğretim yaklaşımının uygulandığı kontrol grubunda da 25 öğretmen adayı olmak üzere toplam 50 öğretmen adayı katılmıştır. Çalışmada "İtme, Momentum ve Çarpışmalar" konusuna yönelik geliştirilen etkinlikler kullanılmıştır. Deney grubu olan bağlam temelli öğrenme yaklaşımının açıklama destekli REACT stratejisinin uygulandığı grupta, açıklama destekli REACT stratejisine uygun olarak hazırlanan etkinlikler kullanılırken, geleneksel öğretim yaklaşımının uygulandığı kontrol grubunda ise soru-cevap ve gösteri deneyleri haricinde herhangi bir materyal, çalışma yaprağı, vs. kullanılmamıştır. Her iki grupta da yapılan uygulamalar öğretmen adaylarının alışık olduğu ve uygulamalar dışında da derslerin yürütülmüş olduğu fizik laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Asıl çalışma Şubat-Mart ayları

arasında toplam 10 ders saati süresince uygulanmıştır. İki grupta da dersler aynı ders saati kadar sürmüş olup mevcut öğretim programı aksatılmamıştır.

3.5.4. Araştırmadan Elde Edilen Verilerin Analiz Yöntemi

Araştırmanın verileri İMÇKT, klinik mülakat ve tarama formu soruları ile elde edilmiştir. Bu veri toplama araçlarından elde edilen verilerin analizi bu başlık altında ilerleyen aşamalarda detaylı olarak sunulmuştur.

3.5.4.1. İMÇKT'den Elde Edilen Verilerin Analizi

Literatürde açık uçlu soruların analizinde kategorilerin kullanılmasına sıkça rastlanmaktadır. Örneğin öğrencilerin anlama seviyelerini değerlendirmek için nitel verilerin analizinde Marek (1986), “cevaplamama”, “spesifik alternatif kavram”, “kısmi anlama” ve “tam anlama” şeklinde belirlenen kategorileri kullanmıştır. Haidar ve Abraham (1991) da Marek (1986) tarafından “spesifik alternatif kavram” olarak ifade edilen kategorinin yerine “alternatif kavram” kategorisini kullanmışlardır. Abraham, Gryzybowski, Renner ve Marek (1992) ise bu kategorileri biraz daha geliştirerek; önceki çalışmalarda sadece anlamama olarak ifade edilen kategorinin yerine cevaplamama ve anlamama kategorilerini kullanmışlardır. Ayrıca diğer araştırmalarda ifade edilmeyen bir spesifik alternatif kavramla kısmi anlama kategorisini de bu tip kategoriler içerisine dahil etmişlerdir. Araştırmacılar tarafından sıkça kullanılan anlama seviyesi kategorilerinin son şekli ise Abraham vd. (1992), tarafından anlamama, spesifik kavram yanılgıları, bir spesifik alternatif kavramla birlikte kısmi anlama, kısmi anlama ve tam anlama kategorilerini sırası ile 0, 1, 2, 3 ve 4 puan olarak kodlamışlardır. Daha sonraki yapılan araştırmalarda da Abraham vd. (1992) tarafından düzenlenen kategoriler temel olarak alınmış ve farklı şekillerde kullanılmıştır (Özsevgeç, 2007; Çalık, Ayas ve Coll, 2010).

Bu çalışmada ABKT'nin değerlendirilmesi için kullanılan puanlama kriterleri, Marek (1986) ve Abraham vd. (1992) dikkate alınarak ve pilot çalışma sırasında öğretmen adaylarının vermiş oldukları cevaplar doğrultusunda Tural vd.'nin (2010) de kullandığı puanlama ölçeğinden faydalanılarak oluşturulmuştur. İMÇKT'ye verilen cevapların değerlendirilmesinde kullanılan kategoriler ve bu kategorilerde cevap veren öğretmen adaylarının aldıkları puanlar Tablo 12'de sunulmuştur.

Tablo 12. İMÇKT'nin Değerlendirilmesi İçin Kullanılan Puanlama Kriterleri

Açık Uçlu Bölüm \ Çoktan Seçmeli Bölüm	Doğru Seçenek (DS)	Yanlış/Birden Çok Seçenek (YS)	Boş Seçenek (BS)
Bilimsel Olarak Tam ve Doğru Açıklama (DA)	4	3	3
Kısmen Doğru Açıklama (KDA)	3	2	2
Hem Doğru Hem Yanlış/Alternatif Kavramlı Açıklama (DYA)	2	1	1
Yanlış/Alternatif Kavramlı Açıklama (YA)	1	0	0
Boş/Anlaşılmayan/İlgisiz Açıklama (BA)	1	0	0

Tablo 12'den görüldüğü gibi iki aşamalı kavram testinde öğretmen adayı cevapları: Doğru Seçenek – Bilimsel Olarak Tam ve Doğru Açıklama (DS-DA) 4 puan; Doğru Seçenek – Kısmen Doğru Açıklama (DS-KDA), Yanlış/Birden Çok Seçenek – Bilimsel Olarak Tam ve Doğru Açıklama (YS-DA) ve Boş Seçenek – Bilimsel Olarak Tam ve Doğru Açıklama (BS-DA) 3'er puan; Doğru Seçenek – Hem Doğru Hem Yanlış/Alternatif Kavramlı Açıklama (DS-DYA), Yanlış/Birden Çok Seçenek – Kısmen Doğru Açıklama (YS-KDA) ve Boş Seçenek – Kısmen Doğru Açıklama (BS-KDA) 2'şer puan; Doğru Seçenek – Yanlış/Alternatif Kavramlı Açıklama (DS-YA), Yanlış/Birden Çok Seçenek – Hem Doğru Hem Yanlış/Alternatif Kavramlı Açıklama (YS-DYA), Boş Seçenek – Hem Doğru Hem Yanlış/Alternatif Kavramlı Açıklama (BS-DYA) ve Doğru Seçenek – Boş/Anlaşılmayan/İlgisiz Açıklama (DS-BA) 1'er puan; Yanlış/Birden Çok Seçenek – Yanlış/Alternatif Kavramlı Açıklama (YS-YA), Boş Seçenek – Yanlış/Alternatif Kavramlı Açıklama (BS-YA), Yanlış/Birden Çok Seçenek – Boş/Anlaşılmayan/İlgisiz Açıklama (YS-BA) ve Boş Seçenek – Boş/Anlaşılmayan/İlgisiz Açıklama (BS-BA) 0 (sıfır)'ar puan şeklinde puanlandırılmıştır.

Çalışmada öğretmen adaylarının cevapları puanlandırılırken öğretmen adaylarının cevapları tablolaştırılmış ve ayrıca bu cevaplar bir fizik eğitimi uzmanı tarafından incelenerek bağımsız bir şekilde puanlanmıştır. Öncelikle öğretmen adaylarının sorulara vermiş oldukları cevaplar tabloya işlenmiş, daha sonra bu cevapların yanına DA, KDA, DYA, YA ve BA kategorileri eklenmiştir. İMÇKT'de kullanılan kategoriler ve bu kategorilere giren öğretmen adayları cevaplarının içeriği ile ilgili bilgiler aşağıda verilmiştir:

- **Bilimsel Olarak Tam ve Doğru Açıklama (DA):** Bu kategori öğretmen adaylarının bilimsel olarak tamamen doğru açıklamalarını kapsamaktadır.

- **Kısmen Doğru Açıklama (KDA):** Bu kategori öğretmen adaylarının geçerli olan cevabın bir yönünü içeren ancak yanlış veya alternatif kavramlı bir yönü olmayan cevaplarını içermektedir.
- **Hem Doğru Hem Yanlış/Alternatif Kavramlı Açıklama (DYA):** Bu kategori öğretmen adaylarının geçerli olan cevabın bir yönünün veya tamamının yanında yanlış veya alternatif kavramlı bir yönünün de olduğu cevaplarını içermektedir.
- **Yanlış/Alternatif Kavramlı Açıklama (YA):** Bu kategori öğretmen adaylarının bilimsel bilgilerle tutarlı olmayan yanlış bilgi veya alternatif kavram içeren açıklamalarını içermektedir.
- **Boş/Anlaşılmayan/İlgisiz Açıklama (BA):** Bu kategori öğretmen adaylarının bilimsel değeri olmayan, anlaşılmayan veya konu ile ilgisi olmayan açıklamalarını içermektedir.

Öğretmen adaylarından elde edilen cevapların yukarıdaki şekilde puanlanıp değerlendirilmesinden sonra ön, son ve gecikmiş testlerden alınan toplam puanlar SPSS 16.0 programı ile istatistiksel olarak analiz edilmiştir.

3.5.4.2. Klinik Mülakat'tan Elde Edilen Verilerinin Analizi

Mülakatların puanlandırılması, mülakatı yapan kişinin amacına ve anlama modeline bağlı olarak değişiklikler gösterebilir. Kavramlarla ilgili olarak yapılan mülakatların puanlandırılması mümkünken, olaylar ve durumlar hakkında yapılan mülakatların yani klinik mülakatların puanlandırılmasının doğru olmayacağı ifade edilmektedir (White ve Gunstone, 1992). Yin (1994), mülakattan elde edilen verilerin karşılaştırılarak, bireylerin fikir birliğine vardığı veya ayrı düşündüğü noktaları tespit edebilmek için, verilen cevapların frekanslara göre kategorilere konulmasını önermektedir. Bununla birlikte, mülakattan bazı cümleler direkt alınarak bireyin düşüncelerini olduğu gibi yansıtmının da çok yararlı olduğuna inanılmaktadır. Merriam (1988) ise, araştırma konusu ile doğrudan ilişkisi olan verilerin parantez içine alınarak olduğu gibi okuyucuya aktarılmasının gerekliliğini savunmaktadır. Bu bağlamda, araştırma konusuyla doğrudan ilişkili olan verilerin parantez içinde verilmesiyle, okuyucu verilerle doğrudan karşı karşıya getirilmekte ve verilerin ne anlama geldiğine kendi yorumlarıyla karar verebilmektedir (Çepni, 2005). Ayrıca öğrencilerin mülakat esnasında vermiş oldukları cevaplar anlama, yanlış anlama ve cevapsız gibi kategorilere yerleştirilerek de sunulabilir (Coştu, 2002).

Bu çalışmada, ses kayıt cihazıyla kaydedilen mülakatlar öncelikle transkript edilmiş olup, daha sonra indirgenerek analiz edilmiştir. Çalışmada yukarıda ifade edilen analiz

yöntemleri dikkate alınarak, yürütülen mülakatlarda puanlandırma yoluna gidilmeksizin öğretmen adaylarının verdikleri cevaplar, İMÇKT verileri için de kullanılan “Bilimsel Olarak Tam ve Doğru Açıklama (DA)”, “Kısmen Doğru Açıklama (KDA)”, “Hem Doğru Hem Yanlış/Alternatif Kavramlı Açıklama (DYA)”, “Yanlış/Alternatif Kavramlı Açıklama (YA)” ve “Boş/Anlaşılmayan/İlgisiz Açıklama (BA)” şeklinde kategoriler oluşturularak sunulmuş ve özgün cevaplara da olduğu gibi yer verilmiştir.

Örneğin mülakatın 12. sorusu olan “Tam esnek çarpışma ile esnek olmayan çarpışma arasında fark var mıdır? Varsa bu fark(ları) nedenleriyle açıklayınız. *Her iki çarpışma türü için enerji korunumu hakkında neler söylersiniz?*” sorusuna D21 kodlu öğretmen adayının cevabı “*Esnek olmayanda çarpışan cisimler beraber hareket ederler, tam esnekte ise ayrı ayrı hareket söz konusudur. Tam esnekte enerji ve momentum korunur, esnek olmayanda momentum korunur fakat enerji korunmaz.*” şeklinde olup Bilimsel Olarak Tam ve Doğru Açıklama (DA) kategorisinde sınıflandırılırken, K6 kodlu öğretmen adayının “*Ayrı ayrı ve birlikte hareket etme durumları bir farktır ancak hangisi hangi çarpışma türünde oluyor bilmiyorum. Ayrıca birlikte hareket edilen de kinetik enerji korunmaz; diğerinde korunur.*” şeklindeki cevabı Kısmen Doğru Açıklama (KDA), D2 kodlu öğretmen adayının “*Çarpışmadan sonra esnek olmayan çarpışmada birlikte hareket, esnekte ise ayrı ayrı hareket vardır. Esnek olmayan çarpışmada enerji korunurken, diğerinde korunmaz. İkisinde de momentum korunur.*” şeklindeki cevabı ise Hem Doğru Hem Yanlış/Alternatif Kavramlı Açıklama (DYA) şeklinde sınıflandırılmıştır. Aynı soruya D14 kodlu öğretmen adayı ise “*Esnek çarpışmada kinetik enerji kaybı vardır. Esnek olmayanda kinetik enerji korunur. Esnek olmayan çarpışmada durma olur. Esnek çarpışmada biri diğerine aktarıldığı için hareket vardır.*” şeklinde cevap vermiş ve cevabı Yanlış/Alternatif Kavramlı Açıklama (YA) sınıfına dahil edilmiştir.

3.5.4.3. Tarama Formu’ndan Elde Edilen Verilerin Analizi

Tarama formundaki sorulara öğretmen adaylarının verdikleri cevaplar indirgemeler yapıldıktan sonra kritik cevaplar tespit edilmiştir. Ardından farklı zamanlarda, bu kritik cevaplara uygun kodlar belirlenmiş ve kod listesi oluşturulmuştur. Belirlenen bu kodlara göre, temalar oluşturulmuş ve kodlar uygun temaların altında sergilenmiştir. Ayrıca öğretmen adaylarının vermiş oldukları cevaplar arasından seçilen özgün cevaplar okuyucuya olduğu gibi sunulmuştur. Tarama formunun 1. sorusu olan “İtme, Momentum ve Çarpışmalar konularının işlendiği derslerin alışık olduğunuz geleneksel öğretim yaklaşımından (genelde düz anlatımın yapıldığı diğer konularda olduğu gibi) farklı olarak (bağlam temelli öğrenme yaklaşımıyla) işlenmesi hakkındaki düşünceleriniz nelerdir? Detaylıca açıklayınız.” sorusuna, D7, D10, D16, D18, D20, D22, D23, D24 ve D25 kodlu

öğretmen adaylarının, indirgemeler yapıldıktan sonraki “*Geleneksel öğretim yaklaşımıyla uygulanan derslere göre daha akılda kalıcı.*” şeklindeki kritik cevapları “Öğrenme” temasının “Kalıcı” tematik koduna dahil edilmiştir.

3.5.5. Araştırmada Geçerlik ve Güvenirlik

Çalışmanın geçerlik ve güvenilirliğinin sağlanması ve artırılması için pilot uygulama yapılmadan önce Giresun Üniversitesi Fen Bilgisi Öğretmenliği 3. sınıfında öğrenim gören öğretmen adaylarından 8’i ile deney grubu için hazırlanmış olan ders planlarından ikincisinin ilk 100dk’lık kısmı bilgisayar laboratuvarında deneme amaçlı uygulanmıştır. Özellikle donanım ve yazılım kontrolü yapılarak öğretmen adaylarının ilgileri gözlenmiştir. Süre ve anlaşılabilirlik gibi durumlar da dikkate alınarak değerlendirmeler yapılmış, herhangi bir aksamanın yaşanmadığı tespit edilmiştir.

Pilot uygulama yapılmadan önce araştırmacı tarafından geliştirilen İMÇKT 3 alan ve 3 alan eğitimi uzmanına kontrol ettirilerek cevap, görüş ve önerileri alınmıştır. Araştırmacı ile 6 uzmanın İMÇKT cevaplarının uyumuna bakılmış ve uyum yüzde 90,200 olarak hesaplanmıştır. Ayrıca uzmanların İMÇKT’nin bazı soruları için anlaşılabilirlik açısından vermiş oldukları öneriler doğrultusunda, ilgili sorular Giresun Üniversitesi Fen Bilgisi Öğretmenliği 3. sınıfında öğrenim gören öğretmen adaylarına yöneltilmiş ve sözlü olarak onların da fikri alınarak değerlendirilmiş ve gerekli düzenlemeler yapılmıştır.

Ayrıca pilot uygulama yapılmadan önce araştırmacı tarafından geliştirilen bütün ders planları, ders materyalleri ve veri toplama araçlarının görünüş ve kapsam geçerliğinin sağlanması için 4 alan eğitimi ve anlaşılabilirlik açısından da Türkçe dil uzmanına kontrol ettirilmiş ve gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Ek olarak uzmanların görüşleri doğrultusunda İMÇ-1, İMÇ-2, İMÇKT, klinik mülakat ve tarama formu sayfa düzeni ve okunabilirliği açısından tekrar düzenlenmiştir.

Materyallerin ve veri toplama araçlarının işlerliğinin belirlenmesi ve eksikliklerin giderilmesi yani geçerlik ve güvenilirliğin artırılması için uzman görüşlerinin alınmasından sonra pilot çalışmalar yürütülmüştür. Pilot uygulamalarda, veri toplama araçlarından İMÇKT 55 öğretmen adayına, tarama formu 27 öğretmen adayına ve klinik mülakatlar 12 öğretmen adayına uygulanmıştır. Böylece öğretmen adaylarının sorulara vermiş oldukları cevaplar incelenmiş ve gerekli ekleme çıkarmalar yapılarak sorular düzenlenmiştir.

İMÇKT’den elde edilen verilerin analizinde, pilot uygulamadan elde edilen veriler araştırmacının hazırlayıp puanladığı bir puanlama cetveline göre puanlanıp elde edilmiştir. Ancak bu durum çok objektif ve doğru sonuçlar getirmeyeceği düşüncesiyle, iki değerleyici arasındaki karşılaştırmalı uyuşmanın güvenilirliğinin sağlanması için farklı bir alan eğitimi uzmanından İMÇKT verilerini değerlendirmesi istenmiş, daha sonra araştırmacının

cevaplarıyla olan uyumu SPSS 16.0 paket programı ile iki okuyucu arasındaki Cohen's Kappa (Cohen'in Kappa Katsayısı) değeri hesaplanarak bulunmuştur. Hesaplanan Cohen's Kappa (κ) 0.924 bulunmuş ve Landis ve Koch'un (1977) sınıflamalarına göre de neredeyse mükemmel uyuma sağlandığı görülmüştür. Bu aşamadan sonra araştırmacı İMÇKT'leri değerlendirmiş ve verileri elde etmiştir.

İMÇKT'de direkt çoktan seçmeli sorular değil, açık uçlu kısımlarının da olduğu iki aşamalı sorular kullanıldığı için madde analizi yapılmamıştır (BouJaode, 1992; Coştu, 2006; Çalık, 2006; Demircioğlu, 2003; Ng ve Nguyen, 2006; Özmen, 2002b, Rennie ve Parker, 1998; Wilkinson, 1999a). Ancak güvenirlik katsayısı (cronbach alpha) 0,871 olarak hesaplanmıştır. Güvenirlik katsayısının 0,700'den büyük olması testin güvenilir olduğu şeklinde yorumlanabilir (Hair, Black, Babin, Anderson ve Tatham, 2006).

Araştırmada kullanılan veri toplama araçlarından elde edilen nicel ve nitel bulgularla, klinik mülakatlardan elde edilen nitel bulguların tek bir bakış açısıyla ele alınmasından ziyade, birbirlerini desteklemesi bakımından üçgenleme tekniğinden faydalanılmıştır (Cohen ve Manion, 1989). Böylece testlerden elde edilen verilerle öğretmen adaylarının itme, momentum ve çarpışmalar konusu ile ilgili başarıları değerlendirilirken, öğretmen adaylarının bu kavramlar hakkındaki gerçek düşüncelerini ve bunların sebeplerini öğrenmek için de bu veriler mülakatlarla desteklenmiştir (Çepni, 2005). Ayrıca yine veri toplama araçlarından elde edilen verileri desteklemek amacıyla video kayıtları ve alan notlarından da faydalanılmıştır.

Geçerlilik ve güvenirlik nicel araştırmaların kullanılan niteliğini belirleyen gerekli kavramlarken nitel araştırmalarda farklı terimlere yer verilmektedir. Lincoln ve Guba'ya (1985) göre nitelikli bir çalışma inandırıcı, aktarılabilir, tutarlı ve teyit edilebilir olması gerekmektedir.

Uygulamalar ve veri toplama süreci başlamadan önce öğretmen adaylarına, araştırmacı tarafından "bu uygulamaların ve verilerin dersleriniz için hiçbir değerlendirme niteliği taşımayacağı", "uygulamaların ve verilerin sadece araştırma amaçlı kullanılacağı" ve "bazı demografik bilgileriniz dışında hiçbir verinin çalışmanın okurları ile paylaşılmayacağı" gibi bilgiler sunulmuştur. Bu bilgilendirmenin amacı öğretmen adaylarının uygulamalar ve veri toplama sürecinde rahat ve içten cevap vermelerini sağlayıp çalışmanın inandırıcılığını artırmaktır.

Ayrıca uygulamalar ve veri toplama süreci öğretmen adaylarının alışık olduğu ortamda yani derslerin de işlenmekte olduğu sınıfta gerçekleştirilerek çalışmanın inandırıcılığı artırılmaya çalışılmıştır. Uygulamalar esnasında derslerin video kamera cihazı ile yapılan video kayıtları ve yaklaşık 25-30'ar dakika süren ve yüz yüze

gerçekleştirilmiş olan klinik mülakatların ses kayıt cihazı ile yapılan ses kayıtları öğretmen adaylarının izni alınarak gerçekleştirilmiştir.

İnanırlığın sağlanması için alınabilecek önlemlerden biri de üçgenleme tekniğidir (Creswell, 2013). Bu çalışmada, inanırlığın sağlanması için veri üçgenlemesi ile birden fazla veri toplama aracı (İMÇKT, klinik mülakat ve tarama formu) kullanılmıştır. Ayrıca bu veri toplama araçlarından elde edilen veriler video kayıtları ve alan notları ile de desteklenmiştir.

Öğretmen adayları tarafından İMÇKT'nin ikinci kısmı olan açık uçlu sorulara, tarama formundaki sorulara ve klinik mülakattaki sorulara verilen cevaplar çalışmanın inandırıcılık ve tutarlılığını artırmak amacıyla farklı zaman ve mekânlarda üç defa gerekli indirgemeler yapıp kritik cevaplar tespit edilerek kod havuzları oluşturulmuş, bu kodlar da temalara/kategorilere ayrılmaya çalışılmıştır. Bu aşamaların geçerlik ve güvenirliği uzman görüşleri ile sağlanmıştır. Ayrıca klinik mülakatlardan elde edilen ham veriler işlenerek gerekli indirgemeler yapıldıktan sonra her bir öğretmen adayına kontrol ettirilerek onayları alınmış, ekleme veya çıkarma yapmak istedikleri bir nokta olup olmadığı sorulmuş, katılımcı kontrolü sağlanmıştır.

Çalışmanın geçerlik ve güvenirliğinin sağlanmasında bir diğer önemli nokta da araştırmacının pozisyonudur. Araştırmacı, aynı zamanda uygulama sınıflarının Genel Fizik I, Genel Fizik Laboratuvarı I, Genel Fizik II ve Genel Fizik Laboratuvarı II derslerinin yürütücü öğretim elemanı olarak bulunmaktadır. Bu durum öğretmen adaylarının alışık olduğu öğretim elemanı ile uygulamalarını gerçekleştirme olanağı sağlamış ve çalışmanın uzun süreli katılım eksikliği giderilmeye çalışılmıştır.

Veri toplama araçları ile elde edilen verileri desteklemek amacıyla uygulamalar video kayıt cihazıyla kayıt altına alınmıştır. Ancak pilot uygulamada öğretmen adaylarının uygulamalar esnasında video kameradan özellikle uygulamaların ilk bölümlerinde fazlaca etkilendikleri ve onların doğal davranmalarını engellediği belirlenmiştir. Bu sebeple çalışmanın asıl uygulamasının başlamasının iki hafta öncesinden derslerin yürütüldüğü sınıfa bir video kamera yerleştirilerek öğretmen adaylarının bu cihaza alışmaları sağlanmış ve onların daha rahat ve video kameranın etkisinden uzak bir biçimde uygulamalarını gerçekleştirmeleri amaçlanmıştır.

Aktarılabirlik nitel araştırmalarda genelleme yerine kullanılan bir diğer kriterdir (Miles ve Huberman, 1994). Nitel araştırmalarda araştırma sonuçlarının genellemesinden ziyade benzer durumlara aktarılabirliği söz konusudur (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Bu çalışmada aktarılabirliğin artırılması adına araştırma sürecinde elde edilen veriler bulgular bölümünde okuyucuya yorum yapılmadan, verinin doğasına bağlı kalınarak, gerekli yerlerde temalar ve kategoriler altında düzenlenerek sunulmuştur. Bu şekilde

okuyucu araştırılan duruma ilişkin sonuçlara daha net bir şekilde ulaşacak ve kendi oluşturduğu araştırma durumlarına aktarma fırsatını elde edecektir.

Araştırmacının elde ettiği sonuçların veri tarafından desteklenmesi gerekmektedir (Miles ve Huberman, 1994). Bu, teyit edilebilirliğin göstergesidir. Bu çalışmada da katılımcıların doğrudan ifadelerine yer verilerek teyit edilebilirlik sağlanmaya çalışılmıştır.

3.5.6. Araştırmada Etik

Araştırmacının tez çalışmasını yürütebilmesi için araştırmacının kadrosunun bulunduğu Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu'ndan Eğitim Fakültesi'ne görevlendirilmesi Giresun Üniversitesi Rektörlüğü tarafından 2547 sayılı kanunun 13/b-4 maddesine uygun olarak gerçekleştirilmiş olup, söz konusu görevlendirme yazısı Ek 10'da sunulmuştur. Araştırmaya dahil edilen öğretmen adaylarının uygulamalar ve veri toplama sürecinde toplanan verilerinin okuyucu ile paylaşımı konusunda rızaları alınmıştır. Ayrıca öğretmen adaylarının bazı demografik bilgilerinin de okuyucu ile paylaşılacağı açıkça belirtilerek onayları alınmış araştırmadan herhangi bir şekilde zarar görmeyecekleri belirtilmiştir (Cohen ve Manion, 1989; Drew, Hardman ve Hart, 1996). Uygulamalar ve veri toplama sürecinde araştırmacı ile öğretmen adayları arasında geçen bazı özel diyaloglar mahremiyet ve gizlilik ilkelerince araştırmaya yansıtılmamıştır. Bununla birlikte, araştırma etiği çerçevesinde uygulamalar ve veri toplama sürecine katılan öğretmen adayları sırası ile deney grubu için D1, D2, D3, ..., D25 ve kontrol grubu için ise K1, K2, K3, ..., K25 şeklinde kodlanarak isim gizliliği sağlanmıştır.

3.5.7. Araştırmacının Katılımcı Rolü

Güvenirlik, nicel araştırmalarda ölçüm aletinin yapılandırılmasına dayanırken nitel araştırmalarda araştırmacının kendisi bir ölçüm aleti, bir veri toplama aracıdır (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Bu nedenle nitel araştırmalarda araştırmacıların katılımcı rolünün açık bir şekilde belirtilmesi önemlidir. Bu çalışmada araştırmacı, rehber materyallerin hazırlanması ve uygulanması sürecinde yer alarak deney ve kontrol gruplarındaki uygulamalara bizzat iştirak etmiş, uygulamaların video kayıtlarını ve alan notlarını tutmuştur. Pilot uygulamadan önce gerçekleştirilmiş olan deneme uygulamasında da bizzat araştırmacı rol almıştır. Çalışmada ayrıca gözlemci kullanılmamış olup, araştırmacı daha önceden hazırlamış oldukları ders planlarına bağlı kalmaya özen göstermiştir. Ayrıca deney ve kontrol grubundan klinik mülakat için belirlenen öğretmen adaylarıyla mülakatları da bizzat kendisi yürütmüştür. Pilot uygulamada alınan uygulama videolarını ve alan notlarını değerlendirerek asıl uygulamada daha hazırlıklı davranmıştır. Video kayıtları ve alan

notları veri toplama amacı gütmemekte olup, sadece uygulama sürecinin daha etkili yürütülmesi ve veri toplama araçları ile toplanan verileri destekleme amacıyla kullanılmıştır. Veri toplama sürecinde ise öğretmen adaylarına hiçbir müdahalede bulunmadan uygulamalarına devam etmiştir. Araştırmacı kazanmış olduğu deneyimleri verilerin analizine de yansıtmaya çalışmıştır.

Bu bölümde araştırmanın tasarlanması; araştırma modeli; araştırma grubu; veri toplama araçları; veri toplama süreci: bağlam temelli öğrenme yaklaşımına dayalı açıklama destekli REACT stratejisine ve geleneksel öğretim yaklaşımına örnek bir öğretim materyali, pilot uygulama, pilot uygulama sonunda yapılan değişiklikler, asıl uygulama verilerin analiz yöntemleri, araştırmada geçerlik ve güvenirlik, araştırmada nitelik, araştırmada etik ve araştırmacının katılımcı rolü hakkında bilgiler verilmiştir. Araştırmanın problemlerine cevap bulmak amacıyla çalışmadaki veri toplama araçlarından elde edilen bulgular bir sonraki bölümde detaylı olarak sunulmuştur.

4. BULGULAR

Bu bölümde, araştırma kapsamında İtme, Momentum ve Çarpışmalar Kavram Testi (İMÇKT), klinik mülakat ve tarama formundan veri toplamak amacıyla yararlanılmış olup, bu veri toplama araçlarından elde edilen bulgular bu bölümde verilmiştir.

4.1. Araştırmanın Birinci Alt Problemine Ait Bulgular

Araştırmanın birinci alt problemi, “Açıklama destekli REACT stratejisi kullanılarak oluşturulmuş bağlam temelli ve geleneksel öğrenme ortamlarındaki öğretmen adaylarının itme, momentum ve çarpışmalar konusunu anlamaları arasında bir fark var mıdır?” şeklindedir. Bu alt problemi cevaplayabilmek için İMÇKT’den elde edilen nicel verilerin istatistiksel olarak analiz edilmesi sonucu elde edilen bulgular ile iki aşamalı İMÇKT sorularının açık uçlu ikinci aşamalarından ve klinik mülakatlardan nitel olarak elde edilen bulgular tablolarda verilmiştir.

Bulgular bölümünün her aşamasında, bağlam temelli öğrenme yaklaşımının açıklama destekli REACT stratejisine dayalı uygulamaların yapıldığı deney grubu öğretmen adaylarına D1’den D25’e kadar, geleneksel öğretim yaklaşımına dayalı uygulamaların yapıldığı kontrol grubu öğretmen adaylarına ise K1’den K25’e kadar kodlar verilmiştir. Ayrıca verilerin analizinde, iki aşamalı İMÇKT’nin çoktan seçmeli ilk aşaması için “DS”, “YS” ve “BS” kısaltmaları ile iki aşamalı İMÇKT’nin açık uçlu ikinci aşaması ve klinik mülakat verileri için “DA”, “KDA”, “DYA”, “YA” ve “BA” kısaltmaları kullanılmıştır.

4.1.1. İMÇKT’den Elde Edilen Bulgular

Gruplara göre, İMÇKT’den elde edilen istatistiksel verilerden ön, son ve gecikmiş testlerin aritmetik ortalamaları ve standart sapmaları ile ön test-son test, son test-gecikmiş test ve ön test- gecikmiş test’ler arasındaki yüzde değişim değerleri Tablo 13’te verilmiştir.

Tablo 13. Grupların İMÇKT İstatistikleri

İstatistiksel Veriler		Deney Grubu (N=25)	Kontrol Grubu (N=25)
Ön Test	Aritmetik Ortalama	18,320	14,920
	Standart Sapma	8,806	5,999
Son Test	Aritmetik Ortalama	47,200	33,920
	Standart Sapma	15,546	13,428

Tablo 13'ün devamı

Gecikmiş Test	Aritmetik Ortalama	39,560	28,480
	Standart Sapma	18,081	11,292
Testlerarası Yüzde Değişim ($\Delta\%$)	Ön-Son	21,235	13,970
	Son-Gecikmiş	-5,618	-4,000
	Ön-Gecikmiş	15,617	9,970

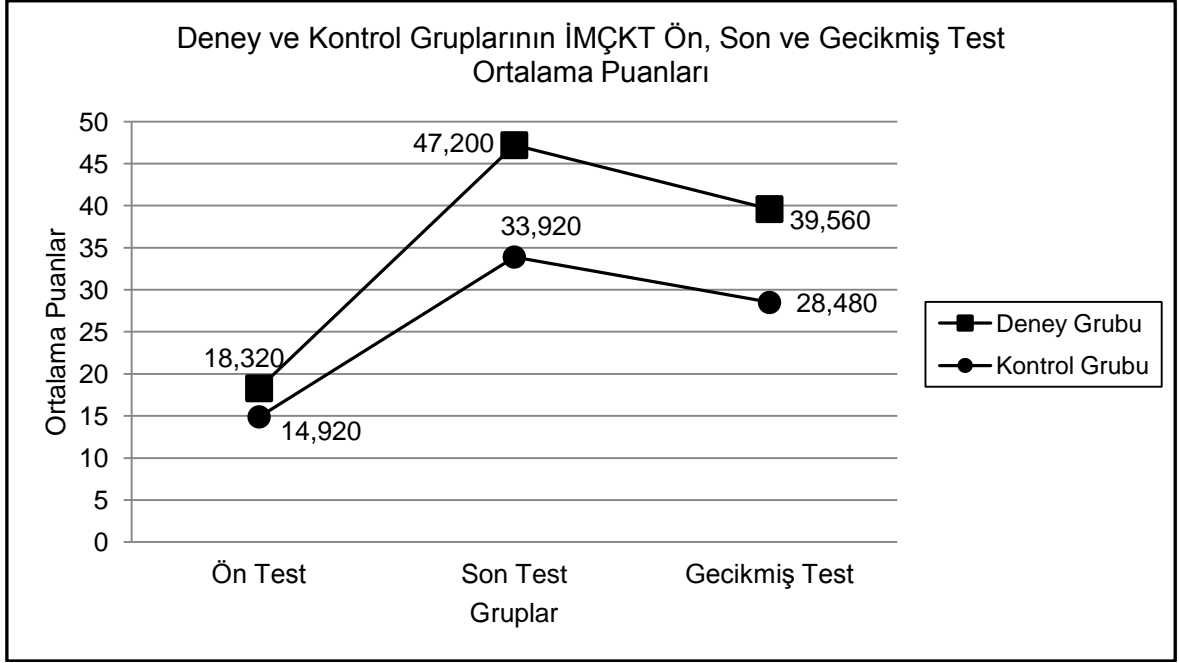
İMÇKT'nin her bir sorusu için, çoktan seçmeli kısımda doğru seçenek için 1 puan, açık uçlu kısımda bilimsel olarak tam ve doğru açıklama için 3 puan olması koşulu ile alınabilecek en yüksek puan 4'tür. İMÇKT'nin toplam 34 sorudan oluştuğu düşünüldüğünde testten alınabilecek en yüksek puan $4 \times 34 = 136$ 'dır. Tablo 13'e göre deney grubunun (18,320) ve kontrol grubunun (14,920) İMÇK'nin ön testinden almış oldukları puanların ortalamaları birbirine oldukça yakındır. Grupların İMÇKT'nin son testinden almış oldukları ortalama puanlara bakıldığında iki grubun da ortalamasını yükselttiği görülmektedir. Deney grubu ortalama puanını, İMÇKT'nin son testinde 47,200'e ve kontrol grubu 33,920'ye yükseltmiştir. Grupların İMÇKT'nin gecikmiş testinden almış oldukları ortalama puanlara bakıldığında ise iki grubun da ortalamasının son test puan ortalamalarına göre, bir miktar azaldığı görülmektedir. İMÇKT'nin gecikmiş testinde, deney grubu ortalama puanını, son teste göre, 39,560'a, kontrol grubu ise 28,480'e düşürmüştür. Ancak grupların İMÇKT'nin gecikmiş testinden aldıkları ortalama puanlarının, ön test ortalama puanlarına göre, daha yüksek olduğu görülmektedir. Deney ve kontrol grupları için İMÇKT'de alınan ortalama puanların ön-son, son-geç ve ön-geç testleri arasındaki yüzde değişimlerinin hesaplanması aşağıdaki örnekte açıklanmıştır:

İMÇKT'den toplam $4 \times 34 = 136$ puan alınabilmektedir. Bu yolla, deney grubunun İMÇKT'nin ön test ortalama puanı (18,320), alınabilecek toplam puanın (136) %13,471'idir. Deney grubunun İMÇKT'nin son test ortalama puanı (47,200) ise alınabilecek toplam puanın (136) %34,706'sıdır. Deney grubunun İMÇKT'nin ön test ile son test ortalama puanlarının yüzdeleri arasındaki fark ise 21,235'tir (34,706-13,471).

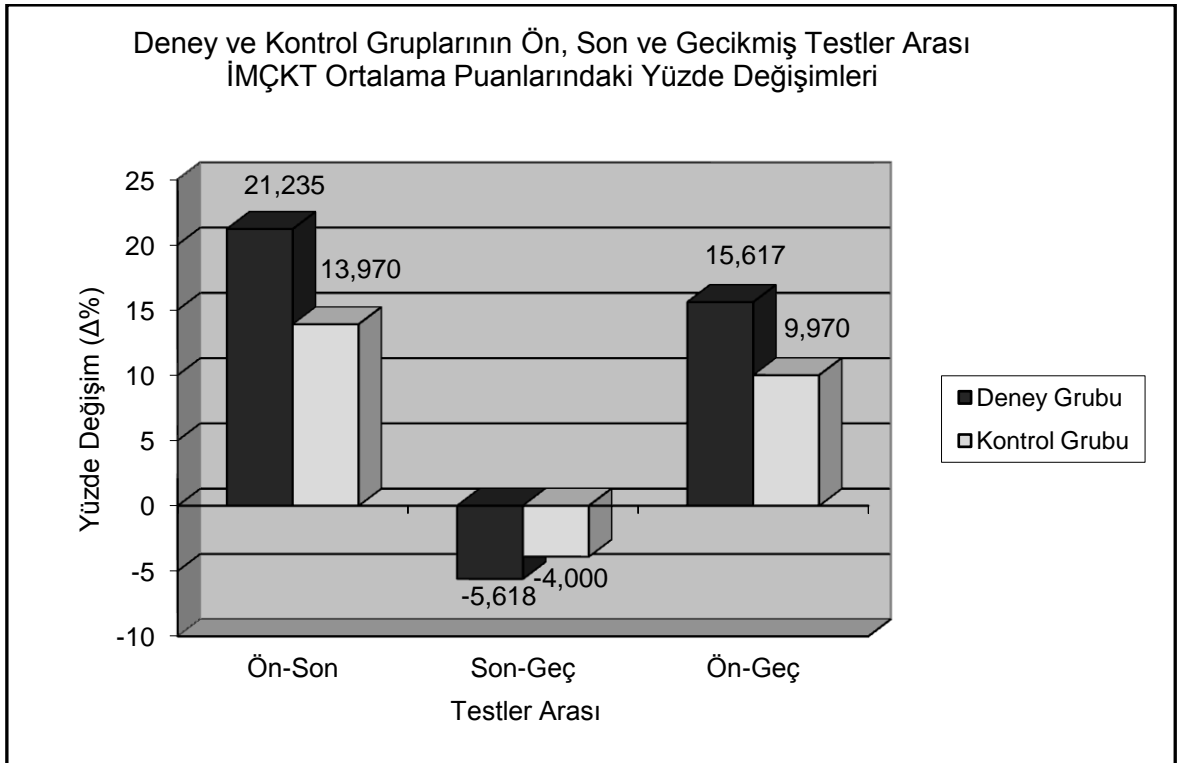
Tablo 13'e göre deney grubunun İMÇKT'nin ön test ile son test ortalama puanları arasındaki yüzde değişimi (%21,235), kontrol grubuna göre (%13,970) daha yüksektir. Deney grubunun İMÇKT'nin son test ortalama puanları ile gecikmiş test ortalama puanları arası yüzde değişimi (-%5,618), kontrol grubuna göre (-%4,000) az bir farkla daha küçük çıkmasına rağmen; İMÇKT'nin ön test ortalama puanları ile gecikmiş test ortalama puanları arası yüzde değişimi, deney grubu için %15,617, kontrol grubu için %9,970'tir.

Deney ve kontrol gruplarının İMÇKT'nin ön, son ve gecikmiş testlerinden almış oldukları ortalama puanlarının grafiksel gösterimi Grafik 1'de, deney ve kontrol gruplarının

İMÇKT'nin ön, son ve gecikmiş testlerinden almış oldukları ortalama puanların yüzde değişimlerinin grafiksel gösterimi Grafik 2'de aşağıda sunulmuştur.



Grafik 1. Deney ve kontrol gruplarının İMÇKT ön, son ve gecikmiş test ortalama puanları



Grafik 2. Deney ve kontrol gruplarının ön, son ve gecikmiş testler arası İMÇKT ortalama puanlarındaki yüzde değişimleri

Deney grubu ve kontrol grubu öğretmen adaylarının, İMÇKT'nin ön, son ve gecikmiş testlerindeki iki aşamalı sorulara vermiş oldukları cevapların kategorilere göre frekansları ve soruların açık uçlu kısımlarına vermiş oldukları cevaplardan örnek ifadeler aşağıda tablolar halinde sunulmuştur.

Öğretmen adaylarının, İMÇKT'nin 1. sorusuna ön, son ve gecikmiş testlerde vermiş oldukları cevapların kategorilere göre frekansları ile sorunun açık uçlu kısmında kullandıkları örnek ifadeler Tablo 14'te sunulmuştur.

Tablo 14. İMÇKT'nin 1. Sorusuna Verilen Cevapların Frekansları ve Örnek İfadeler

	Deney Grubu			Kontrol Grubu			Açık Uçlu Kısım İçin Örnek İfadeler
	$f_{ÖT}$	f_{ST}	f_{GT}	$f_{ÖT}$	f_{ST}	f_{GT}	
DS-DA	-	9	4	-	6	3	YA _{ÖT} ; İtme, kuvvetin zamana göre değişimi ile oluşur. (D13)
DS-KDA	6	4	8	3	5	9	KDA _{ÖT} ; Uygulanan kuvvet ile geçen zamanın çarpımıdır. (D4,D17)
YS-DA	-	1	-	-	-	-	
BS-DA	-	-	-	-	-	-	
DS-DYA	-	-	-	-	2	-	DA _{ST} ; $\vec{I} = \vec{F} \cdot \Delta t$ dir. Kuvvetin birimi N, zamanın birimi s olduğundan itmenin birimi N.s'dir.
YS-KDA	-	-	1	-	3	-	(D1,D4,D5,D6,D7,D10,D11,D16,D21,D25,K1,K3,K8,K12,K13,K23)
BS-KDA	-	-	-	-	-	-	
DS-YA	2	5	3	-	3	1	YA _{GT} ; İtme, birim zamanda uygulanan kuvvettir.
DS-BA	8	4	1	9	-	3	(K11,K17,D13,D20)
YS-DYA	-	-	-	1	-	-	
BS-DYA	-	-	-	-	-	-	
YS-YA	5	2	5	4	1	1	
YS-BA	3	-	3	7	5	8	
BS-YA	-	-	-	-	-	-	
BS-BA	1	-	-	1	-	-	

Tablo 14'e göre ön testte İMÇKT'nin 1. sorusunun 4 ve 3 puan değerindeki DS-DA ve DS-KDA kategorilerine uygun cevap veren deney grubu öğretmen adaylarının toplamı 6 iken kontrol grubunda toplam öğretmen adayı 3'tür. Son testte, aynı kategorilere uygun cevap veren deney grubu öğretmen adaylarının toplamı 13, kontrol grubu öğretmen adaylarının toplamı ise 11'dir. Gecikmiş testte ise her iki grup öğretmen adaylarının 12'seri bu kategorilere uygun cevap vermiştir.

Öğretmen adaylarının puan alamadıkları kategoriler YS-YA, YS-BA, BS-YA ve BS-BA kategorileridir. Tablo 14'e göre ön testte, İMÇKT'nin 1. sorusundan, deney grubu öğretmen adaylarının toplam 9'u, kontrol grubu öğretmen adaylarının toplam 12'si; son testte, deney grubu öğretmen adaylarının toplam 2'si, kontrol grubu öğretmen adaylarının toplam 4'ü; gecikmiş testte ise, deney grubu öğretmen adaylarının toplam 8'i, kontrol grubu öğretmen adaylarının toplam 9'u puan alamamıştır. Ayrıca Tablo 14'e göre, deney grubu öğretmen adayları, hiçbir test çeşidinde, İMÇKT'nin 1. sorusuna BS-DA, DS-DYA,

BS-KDA, YS-DYA, BS-DYA ve BS-YA kategorilerine giren cevap vermemişken, kontrol grubu öğretmen adayları için bu kategoriler YS-DA, BS-DA, BS-KDA, BS-DYA ve BS-YA olmuştur.

Öğretmen adaylarının, İMÇKT'nin 2. sorusuna ön, son ve gecikmiş testlerde vermiş oldukları cevapların kategorilere göre frekansları ile sorunun açık uçlu kısmında kullandıkları örnek ifadeler Tablo 15'te sunulmuştur.

Tablo 15. İMÇKT'nin 2. Sorusuna Verilen Cevapların Frekansları ve Örnek İfadeler

	Deney Grubu			Kontrol Grubu			Açık Uçlu Kısım İçin Örnek İfadeler
	$f_{ÖT}$	f_{ST}	f_{GT}	$f_{ÖT}$	f_{ST}	f_{GT}	
DS-DA	-	1	-	-	1	1	$YA_{ÖT}$; İtmenin yönü olmadığından uygulanan itmede yön aranmaz. (D16)
DS-KDA	-	5	3	1	5	4	
YS-DA	-	-	-	-	-	-	DA_{ST} ; $\vec{I} = \vec{F} \cdot \Delta t$ dir. İtme ve kuvvet vektörel bir büyüklüktür. Bu sebeple itmenin yönü kuvvetin yönü ile aynıdır. (D21,K1)
BS-DA	-	-	-	-	-	-	
DS-DYA	-	-	1	-	1	-	KDA_{ST} ; Uygulanan kuvvet itmenin yönünü belirler. (D13,D14,K2,D8)
YS-KDA	-	-	-	-	-	-	
BS-KDA	-	-	-	-	-	-	YA_{ST} ; Cisimlere itme uygulandığında momentumu korunacağı için momentumun yönü ile aynıdır. (K24)
DS-YA	7	1	2	7	1	3	
DS-BA	7	6	3	4	7	10	KDA_{GT} ; Uygulanan kuvvet, itmenin yönünü belirler. (D13)
YS-DYA	1	-	-	-	-	-	
BS-DYA	-	-	-	-	-	-	
YS-YA	1	10	7	3	5	1	
YS-BA	6	1	7	7	5	6	
BS-YA	-	-	-	1	-	-	
BS-BA	3	1	2	2	-	-	

Tablo 15'e göre ön testte İMÇKT'nin 2. sorusunun DS-DA ve DS-KDA kategorilerine uygun cevap veren deney grubu öğretmen adayı bulunmazken, kontrol grubunda bu sayı toplam 1 olmuştur. Son testte, aynı kategorilere uygun cevap veren deney grubu ve kontrol grubu öğretmen adaylarının toplamı aynı ve 6'dır. Gecikmiş testte ise aynı kategorilere uygun cevap veren deney grubu öğretmen adaylarının toplamı 3, kontrol grubu öğretmen adaylarının toplamı ise 5 olmuştur.

Tablo 15'e göre ön testte, İMÇKT'nin 2. sorusundan, deney grubu öğretmen adaylarının toplam 10'unun, kontrol grubu öğretmen adaylarının toplam 13'ünün; son testte, deney grubu öğretmen adaylarının toplam 12'sinin, kontrol grubu öğretmen adaylarının toplam 10'unun; gecikmiş testte ise, deney grubu öğretmen adaylarının toplam 16'sinin, kontrol grubu öğretmen adaylarının toplam 7'sinin puan alamadıkları görülmektedir. Ayrıca Tablo 15'e göre, deney grubu öğretmen adayları, hiçbir test çeşidinde, İMÇKT'nin 2. sorusuna YS-DA, BS-DA, YS-KDA, BS-KDA, BS-DYA ve BS-YA

kategorilerine giren cevaplar vermemişken, kontrol grubu öğretmen adayları için bu kategoriler YS-DA, BS-DA, YS-KDA, BS-KDA, YS-DYA ve BS-DYA olmuştur.

Tablo 15'te dikkat çeken başka bir durum da İMÇKT'nin 2. sorusu için DS-YA ve DS-BA kategorilerine uygun cevap veren öğretmen adaylarının toplam sayısının yüksek oluşudur. Ön testte deney grubu öğretmen adaylarının toplam 14'ü, kontrol grubu öğretmen adaylarının toplam 11'i; son testte deney grubu öğretmen adaylarının toplam 7'si, kontrol grubu öğretmen adaylarının toplam 8'i; gecikmiş testte ise deney grubu öğretmen adaylarının toplam 5'i, kontrol grubu öğretmen adaylarının toplam 13'ü bu kategorilere uygun cevap vermiştir.

Öğretmen adaylarının, İMÇKT'nin 3. sorusuna ön, son ve gecikmiş testlerde vermiş oldukları cevapların kategorilere göre frekansları ile sorunun açık uçlu kısmında kullandıkları örnek ifadeler Tablo 16'da sunulmuştur.

Tablo 16. İMÇKT'nin 3. Sorusuna Verilen Cevapların Frekansları ve Örnek İfadeler

	Deney Grubu			Kontrol Grubu			Açık Uçlu Kısım İçin Örnek İfadeler
	$f_{\text{ÖT}}$	f_{ST}	f_{GT}	$f_{\text{ÖT}}$	f_{ST}	f_{GT}	
DS-DA	1	1	1	1	6	-	$KDA_{\text{ÖT}}$; İtme, kuvvet ile zamanın çarpımıdır. Ama yönleri zıttır. (K9)
DS-KDA	10	18	15	4	8	19	$YA_{\text{ÖT}}$; İtme, kuvvetin yönü ile aynı doğrultudadır. (K3)
YS-DA	-	-	-	-	-	-	
BS-DA	-	-	-	-	-	-	
DS-DYA	1	-	-	1	2	-	DA_{ST} ; $\vec{I} = \vec{F} \cdot \Delta t$ ise itme = 50Ns'dir. İtme vektörel bir büyüklük olduğundan ve kuvvetler zıt yönlü olduğundan itmeler de zıt yönlüdür. (D10,K1,K7,K12,K16,K20)
YS-KDA	1	-	-	-	-	-	
BS-KDA	-	-	-	-	-	-	
DS-YA	-	-	2	1	2	2	DYA_{ST} ; F-t grafiğinin alanı ivmeyi verir, 50Ns büyüklüğünde aynı yönde itme oluşmuştur. (K25)
DS-BA	3	4	6	8	3	4	
YS-DYA	-	-	-	1	2	-	
BS-DYA	-	-	-	-	-	-	
YS-YA	1	-	-	-	1	-	YA_{GT} ; Birisi artı yönde diğeri eksi yönde hareket etmiştir. (D11,K4,K19)
YS-BA	7	1	1	8	1	-	
BS-YA	-	-	-	-	-	-	
BS-BA	1	1	-	1	-	-	

Tablo 16'ya göre ön testte İMÇKT'nin 3. sorusunun DS-DA ve DS-KDA kategorilerine uygun cevap veren deney grubu öğretmen adaylarının toplamı 11 iken kontrol grubunda toplam öğretmen adayı 5'tir. Son testte, aynı kategorilere uygun cevap veren deney grubu öğretmen adaylarının toplamı 19, kontrol grubu öğretmen adaylarının toplamı ise 14'tür. Gecikmiş testte ise aynı kategorilere uygun cevap veren deney grubu öğretmen adaylarının toplamı 16, kontrol grubu öğretmen adaylarının toplamı 19 olmuştur.

Tablo 16'ya göre ön testte, İMÇKT'nin 3. sorusundan, deney ve kontrol grubu öğretmen adaylarının toplam 9'arının; son testte, deney ve kontrol grubu öğretmen

adaylarının toplam 2'serinin YS-YA, YS-BA, BS-YA ve BS-BA kategorilerine uygun cevaplar verip puan alamadıkları görülürken, gecikmiş testte öğretmen adayı sayısı, deney grubu öğretmen adayları için toplam 1 olmasına karşın, kontrol grubu öğretmen adayları bu kategorilere uygun cevap vermemişlerdir. Ayrıca Tablo 16'ya göre, her iki gruptaki öğretmen adayları, hiçbir test çeşidinde, İMÇKT'nin 3. sorusuna YS-DA, BS-DA, BS-KDA, BS-DYA ve BS-YA kategorilerine giren cevap vermedikleri görülmektedir.

Öğretmen adaylarının, İMÇKT'nin 4. sorusuna ön, son ve gecikmiş testlerde vermiş oldukları cevapların kategorilere göre frekansları ile sorunun açık uçlu kısmında kullandıkları örnek ifadeler Tablo 17'de sunulmuştur.

Tablo 17. İMÇKT'nin 4. Sorusuna Verilen Cevapların Frekansları ve Örnek İfadeler

	Deney Grubu			Kontrol Grubu			Açık Uçlu Kısım İçin Örnek İfadeler
	$f_{\text{ÖT}}$	f_{ST}	f_{GT}	$f_{\text{ÖT}}$	f_{ST}	f_{GT}	
DS-DA	1	12	11	-	8	6	KDA _{ÖT} ; Momentum, kütle ile hızın çarpımına eşittir.
DS-KDA	3	3	2	3	5	4	(D5,D15,D16,K8,K9)
YS-DA	-	-	-	-	-	-	YA _{ÖT} ; Momentum, cismin ağırlığı ile hızının çarpımıdır. (D4)
BS-DA	1	-	-	-	-	-	
DS-DYA	-	-	-	-	-	-	DA _{ST} ; $P=m.V$ dir. Kütle birimi kg, hızın birimi m/s olduğundan momentumun birimi kg.m/s'dir.
YS-KDA	-	-	-	-	2	-	(D1,D3,D5,D6,D9,D11,D14,D15,D16,D19,D20,D21,K1,K3,K8,K9,K13,K17,K18,K23)
BS-KDA	-	-	-	-	-	-	
DS-YA	1	4	-	1	2	-	
DS-BA	13	4	6	9	5	7	
YS-DYA	-	-	1	1	1	-	YA _{ST} ; Momentum itmeye eşittir. (D24)
BS-DYA	-	-	-	-	-	-	
YS-YA	4	1	-	1	-	-	DYA _{GT} ; $P=m.V$ ise birimi kg.m/s ² olur. (D5)
YS-BA	1	1	4	8	2	8	
BS-YA	-	-	-	-	-	-	
BS-BA	1	-	1	2	-	-	

Tablo 17'ye göre ön testte İMÇKT'nin 4. sorusunun DS-DA ve DS-KDA kategorilerine uygun cevap veren deney grubu öğretmen adaylarının toplamı 4 iken, kontrol grubunda bu toplam 3'tür. Son testte, aynı kategorilere uygun cevap veren deney grubu öğretmen adaylarının toplamı 15, kontrol grubu öğretmen adaylarının toplamı ise 13'tür. Gecikmiş testte ise aynı kategorilere uygun cevap veren deney grubu öğretmen adaylarının toplamı 13, kontrol grubu öğretmen adaylarının toplamı ise 10 olmuştur.

Tablo 17'ye göre ön testte, İMÇKT'nin 4. sorusundan, deney grubu öğretmen adaylarının toplam 6'sının, kontrol grubu öğretmen adaylarının toplam 11'inin; son testte, deney ve kontrol grubu öğretmen adaylarının toplam 2'serinin; gecikmiş testte ise, deney grubu öğretmen adaylarının toplam 5'inin, kontrol grubu öğretmen adaylarının toplam 8'inin puan alamadıkları görülmektedir. Ayrıca Tablo 17'ye göre, her iki gruptaki öğretmen

adayları, hiçbir test çeşidinde, İMÇKT'nin 4. sorusuna YS-DA, DS-DYA, BS-KDA, BS-DYA ve BS-YA kategorilerine giren cevap vermedikleri görülmektedir.

Öğretmen adaylarının, İMÇKT'nin 5. sorusuna ön, son ve gecikmiş testlerde vermiş oldukları cevapların kategorilere göre frekansları ile sorunun açık uçlu kısmında kullandıkları örnek ifadeler Tablo 18'de sunulmuştur.

Tablo 18. İMÇKT'nin 5. Sorusuna Verilen Cevapların Frekansları ve Örnek İfadeler

	Deney Grubu			Kontrol Grubu			Açık Uçlu Kısım İçin Örnek İfadeler
	$f_{ÖT}$	f_{ST}	f_{GT}	$f_{ÖT}$	f_{ST}	f_{GT}	
DS-DA	4	16	19	3	12	9	DA _{ÖT} ; Momentum = kütle x hız olduğu için momentumu eşit olan cismin kütle x hız değeri de eşittir. (D4,D5,D16,D21,K2,K12,K20)
DS-KDA	-	-	-	-	-	-	
YS-DA	-	-	-	-	-	-	
BS-DA	-	-	-	-	-	-	DYA _{ÖT} ; Momentum, kütle ile orantılı olduğu için kütleyle eşittir. (K24)
DS-DYA	-	-	-	-	-	1	
YS-KDA	-	-	1	-	-	-	YA _{ST} ; V=P olduğundan momentumları eşitse hızları da eşittir. (D7,K13,K21)
BS-KDA	-	-	-	-	-	-	
DS-YA	1	1	-	1	1	-	
DS-BA	7	4	2	10	7	7	BA _{ST} ; Özkütle maddelerin ortak ve değişmeyen özelliklerindedir. (D13)
YS-DYA	-	-	-	1	-	-	
BS-DYA	-	-	-	-	-	-	KDA _{GT} ; Momentum, hız ile doğru orantılıdır. (D7)
YS-YA	5	2	-	-	3	1	
YS-BA	6	2	2	9	2	7	
BS-YA	-	-	-	-	-	-	
BS-BA	2	-	1	1	-	-	

Tablo 18'e göre ön testte İMÇKT'nin 5. sorusunun DS-DA kategorisine uygun cevap veren deney grubu öğretmen adaylarının sayısı 4 iken kontrol grubunda bu sayı 3'tür. Son testte, aynı kategoriye uygun cevap veren deney grubu öğretmen adaylarının sayısı 16, kontrol grubu öğretmen adaylarının sayısı 12'dir. Gecikmiş testte ise aynı kategoriye uygun cevap veren deney grubu öğretmen adaylarının sayısı 19, kontrol grubu öğretmen adaylarının sayısı 9 olmuştur.

Tablo 18'e göre ön testte, İMÇKT'nin 5. sorusundan, deney grubu öğretmen adaylarının toplam 13'ünün, kontrol grubu öğretmen adaylarının toplam 10'unun; son testte, deney grubu öğretmen adaylarının toplam 4'ünün, kontrol grubu öğretmen adaylarının toplam 5'inin; gecikmiş testte ise, deney grubu öğretmen adaylarının toplam 3'ünün, kontrol grubu öğretmen adaylarının toplam 8'inin puan alamadıkları görülmektedir. Ayrıca Tablo 18'e göre, öğretmen adaylarının, sorunun çoktan seçmeli ilk kısmını doğru işaretleyip, ikinci kısmına boş/anlaşılmayan/ilgisiz açıklama yaptıkları DS-BA kategorisine giren cevaplarının frekansları da oldukça fazladır. Ön testte bu frekanslar, deney grubu ve

kontrol grubu öğretmen adayları için sırasıyla, 7 ve 10; son testte 4 ve 7; gecikmiş testte ise 2 ve 7'dir.

Öğretmen adaylarının, İMÇKT'nin 6. sorusuna ön, son ve gecikmiş testlerde vermiş oldukları cevapların kategorilere göre frekansları ile sorunun açık uçlu kısmında kullandıkları örnek ifadeler Tablo 19'da sunulmuştur.

Tablo 19. İMÇKT'nin 6. Sorusuna Verilen Cevapların Frekansları ve Örnek İfadeler

	Deney Grubu			Kontrol Grubu			Açık Uçlu Kısım İçin Örnek İfadeler
	$f_{ÖT}$	f_{ST}	f_{GT}	$f_{ÖT}$	f_{ST}	f_{GT}	
DS-DA	5	5	1	1	2	-	YA _{ÖT} ; Kütlesi küçük olanın momentumu da küçük olur. (D6,K10,K24)
DS-KDA	5	18	19	4	15	14	
YS-DA	-	-	-	-	-	-	DA _{ST} ; Kütle x Hız değerleri aynı (2mV) olduğundan momentumları aynı büyüklükte fakat hız yönleri zıt olduğu için zıt yönlüdür. (D3,D4,D10,D11,D20,K1,K4,K8,K12,K24)
BS-DA	-	-	-	-	-	-	
DS-DYA	-	1	-	1	3	-	DYA _{ST} ; Momentumları aynıdır. Hız yönlerinden dolayı yönleri zıttır. (K3)
YS-KDA	-	-	1	-	1	-	
BS-KDA	-	-	-	-	-	-	
DS-YA	-	1	1	2	1	-	
DS-BA	8	-	2	9	1	3	
YS-DYA	-	-	-	-	1	-	
BS-DYA	-	-	-	-	-	-	YA _{GT} ; Kütle ile momentum ters orantılı olduğundan kütlesi küçük olanın momentumu daha büyüktür. (K16)
YS-YA	1	-	1	3	1	6	
YS-BA	4	-	-	4	-	2	
BS-YA	-	-	-	-	-	-	
BS-BA	2	-	-	1	-	-	

Tablo 19'a göre ön testte İMÇKT'nin 6. sorusunun DS-DA ve DS-KDA kategorilerine uygun cevap veren deney grubu öğretmen adaylarının toplamı 10 iken, kontrol grubunda bu toplam 5'tir. Son testte, aynı kategorilere uygun cevap veren deney grubu öğretmen adaylarının toplamı 23, kontrol grubu öğretmen adaylarının toplamı 17'dir. Gecikmiş testte ise aynı kategorilere uygun cevap veren deney grubu öğretmen adaylarının toplamı 20, kontrol grubu öğretmen adaylarının toplamı 14 olmuştur.

Tablo 19'a göre ön testte, İMÇKT'nin 6. sorusundan, deney grubu öğretmen adaylarının toplam 7'sinin, kontrol grubu öğretmen adaylarının toplam 8'inin YS-YA, YS-BA, BS-YA ve BS-BA kategorilerine uygun cevaplar verip puan alamadıkları görülürken, son testte, kontrol grubundan 1 öğretmen adayının puan alamadığı tespit edilmiştir. Deney grubu öğretmen adaylarının da son testte, bu kategorilere uygun cevap vermemiş oldukları görülmektedir. Gecikmiş testte ise, deney grubu öğretmen adaylarının toplam 1'inin, kontrol grubu öğretmen adaylarının toplam 8'inin bu kategorilere uygun cevaplar verip puan alamadıkları görülmektedir. Ayrıca Tablo 19'a göre, her iki gruptaki öğretmen

adayları, hiçbir test çeşidinde, İMÇKT'nin 6. sorusuna YS-DA, BS-DA, BS-KDA, BS-DYA ve BS-YA kategorilerine uygun cevap vermedikleri görülmektedir.

Öğretmen adaylarının, İMÇKT'nin 7. sorusuna ön, son ve gecikmiş testlerde vermiş oldukları cevapların kategorilere göre frekansları ile sorunun açık uçlu kısmında kullandıkları örnek ifadeler Tablo 20'de sunulmuştur.

Tablo 20. İMÇKT'nin 7. Sorusuna Verilen Cevapların Frekansları ve Örnek İfadeler

	Deney Grubu			Kontrol Grubu			Açık Uçlu Kısım İçin Örnek İfadeler
	$f_{ÖT}$	f_{ST}	f_{GT}	$f_{ÖT}$	f_{ST}	f_{GT}	
DS-DA	4	14	14	1	9	8	YA _{ÖT} ; Kütlesi küçük, hızı büyük olan cisimlerin etkisi daha büyüktür. (D11)
DS-KDA	3	1	2	1	1	4	
YS-DA	-	1	-	-	-	-	DA _{ST} ; Momentumu büyük olanın camı kırma ihtimali daha fazladır. (D2,D3,D4,D5,D6,D9,D10,D12,D14 ,D18,D19,D20,D21,D22,D24,K1,K2 ,K11,K12,K15,K17,K19,K22,K23)
BS-DA	-	-	-	-	-	-	
DS-DYA	-	-	-	-	1	-	DYA _{ST} ; $P=m.V$ den $3m/s \times 0,6kg = 1,8kgm/s$. Momentumu daha büyük olduğundan hızı da daha büyüktür. (K13)
YS-KDA	2	-	-	-	-	-	
BS-KDA	-	-	-	-	-	-	YA _{GT} ; Hızı fazla olan daha kolay kırar. (D1,D8,D13,D16,D18,D25,K3,K10, K14,K16,K20,K24,K25)
DS-YA	-	1	1	2	2	-	
DS-BA	4	2	-	6	2	3	
YS-DYA	-	-	-	-	-	-	
BS-DYA	-	-	-	-	-	-	
YS-YA	11	5	7	6	7	8	
YS-BA	1	1	1	7	3	2	
BS-YA	-	-	-	-	-	-	
BS-BA	-	-	-	2	-	-	

Tablo 20'ye bakıldığında, ön testte İMÇKT'nin 7. sorusunun DS-DA ve DS-KDA kategorilerine uygun cevap veren deney grubu öğretmen adaylarının toplamı 7 iken kontrol grubunda 2'dir. Son testte, aynı kategorilere uygun cevap veren deney grubu öğretmen adaylarının toplamı 15, kontrol grubu öğretmen adaylarının toplamı ise 10'dur. Gecikmiş testte ise aynı kategorilere uygun cevap veren deney grubu öğretmen adaylarının toplamı 16, kontrol grubu öğretmen adaylarının toplamı 12 olmuştur.

Tablo 20'ye göre ön testte, İMÇKT'nin 7. sorusundan, deney grubu öğretmen adaylarının toplam 12'sinin, kontrol grubu öğretmen adaylarının toplam 15'inin; son testte, deney grubu öğretmen adaylarının toplam 6'sının, kontrol grubu öğretmen adaylarının toplam 10'unun; gecikmiş testte ise, deney grubu öğretmen adaylarının toplam 8'inin, kontrol grubu öğretmen adaylarının toplam 10'unun puan alamadıkları görülmektedir. Ayrıca Tablo 20'ye göre, her iki gruptaki öğretmen adayları, hiçbir test çeşidinde, İMÇKT'nin 7. sorusuna BS-DA, BS-KDA, YS-DYA, BS-DYA ve BS-YA kategorilerine giren cevap vermedikleri görülmektedir.

Öğretmen adaylarının, İMÇKT'nin 8. sorusuna ön, son ve gecikmiş testlerde vermiş oldukları cevapların kategorilere göre frekansları ile sorunun açık uçlu kısmında kullandıkları örnek ifadeler Tablo 21'de sunulmuştur.

Tablo 21. İMÇKT'nin 8. Sorusuna Verilen Cevapların Frekansları ve Örnek İfadeler

	Deney Grubu			Kontrol Grubu			Açık Uçlu Kısım İçin Örnek İfadeler
	$f_{\text{ÖT}}$	f_{ST}	f_{GT}	$f_{\text{ÖT}}$	f_{ST}	f_{GT}	
DS-DA	-	4	-	-	-	1	YA _{ÖT} ; Aynı net kuvvete maruz kaldıklarından aldıkları yollar ve momentumları aynıdır. (D4,D25)
DS-KDA	-	3	2	-	-	-	
YS-DA	-	-	-	-	-	-	YA _{ST} ; Kütleler oranı 4 olduğu için momentumları oranı da 4'tür. Kütleleri büyük olanın momentumu da büyüktür.
BS-DA	-	-	-	-	-	-	
DS-DYA	-	-	-	-	1	-	(D6,D7,D8,D9,D12,D13,D14,D16,D17,D24,K3,K11,K12,K20)
YS-KDA	-	-	1	-	1	-	
BS-KDA	-	-	-	-	-	-	DA _{GT} ; Cisimlere uygulanan kuvvetin, cisimlere kazandırdığı hız kütlelerle ters orantılı olduğundan kütleleri fazla olan cismin hızı aynı oranda az olur. Bu durumda momentum büyüklükleri (m.V) eşit olur. (K23)
DS-YA	1	-	-	1	-	-	
DS-BA	2	1	1	4	1	2	
YS-DYA	-	-	-	-	-	-	
BS-DYA	-	-	-	-	-	-	
YS-YA	9	12	9	5	9	12	
YS-BA	11	4	11	14	11	8	
BS-YA	-	-	-	-	-	-	
BS-BA	2	1	1	1	2	2	

Tablo 21'e göre ön testte İMÇKT'nin 8. sorusunun DS-DA ve DS-KDA kategorilerine uygun cevap veren deney grubu ve kontrol grubu öğretmen adayı bulunmazken, son testte, aynı kategorilere uygun cevap veren deney grubu öğretmen adaylarının toplamı 7 iken, bu kategorilere uygun cevap veren kontrol grubu öğretmen adayı bulunmamaktadır. Gecikmiş testte ise aynı kategorilere uygun cevap veren deney grubu öğretmen adaylarının toplamı 2, kontrol grubu öğretmen adaylarının toplamı ise 1 olmuştur.

Tablo 21'e göre her test çeşidi için, deney ve kontrol grubu öğretmen adaylarının İMÇKT'nin 8. sorusundan puan alamadıkları kategorilere giren cevapların frekansları oldukça fazladır. Ön testte, deney grubu öğretmen adaylarının toplam 22'sinin, kontrol grubu öğretmen adaylarının toplam 20'sinin; son testte, deney grubu öğretmen adaylarının toplam 17'sinin, kontrol grubu öğretmen adaylarının toplam 22'sinin; gecikmiş testte ise, deney grubu öğretmen adaylarının toplam 21'inin, kontrol grubu öğretmen adaylarının toplam 22'sinin puan alamadıkları görülmektedir.

Öğretmen adaylarının, İMÇKT'nin 9. sorusuna ön, son ve gecikmiş testlerde vermiş oldukları cevapların kategorilere göre frekansları ile sorunun açık uçlu kısmında kullandıkları örnek ifadeler Tablo 22'de sunulmuştur.

Tablo 22. İMÇKT'nin 9. Sorusuna Verilen Cevapların Frekansları ve Örnek İfadeler

	Deney Grubu			Kontrol Grubu			Açık Uçlu Kısım İçin Örnek İfadeler
	$f_{\text{ÖT}}$	f_{ST}	f_{GT}	$f_{\text{ÖT}}$	f_{ST}	f_{GT}	
DS-DA	-	2	1	-	1	-	YA _{ÖT} ; Kütleleri ile orantılı olarak hızlandıklarından ağır cismin 2V, hafif cismin V hızı olur. Hız oranları da momentum oranlarını verir. (K3)
DS-KDA	-	2	-	-	-	2	
YS-DA	-	-	-	-	-	-	
BS-DA	-	-	-	-	-	-	DA _{ST} ; $\vec{F} \cdot \Delta t = m \cdot \Delta \vec{V}$ den ΔV 'ler eşit olur. $\vec{P} = m \cdot \vec{V}$ den hafif cismin momentumu ağırın yarısı olur. (D21,K3)
DS-DYA	-	-	-	-	-	-	
YS-KDA	-	1	-	-	2	-	
BS-KDA	-	-	-	-	-	-	YA _{ST} ; Kuvvetle kütle çarpılarak bulunur ve oranlanır. (D2,D7,D9,D12,D14,D15,D17,D24,K2,K10,K11,K18,K21,K25)
DS-YA	2	1	1	2	3	1	
DS-BA	2	5	-	3	2	4	
YS-DYA	-	2	1	-	1	-	DA _{GT} ; $l=F.t=\Delta P$ dir. $l_1/l_2=1/2$ ise hafif cismin momentumu ağır cisminin yarısı olur. (D21)
BS-DYA	-	-	-	-	-	-	
YS-YA	8	7	7	2	6	6	
YS-BA	10	3	13	16	8	11	
BS-YA	-	-	1	-	-	-	
BS-BA	3	2	1	2	2	1	

Tablo 22'ye göre İMÇKT'nin 9. sorusuna verilen cevaplara benzer şekilde, ön testte İMÇKT'nin 9. sorusunun DS-DA ve DS-KDA kategorilerine uygun cevap veren deney grubu ve kontrol grubu öğretmen adayı bulunmazken, son testte, aynı kategorilere uygun cevap veren deney grubu öğretmen adaylarının toplamı 4, kontrol grubu öğretmen adaylarının toplamı 1 olmuştur. Gecikmiş testte ise bu kategorilere uygun cevap veren deney grubu öğretmen adaylarının toplamı 1, kontrol grubu öğretmen adaylarının toplamı ise 2'dir.

Tablo 22'ye göre her test çeşidi için, deney grubu ve kontrol grubu öğretmen adaylarının İMÇKT'nin 9. sorusundan puan alamadıkları kategorilere giren cevapları frekansları oldukça fazladır. Ön testte, deney grubu öğretmen adaylarının toplam 21'inin, kontrol grubu öğretmen adaylarının toplam 20'sinin; son testte, deney grubu öğretmen adaylarının toplam 12'sinin, kontrol grubu öğretmen adaylarının toplam 16'sinin; gecikmiş testte ise, deney grubu öğretmen adaylarının toplam 15'inin, kontrol grubu öğretmen adaylarının toplam 18'inin puan alamadıkları görülmektedir.

Öğretmen adaylarının, İMÇKT'nin 10. sorusuna ön, son ve gecikmiş testlerde vermiş oldukları cevapların kategorilere göre frekansları ile sorunun açık uçlu kısmında kullandıkları örnek ifadeler Tablo 23'te sunulmuştur.

Tablo 23. İMÇKT'nin 10. Sorusuna Verilen Cevapların Frekansları ve Örnek İfadeler

	Deney Grubu			Kontrol Grubu			Açık Uçlu Kısım İçin Örnek İfadeler
	$f_{\text{ÖT}}$	f_{ST}	f_{GT}	$f_{\text{ÖT}}$	f_{ST}	f_{GT}	
DS-DA	-	2	1	1	2	3	KDA _{ÖT} ; İlk momentum = 40.0,5 = 20kgm/s; son momentum = (-30).0,5 = -15kgm/s olur. (D21,K20)
DS-KDA	-	-	-	-	-	-	
YS-DA	-	-	-	-	-	-	YA _{ST} ; İlk momentum = 40.0,5 = 20; son momentum = 30.0,5=15 ise momentum değişimi = 20-15 = 5 olur. (D3,D4,D6,D13,D16,D24,K2,K9,K15)
BS-DA	-	-	-	-	-	-	
DS-DYA	-	-	-	-	-	-	DA _{GT} ; İlk momentum = 40.0,5 = 20kgm/s; son momentum = (-30).0,5 = -15kgm/s olur. Değişim = 20-(-15) = 35kgm/s olur. (D21,K1,K3,K17)
YS-KDA	1	-	-	1	2	-	
BS-KDA	-	-	-	-	-	-	YA _{GT} ; Momentum korunumundan faydalanılır. Pi=Ps. (D23,K22,K25)
DS-YA	-	1	-	-	-	-	
DS-BA	2	-	3	4	7	5	
YS-DYA	-	-	-	-	-	-	YA _{GT} ; Momentum korunumundan faydalanılır. Pi=Ps. (D23,K22,K25)
BS-DYA	-	-	-	-	-	-	
YS-YA	3	9	11	-	5	4	
YS-BA	11	8	4	8	4	5	
BS-YA	-	-	-	-	-	2	
BS-BA	8	5	6	11	5	6	

Tablo 23'e göre ön testte İMÇKT'nin 10. sorusunun DS-DA kategorisine uygun cevap veren deney grubu öğretmen adayı bulunmazken, kontrol grubu öğretmen adayı sayısı 1'dir. Son testte, aynı kategoriye uygun cevap veren 2'şer deney grubu ve kontrol grubu öğretmen adayı vardır. Gecikmiş testte ise bu kategoriye uygun cevap veren 1 deney grubu öğretmen adayı, 3 kontrol grubu öğretmen adayı tespit edilmiştir.

Tablo 23'e bakıldığında, ön testte, İMÇKT'nin 10. sorusundan, deney grubu öğretmen adaylarının toplam 22'sinin, kontrol grubu öğretmen adaylarının toplam 19'unun YS-YA, YS-BA, BS-YA ve BS-BA kategorilerine uygun cevaplar verip puan alamadıkları görülürken, son testte, bu sayıların, deney grubu öğretmen adayları için toplam 22, kontrol grubu öğretmen adayları için toplam 14 olduğu görülmektedir. Gecikmiş testte ise, deney grubu öğretmen adaylarının toplam 21'inin, kontrol grubu öğretmen adaylarının toplam 17'sinin bu kategorilere uygun cevaplar verip puan alamadıkları görülmektedir. Ayrıca Tablo 23'e göre, her iki gruptaki öğretmen adayları, hiçbir test çeşidinde, İMÇKT'nin 10. sorusuna DS-KDA, YS-DA, BS-DA, DS-DYA, BS-KDA, YS-DYA ve BS-DYA kategorilerine giren cevap vermedikleri görülmektedir.

Öğretmen adaylarının, İMÇKT'nin 11. sorusuna ön, son ve gecikmiş testlerde vermiş oldukları cevapların kategorilere göre frekansları ile sorunun açık uçlu kısmında kullandıkları örnek ifadeler Tablo 24'te sunulmuştur.

Tablo 24. İMÇKT'nin 11. Sorusuna Verilen Cevapların Frekansları ve Örnek İfadeler

	Deney Grubu			Kontrol Grubu			Açık Uçlu Kısım İçin Örnek İfadeler
	$f_{\text{ÖT}}$	f_{ST}	f_{GT}	$f_{\text{ÖT}}$	f_{ST}	f_{GT}	
DS-DA	-	7	2	-	4	3	DYA _{ST} ; İtme=momentum ise $25 \times \Delta t = 0,02 \times 500$ olacağından $\Delta t=0,4s$ çıkar. (D4)
DS-KDA	-	-	-	-	-	-	
YS-DA	-	-	-	-	-	-	
BS-DA	-	-	-	-	-	-	
DS-DYA	-	1	1	-	-	1	DA _{GT} ; İtme momentum değişimine eşittir. $F \cdot \Delta t = m \cdot \Delta V \rightarrow 25 \cdot \Delta t = 0,02 \cdot 500 \rightarrow \Delta t = 0,4s$ çıkar. (D16,D21,K3,K8,K9)
YS-KDA	-	-	-	-	-	-	
BS-KDA	-	-	-	-	-	-	
DS-YA	-	1	-	-	-	-	
DS-BA	7	4	9	4	7	9	
YS-DYA	-	-	1	-	-	-	
BS-DYA	-	-	-	-	-	-	
YS-YA	1	-	-	2	1	-	
YS-BA	7	2	3	9	8	7	
BS-YA	-	-	-	-	-	1	
BS-BA	10	10	9	10	5	4	

Tablo 24'e göre ön testte İMÇKT'nin 11. sorusunun DS-DA kategorisine uygun cevap veren deney grubu ve kontrol grubu öğretmen adayı bulunmazken, son testte, aynı kategoriye uygun cevap veren 7 deney grubu öğretmen adayı, 4 kontrol grubu öğretmen adayı tespit edilmiştir. Gecikmiş testte ise bu kategoriye uygun cevap veren 2 deney grubu öğretmen adayı, 3 kontrol grubu öğretmen adayı vardır.

Tablo 24'e göre ön testte, İMÇKT'nin 11. sorusundan, deney grubu öğretmen adaylarının toplam 18'inin, kontrol grubu öğretmen adaylarının toplam 21'inin puan alamadıkları görülürken, son testte, bu sayıların, deney grubu öğretmen adayları için toplam 12, kontrol grubu öğretmen adayları için toplam 14 olduğu görülmektedir. Gecikmiş testte ise, deney grubu ve kontrol grubu öğretmen adaylarının toplam 12'serinin puan alamadıkları tespit edilmiştir. Ayrıca Tablo 24'e göre, her iki gruptaki öğretmen adayları, hiçbir test çeşidinde, İMÇKT'nin 11. sorusuna DS-KDA, YS-DA, BS-DA, YS-KDA, BS-KDA ve BS-DYA kategorilerine giren cevap vermedikleri görülmektedir.

Öğretmen adaylarının, İMÇKT'nin 12. sorusuna ön, son ve gecikmiş testlerde vermiş oldukları cevapların kategorilere göre frekansları ile sorunun açık uçlu kısmında kullandıkları örnek ifadeler Tablo 25'te sunulmuştur.

Tablo 25. İMÇKT'nin 12. Sorusuna Verilen Cevapların Frekansları ve Örnek İfadeler

	Deney Grubu			Kontrol Grubu			Açık Uçlu Kısım İçin Örnek İfadeler
	$f_{\text{ÖT}}$	f_{ST}	f_{GT}	$f_{\text{ÖT}}$	f_{ST}	f_{GT}	
DS-DA	-	-	-	-	-	-	

Tablo 25'in devamı

DS-KDA	-	3	-	-	-	1	YA _{ÖT} ; Kuvvetlerin bileşkesi güneydoğu yönünü verir. (K24)
YS-DA	-	-	-	-	-	-	
BS-DA	-	-	-	-	-	-	KDA _{ST} ; Doğuya gitmesi için kuzey yönünde bir kuvvet uygulanıp tekrar doğu yönünde uygulanması gerekir. Bu da kuzeydoğu yönü demektir. (D1,D3,D19)
DS-DYA	-	-	-	-	1	-	
YS-KDA	-	-	-	-	-	-	
BS-KDA	-	-	-	-	-	-	YA _{GT} ; Bileşke güneydoğu yönünü verir. (D10,K7,K24)
DS-YA	-	1	-	-	1	-	
DS-BA	8	4	9	10	4	11	
YS-DYA	-	-	-	-	-	-	
BS-DYA	-	-	-	-	-	-	
YS-YA	2	4	1	1	5	1	
YS-BA	14	10	12	12	14	8	
BS-YA	-	-	-	-	-	-	
BS-BA	1	3	3	2	-	4	

Tablo 25'e göre deney grubu ve kontrol gruplarından, bütün test çeşitleri için, İMÇKT'nin 12. sorusunun DS-DA kategorisine uygun cevap veren hiçbir öğretmen adayı bulunmazken, DS-KDA kategorisine uygun cevap veren deney grubu öğretmen adaylarının toplamı son testte 3, kontrol grubu öğretmen adaylarının toplamı gecikmiş testte 1'dir. Tablo 25'ten de anlaşılacağı gibi İMÇKT'nin 12. sorusundan puan alamadıkları kategorilere giren cevaplar ön testte, deney grubu öğretmen adaylarının toplam 17'sini, kontrol grubu öğretmen adaylarının toplam 15'ini; son testte, deney grubu öğretmen adaylarının toplam 17'sini, kontrol grubu öğretmen adaylarının toplam 19'unu; gecikmiş testte ise, deney grubu öğretmen adaylarının toplam 16'sını, kontrol grubu öğretmen adaylarının toplam 13'ünü oluşturmaktadır.

Ayrıca Tablo 25'e göre, sorunun çoktan seçmeli ilk kısmını doğru işaretleyip, ikinci kısmına boş/anlaşılmayan/ilgisiz açıklama yaptıkları DS-BA kategorisine giren cevapların sayısı da oldukça fazladır. Ön testte bu sayılar deney grubu ve kontrol grubu öğretmen adayları için sırasıyla, toplam 8 ve 10; son testte toplam 4 ve 4; gecikmiş testte ise toplam 9 ve 11'dir.

Öğretmen adaylarının, İMÇKT'nin 13. sorusuna ön, son ve gecikmiş testlerde vermiş oldukları cevapların kategorilere göre frekansları ile sorunun açık uçlu kısmında kullandıkları örnek ifadeler Tablo 26'da sunulmuştur.

Tablo 26. İMÇKT'nin 13. Sorusuna Verilen Cevapların Frekansları ve Örnek İfadeler

	Deney Grubu			Kontrol Grubu			Açık Uçlu Kısım İçin Örnek İfadeler
	$f_{ÖT}$	f_{ST}	f_{GT}	$f_{ÖT}$	f_{ST}	f_{GT}	
DS-DA	-	4	3	-	3	-	

Tablo 26'nin devamı

DS-KDA	-	1	1	1	-	3	KDA _{ÖT} ; Momentum = 25x600 = 15000. 5s'de ani fren yapıyorsa 3000N olur. (K9)
YS-DA	-	-	-	-	-	-	
BS-DA	-	-	-	-	-	-	
DS-DYA	-	1	-	-	-	1	DA _{ST} ; $\vec{P}_s - \vec{P}_i = \vec{I} = \vec{F}_s \cdot \Delta t = 0 - 600 \cdot 25 = F_s \cdot 5$ ise $F_s = -3000N$ olur. (K3,K8,K12,D5,D15,D16,D25)
YS-KDA	-	-	-	-	1	-	
BS-KDA	-	-	-	-	-	-	
DS-YA	-	2	-	1	1	-	YA _{ST} ; Momentum korunmalıdır. (D2,D22)
DS-BA	4	6	10	5	9	8	
YS-DYA	-	-	-	-	-	-	
BS-DYA	-	-	-	-	-	-	DYA _{GT} ; İtme = momentum olacağından $Fx_5=600x25$ olur ve $F=3000N$ çıkar. (K12)
YS-YA	-	-	-	-	-	-	
YS-BA	5	-	1	7	3	3	
BS-YA	-	-	-	-	-	-	
BS-BA	16	11	10	11	8	10	

Tablo 26'ya göre, ön testte İMÇKT'nin 13. sorusunun DS-DA ve DS-KDA kategorilerine uygun cevap veren deney grubu öğretmen adayı bulunmazken, kontrol grubu öğretmen adayı toplam sayısı 1'dir. Son testte, aynı kategorilere uygun cevap veren deney grubu öğretmen adaylarının toplamı 5, kontrol grubu öğretmen adaylarının toplamı 3 olmuştur. Gecikmiş testte ise bu kategorilere uygun cevap veren deney grubu öğretmen adaylarının toplamı 4, kontrol grubu öğretmen adaylarının toplamı ise 3'tür. Tablo 26'dan de görüldüğü üzere, İMÇKT'nin 13. sorusunun BS-BA kategorisine uygun cevap veren deney grubu öğretmen adayı toplamı ön testte 16, son testte 11, gecikmiş testte 10 iken, kontrol grubu için bu toplamlar sırasıyla 11, 8 ve 10 olmuştur.

Öğretmen adaylarının, İMÇKT'nin 14. sorusuna ön, son ve gecikmiş testlerde vermiş oldukları cevapların kategorilere göre frekansları ile sorunun açık uçlu kısmında kullandıkları örnek ifadeler Tablo 27'de sunulmuştur.

Tablo 27. İMÇKT'nin 14. Sorusuna Verilen Cevapların Frekansları ve Örnek İfadeler

	Deney Grubu			Kontrol Grubu			Açık Uçlu Kısım İçin Örnek İfadeler
	$f_{ÖT}$	f_{ST}	f_{GT}	$f_{ÖT}$	f_{ST}	f_{GT}	
DS-DA	1	11	4	-	7	1	KDA _{ÖT} ; Kütle ile alınan yol ters orantılıdır. (D1,D8)
DS-KDA	2	5	1	-	5	2	DA _{ST} ; Momentumları eşit büyüklükte olmalıdır yani momentum korunmalıdır. Ayrıca hız ile yol da doğru orantılı ise $50.3=75.x$ ise $x=2m$. (D1,D2,D4,D6,D13,D14,D16,D19,D20,D21,D24,K2,K3,K5,K7,K11,K17,K24)
YS-DA	-	-	-	-	-	-	
BS-DA	-	-	-	-	-	-	
DS-DYA	1	1	-	1	1	-	
YS-KDA	-	1	-	-	1	-	
BS-KDA	-	1	-	-	-	-	
DS-YA	1	-	-	1	-	-	
DS-BA	6	1	6	4	3	7	

Tablo 27'nin devamı

YS-DYA	-	-	2	-	-	-	YA _{ST} ; Kütle ile alınan yol doğru orantılıdır. (D9,D18,K14)
BS-DYA	-	-	-	-	-	-	
YS-YA	1	2	-	-	1	-	DYA _{GT} ; Momentum korunur. Kütle ile alınan yol doğru orantılıdır. (D1,D4)
YS-BA	13	1	9	12	5	11	
BS-YA	-	-	-	-	-	-	
BS-BA	-	2	3	7	2	4	

Tablo 27'ye göre ön testte İMÇKT'nin 14. sorusunun DS-DA ve DS-KDA kategorilerine uygun cevap veren kontrol grubu öğretmen adayı bulunmazken, deney grubu öğretmen adayı toplamı 3'tür. Son testte, aynı kategorilere uygun cevap veren deney grubu öğretmen adaylarının toplamı 16, kontrol grubu öğretmen adaylarının toplamı 12 olmuştur. Gecikmiş testte ise bu kategorilere uygun cevap veren deney grubu ve kontrol grubu öğretmen adaylarının toplamları sırasıyla 5 ve 3'tür. Tablo 27'ye göre ön testte, deney grubu öğretmen adaylarının toplam 14'ünün, kontrol grubu öğretmen adaylarının toplam 19'unun; son testte, deney grubu öğretmen adaylarının toplam 5'inin, kontrol grubu öğretmen adaylarının toplam 8'inin; gecikmiş testte ise, deney grubu öğretmen adaylarının toplam 12'sinin, kontrol grubu öğretmen adaylarının toplam 15'inin puan alamadıkları görülmektedir.

Öğretmen adaylarının, İMÇKT'nin 15. sorusuna ön, son ve gecikmiş testlerde vermiş oldukları cevapların kategorilere göre frekansları ile sorunun açık uçlu kısmında kullandıkları örnek ifadeler Tablo 28'de sunulmuştur.

Tablo 28. İMÇKT'nin 15. Sorusuna Verilen Cevapların Frekansları ve Örnek İfadeler

	Deney Grubu			Kontrol Grubu			Açık Uçlu Kısım İçin Örnek İfadeler
	$f_{ÖT}$	f_{ST}	f_{GT}	$f_{ÖT}$	f_{ST}	f_{GT}	
DS-DA	-	1	1	-	1	1	YA _{ÖT} ; Cismin + yönde gidebilmesi için – yönde itme uygulanmalı.
DS-KDA	-	-	-	-	1	-	Kütle m hız da V olduğundan büyüklük mV'dir. (D17)
YS-DA	-	-	-	-	-	-	
BS-DA	-	-	-	-	-	-	DA _{ST} ; $\vec{I} = \Delta\vec{P} = \vec{P}_s - \vec{P}_i$ buradan, $I = m.V - (-m.V) = 2mV$ 'dir. (D21,K1)
DS-DYA	-	-	-	-	-	-	
YS-KDA	-	-	2	-	-	1	YA _{ST} ; Cismin momentumunun büyüklüğü kadar itme uygulanmıştır. (D1)
BS-KDA	-	-	-	-	-	-	
DS-YA	3	1	-	-	2	-	
DS-BA	4	6	11	7	3	6	KDA _{GT} ; İtme momentum değişimine eşittir. (D1,D22,K10)
YS-DYA	-	-	-	-	-	-	
BS-DYA	-	-	-	-	-	-	
YS-YA	8	2	1	4	4	1	
YS-BA	10	14	9	12	13	15	
BS-YA	-	-	-	-	-	-	
BS-BA	-	1	1	2	1	1	

Tablo 28'e göre ön testte İMÇKT'nin 15. sorusunun DS-DA ve DS-KDA kategorilerine uygun cevap veren deney ve kontrol grubu öğretmen adayı bulunmazken, son testte, aynı kategorilere uygun cevap veren deney grubu öğretmen adaylarının toplamı 1, kontrol grubu öğretmen adaylarının toplamı 2 olmuştur. Gecikmiş testte ise bu kategorilere uygun cevap veren deney grubu ve kontrol grubu öğretmen adaylarının toplamları aynı ve 1'dir. Tablo 28'e göre ön testte, deney grubu ve kontrol grubu öğretmen adaylarının toplam 18'erinin; son testte, deney grubu öğretmen adaylarının toplam 17'sinin, kontrol grubu öğretmen adaylarının toplam 18'inin; gecikmiş testte ise, deney grubu öğretmen adaylarının toplam 11'inin, kontrol grubu öğretmen adaylarının toplam 17'sinin puan alamadıkları görülmektedir.

Öğretmen adaylarının, İMÇKT'nin 16. sorusuna ön, son ve gecikmiş testlerde vermiş oldukları cevapların kategorilere göre frekansları ile sorunun açık uçlu kısmında kullandıkları örnek ifadeler Tablo 29'da sunulmuştur.

Tablo 29. İMÇKT'nin 16. Sorusuna Verilen Cevapların Frekansları ve Örnek İfadeler

	Deney Grubu			Kontrol Grubu			Açık Uçlu Kısım İçin Örnek İfadeler
	$f_{ÖT}$	f_{ST}	f_{GT}	$f_{ÖT}$	f_{ST}	f_{GT}	
DS-DA	-	1	-	-	-	1	YA _{ÖT} ; Başlangıç noktasından bitiş noktasına çizilen vektördür. (D6,K3,K7)
DS-KDA	-	-	-	-	-	-	
YS-DA	-	-	-	-	-	-	DA _{ST} ; İtme momentum değişimidir. Son momentum vektörü, ilkinden vektörel olarak çıkarılırsa itme vektörü bulunur. (D21)
BS-DA	-	-	-	-	-	-	
DS-DYA	-	-	-	-	-	-	YA _{GT} ; İtme vektörünün yönü diskin geri sıçradığı yöndür. (D8,D11,K24)
YS-KDA	-	-	-	-	-	-	
BS-KDA	-	-	-	-	-	-	
DS-YA	2	-	1	1	-	-	
DS-BA	5	7	4	8	9	12	
YS-DYA	-	-	-	-	-	-	
BS-DYA	-	-	-	-	-	-	
YS-YA	3	5	5	2	7	6	
YS-BA	13	9	14	13	9	6	
BS-YA	-	-	-	-	-	-	
BS-BA	2	3	1	1	-	-	

Tablo 29'a göre son testte İMÇKT'nin 16. sorusunun DS-DA kategorisine uygun cevap veren, deney grubu öğretmen adaylarının ve gecikmiş testte aynı kategoriye uygun cevap veren kontrol grubu öğretmen adaylarının sayısı 1'dir. Tablo 29'a göre ön testte, deney grubu öğretmen adaylarının toplam 18'inin, kontrol grubu öğretmen adaylarının toplam 16'sinin; son testte, deney grubu öğretmen adaylarının toplam 17'sinin, kontrol grubu öğretmen adaylarının toplam 16'sinin; gecikmiş testte ise, deney grubu öğretmen adaylarının toplam 20'sinin, kontrol grubu öğretmen adaylarının toplam 12'sinin YS-YA,

YS-BA ve BS-BA kategorilerine uygun cevaplar verip puan alamadıkları görülmektedir. Ayrıca Tablo 29'a göre, her iki gruptaki öğretmen adayları, hiçbir test çeşidinde, İMÇKT'nin 16. sorusuna DS-KDA, YS-DA, BS-DA, DS-DYA, YS-KDA, BS-KDA, YS-DYA, BS-DYA ve BS-YA kategorilerine giren cevap vermedikleri görülmektedir.

Öğretmen adaylarının, İMÇKT'nin 17. sorusuna ön, son ve gecikmiş testlerde vermiş oldukları cevapların kategorilere göre frekansları ile sorunun açık uçlu kısmında kullandıkları örnek ifadeler Tablo 30'da sunulmuştur.

Tablo 30. İMÇKT'nin 17. Sorusuna Verilen Cevapların Frekansları ve Örnek İfadeler

	Deney Grubu			Kontrol Grubu			Açık Uçlu Kısım İçin Örnek İfadeler
	$f_{\text{ÖT}}$	f_{ST}	f_{GT}	$f_{\text{ÖT}}$	f_{ST}	f_{GT}	
DS-DA	-	6	2	-	2	-	$YA_{\text{ÖT}}$; Kuvvet ve zaman sırasıyla çarpılır ve sıralanır. (D6,D7,K2,K3,K20,K25)
DS-KDA	-	-	-	-	-	-	
YS-DA	-	-	-	-	-	-	DYA_{ST} ; $l=\Delta P$ ise $F.t=m.V$ dir. Bu yüzden itmeler sıralanır. (K12,K13,D25)
BS-DA	-	-	-	-	-	-	
DS-DYA	-	2	4	-	4	-	YA_{ST} ; $\Delta l=\Delta P$ (D20)
YS-KDA	-	-	-	-	-	-	
BS-KDA	-	-	-	-	-	-	DA_{GT} ; Özdeş oldukları için kütleleri eşittir. Bu durumda topların hızları itmeler ile doğru orantılıdır. (D21)
DS-YA	4	7	7	3	3	16	
DS-BA	7	7	6	5	8	-	
YS-DYA	-	-	-	-	-	-	DYA_{GT} ; İtme momentuma eşittir. Kütleler de eşit olduğuna göre itmeler hızla orantılıdır. (D4,D12)
BS-DYA	-	-	-	-	-	-	
YS-YA	5	1	-	2	1	-	
YS-BA	7	1	6	14	5	8	
BS-YA	-	-	-	-	-	-	
BS-BA	2	1	-	1	2	1	

Tablo 30'a göre ön testte İMÇKT'nin 17. sorusunun DS-DA kategorisine uygun cevap veren, deney ve kontrol grubu öğretmen adayı bulunmazken, son testte, aynı kategoriye uygun cevap veren deney grubu öğretmen adaylarının toplamı 6, kontrol grubu öğretmen adaylarının toplamı 2 olmuştur. Gecikmiş testte ise bu kategoriye uygun cevap veren kontrol grubu öğretmen adayı bulunmazken, deney grubunda bu sayı 2'dir.

Tablo 30'a göre ön testte, deney grubu öğretmen adaylarının toplam 14'ünün, kontrol grubu öğretmen adaylarının toplam 17'sinin; son testte, deney grubu öğretmen adaylarının toplam 3'ünün, kontrol grubu öğretmen adaylarının toplam 8'inin; gecikmiş testte ise, deney grubu öğretmen adaylarının toplam 6'sının, kontrol grubu öğretmen adaylarının toplam 9'unun YS-YA, YS-BA ve BS-BA kategorilerine uygun cevaplar verip puan alamadıkları görülmektedir. Ayrıca Tablo 30'a göre, her iki gruptaki öğretmen adayları, hiçbir test çeşidinde, İMÇKT'nin 17. sorusuna DS-KDA, YS-DA, BS-DA, YS-

KDA, BS-KDA, YS-DYA, BS-DYA ve BS-YA kategorilerine giren cevap vermedikleri görülmektedir.

Öğretmen adaylarının, İMÇKT'nin 18. sorusuna ön, son ve gecikmiş testlerde vermiş oldukları cevapların kategorilere göre frekansları ile sorunun açık uçlu kısmında kullandıkları örnek ifadeler Tablo 31'de sunulmuştur.

Tablo 31. İMÇKT'nin 18. Sorusuna Verilen Cevapların Frekansları ve Örnek İfadeler

	Deney Grubu			Kontrol Grubu			Açık Uçlu Kısım İçin Örnek İfadeler
	$f_{ÖT}$	f_{ST}	f_{GT}	$f_{ÖT}$	f_{ST}	f_{GT}	
DS-DA	1	4	8	2	5	6	BA _{ÖT} ; En uygun grafik bu. (D14,D22)
DS-KDA	-	5	3	1	1	2	KDA _{ST} ; Negatif yönde bir itme varsa, negatif yönde bir kuvvet olmalıdır. (D20,D22)
YS-DA	-	-	-	-	-	-	
BS-DA	-	-	-	-	-	-	
DS-DYA	-	-	-	-	-	-	DA _{GT} ; Grafiğin altında kalan alan itmeyi verecektir. 0-2s aralığı 10Ns, 2-4s aralığı -6Ns'dir. (D4,D6,D9,D10,D16,D21,D23,K1,K3,K12,K13,K15,K17)
YS-KDA	-	-	-	-	-	-	
BS-KDA	-	-	-	-	-	-	
DS-YA	-	-	-	-	-	-	
DS-BA	6	8	8	9	11	11	DA _{GT} ; $I = F \times \Delta t$ olacağından, $10 = F_1 \times 2$ ise $F_1 = 5N$; $-6 = F_2 \times 2$ ise $F_2 = -3N$ olmalıdır. (D15)
YS-DYA	-	-	-	-	-	-	
BS-DYA	-	-	-	-	-	-	
YS-YA	-	-	-	-	1	-	
YS-BA	17	8	6	13	7	6	
BS-YA	-	-	-	-	-	-	
BS-BA	1	-	-	-	-	-	

Tablo 31 incelendiğinde, ön testte İMÇKT'nin 18. sorusunun DS-DA ve DS-KDA kategorilerine uygun cevap veren deney grubu öğretmen adaylarının toplamı 1 iken, kontrol grubunda bu sayı 3'tür. Son testte, aynı kategorilere uygun cevap veren deney grubu öğretmen adaylarının toplamı 9, kontrol grubu öğretmen adaylarının toplamı 6'dır. Gecikmiş testte ise aynı kategorilere uygun cevap veren deney grubu öğretmen adaylarının toplamı 11, kontrol grubu öğretmen adaylarının toplamı 8 olmuştur.

Tablo 31'de dikkat çeken durum, İMÇKT'nin 18. sorusunun açık uçlu kısmı için BA kategorisine giren cevapların frekanslarının yüksek olmasıdır. Ön testte deney grubu öğretmen adaylarının toplam 24'ü, kontrol grubu öğretmen adaylarının toplam 22'si; son testte deney grubu öğretmen adaylarının toplam 16'sı, kontrol grubu öğretmen adaylarının toplam 18'i; gecikmiş testte ise deney grubu öğretmen adaylarının toplam 14'ü, kontrol grubu öğretmen adaylarının toplam 17'si bu soru için boş/anlaşılmayan/ilgisiz açıklama yapmıştır.

Öğretmen adaylarının, İMÇKT'nin 19. sorusuna ön, son ve gecikmiş testlerde vermiş oldukları cevapların kategorilere göre frekansları ile sorunun açık uçlu kısmında kullandıkları örnek ifadeler Tablo 32'de sunulmuştur.

Tablo 32. İMÇKT'nin 19. Sorusuna Verilen Cevapların Frekansları ve Örnek İfadeler

	Deney Grubu			Kontrol Grubu			Açık Uçlu Kısım İçin Örnek İfadeler
	$f_{\text{ÖT}}$	f_{ST}	f_{GT}	$f_{\text{ÖT}}$	f_{ST}	f_{GT}	
DS-DA	-	3	4	-	3	1	YA _{ÖT} ; Momentum artarken hız azalır. (K8)
DS-KDA	3	15	15	2	-	8	DA _{ST} ; $P=m.V$ dir. Kütle değişmediğine göre momentumu değiştirecek tek şey hızdır. Hız artarsa momentum da aynı oranda artar. (D6,D7,D19,K1,K2,K9)
YS-DA	-	-	-	-	-	-	YA _{ST} ; Hız = momentum, her ikisi de sabittir. (K13)
BS-DA	-	-	-	-	-	-	KDA _{GT} ; Momentum artarsa hız da artar. Doğru orantılıdır. (D1,D2,D3,D5,D6,D7,D9,D10,D11, D12,D13,D14,D19,D22,D23,K2,K5, K6,K10,K11,K12,K19,K22)
DS-DYA	-	-	-	-	-	-	
YS-KDA	1	3	-	-	-	-	
BS-KDA	-	-	-	-	-	-	
DS-YA	-	1	-	-	1	-	
DS-BA	6	2	3	7	9	10	
YS-DYA	-	-	-	1	2	-	
BS-DYA	-	-	-	-	-	-	
YS-YA	1	-	-	2	2	1	
YS-BA	8	1	2	10	8	4	
BS-YA	-	-	-	-	-	-	
BS-BA	6	-	1	3	-	1	

Tablo 32'ye göre ön testte İMÇKT'nin 19. sorusunun 4 ve 3 puan değerindeki DS-DA ve DS-KDA kategorilerine uygun cevap veren deney grubu öğretmen adaylarının toplamı 3 iken kontrol grubunda bu sayı 2'dir. Son testte, aynı kategorilere uygun cevap veren deney grubu öğretmen adaylarının toplamı 18, kontrol grubu öğretmen adaylarının toplamı 3'tür. Gecikmiş testte ise deney grubu öğretmen adaylarının toplam 19'u, kontrol grubu öğretmen adaylarının toplam 9'u bu kategorilere uygun cevap vermiştir.

Tablo 32'den de anlaşılacağı üzere, öğretmen adaylarının puan alamadıkları kategoriler YS-YA, YS-BA ve BS-BA kategorileridir. Tablo'ya göre ön testte, İMÇKT'nin 19. sorusundan, deney grubu ve kontrol grubu öğretmen adaylarının toplam 15'seri; son testte, deney grubu öğretmen adaylarının toplam 1'i, kontrol grubu öğretmen adaylarının toplam 10'u; gecikmiş testte ise deney grubu öğretmen adaylarının toplam 3'ü, kontrol grubu öğretmen adaylarının toplam 5'i puan alamamıştır. Ayrıca Tablo 32'ye göre, deney grubu ve kontrol grubu öğretmen adayları, hiçbir test çeşidinde, İMÇKT'nin 19. sorusuna YS-DA, BS-DA, DS-DYA, BS-KDA, BS-DYA ve BS-YA kategorilerine giren cevap vermemiştir.

Öğretmen adaylarının, İMÇKT'nin 20. sorusuna ön, son ve gecikmiş testlerde vermiş oldukları cevapların kategorilere göre frekansları ile sorunun açık uçlu kısmında kullandıkları örnek ifadeler Tablo 33'te sunulmuştur.

Tablo 33. İMÇKT'nin 20. Sorusuna Verilen Cevapların Frekansları ve Örnek İfadeler

	Deney Grubu			Kontrol Grubu			Açık Uçlu Kısım İçin Örnek İfadeler
	$f_{\text{ÖT}}$	f_{ST}	f_{GT}	$f_{\text{ÖT}}$	f_{ST}	f_{GT}	
DS-DA	-	1	-	-	-	-	KDA _{ÖT} ; Momentum ile hız doğru orantılıdır. (D7,D22,K3)
DS-KDA	-	11	11	1	8	5	DA _{ST} ; Momentum kütle ile hızın çarpımıdır. Kütle değişmediği için momentum grafiği, hız grafiğinin eğim olarak aynıdır. (D21)
YS-DA	-	-	-	-	-	-	YA _{ST} ; Kütle sabit tutulursa, hız arttıkça momentum değişimi de artar. (D24)
BS-DA	-	-	-	-	-	-	YA _{GT} ; P-t grafiği V-t grafiğinin aynıdır. (D17,K3,K6,K7,K8,K20,K21,K22)
DS-DYA	-	1	1	-	2	1	KDA _{GT} ; Hız-zaman grafiği, momentum-zaman grafiğine benzerdir. (D21)
YS-KDA	-	-	-	-	-	-	
BS-KDA	-	-	-	-	-	-	
DS-YA	-	4	1	3	8	7	
DS-BA	11	-	5	9	2	3	
YS-DYA	-	-	-	-	-	-	
BS-DYA	-	-	-	-	-	-	
YS-YA	-	-	-	1	1	-	
YS-BA	8	5	6	9	4	9	
BS-YA	-	-	-	-	-	-	
BS-BA	6	3	1	2	-	-	

Tablo 33'e göre İMÇKT'nin 20. sorusuna, bütün test çeşitleri için, DS-DA kategorisine uygun cevap verenler sadece son testte 1 deney grubu öğretmen adaydır. Ön testte, DS-KDA kategorisine uygun cevap veren deney grubu öğretmen adayı bulunmazken, 1 kontrol grubu öğretmen adayı bu kategoriye uygun cevap vermiştir. Son testte, aynı kategoriye uygun cevap veren deney grubu öğretmen adaylarının toplamı 12, kontrol grubu öğretmen adaylarının toplamı ise 8'dir. Gecikmiş testte ise bu sayılar, deney grubunda 11'e, kontrol grubunda 5'e düşmüştür.

Tablo 33'e göre öğretmen adaylarının puan alamadıkları kategorilerden YS-YA, YS-BA ve BS-BA kategorilerine uygun cevap verenlerin sayısı ise ön testte, deney grubu öğretmen adayları için toplam 14, kontrol grubu öğretmen adayları için toplam 12; son testte, deney grubu öğretmen adayları için toplam 8, kontrol grubu öğretmen adayları için toplam 5; gecikmiş testte ise deney grubu öğretmen adayları için toplam 7, kontrol grubu öğretmen adayları için toplam 9'dur. Ayrıca Tablo 33 incelendiğinde, deney grubu ve kontrol grubu öğretmen adayları, hiçbir test çeşidinde, İMÇKT'nin 20. sorusuna YS-DA, BS-DA, YS-KDA, BS-KDA, YS-DYA, BS-DYA ve BS-YA kategorilerine giren cevap vermemiştir.

Öğretmen adaylarının, İMÇKT'nin 21. sorusuna ön, son ve gecikmiş testlerde vermiş oldukları cevapların kategorilere göre frekansları ile sorunun açık uçlu kısmında kullandıkları örnek ifadeler Tablo 34'te sunulmuştur.

Tablo 34. İMÇKT'nin 21. Sorusuna Verilen Cevapların Frekansları ve Örnek İfadeler

	Deney Grubu			Kontrol Grubu			Açık Uçlu Kısım İçin Örnek İfadeler
	$f_{\text{ÖT}}$	f_{ST}	f_{GT}	$f_{\text{ÖT}}$	f_{ST}	f_{GT}	
DS-DA	-	1	-	-	-	-	YA _{ÖT} ; Ağır olanın hızı daha az olacağından momentumu daha azdır. (D1,D9,D11,K3,K11)
DS-KDA	4	3	5	-	3	3	
YS-DA	-	1	-	-	-	-	DA _{ST} ; Momentumları zıt yönde ve eşit büyüklüktedir. Kütleleri ile ters orantılı olarak hızları değişir, "m.ΔV" değerleri sabit kalır. (D21)
BS-DA	-	-	-	-	-	-	
DS-DYA	-	-	1	-	1	-	DYA _{ST} ; Momentum korunur ve ağır olanın hızı daha az olacağından momentumu daha azdır. (K13)
YS-KDA	-	1	3	-	1	1	
BS-KDA	-	-	-	-	-	-	
DS-YA	-	-	-	2	1	-	DYA _{GT} ; Ağır olan daha yavaş, hafif olan daha hızlı hareket eder. Bu yüzden momentumları eşittir. (D14)
DS-BA	-	4	1	-	2	3	
YS-DYA	-	1	3	-	1	1	
BS-DYA	-	-	-	-	-	-	
YS-YA	8	6	2	5	5	4	YA _{GT} ; Kütle ile momentum ters orantılı olduğundan kütlesi küçükse momentumu daha büyüktür. (K16)
YS-BA	12	8	8	17	8	11	
BS-YA	-	-	-	-	-	-	
BS-BA	1	-	2	1	3	2	

Tablo 34'e göre İMÇKT'nin 21. sorusuna, DS-DA kategorisine uygun cevap verenler sadece son testte, 1 deney grubu öğretmen adaydır. Ön testte, DS-KDA kategorisine uygun cevap veren 4 deney grubu öğretmen adayı varken, kontrol grubunda bu kategoriye uygun cevap veren bulunmamaktadır. Son testte, aynı kategoriye uygun cevap veren 3'er deney grubu ve kontrol grubu öğretmen adayı bulunmaktadır. Gecikmiş testte ise bu sayılar, DS-KDA kategorisi için, deney grubunda 5, kontrol grubunda 3 olmuştur. Tablo 34'e göre öğretmen adaylarının puan alamadıkları kategorilere uygun cevap verenlerin toplam sayıları ise ön testte, deney grubu öğretmen adayları için 21, kontrol grubu öğretmen adayları için 23; son testte, deney grubu öğretmen adayları için 14, kontrol grubu öğretmen adayları için 16; gecikmiş testte ise deney grubu öğretmen adayları için 12, kontrol grubu öğretmen adaylarının 17'dir.

Öğretmen adaylarının, İMÇKT'nin 22. sorusuna ön, son ve gecikmiş testlerde vermiş oldukları cevapların kategorilere göre frekansları ile sorunun açık uçlu kısmında kullandıkları örnek ifadeler Tablo 35'te sunulmuştur.

Tablo 35. İMÇKT'nin 22. Sorusuna Verilen Cevapların Frekansları ve Örnek İfadeler

	Deney Grubu			Kontrol Grubu			Açık Uçlu Kısım İçin Örnek İfadeler
	$f_{\text{ÖT}}$	f_{ST}	f_{GT}	$f_{\text{ÖT}}$	f_{ST}	f_{GT}	
DS-DA	-	8	3	-	1	-	YA _{ÖT} ; Patlamadan sonra parçalar hareketsiz kalmaz.
DS-KDA	-	2	4	-	2	-	(D2,D7,D8,D9,D17,D20,D21,D22,D25,K3,K7,K9,K10,K11,K13,K20,K24,K25)
YS-DA	-	-	-	-	-	-	
BS-DA	-	-	-	-	-	-	
DS-DYA	-	-	-	-	-	-	DA _{ST} ; Momentum korunumu olmak zorundadır ve 3 farklı vektörün bileşkesi "0" olmalıdır.
YS-KDA	-	-	1	-	1	1	(D1,D2,D6,D17,D20,D21,D22,D24,K11)
BS-KDA	-	-	-	-	-	1	
DS-YA	-	1	-	-	-	-	
DS-BA	1	5	4	4	-	3	KDA _{ST} ; Üçünün son bileşkesi, ilk bileşkeyi vermelidir. (K4,K17)
YS-DYA	-	1	-	1	-	-	
BS-DYA	-	-	-	-	1	-	YA _{GT} ; İki parça aynı yöne gidemez. (D25)
YS-YA	10	1	6	9	10	9	
YS-BA	11	4	2	10	8	10	
BS-YA	-	-	-	-	1	-	
BS-BA	3	3	5	1	1	1	

Tablo 35'e göre deney grubu için ön testte, kontrol grubu için ön ve gecikmiş testte DS-DA ve DS-KDA kategorilerine uygun cevap veren öğretmen adayı bulunmamaktadır. Son testte İMÇKT'nin 22. sorusunun DS-DA ve DS-KDA kategorilerine uygun cevap veren deney grubu öğretmen adaylarının toplamı 10 iken, kontrol grubunda bu sayı 3'tür. Gecikmiş testte ise aynı kategorilere uygun cevap veren deney grubu öğretmen adaylarının toplamı 7'ye düşmüştür. Tablo 35'e göre ön testte, İMÇKT'nin 22. sorusundan, deney grubu öğretmen adaylarının toplam 24'ünün, kontrol grubu öğretmen adaylarının toplam 20'sinin; son testte, deney grubu öğretmen adaylarının toplam 8'inin, kontrol grubu öğretmen adaylarının toplam 20'sinin; gecikmiş testte ise, deney grubu öğretmen adaylarının toplam 13'ünün, kontrol grubu öğretmen adaylarının toplam 20'sinin puan alamadıkları görülmektedir.

Öğretmen adaylarının, İMÇKT'nin 23. sorusuna ön, son ve gecikmiş testlerde vermiş oldukları cevapların kategorilere göre frekansları ile sorunun açık uçlu kısmında kullandıkları örnek ifadeler Tablo 36'da sunulmuştur.

Tablo 36. İMÇKT'nin 23. Sorusuna Verilen Cevapların Frekansları ve Örnek İfadeler

	Deney Grubu			Kontrol Grubu			Açık Uçlu Kısım İçin Örnek İfadeler
	$f_{\text{ÖT}}$	f_{ST}	f_{GT}	$f_{\text{ÖT}}$	f_{ST}	f_{GT}	
DS-DA	-	-	2	-	-	-	KDA _{ÖT} ; Top sağa doğru gittiği için araba sola doğru hareket eder.
DS-KDA	2	1	2	-	1	-	(D6,D9,D17)
YS-DA	-	-	-	-	-	-	

Tablo 36'nin devamı

BS-DA	-	-	-	-	-	-	BA _{ÖT} ; Panel çok sağlam olduğu için hareket etmez. (K3)
DS-DYA	1	-	-	-	-	-	
YS-KDA	1	-	-	-	-	-	KDA _{ST} ; Momentum korunumundan araba sola doğru hareket eder. (K13)
BS-KDA	-	-	-	-	-	-	
DS-YA	7	3	-	1	2	-	DYA _{GT} ; Momentum korunur ve araba hareket etmez. (D2)
DS-BA	3	7	10	9	7	12	
YS-DYA	-	1	1	-	2	-	
BS-DYA	-	-	-	-	-	-	
YS-YA	3	3	-	3	2	-	
YS-BA	8	10	9	10	9	12	
BS-YA	-	-	-	-	-	-	
BS-BA	-	-	1	2	2	1	

Tablo 36'ya göre İMÇKT'nin 23. sorusuna, DS-DA kategorisine uygun cevaplar yalnızca deney grubu öğretmen adaylarının 2'si tarafından ve gecikmiş testte verilmiştir. Aynı sorunun DS-KDA kategorisine uygun cevap veren deney grubu öğretmen adayı sayısı ön testte 2, son testte 1, gecikmiş testte 2'dir. DS-KDA kategorisine uygun cevap veren kontrol grubu öğretmen adayı sayısı son testte 1'dir ve diğer test türlerinde kontrol grubu öğretmen adayları DS-KDA kategorisine uygun cevap vermemişlerdir.

Tablo 36'ya göre ön testte, İMÇKT'nin 23. sorusundan, deney grubu öğretmen adaylarının toplam 11'inin, kontrol grubu öğretmen adaylarının toplam 15'inin puan alamadıkları görülürken, son testte, bu sayıların, deney grubu ve kontrol grubu öğretmen adayları için 13'er olduğu görülmektedir. Gecikmiş testte ise, deney grubu öğretmen adaylarının toplam 10'unun, kontrol grubu öğretmen adaylarının toplam 13'ünün puan alamadıkları tespit edilmiştir. Ayrıca Tablo 36'ya göre, her iki gruptaki öğretmen adayları, hiçbir test çeşidinde, İMÇKT'nin 23. sorusuna YS-DA, BS-DA, BS-KDA, BS-DYA ve BS-YA kategorilerine giren cevap vermedikleri görülmektedir.

Öğretmen adaylarının, İMÇKT'nin 24. sorusuna ön, son ve gecikmiş testlerde vermiş oldukları cevapların kategorilere göre frekansları ile sorunun açık uçlu kısmında kullandıkları örnek ifadeler Tablo 37'de sunulmuştur.

Tablo 37. İMÇKT'nin 24. Sorusuna Verilen Cevapların Frekansları ve Örnek İfadeler

	Deney Grubu			Kontrol Grubu			Açık Uçlu Kısım İçin Örnek İfadeler
	$f_{ÖT}$	f_{ST}	f_{GT}	$f_{ÖT}$	f_{ST}	f_{GT}	
DS-DA	1	1	1	-	4	1	YA _{ÖT} ; Çarpışmalar ve ortak hızla hareket ederler. (K22)
DS-KDA	-	1	1	-	-	-	
YS-DA	-	-	-	-	-	-	DA _{ST} ; $\vec{P}_{ilk} = \vec{P}_{son}$; $mV = -mV + 2m.X$ ise $X = V$ olur. (D21, K1, K2, K8, K22)
BS-DA	-	-	-	-	-	-	
DS-DYA	-	2	-	-	-	1	

Tablo 37'nin devamı

YS-KDA	-	1	1	-	-	-	KDA _{ST} ; Momentum korunmalıdır. (D2,D22)
BS-KDA	-	-	-	-	-	-	
DS-YA	2	4	1	2	-	1	DYA _{ST} ; Momentum korunumundan dolayı $m.V=2m.V/2$ olur. (K11,K15,D14,D17,D24)
DS-BA	1	-	2	3	1	2	
YS-DYA	-	4	1	-	2	1	YA _{GT} ; Çarpışmadan sonra momentumları eşit olmalı. (K3)
BS-DYA	-	-	-	-	-	-	
YS-YA	5	1	-	1	2	3	YA _{GT} ; Kütlesi 2m olduğu için hızı da V/2 olur. (K20,K21)
YS-BA	14	7	16	19	14	11	
BS-YA	-	-	-	-	-	-	
BS-BA	2	4	2	-	2	5	

Tablo 37'ye göre İMÇKT'nin 24. sorusunun DS-DA ve DS-KDA kategorilerine uygun cevap veren deney grubu öğretmen adayı toplamı ön testte 1, son ve gecikmiş testte 2'serdir. Kontrol grubu için ön testte bu kategorilere uygun cevap veren öğretmen adayı bulunmazken, son testte toplam sayı 4, gecikmiş testte ise 1'dir.

Tablo 37'ye göre ön testte, İMÇKT'nin 24. sorusundan, deney grubu öğretmen adaylarının toplam 21'inin, kontrol grubu öğretmen adaylarının toplam 20'sinin puan alamadıkları görülürken, son testte, bu sayıların, deney grubu öğretmen adayları için toplam 12, kontrol grubu öğretmen adayları için toplam 18 olduğu görülmektedir. Gecikmiş testte ise, deney grubu öğretmen adaylarının toplam 18'inin, kontrol grubu öğretmen adaylarının toplam 19'unun puan alamadıkları tespit edilmiştir. Ayrıca Tablo 37'ye göre, her iki gruptaki öğretmen adayları, hiçbir test çeşidinde, İMÇKT'nin 24. sorusuna YS-DA, BS-DA, BS-KDA, BS-DYA ve BS-YA kategorilerine giren cevap vermedikleri görülmektedir.

Öğretmen adaylarının, İMÇKT'nin 25. sorusuna ön, son ve gecikmiş testlerde vermiş oldukları cevapların kategorilere göre frekansları ile sorunun açık uçlu kısmında kullandıkları örnek ifadeler Tablo 38'de sunulmuştur.

Tablo 38. İMÇKT'nin 25. Sorusuna Verilen Cevapların Frekansları ve Örnek İfadeler

	Deney Grubu			Kontrol Grubu			Açık Uçlu Kısım İçin Örnek İfadeler
	$f_{\text{ÖT}}$	f_{ST}	f_{GT}	$f_{\text{ÖT}}$	f_{ST}	f_{GT}	
DS-DA	-	-	-	-	-	-	KDA _{ÖT} ; $\vec{p}_{\text{ilk}} = \vec{p}_{\text{son}}$; $8=5.x$ ise $x=1,6$ (D21,K22)
DS-KDA	1	11	10	-	8	2	
YS-DA	-	-	-	-	-	-	KDA _{ST} ; Toplam kütle artacak ve 5kg olacak. Dolayısıyla hızı azalacaktır. (D8)
BS-DA	-	-	-	-	-	-	
DS-DYA	-	-	-	-	-	-	
YS-KDA	-	1	-	-	-	-	
BS-KDA	-	-	-	-	-	-	
DS-YA	-	-	-	-	-	-	

Tablo 38'in devamı

DS-BA	9	5	2	6	9	6	KDA _{GT} ; Momentum korunur. $m_1 \cdot V_1 = (m_1 + m_2) \cdot V_{ort}$ buradan $V_{ort} = 1,6$ olur. (D15,D18,D19)
YS-DYA	-	-	-	-	-	-	
BS-DYA	-	1	-	-	-	-	
YS-YA	1	-	-	-	-	-	
YS-BA	5	1	4	9	4	7	
BS-YA	-	-	-	-	-	-	
BS-BA	9	6	9	10	4	10	

Tablo 38 incelendiğinde, İMÇKT'nin 25. sorusunun DS-DA kategorisine uygun cevap veren deney grubu ve kontrol grubu öğretmen adayı bulunmamaktadır. Ön testte aynı sorunun DS-KDA kategorisine uygun cevap veren 1 deney grubu öğretmen adayı var iken, kontrol grubu öğretmen adaylarından bu kategoriye uygun cevap veren öğretmen adayı bulunmamaktadır. Son testte DS-KDA kategorisine uygun cevap veren deney grubu öğretmen adaylarının toplamı 11, kontrol grubu öğretmen adaylarının toplamı 8'dir. Bu sayılar gecikmiş testte deney grubu öğretmen adayları için toplam 10, kontrol grubu öğretmen adayları için ise toplam 2'dir.

Tablo 38'e göre ön testte, İMÇKT'nin 25. sorusundan, deney grubu öğretmen adaylarının toplam 15'inin, kontrol grubu öğretmen adaylarının toplam 19'unun puan alamadıkları görülürken, son testte, bu sayıların, deney grubu öğretmen adayları için toplam 7, kontrol grubu öğretmen adayları için toplam 8 olduğu görülmektedir. Gecikmiş testte ise, deney grubu öğretmen adaylarının toplam 13'ünün, kontrol grubu öğretmen adaylarının toplam 17'sinin puan alamadıkları tespit edilmiştir.

Ayrıca Tablo 38'e göre, sorunun çoktan seçmeli ilk kısmını doğru işaretleyip, ikinci kısmına boş/anlaşılmayan/ilgisiz açıklama yaptıkları DS-BA kategorisine giren cevapların frekansları da oldukça fazladır. Ön testte bu frekanslar deney grubu ve kontrol grubu öğretmen adayları için sırasıyla, toplam 9 ve 6; son testte toplam 5 ve 9; gecikmiş testte ise toplam 2 ve 6'dır.

Öğretmen adaylarının, İMÇKT'nin 26. sorusuna ön, son ve gecikmiş testlerde vermiş oldukları cevapların kategorilere göre frekansları ile sorunun açık uçlu kısmında kullandıkları örnek ifadeler Tablo 39'da sunulmuştur.

Tablo 39. İMÇKT'nin 26. Sorusuna Verilen Cevapların Frekansları ve Örnek İfadeler

	Deney Grubu			Kontrol Grubu			Açık Uçlu Kısım İçin Örnek İfadeler
	$f_{ÖT}$	f_{ST}	f_{GT}	$f_{ÖT}$	f_{ST}	f_{GT}	
DS-DA	-	-	-	-	-	-	KDA _{ST} ; $P_{ilk} = 0$; $P_{son} = 3000x(-1,8) + 30x180 = 0$ olmalıdır. (D2,D10,K2)
DS-KDA	-	6	3	-	1	-	
YS-DA	-	-	-	-	-	-	

Tablo 39'un devamı

BS-DA	-	-	-	-	-	-	KDA _{ST} ; P _{ilk} = 0; P _{son} = 3000x(-1,8) + 30x180 = 0 olmalıdır. (D2,D10,K2)
DS-DYA	-	-	-	-	-	-	
YS-KDA	-	-	-	-	-	-	
BS-KDA	-	-	-	-	-	-	KDA _{GT} ; Momentum korunmalıdır. (D2,D4,D22)
DS-YA	-	-	-	-	-	-	
DS-BA	9	4	5	9	7	7	
YS-DYA	-	-	-	-	-	-	
BS-DYA	-	1	-	-	-	-	
YS-YA	-	-	-	-	-	-	
YS-BA	4	2	1	6	3	6	
BS-YA	-	-	-	-	-	-	
BS-BA	12	12	16	10	14	12	

Tablo 39'da dikkat çeken kısım İMÇKT'nin 26. sorusunun açık uçlu ikinci kısmına verilen cevaplarla ilgili olduğu görülmektedir. Bu sorunun açık uçlu kısmına, bütün test çeşitleri için, deney grubu ve kontrol grubu öğretmen adaylarının çoğu boş/anlaşılmayan/ilgisiz açıklama (BA) yapmışlardır. Tablo 39'dan da görüldüğü gibi İMÇKT'nin 26. sorusuna, deney grubu öğretmen adaylarının, ön testte tamamı, son testte toplam 18'i, gecikmiş testte toplam 22'si; kontrol grubu öğretmen adaylarının, ön ve gecikmiş testte tamamı, son testte toplam 24'ü boş/anlaşılmayan/ilgisiz açıklama yapmışlardır.

Öğretmen adaylarının, İMÇKT'nin 27. sorusuna ve 28. sorusuna ön, son ve gecikmiş testlerde vermiş oldukları cevapların kategorilere göre frekansları ile soruların açık uçlu kısımlarında kullandıkları örnek ifadeler Tablo 40 ve Tablo 41'de sunulmuştur.

Tablo 40. İMÇKT'nin 27. Sorusuna Verilen Cevapların Frekansları ve Örnek İfadeler

	Deney Grubu			Kontrol Grubu			Açık Uçlu Kısım İçin Örnek İfadeler
	$f_{\text{ÖT}}$	f_{ST}	f_{GT}	$f_{\text{ÖT}}$	f_{ST}	f_{GT}	
DS-DA	-	2	2	-	1	-	YA _{ÖT} ; Gazın hızı F'ye eşittir ve itme = $10^4 \times 2500$ olur. (K3)
DS-KDA	-	4	2	-	1	-	DA _{ST} ; $\Delta \vec{P} = \vec{I}$ olduğundan $25 \cdot 10^6 = F \cdot 1$ ise $F = 25 \cdot 10^6 \text{ N}$ olur. (D6,D15,K13)
YS-DA	-	-	-	-	-	-	
BS-DA	-	-	-	-	-	-	
DS-DYA	-	-	-	-	1	-	YA _{ST} ; İtme birim zamandaki momentum değişimidir. (D22)
YS-KDA	-	-	-	-	-	-	
BS-KDA	-	-	-	-	-	-	
DS-YA	-	1	1	1	1	-	KDA _{GT} ; $\Delta \vec{P} = \vec{I}$ olduğundan $\Delta \vec{P} = 25 \cdot 10^6$ ise $I = 25 \cdot 10^6$ olur. (D1,D25)
DS-BA	9	8	10	11	13	12	
YS-DYA	-	-	-	-	1	-	
BS-DYA	-	-	-	-	-	-	
YS-YA	-	-	-	-	-	-	
YS-BA	6	2	1	5	3	4	

Tablo 40'ın devamı

BS-YA	-	-	-	-	-	-
BS-BA	10	8	9	8	4	9

Tablo 41. İMÇKT'nin 28. Sorusuna Verilen Cevapların Frekansları ve Örnek İfadeler

	Deney Grubu			Kontrol Grubu			Açık Uçlu Kısım İçin Örnek İfadeler
	$f_{\text{ÖT}}$	f_{ST}	f_{GT}	$f_{\text{ÖT}}$	f_{ST}	f_{GT}	
DS-DA	-	-	-	-	-	-	BA _{ÖT} ; Kütle azaldıkça hız artar. (D22)
DS-KDA	-	-	1	-	-	-	KDA _{ST} ; $\vec{P}_{\text{ilk}} = \vec{P}_{\text{son}}$ ise
YS-DA	-	-	-	-	-	-	1200. \vec{V} =300.2000 olur. Buradan
BS-DA	-	-	-	-	-	-	V = 500m/s dir. (D4,D14,D15,K3)
DS-DYA	-	3	-	-	1	-	
YS-KDA	-	-	2	-	-	-	
BS-KDA	-	-	-	-	-	-	
DS-YA	-	-	-	-	-	-	
DS-BA	2	1	4	4	2	2	
YS-DYA	-	2	-	-	1	-	
BS-DYA	-	1	-	-	-	-	
YS-YA	-	1	-	-	1	-	
YS-BA	12	7	7	9	7	9	
BS-YA	-	-	-	-	-	-	
BS-BA	11	10	11	12	13	14	

Tablo 39'dakine benzer durum Tablo 40 ve Tablo 41'de de dikkat çekmektedir. İMÇKT'nin 27. ve 28. sorularının da açık uçlu kısımlarına, bütün test çeşitleri için, deney grubu ve kontrol grubu öğretmen adaylarının çoğu boş/anlaşılmayan/ilgisiz açıklama (BA) yapmışlardır. Tablo 40'a göre İMÇKT'nin 27. sorusuna, deney grubu öğretmen adaylarının, ön testte tamamı, son testte toplam 18'i, gecikmiş testte toplam 20'si; kontrol grubu öğretmen adaylarının, ön testte toplam 24'ü, son testte toplam 20'si, gecikmiş testte tamamı boş/anlaşılmayan/ilgisiz açıklama yapmışlardır. Tablo 41 incelendiğinde de, İMÇKT'nin 28. sorusuna, deney grubu öğretmen adaylarının, ön testte tamamı, son testte toplam 18'i, gecikmiş testte toplam 22'si; kontrol grubu öğretmen adaylarının, ön ve gecikmiş testte tamamı, son testte toplam 22'si boş/anlaşılmayan/ilgisiz açıklama yapmışlardır.

Öğretmen adaylarının, İMÇKT'nin 29. sorusuna ön, son ve gecikmiş testlerde vermiş oldukları cevapların kategorilere göre frekansları ile sorunun açık uçlu kısmında kullandıkları örnek ifadeler Tablo 42'de sunulmuştur.

Tablo 42. İMÇKT'nin 29. Sorusuna Verilen Cevapların Frekansları ve Örnek İfadeler

	Deney Grubu			Kontrol Grubu			Açık Uçlu Kısım İçin Örnek İfadeler
	$f_{\text{ÖT}}$	f_{ST}	f_{GT}	$f_{\text{ÖT}}$	f_{ST}	f_{GT}	
DS-DA	-	-	-	-	-	-	KDA _{ÖT} ; Biri durduğu için merkezi çarpışmadır. (K5)
DS-KDA	-	-	1	1	-	-	YA _{ÖT} ; Esnek çarpışma olsaydı birlikte hareket ederlerdi. (D23)
YS-DA	-	-	-	-	-	-	
BS-DA	-	-	-	-	-	-	
DS-DYA	1	-	-	-	-	-	KDA _{ST} ; Momentum korunur. Cisimlerden biri durur biri hareket eder. (K22)
YS-KDA	1	-	-	-	1	1	
BS-KDA	-	-	-	-	-	-	YA _{ST} ; Gelen disk çarpışmadan sonra durduğu için esnek olmayan çarpışma yapmıştır. (D5,D7,K10)
DS-YA	-	5	3	-	-	-	
DS-BA	2	3	4	5	1	3	
YS-DYA	1	-	-	-	-	-	YA _{GT} ; Gelen disk durduğu için merkezi olmayandır. (K19)
BS-DYA	-	-	-	-	-	-	
YS-YA	9	9	11	4	6	5	YA _{GT} ; Gelen cisim durduğu için tam esnek çarpışmadır. (D9,D22)
YS-BA	10	8	5	12	17	15	
BS-YA	-	-	-	-	-	-	
BS-BA	1	-	1	3	-	1	

Tablo 42'de de dikkat çeken durum, İMÇKT'nin 29. sorusuna öğretmen adaylarının, puan alamadıkları, YS-YA, YS-BA ve BS-BA kategorilerine uygun cevap verenlerin frekanslarının yüksek oluşudur. Tablo 42'ye göre bu frekanslar, ön testte, deney grubu öğretmen adayları için toplam 20, kontrol grubu öğretmen adayları için toplam 19'dur. Son testte, deney grubu öğretmen adayları için toplam 17, kontrol grubu öğretmen adayları için toplam 23 iken, gecikmiş testte, deney grubu öğretmen adayları için toplam 17, kontrol grubu öğretmen adayları için toplam 21 olmuştur.

Öğretmen adaylarının, İMÇKT'nin 30. sorusuna ve 31. sorusuna ön, son ve gecikmiş testlerde vermiş oldukları cevapların kategorilere göre frekansları ile soruların açık uçlu kısımlarında kullandıkları örnek ifadeler Tablo 43 ve Tablo 44'te sunulmuştur.

Tablo 43. İMÇKT'nin 30. Sorusuna Verilen Cevapların Frekansları ve Örnek İfadeler

	Deney Grubu			Kontrol Grubu			Açık Uçlu Kısım İçin Örnek İfadeler
	$f_{\text{ÖT}}$	f_{ST}	f_{GT}	$f_{\text{ÖT}}$	f_{ST}	f_{GT}	
DS-DA	-	-	-	-	-	-	BA _{ÖT} ; En uygun durum bu. (D1,D3,D8,D12,D21,K24)
DS-KDA	-	10	6	-	1	-	KDA _{ST} ; A'nın yukarı B'nin aşağı doğru gidebilmesi için A'nın B'ye yukarıdan çarpması yani merkezi olmayan çarpışma yapması gerekir. (D12,D24,D25)
YS-DA	-	-	-	-	-	-	
BS-DA	-	-	-	-	-	-	
DS-DYA	-	2	1	-	-	-	
YS-KDA	-	1	-	-	1	-	
BS-KDA	-	-	-	-	-	-	YA _{ST} ; Momentumlarını korumak için biri diğerinin hızını alır. (K3)
DS-YA	-	-	-	-	1	-	

Tablo 43'ün devamı

DS-BA	22	9	13	14	10	15	DYA _{GT} ; Merkezi olmayan esnek çarpışma yapılmıştır. (D19)
YS-DYA	-	1	-	-	-	-	
BS-DYA	-	-	-	-	-	-	
YS-YA	-	1	-	-	2	-	
YS-BA	3	1	5	8	10	7	
BS-YA	-	-	-	-	-	-	
BS-BA	-	-	-	3	-	3	

Tablo 44. İMÇKT'nin 31. Sorusuna Verilen Cevapların Frekansları ve Örnek İfadeler

	Deney Grubu			Kontrol Grubu			Açık Uçlu Kısım İçin Örnek İfadeler
	$f_{\text{ÖT}}$	f_{ST}	f_{GT}	$f_{\text{ÖT}}$	f_{ST}	f_{GT}	
DS-DA	-	1	1	-	-	-	YA _{ÖT} ; 10m/s'nin 8m/s'sini beyaz top aldığına göre, 2m/s'sini siyah top alır. (D25,K8)
DS-KDA	-	2	2	-	-	1	
YS-DA	-	-	-	-	-	-	KDA _{ST} ; Eşit kütleli cisimler tam esnek çarpışma yaptıkları için aralarındaki açının toplamının 90° olması gerekir. (D1)
BS-DA	-	-	-	-	-	-	
DS-DYA	-	-	-	-	1	-	DYA _{ST} ; Aralarındaki açı 90° olmalı ve 10m/s'nin 8m/s'sini beyaz top aldığına göre, 2m/s'sini siyah top almalı. (D7,K15)
YS-KDA	-	-	-	-	-	-	
BS-KDA	-	-	-	-	-	-	
DS-YA	1	-	-	-	-	-	
DS-BA	7	9	9	7	5	7	
YS-DYA	-	1	-	-	1	-	
BS-DYA	-	-	-	-	-	-	DA _{GT} ; İlk ve son momentumlar eşit olmalıdır. Şekilde de gösterilmiştir. (D21)
YS-YA	1	2	1	1	2	-	
YS-BA	2	6	4	8	9	4	
BS-YA	-	-	-	-	-	-	
BS-BA	14	4	8	9	7	13	

Tablo 39, Tablo 40 ve Tablo 41'dekilere benzer durum Tablo 43 ve Tablo 44'te de dikkat çekmektedir. İMÇKT'nin 30. ve 31. sorularının da açık uçlu kısımlarına, bütün test çeşitleri için, deney ve kontrol grubu öğretmen adaylarının çoğu boş/anlaşılmayan/ilgisiz açıklama (BA) yapmışlardır.

Tablo 43'e göre İMÇKT'nin 30. sorusuna, deney grubu öğretmen adaylarının, ön testte tamamı, son testte toplam 10'u, gecikmiş testte toplam 18'i; kontrol grubu öğretmen adaylarının, ön ve gecikmiş testte tamamı, son testte toplam 20'si, boş/anlaşılmayan/ilgisiz açıklama yapmışlardır. Tablo 44 incelendiğinde ise İMÇKT'nin 31. sorusuna, deney grubu öğretmen adaylarının, ön testte toplam 23'ü, son testte toplam 19'u, gecikmiş testte toplam 21'i; kontrol grubu öğretmen adaylarının, ön testte toplam 24'ü, son testte toplam 21'i, gecikmiş testte ise toplam 24'ü boş/anlaşılmayan/ilgisiz açıklama yapmışlardır.

Öğretmen adaylarının, İMÇKT'nin 32. sorusuna ön, son ve gecikmiş testlerde vermiş oldukları cevapların kategorilere göre frekansları ile sorunun açık uçlu kısmında kullandıkları örnek ifadeler Tablo 45'te sunulmuştur.

Tablo 45. İMÇKT'nin 32. Sorusuna Verilen Cevapların Frekansları ve Örnek İfadeler

	Deney Grubu			Kontrol Grubu			Açık Uçlu Kısım İçin Örnek İfadeler
	$f_{\text{ÖT}}$	f_{ST}	f_{GT}	$f_{\text{ÖT}}$	f_{ST}	f_{GT}	
DS-DA	-	1	2	-	-	-	YA _{ÖT} ; Yer çekimi olmadığı için hızları aynıdır.
DS-KDA	1	1	2	-	1	-	(D7,D10,D12,D25,K10,K24)
YS-DA	-	-	-	-	-	-	KDA _{ST} ; P _{Toplam} =0 olmalıdır. (D22)
BS-DA	-	-	-	-	-	-	DYA _{ST} ; Momentum korunumu gereği ve kütlelerin de eşit olmasından dolayı hepsi V hızı ile hareket eder. (D21)
DS-DYA	-	1	-	-	1	-	
YS-KDA	-	1	-	-	-	-	
BS-KDA	-	-	-	-	-	-	
DS-YA	2	-	-	-	-	-	DA _{GT} ; Ali Cem'i ittiği için Ali'nin hızı da V olur. Baki Cem'i yakalayınca kütle iki katına çıkacağından hızları V/2 olur. Momentum korunur. (D19,D21)
DS-BA	1	2	3	5	1	6	
YS-DYA	-	1	-	-	-	-	
BS-DYA	-	-	-	-	-	-	
YS-YA	7	7	4	2	9	4	
YS-BA	9	8	10	13	11	12	YA _{GT} ; Yer çekimi olmadığı için momentumları ve hızları yoktur. (K18)
BS-YA	-	-	-	-	-	-	
BS-BA	5	3	4	5	2	3	

Tablo 45'e göre, bütün test çeşitleri için, İMÇKT'nin 32. sorusunun DS-DA kategorisine uygun cevap veren kontrol grubu öğretmen adayı yoktur. Bu kategoriye uygun cevap veren deney grubu öğretmen adayı sayılarına bakılacak olursa, son testte toplam 1, gecikmiş testte toplam 2 olmasına karşın ön testte hiçbir deney grubu öğretmen adayı bu kategoriye uygun cevap vermemiştir.

Tablo 45'e göre ön testte, İMÇKT'nin 32. sorusundan, deney grubu öğretmen adaylarının toplam 21'inin, kontrol grubu öğretmen adaylarının toplam 20'sinin YS-YA, YS-BA ve BS-BA kategorilerine uygun cevaplar verip puan alamadıkları görülürken, son testte, bu frekanslar, deney grubu öğretmen adayları için toplam 18, kontrol grubu öğretmen adayları için toplam 22'dir. Gecikmiş testte ise, deney grubu öğretmen adaylarının toplam 18'inin, kontrol grubu öğretmen adaylarının toplam 19'unun bu kategorilere uygun cevaplar verip puan alamadıkları görülmektedir. Ayrıca her iki gruptaki öğretmen adayları, hiçbir test çeşidinde, İMÇKT'nin 32. sorusuna YS-DA, BS-DA, BS-KDA, BS-DYA ve BS-YA kategorilerine uygun cevap vermedikleri görülmektedir.

Öğretmen adaylarının, İMÇKT'nin 33. sorusuna ön, son ve gecikmiş testlerde vermiş oldukları cevapların kategorilere göre frekansları ile sorunun açık uçlu kısmında kullandıkları örnek ifadeler Tablo 46'da sunulmuştur.

Tablo 46. İMÇKT'nin 33. Sorusuna Verilen Cevapların Frekansları ve Örnek İfadeler

	Deney Grubu			Kontrol Grubu			Açık Uçlu Kısım İçin Örnek İfadeler
	$f_{\text{ÖT}}$	f_{ST}	f_{GT}	$f_{\text{ÖT}}$	f_{ST}	f_{GT}	
DS-DA	-	7	1	-	2	2	YA _{ÖT} ; A bütün hızını B'ye verecektir. (D3,D25,K3,K24)
DS-KDA	1	1	2	-	-	1	DA _{ST} ; $\vec{P}_{\text{ilk}} = \vec{P}_{\text{son}}$ ise $2 \times 10 + 3 \times 0 = 5 \times V_{\text{ort}}$. Buradan $V_{\text{ort}} = 4 \text{ m/s}$ olur. Esnek olmayan çarpışmada kenetlenip beraber giderler. (D4,D15,D16,D19,D21,D22,D23,K1,K3)
YS-DA	-	-	-	-	-	-	YA _{ST} ; Esnek olmayan çarpışma olduğu için A cismi durur. $2 \times 10 = 3 \times V_B$ ise $V_B = 6,67$ olur. (D10,D11,D12,D14,D24)
BS-DA	-	-	-	-	-	-	KDA _{GT} ; Momentum korunur. İlk momentum = son momentuma eşittir. (D4,D17,K2)
DS-DYA	-	-	-	-	-	-	
YS-KDA	-	-	2	-	-	1	
BS-KDA	-	1	1	-	-	-	
DS-YA	-	-	-	-	-	-	
DS-BA	-	1	-	2	5	2	
YS-DYA	-	-	1	-	2	-	
BS-DYA	-	-	-	-	-	-	
YS-YA	4	10	6	2	2	2	
YS-BA	10	3	8	11	10	8	
BS-YA	-	-	-	-	-	-	
BS-BA	10	2	4	10	4	9	

Tablo 46'da dikkat çeken durum, İMÇKT'nin 33. sorusuna öğretmen adaylarının, puan alamadıkları, YS-YA, YS-BA ve BS-BA kategorilerine uygun cevap verenlerin frekanslarının yüksek oluşudur. Tablo 46'ya göre bu frekanslar, ön testte, deney grubu öğretmen adayları için toplam 24, kontrol grubu öğretmen adayları için toplam 23'tür. Son testte, deney grubu öğretmen adayları için toplam 15, kontrol grubu öğretmen adayları için toplam 16 iken, gecikmiş testte, bu frekanslar deney grubu öğretmen adayları için toplam 18'e, kontrol grubu öğretmen adayları için toplam 19'a yükselmiştir.

Öğretmen adaylarının, İMÇKT'nin 34. sorusuna ön, son ve gecikmiş testlerde vermiş oldukları cevapların kategorilere göre frekansları ile sorunun açık uçlu kısmında kullandıkları örnek ifadeler Tablo 47'de sunulmuştur.

Tablo 47. İMÇKT'nin 34. Sorusuna Verilen Cevapların Frekansları ve Örnek İfadeler

	Deney Grubu			Kontrol Grubu			Açık Uçlu Kısım İçin Örnek İfadeler
	$f_{\text{ÖT}}$	f_{ST}	f_{GT}	$f_{\text{ÖT}}$	f_{ST}	f_{GT}	
DS-DA	-	-	1	-	-	-	YA _{ÖT} ; Top yerden tepki kuvvetine maruz kalacağı için daha yükseğe çıkar. (D5,K14)
DS-KDA	1	2	2	-	-	1	KDA _{ÖT} ; Yolda enerjisinin çoğunu kaybeder. (D14)
YS-DA	-	-	-	-	-	-	KDA _{ST} ; Zeminle kısmen esnek çarpışma yapmıştır. (D25)
BS-DA	-	-	-	-	-	-	
DS-DYA	-	-	-	1	3	-	
YS-KDA	-	-	-	-	-	-	
BS-KDA	-	-	-	-	-	-	
DS-YA	5	1	2	-	2	1	

Tablo 47'nin devamı

DS-BA	6	6	9	10	7	8	DA _{ST} ; Sürtünmeli ortam olduğundan enerji korunmaz. Kısmen esnek çarpışma olmuştur. (D21)
YS-DYA	-	-	-	-	-	-	
BS-DYA	-	-	-	-	-	-	
YS-YA	9	12	7	7	6	9	YA _{GT} ; Momentum korunacağından aynı seviyeye çıkar. (D4,D10)
YS-BA	3	3	4	7	7	4	
BS-YA	-	-	-	-	-	-	
BS-BA	1	1	-	-	-	2	

Tablo 47'de de dikkat çeken durum, İMÇKT'nin 34. sorusunun açık uçlu kısmı için yanlış/alternatif kavramlı açıklama (YA) yapanların sayısıdır. Tablo 47'ye göre YA kategorisine uygun cevap verenlerin frekansları, ön testte, deney grubu öğretmen adayları için toplam 14, kontrol grubu öğretmen adayları için toplam 7'dir. Son testte, deney grubu öğretmen adayları için toplam 13, kontrol grubu öğretmen adayları için toplam 8 iken, gecikmiş testte, deney grubu öğretmen adayları için toplam 9, kontrol grubu öğretmen adayları için toplam 10'dur.

İMÇKT'deki 34 soruya ait yukarıdaki tablolar incelendiğinde, ön testte, deney grubu öğretmen adaylarının %71,7'si, kontrol grubu öğretmen adaylarının %82,7'si; son testte, deney grubu öğretmen adaylarının %44,5'i, kontrol grubu öğretmen adaylarının %57,6'sı; gecikmiş testte ise deney grubu öğretmen adaylarının %56,7'si, kontrol grubu öğretmen adaylarının %68,9'u İMÇKT'deki 34 sorunun açık uçlu kısımları için, BA kategorisine uygun cevaplar verip, boş/anlaşılmayan/ilgisiz açıklama yaptıkları görülmektedir. Özellikle ön testte, her iki grup öğretmen adayı için de, soruların açık uçlu kısımları için açıklama yapmayanların oranının oldukça yüksek oluşu dikkat çekicidir.

Deney ve kontrol grubu öğretmen adaylarının İMÇKT'deki soruların 2.aşamaları için, ön, son ve gecikmiş testlerdeki verdikleri cevaplara göre, tespit edilen alternatif kavramlar ve frekansları Tablo 48'de sunulmuştur.

Tablo 48. İMÇKT Sonucunda Öğretmen Adaylarında Tespit Edilen Alternatif Kavramlar ve Frekansları

Alternatif Kavramlar	Deney Grubu			Kontrol Grubu		
	$f_{\text{ÖT}}$	f_{ST}	f_{GT}	$f_{\text{ÖT}}$	f_{ST}	f_{GT}
İtme, maddelerin birbirine uyguladıkları itme kuvvetidir.	13	2	3	4	2	4
İtme, bir şeye kuvvet uygulanması ve onun da bu kuvvete karşı hızlanması veya yerini değiştirmesidir.	6	1	7	8	4	4
Momentum, skaler bir büyüklüktür (Momentumun vektörel bir büyüklük olduğunu algılayamama).	10	7	11	4	7	6

Tablo 48'in devamı

Momentum, itmeye eşittir.	-	9	8	-	4	2
Momentum, itici kuvvettir.	8	1	2	1	-	-
Momentum, kuvvet ile uzaklığın çarpımıdır (kelime benzerliği sebebiyle moment olayı ile karıştırma).	7	-	-	3	-	-
Kütlesi büyük olanın momentumu büyük olur.	18	17	15	10	10	18
Momentum, kütlede bağımsız olarak sadece ve tamamen hıza dayalı bir kavramdır.	20	10	10	14	31	24
Momentum her koşulda korunur.	-	11	6	1	7	5
Momentumun korunması için kinetik enerjinin korunması gereklidir.	2	3	3	-	2	-
İtme, ilk momentum ile son momentumun vektörel toplamıdır.	1	6	4	3	8	7
Cisme itme uygulanırsa momentumu korunur.	-	-	3	-	1	1
İtmenin yönü, momentumun yönü ile aynıdır.	3	13	4	2	9	1
İtme, birim zamanda uygulanan kuvvettir.	1	-	-	3	-	-
Momentum, kütle ile zamanın çarpımıdır.	-	1	-	3	7	-
Momentum, kuvvet ile kütlede çarpımıdır.	4	8	7	2	6	5
Momentum, kuvvetin kütleyle oranıdır.	3	-	-	-	-	-
Yer çekimi yoksa hız değişimi de olmaz.	4	2	1	2	5	2
Hız, kuvvet ile zamanın çarpımıdır.	4	7	7	4	3	16
İç patlama sonucu oluşan parçaların hiçbiri hareketsiz kalmaz.	10	1	5	9	11	9
Esnek olmayan çarpışmada gelen cisim, duran cisme çarptıktan sonra durur.	6	11	9	4	5	3
Çarpışmalarda hız diğer cisme aktarılır.	4	12	7	3	5	5
Çarpışmalarda momentum diğer cisme aktarılır.	4	4	1	-	3	3
Çarpışmalarda toplam hız korunur.	2	1	1	1	3	-

Tablo 48'e göre, öğretmen adaylarının göstermiş oldukları alternatif kavramlardan "İtme, maddelerin birbirine uyguladıkları itme kuvvetidir." ifadesini kullananların sayısı deney grubunda, ön testte 13 iken, kontrol grubunda 4'tür. Aynı ifadeyi, son testte kullanan öğretmen adaylarının sayısı her iki grup için de 2'ye düşmüştür. Gecikmiş testte ise bu sayılar yükselerek, deney grubunda 3, kontrol grubunda 4 olmuştur.

"İtme, bir şeye kuvvet uygulanması ve onun da bu kuvvete karşı hızlanması veya yerini değiştirmesidir." alternatif kavramını gösterenlerin sayısı ön testte, deney grubunda 6, kontrol grubunda 8'dir. Son testte ise bu öğretmen adayı sayıları, deney grubunda 1'e, kontrol grubunda 4'e gerilemiştir. Tablo 48'e göre, gecikmiş test verileri incelendiğinde,

deney grubundaki öğretmen adaylarının aynı alternatif kavramı kullanma sayısı 7'ye yükselirken, kontrol grubunda bu sayı son teste göre değişmeyerek 4'te kalmıştır.

“Momentum, skaler bir büyüklüktür (Momentumun vektörel bir büyüklük olduğunu algılayamama).” alternatif kavramına sahip olan öğretmen adaylarının ön testteki frekansları, deney grubunda 10, kontrol grubunda 4'tür. Son testte bu frekanslar, ön teste göre, deney grubunda, 7'ye düşerken, kontrol grubunda 7'ye yükselmiştir. Gecikmiş testte ise aynı alternatif kavramı kullanma frekansları, son teste göre, deney grubunda 11'e yükselmiş, kontrol grubunda 6'ya gerilemiştir.

Tablo 48'e göre, ön testte, *“Momentum, itmeye eşittir.”* alternatif kavramını gösteren öğretmen adayı bulunmamaktadır. Son testte, aynı alternatif kavram için frekanslar, deney grubu öğretmen adaylarında 9, kontrol grubu öğretmen adaylarında 4 olurken, gecikmiş testte deney grubu öğretmen adayları için 8'e, kontrol grubu öğretmen adayları için 2'ye gerilemiştir.

“Momentum, itici kuvvettir.” alternatif kavramını gösteren öğretmen adaylarının sayısı ön testte, deney grubunda 8 olup, kontrol grubunda bu sayı 1'dir. Son testte ise deney grubunda, 1'e gerileyen bu alternatif kavramın frekansı, gecikmiş testte 2 olarak hesaplanmıştır. Kontrol grubu öğretmen adaylarında ise ön testte 1 defa kullanılan bu alternatif kavram, son test ve gecikmiş testte tekrarlanmamıştır.

Tablo 48'e göre, ön testte, deney grubu öğretmen adaylarında 7, kontrol grubu öğretmen adaylarında ise 3 defa tekrarlanan *“Momentum, kuvvet ile uzaklığın çarpımıdır (kelime benzerliği sebebiyle moment olayı ile karıştırma).”* alternatif kavramı, her iki grup öğretmen adayları için de, son test ve gecikmiş testte hiç tekrarlanmamıştır. *“Kütlesi büyük olanın momentumu büyük olur.”* alternatif kavramını gösterenlerin sayısı ön testte, deney grubunda 18, kontrol grubunda 10'dur. Son testte ise bu öğretmen adayı sayıları, deney grubunda ön teste göre, 17'ye gerilerken, kontrol grubunda değişmemiş ve 10'da kalmıştır. Tablo 48'e göre, gecikmiş test verileri incelendiğinde, deney grubundaki öğretmen adaylarının aynı alternatif kavramı kullanma sayısı, son teste göre, 15'e gerilerken, kontrol grubunda bu sayı son teste göre, artış göstermiş ve 18 olarak hesaplanmıştır.

“Momentum, kütleden bağımsız olarak sadece ve tamamen hıza dayalı bir kavramdır.” alternatif kavramını gösterenlerin sayısı ön testte, deney grubunda 20, kontrol grubunda 14'tür. Son testte ise bu öğretmen adayı sayıları, ön teste göre, deney grubunda 10'a gerilerken, kontrol grubunda 31'e yükselmiştir. Tablo 48'e göre, gecikmiş test verileri incelendiğinde, deney grubundaki öğretmen adaylarının aynı alternatif kavramı kullanma sayısı, son teste göre, değişmemiş ve 10'da kalmasına rağmen, kontrol grubunda bu sayı son teste göre, azalmış ve 24 olarak hesaplanmıştır.

Tablo 48'e göre, ön testte, "*Momentum, her koşulda korunur.*" alternatif kavramını gösteren deney grubu öğretmen adayı bulunmazken, kontrol grubu öğretmen adaylarının frekansı 1'dir. Son testte, aynı alternatif kavram için frekanslar, deney grubu öğretmen adaylarında 11, kontrol grubu öğretmen adaylarında 7 olurken, gecikmiş testte deney grubu öğretmen adayları için 6'ya, kontrol grubu öğretmen adayları için 5'e gerilemiştir.

Tablodan da anlaşılacağı gibi "*Momentumun korunması için kinetik enerjinin korunması gereklidir.*" alternatif kavramı deney grubu öğretmen adaylarında İMÇKT'nin ön testinde 2, son ve gecikmiş testinde 3'er kez tekrarlanırken, aynı alternatif kavram kontrol grubu öğretmen adayları tarafından 2 kez ve sadece İMÇKT'nin son testinde kullanılmıştır. Tablo 48'e göre, İMÇKT'nin ön, son ve gecikmiş testlerinde "*İtme, ilk momentum ile son momentumun vektörel toplamıdır.*" alternatif kavramı da tespit edilmiştir. Bu alternatif kavram ön testte, deney grubu öğretmen adayları tarafından 1 kez kullanılırken, kontrol grubu öğretmen adayları tarafından 3 kez kullanılmıştır. Aynı ifadeyi, son testte kullanan deney grubu ve kontrol grubu öğretmen adaylarının sayısı, sırasıyla 6 ve 8'dir. Gecikmiş testte ise bu sayılar, son teste göre azalmış ve deney grubunda 4, kontrol grubunda 7 olmuştur.

Tablo 48'e göre, "*Cisme itme uygulanırsa momentumu korunur.*" alternatif kavramı, İMÇKT'nin ön testinde, öğretmen adayları tarafından kullanılmamıştır. Son testte, deney grubu öğretmen adayları yine aynı alternatif kavramı kullanmazken, kontrol grubu öğretmen adaylarından sadece 1'i kullanmıştır. Gecikmiş testte ise söz konusu alternatif kavramın öğretmen adayları tarafından kullanılma frekansları sırasıyla, deney grubu için 3, kontrol grubu için 1'dir.

Tablo 48 incelendiğinde, İMÇKT'nin ön, son ve gecikmiş testlerinde "*İtmenin yönü, momentumun yönü ile aynıdır.*" alternatif kavramının deney grubu ve kontrol grubu öğretmen adayları tarafından kullanıldığı görülmektedir. Bu alternatif kavramın da öğretmen adayları tarafından kullanılma sıklığı, "*İtme, ilk momentum ile son momentumun vektörel toplamıdır.*" alternatif kavramının kullanılma sıklığı ile benzerlik göstermektedir. Deney grubu ve kontrol grubu öğretmen adayları, söz konusu alternatif kavramı, son testte, ön teste göre daha çok; gecikmiş testte ise son teste göre daha az tekrarlamışlardır. "*İtmenin yönü, momentumun yönü ile aynıdır.*" alternatif kavramı ön testte, deney grubu öğretmen adayları tarafından 3 kez kullanılırken, kontrol grubu öğretmen adayları tarafından 2 kez kullanılmıştır. Aynı ifadeyi, son testte kullanan deney grubu ve kontrol grubu öğretmen adaylarının sayısı, sırasıyla 13 ve 9'dur. Gecikmiş testte ise bu sayılar, son teste göre azalmış ve deney grubunda 4, kontrol grubunda 1 olmuştur.

Tablo 48'e göre, "*İtme, birim zamanda uygulanan kuvvettir.*" Alternatif kavramı, ön testte, deney grubu öğretmen adayları tarafından 1, kontrol grubu öğretmen adayları

tarafından ise 3 kez tekrarlanmıştır. Ancak, öğretmen adayları tarafından bu alternatif kavram ne son testte, ne de gecikmiş testte tekrar kullanılmıştır.

Tablo 48'e göre, ön testte, "*Momentum, kütle ile zamanın çarpımıdır.*" alternatif kavramını gösteren deney grubu öğretmen adayı bulunmazken, kontrol grubu öğretmen adaylarının frekansı 3'tür. Son testte, aynı alternatif kavram için frekanslar, deney grubu öğretmen adaylarında 1, kontrol grubu öğretmen adaylarında 7 olurken, gecikmiş testte deney grubu ve kontrol grubu öğretmen adayları bu alternatif kavramı tekrarlamamışlardır.

Alternatif kavramlar ve frekansları tablosuna göre, İMÇKT'nin ön, son ve gecikmiş testlerinde tekrarlanan "*Momentum, kuvvet ile kütle ile çarpımıdır.*" alternatif kavramı da tespit edilmiştir. Bu alternatif kavram ön testte, deney grubu öğretmen adayları tarafından 4 kez kullanılırken, kontrol grubu öğretmen adayları tarafından 2 kez kullanılmıştır. Aynı ifadeyi, son testte kullanan deney grubu ve kontrol grubu öğretmen adaylarının sayısı, sırasıyla 8 ve 6'dır. Gecikmiş testte ise bu sayılar, son teste göre azalmış ve deney grubunda 7, kontrol grubunda 5 olmuştur.

Tablo 48'e göre, "*Momentum, kuvvetin kütleyle oranıdır.*" alternatif kavramı sadece deney grubu öğretmen adayları tarafından ön testte 3 kez tekrarlanmıştır. Aynı alternatif kavram bir daha hiçbir test çeşidinde ve hiçbir öğretmen adayı tarafından kullanılmamıştır.

"*Yer çekimi yoksa hız değişimi de olmaz.*" alternatif kavramını gösterenlerin sayısı ön testte, deney grubunda 4, kontrol grubunda 2'dir. Son testte ise bu öğretmen adayı sayıları, deney grubunda ön teste göre, 2'ye gerilerken, kontrol grubunda ön teste göre, 5'e yükselmiştir. Tablo 48'e göre, gecikmiş test verileri incelendiğinde, deney grubundaki öğretmen adaylarının aynı alternatif kavramı kullanma sayısının, son teste göre, 1'e, kontrol grubunda ise 2'ye gerilediği görülmektedir.

Tablo 48'e göre, öğretmen adaylarının göstermiş oldukları alternatif kavramlardan "*Hız, kuvvet ile zamanın çarpımıdır.*" ifadesini kullananların sayısı ön testte, deney grubu ve kontrol gruplarında, 4'erdur. Aynı ifadeyi, son testte kullanan deney grubu öğretmen adaylarının sayısı 7 iken, kontrol grubunda bu sayı 3'tür. Gecikmiş testte ise bu sayılar deney grubu öğretmen adayları için, son teste göre değişmemiş ve 7'de kalmış, kontrol grubu öğretmen adayları için ise son teste göre yükselmiş ve 16 olmuştur.

"*İç patlama sonucu oluşan parçaların hiçbiri hareketsiz kalmaz.*" alternatif kavramına sahip olan öğretmen adaylarının ön testteki frekansları, deney grubunda 10, kontrol grubunda 9'dur. Son testte bu frekanslar, ön teste göre, deney grubunda, 1'e düşerken, kontrol grubunda 11'e yükselmiştir. Gecikmiş testte ise aynı alternatif kavramı kullanma frekansları, son teste göre, deney grubunda 5'e yükselmiş, kontrol grubunda 9'a gerilemiştir.

“Esnek olmayan çarpışmada gelen cisim, duran cisme çarptıktan sonra durur.” alternatif kavramını gösterenlerin sayısı ön testte, deney grubunda 6, kontrol grubunda 4’tür. Son testte ise bu öğretmen adayı sayıları, deney grubunda ön teste göre, 11’e, kontrol grubunda ön teste göre, 5’e yükselmiştir. Tablo 48’e göre, gecikmiş test verileri incelendiğinde, deney grubundaki öğretmen adaylarının aynı alternatif kavramı kullanma sayısının, son teste göre, 9’a, kontrol grubunda ise 3’e gerilediği görülmektedir.

Tablo 48 incelendiğinde, *“Çarpışmalarda hız diğer cisme aktarılır.”* alternatif kavramını gösterenlerin sayısı ön testte, deney grubunda 4, kontrol grubunda 3’tür. Son testte ise bu öğretmen adayı sayıları, deney grubunda ön teste göre, 12’ye, kontrol grubunda ön teste göre, 5’e yükselmiştir. Tablo 48’e göre, gecikmiş test verileri incelendiğinde, deney grubundaki öğretmen adaylarının aynı alternatif kavramı kullanma sayısının, son teste göre, 7’ye gerilediği görülürken, kontrol grubunda son teste göre değişiklik olmamış ve 5’te kalmıştır.

Tablo 48’e göre, ön testte, deney grubu öğretmen adayları tarafından *“Çarpışmalarda momentum diğer cisme aktarılır.”* alternatif kavramı 4 kez tekrarlanırken, kontrol grubu öğretmen adaylarında bu alternatif kavram tespit edilmemiştir. Son testte, söz konusu alternatif kavramın tekrarlanma frekansları, deney ve kontrol grubu öğretmen adayları için sırasıyla 4 ve 3’tür. Gecikmiş testte ise aynı alternatif kavram deney grubu öğretmen adayları tarafından 1 kez, kontrol grubu öğretmen adayları tarafından ise 3 kez tekrarlanmıştır.

Ön testte, deney grubu öğretmen adaylarında 2, kontrol grubu öğretmen adaylarında 1 kez tespit edilen *“Çarpışmalarda toplam hız korunur.”* Alternatif kavramı, son testte, deney grubu öğretmen adaylarında, ön teste göre 1’e gerilerken, kontrol grubu öğretmen adaylarında 3’e yükselmiştir. Tablo 48’e göre, gecikmiş testte, aynı alternatif kavram deney grubu öğretmen adaylarında 1 kez tespit edilmesine karşın, kontrol grubunda tespit edilmemiştir.

4.1.2. Klinik Mülakatta Elde Edilen Bulgular

Uygulamalardan sonra gerçekleştirilen klinik mülakat için rastgele belirlenen 6 deney grubu öğretmen adayının 3’ü kız (D1, D13, D16), 3’ü erkek (D2, D14, D21); 6 kontrol grubu öğretmen adayının 4’ü kız (K1, K3, K9, K16), 2’si erkek (K2, K6) öğretmen adaylarıdır. Mülakatta öğretmen adaylarına toplam 15 soru yöneltilmiştir.

Belirlenmiş olan deney grubu ve kontrol grubu öğretmen adaylarının, klinik mülakat sorularına vermiş oldukları cevapların kategorileri ve örnek ifadeler aşağıda tablolar halinde sunulmuştur. Bu tablolarda, 12 katılımcının klinik mülakatta sorulan 15 temel soruya verdikleri cevapların tamamı sunulmuştur. Katılımcıların vermiş oldukları

cevapların ilk indirgemeler sonucu dikkat çeken ve kritik olduğu düşünülen kısımları matrislerde kullanılmıştır.

Katılımcıların, mülakatın 1. sorusuna vermiş oldukları cevapların ilk indirgemeler sonucu dikkat çeken ve kritik olduğu düşünülen kısımları, kategorilere göre, Tablo 49'da sunulmuştur.

Tablo 49. Mülakatın 1. Sorusuna Verilen Cevaplar ve Örnek İfadeler

Soru 1. İtme'yi tanımlayınız. <i>Birimi nedir? Nasıl bir büyüklüktür? Açıklayınız.</i>			
Bilimsel Olarak Tam ve Doğru Açıklama (DA)	Kısmen Doğru Açıklama (KDA)	Hem Doğru Hem Yanlış/Alternatif Kavramlı Açıklama (DYA)	Yanlış/Alternatif Kavramlı Açıklama (YA)
Uygulanan kuvvetle o kuvvetin uygulanma zamanının çarpımıdır. Birimi N.s'dir. Vektörel bir büyüklüktür yani yönü ve doğrultusu vardır. (K16)	Bir yönü olan vektörel bir büyüklüktür ve bu yöne bağlı olarak kuvvetin yaptığı etkidir. Birimi N.s'dir. (D13) Zamanla kuvvetin çarpımıdır. Birimi N.s'dir. Vektörel bir büyüklüktür. (D16, D21, K9) Kuvvet çarpı zamandır ve momentum değişimini verir. Birimi N.s'dir. Vektörel bir büyüklüktür yani yönü ve doğrultusu olmalıdır. (K1)	Bir kütleyle kuvvet uygulanmasıdır. Birimi m/s'dir. Bir yönü olduğu için vektörel bir büyüklüktür. (D1) Bir kuvvet uygulanarak bir cisim harekete geçirmeye denir. İtme olabilmesi için bir güç harcanması ve iş yapılması gerekir. Birimi N.s'dir. Yön ve doğrultusu olduğu için vektörel bir büyüklüktür. (D14) İtme bir cisme belirli bir zaman boyunca uygulanan kuvvettir. Birimi kgm/s'dir. Momentum değişimi vektörel bir büyüklük olduğundan itme de vektörel bir büyüklüktür. Yönü vardır. (K2) Momentumdaki değişimdir. Birimi N.s ya da kgm/s'dir. Vektörel bir büyüklüktür. (K3)	Bir cismi hareket ettiren kuvvetle çarpması veya karşı kuvvetle durdurmasıdır. Birimi N'dur. Yönü ve hızı olduğu için vektörel bir büyüklüktür. (D2) Bir cisme uygulanan kuvvettir. Kütle çarpı kuvvettir. Birimi m/s idi. Yönü olduğu için vektörel bir büyüklüktür. (K6)

Tablo 49 incelendiğinde, mülakatın 1. sorusuna bilimsel olarak tam ve doğru açıklama (DA) yapan sadece K16 kodlu kontrol grubu öğretmen adayı olmuştur. Aynı soruya, KDA kategorisine uygun cevap veren 3 deney grubu, 2 kontrol grubu öğretmen adayı bulunmaktadır. Mülakatın 1. sorusuna DYA ve YA kategorilerine uygun, deney grubu ve kontrol grubu öğretmen adaylarından eşit sayıda cevap alınmıştır. Her iki grup için, DYA kategorisine uygun cevap veren 2'şer, YA kategorisine uygun cevap veren ise 1'er öğretmen adayı bulunmaktadır. Bu soruya K2 kodlu öğretmen adayı DYA kategorisine uygun cevabını "İtme bir cisme belirli bir zaman boyunca uygulanan kuvvettir. Birimi kgm/s'dir. Momentum değişimi vektörel bir büyüklük olduğundan itme de vektörel bir büyüklüktür. Yönü vardır." şeklinde dile getirmiştir. Tablo 49'dan da anlaşılacağı üzere BA kategorisine giren hiçbir öğretmen adayı bulunmamaktadır.

Katılımcıların, mülakatın 2. sorusuna vermiş oldukları cevapların ilk indirgemeler sonucu dikkat çeken ve kritik olduğu düşünülen kısımları, kategorilere göre, Tablo 50'de sunulmuştur.

Tablo 50. Mülakatın 2. Sorusuna Verilen Cevaplar ve Örnek İfadeler

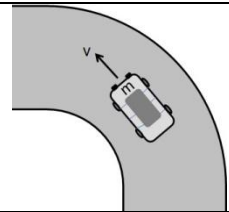
Soru 2. Momentum'u tanımlayınız. Birimi nedir? Nasıl bir büyüklüktür? Açıklayınız.			
Bilimsel Olarak Tam ve Doğru Açıklama (DA)	Kısmen Doğru Açıklama (KDA)	Hem Doğru Hem Yanlış/Alternatif Kavramlı Açıklama (DYA)	Yanlış/Alternatif Kavramlı Açıklama (YA)
Cismin kütlesi ile hızının çarpımıdır. Formül $P=m \cdot v$ ise birimi $kg \cdot m/s$ 'dir. Vektörel bir büyüklüktür ve yön ve doğrultu olmak zorundadır. (D1, D21, K1, K16)	Birimi kgm/s 'dir. Yön ve doğrultusu olduğu için vektörel bir büyüklüktür. (D14) Hızla kütle çarpımıdır. Birimi kgm/s 'dir. Vektörel bir büyüklüktür. (D16, K2, K9)	Cismin kütlesi ile hızının çarpımıdır. Birimi N/m 'dir. Vektörel bir büyüklüktür ve yön olmak zorundadır. (D2) Momentum belli bir zamanda sahip olduğu ağırlığa bağlı olarak oluşan durumdur. Birimi kgm/s^2 'dir. Momentum da yönü olan vektörel bir büyüklüktür. (D13) Bir cismi döndüren kuvvettir. Bir cisim bir kuvvet etkisinde dönüyorsa momentumu vardır. Birimi kgm/s 'dir ve vektörel bir büyüklüktür. (K3)	İki cisim birbiriyle çarpışmasıdır. Yönden dolayı vektördür. Birimini bilmiyorum. (K6)

Mülakatın 2. sorusunun cevaplarının incelendiği Tablo 50'de de yine hiçbir öğretmen adayı BA kategorisine uygun cevap vermezken, YA kategorisine uygun cevap sadece K6 kodlu, kontrol grubu öğretmen adayından alınmıştır. Her iki gruptan da 2'şer öğretmen adayı DA, 2'şer öğretmen adayı KDA kategorilerine uygun cevap vermelerine karşın, soruya 2 deney grubu ve 1 kontrol grubu öğretmen adayı da hem doğru hem yanlış/alternatif kavramlı açıklama (DYA) yapmışlardır. Örneğin D14 kodlu öğretmen adayı görüşlerini "Birimi kgm/s 'dir. Yön ve doğrultusu olduğu için vektörel bir büyüklüktür." şeklinde belirterek KDA kategorisine uygun cevap vermiştir.

Katılımcıların, mülakatın 3. sorusuna vermiş oldukları cevapların ilk indirgemeler sonucu dikkat çeken ve kritik olduğu düşünülen kısımları, kategorilere göre, Tablo 51'de sunulmuştur.

Tablo 51. Mülakatın 3. Sorusuna Verilen Cevaplar ve Örnek İfadeler

Soru 3. Şekildeki gibi m kütleli bir araç hızının büyüklüğü değişmeyecek şekilde virajı dönmektedir. Bu araca itme uygulanır mı? Nedenleriyle açıklayınız.		
Bilimsel Olarak Tam ve Doğru Açıklama (DA)	Yanlış/Alternatif Kavramlı Açıklama (YA)	Boş/Anlaşılmayan/İlgisiz Açıklama (BA)
Hızın dolayısıyla momentumun yönü değişmiştir. Momentum değişimi olduğu için de itme uygulanmıştır. (D21)	Sabit hızla gittiği için itme uygulanmamıştır. (D1) İtme momentum değişimidir. Momentumu değişmediği için itme uygulanmamıştır. (D2, D14, D16, K1, K2, K3, K16)	Araba virajı dönerken yalpalayacağı için itme uygulanmıştır. (K6) Virajı alan bir araca itme uygulanmıştır. Emin de değilim. (K9)



Tablo 51'in devamı

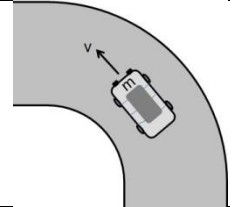
Hareket halindedir. Hareket halindeki cisimlere her zaman itme uygulanır. (D13)

Tablo 51'de dikkat çeken durum, mülakatın 3. sorusuna yanlış/alternatif kavramlı açıklama (YA) yapanların sayısındaki fazlalıktır. Tablo 51'e göre, 6 deney grubu öğretmen adayının 5'inin, 6 kontrol grubu öğretmen adayının ise 4'ünün YA kategorisine uygun cevap vermiş olduğu görülmektedir. Örneğin D1 kodlu öğretmen adayı görüşlerinin "Sabit hızla gittiği için itme uygulanmamıştır." şeklinde belirterek yanlış/alternatif kavramlı açıklama yapmıştır. D21 kodlu deney grubu öğretmen adayı dışında mülakatın 3. sorusu için DA kategorisine uygun cevap veren öğretmen adayı bulunmazken, BA kategorisine uygun cevap veren K6 ve K9 kodlu kontrol grubu öğretmen adaylarıdır. Tablo 51'e göre mülakatın 3. sorusuna, KDA ve DYA kategorilerine uygun cevap veren öğretmen adayı bulunmamaktadır.

Katılımcıların, mülakatın 4. sorusuna vermiş oldukları cevapların ilk indirgemeler sonucu dikkat çeken ve kritik olduğu düşünülen kısımları, kategorilere göre, Tablo 52'de sunulmuştur.

Tablo 52. Mülakatın 4. Sorusuna Verilen Cevaplar ve Örnek İfadeler

Soru 4. Şekildeki gibi m kütleli bir araç hızının büyüklüğü değişmeyecek şekilde virajı dönmektedir. Bu aracın momentumu değişir mi? *Nedenleriyle açıklayınız.*



Bilimsel Olarak Tam ve Doğru Açıklama (DA)	Hem Doğru Hem Yanlış/Alternatif Kavramlı Açıklama (DYA)	Yanlış/Alternatif Kavramlı Açıklama (YA)
Momentum vektörel bir büyüklüktür. Hızın yönü değiştiği için momentumun da yönü değişmiştir. Dolayısıyla momentumu da değişmiştir. (D21)	Araba yalpalayacağı için itme uygulanmıştı. İtme uygulandığı için de momentum değişmiştir. (K6)	$m \cdot v$ değeri değişmediği için değişmemiştir. Momentum korunmuştur. (D1) Hız değişmediği için momentumu da değişmemiştir. (D2, D13, D14, D16, K1, K2, K9, K16) Kütlesi ve hızı sabit olduğu için değişmemiştir. (K3)

Tablo 52'deki durum da Tablo 51'e benzer durumdadır. Mülakatın 4. sorusuna yanlış/alternatif kavramlı açıklama (YA) yapanların sayısı oldukça fazladır. Tablo 52'ye göre YA kategorisine uygun cevap verenlerin sayısı, 5'i deney grubu, 5'i kontrol grubu olmak üzere 10 öğretmen adayıdır. DA kategorisine uygun cevap veren 1 öğretmen adayı deney grubundan, DYA kategorisine uygun cevap veren 1 öğretmen adayı da kontrol

grubundandır. D21 kodlu öğretmen adayı DA kategorisine giren cevabını “Momentum vektörel bir büyüklüktür. Hızın yönü değiştiği için momentumun da yönü değişmiştir. Dolayısıyla momentumu da değişmiştir.” şeklinde dile getirmiştir. Tablo 52’ye göre mülakatın 4. sorusuna, KDA ve BA kategorilerine uygun cevap veren öğretmen adayı bulunmamaktadır.

Katılımcıların, mülakatın 5. sorusuna vermiş oldukları cevapların ilk indirgemeler sonucu dikkat çeken ve kritik olduğu düşünülen kısımları, kategorilere göre, Tablo 53’te sunulmuştur.

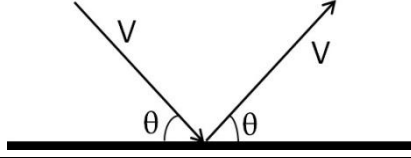
Tablo 53. Mülakatın 5. Sorusuna Verilen Cevaplar ve Örnek İfadeler

Bilimsel Olarak Tam ve Doğru Açıklama (DA)	Kısmen Doğru Açıklama (KDA)	Hem Doğru Hem Yanlış/Alternatif Kavramlı Açıklama (DYA)	Yanlış/Alternatif Kavramlı Açıklama (YA)
Momentum değişimi itmeye eşittir. İki cisme uygulanan itme eşit olduğu için momentum değişimleri de eşittir. Kütleleri ile ters orantılı olarak hızları olacak ve dolayısıyla momentumları eşit olacaktır. (D21) İtme momentum değişimine eşittir. Uygulanan itmeler de eşit olduğuna göre son momentumları eşittir. (K9)	Momentumları eşittir. Çünkü kütlesi büyük olanın hızı daha az olacak, küçük olanın hızı daha büyük olacağından hız ve kütle çarpımları eşit olacaktır. (D2)	İtmeler eşittir. Momentum değişimi de itmeye eşittir. Kütleleri büyük olanın momentumu daha büyüktür. (D16)	Kütle önemlidir. Kütleleri büyük olanın momentumu daha büyüktür. (D1, D13, D14) Hızları da eşit olacağından kütleleri büyük olanın momentumu da büyüktür. (K1) Kütlesi m olan daha fazla yol alacağından momentumu daha büyüktür. (K2) Kütlesi küçük olanın hızı daha büyük olacağından momentumu daha büyüktür. (K3, K6, K16)

Tablo 53’e göre mülakatın 5. sorusuna, deney grubundan DA, KDA ve DYA kategorilerine uygun cevap veren 1’er öğretmen adayı; kontrol grubundan ise DA kategorisine uygun cevap veren 1 öğretmen adayı bulunmaktadır. Mesela D16 kodlu öğretmen adayı cevabını “İtmeler eşittir. Momentum değişimi de itmeye eşittir. Kütleleri büyük olanın momentumu daha büyüktür.” şeklinde belirtmiştir. Ayrıca 3 deney grubu öğretmen adayı ve 5 kontrol grubu öğretmen adayı da mülakatın 5. sorusuna YA kategorisine uygun cevap vermişlerdir. Tablo 53’e göre de 5. soruya hiçbir öğretmen adayının BA kategorisine uygun cevap vermemiş olduğu görülmektedir.

Katılımcıların, mülakatın 6. sorusuna vermiş oldukları cevapların ilk indirgemeler sonucu dikkat çeken ve kritik olduğu düşünülen kısımları, kategorilere göre, Tablo 54'te sunulmuştur.


Tablo 54. Mülakatın 6. Sorusuna Verilen Cevaplar ve Örnek İfadeler

Bilimsel Olarak Tam ve Doğru Açıklama (DA)	Hem Doğru Hem Yanlış/Alternatif Kavramlı Açıklama (DYA)	Yanlış/Alternatif Kavramlı Açıklama (YA)	Boş/Anlaşılmayan/İlgisiz Açıklama (BA)
<p>Soru 6. Bir cisim engele "V" hızı ile çarpar ve şekildeki gibi aynı büyüklükteki hızla geri sıçrar. Cismin çarpışmadan önceki ve sonraki momentumlarını kıyaslayınız. <i>Cisme bir itme uygulanmış mıdır? Uygulanmış ise yönü hakkında bilgi veriniz.</i></p>			
<p>Momentum büyüklüğü sabittir. Fakat yönü değiştiği için momentum değişmiştir. Momentum değişimi olduğu için de itme uygulanmıştır. İkinci momentum vektöründen birinci vektörü çıkarınca yukarı yönde itme bulunur. (D21)</p>	<p>Doğrultu değiştiği için momentum da değişir. Engel bir itme uygulamıştır. Kuzey-batıdan gelip güney-doğuya gidebilmesi için güneyden kuzeye doğru itme uygulanmalıdır. (D2)</p> <p>Momentum büyüklüğü sabittir. Fakat yönü değiştiği için momentum değişmiştir. Momentum değişimi olduğu için de itme uygulanmıştır. İki vektörün bileşkesi de itmenin yönünü verir. (K1)</p> <p>Momentumun yönleri farklıdır ama büyüklükleri aynıdır. İtme uygulanmamıştır. Çünkü momentum değişmemiştir. (K16)</p>	<p>Momentumlar eşittir. Çünkü V ile geliyor, V ile gidiyor; açılar da aynı. Momentum değişmediği için de itme yoktur. (D1, D14, D16, K9)</p> <p>Hız değişimi olmadığı için momentumları eşittir. Aşağıdan bir tepki uygulanmış ki çarptığı gibi geri gitmiş bu yüzden itme uygulanmıştır. (D13, K6)</p> <p>Momentumlar eşittir. Çünkü V ile geliyor, V ile gidiyor; açılar da aynı. Momentum değişmediği için de itme yoktur. Sağa doğru itme uygulanmıştır. (K2)</p>	<p>Bunun hakkında bir bilgim yok. (K3)</p>

Tablo 54'e göre mülakatın 6. sorusu için DA kategorisine uygun cevap veren 1 deney grubu öğretmen adayı, BA kategorisine uygun cevap veren 1 kontrol grubu öğretmen adayı bulunmaktadır. Mülakatın 6. sorusu için DYA kategorisine uygun cevap verenlerin 1'i deney grubu, 2'si kontrol grubu öğretmen adayı olmuştur. Örneğin, K16 kodlu öğretmen adayı "Momentumun yönleri farklıdır ama büyüklükleri aynıdır. İtme uygulanmamıştır. Çünkü momentum değişmemiştir." şeklinde cevap vererek hem doğru hem yanlış/alternatif kavramlı açıklama yapmıştır. Ayrıca Tablo 54'e göre KDA kategorisine uygun cevap veren öğretmen adayı bulunmazken, deney grubu öğretmen adaylarının 4'ünden, kontrol grubu öğretmen adaylarının ise 3'ünden YA kategorisine giren cevaplar alınmıştır.

Katılımcıların, mülakatın 7. sorusuna vermiş oldukları cevapların ilk indirgemeler sonucu dikkat çeken ve kritik olduğu düşünülen kısımları, kategorilere göre, Tablo 55'te sunulmuştur.

Tablo 55. Mülakatın 7. Sorusuna Verilen Cevaplar ve Örnek İfadeler

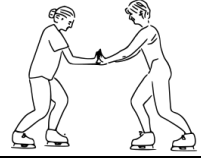
Soru 7. Aynı kütleyle sahip A, B ve C astronotları uzayın derinliklerinde hareketsizlerken A, B'yi C'ye doğru şekildeki gibi "V" hızı ile itmektedir. A, B ve C astronotlarının hareketleri için neler söylersiniz? Nedenleriyle açıklayınız.				
Bilimsel Olarak Tam ve Doğru Açıklama (DA)	Kısmen Doğru Açıklama (KDA)	Hem Doğru Hem Yanlış/Alternatif Kavramlı Açıklama (DYA)	Yanlış/Alternatif Kavramlı Açıklama (YA)	Boş/Anlaşılmayan/İlgisiz Açıklama (BA)
Momentum korunumundan A, B'nin tersi yönde V hızı ile ilerler. Ayrıca B ve C de beraber B'nin ilk hızı ile aynı yönde V/2 hızı ile ilerlerler. (D2, D14, D21, K2)	Etki tepki prensibinden dolayı A ters yönde V hızı ile gider. Prensibe göre B ve C birlikte, B yönünde V/2 hızı ile hareket etmeye başlarlar. (D13)	A hareketsiz kalmaya devam eder. Sonra C ve B kütleleri de eşit olduğu için mantiken B'nin yönünde V/2 hızıyla giderler. (D1) Momentum korunumundan A, B'nin tersi yönde V hızı ile ilerler. Ayrıca B ve C de beraber A'ya ters yönde V hızı ile ilerlerler. (K1)	Birbirlerinin hızlarını alacağından A ters yönde V hızı ile gider ya da durur. B ve C birlikte ya V hızı ile giderler ya da hareketsiz kalırlar. (K3, K6) İtme uygulandığı için üçü de V hızı ile sağa doğru gider. (K9) A için bir şey söyleyemeyeceğim. Yer çekimi olmadığı için B ve C, V hızı ile B'nin geliş yönünde ilerlerler. (K16)	A hakkında bilgim yok. B ve C de galiba sağa doğru V/2 ile gider. (D16)

Tablo 55 incelendiğinde, bütün kategorilere uygun cevap veren en az 1 öğretmen adayı olduğu görülmektedir. Mülakatın 7. sorusu için KDA ve BA kategorilerine uygun cevap veren 1'er deney grubu öğretmen adayı bulunmaktadır. Mülakatın 7. sorusuna deney grubundan 3, kontrol grubundan 1 öğretmen adayı DA kategorisine uygun cevaplar verirken, gruplardan 1'er öğretmen adayı DYA kategorisine uygun cevaplar vermiştir. Mesela, K1 kodlu öğretmen adayı DYA kategorisine uygun cevaplar vererek görüşlerini "Momentum korunumundan A, B'nin tersi yönde V hızı ile ilerler. Ayrıca B ve C de beraber A'ya ters yönde V hızı ile ilerlerler." şeklinde belirtmiştir. Ayrıca Tablo 55'e göre 4 kontrol grubu öğretmen adayı da soruya YA kategorisine uygun cevaplar vermiştir.

Katılımcıların, mülakatın 8. sorusuna vermiş oldukları cevapların ilk indirgemeler sonucu dikkat çeken ve kritik olduğu düşünülen kısımları, kategorilere göre, Tablo 56'da sunulmuştur.

Tablo 56. Mülakatın 8. Sorusuna Verilen Cevaplar ve Örnek İfadeler

Bilimsel Olarak Tam ve Doğru Açıklama (DA)	Kısmen Doğru Açıklama (KDA)	Hem Doğru Hem Yanlış/Alternatif Kavramlı Açıklama (DYA)	Yanlış/Alternatif Kavramlı Açıklama (YA)
Sıfır olan ilk momentum son momentuma eşit olur yani momentum korunur. Momentümlar zıt yönlüdür ve eşit büyüklüktedir. (D13, D14, D21, K2)	Momentum büyüklükleri eşittir. Kilolu olanın hızı daha az, zayıf olanın hızı daha fazla olur. Dolayısıyla hız ve kütle çarpımı eşit olur. Yönleri de zıttır. (D2) Birbirlerine zıt kuvvetler uyguladıkları için itme sıfır oluyor. İtme sıfır olduğu için momentümları zıt yönlü ve eşittir. (D16)	Kilolu, zayıfı daha fazla iter. Zayıf olanın hızı daha fazla olur. O yüzden momentümları eşit olur. Zıt yönlü hareket var. Vektörel bir büyüklük olduğundan momentum korunumu da olur. (D1)	Eşit hızlarla hareket edeceklerinden kütleli büyük olanın momentumu daha büyüktür. (K1) Zayıf olanın momentumu daha büyüktür. Çünkü hızı büyük olanın momentumu daha büyük olur. (K3, K6, K9, K16)



Tablo 56'ya göre mülakatın 8. soruna DA kategorisine uygun cevap veren 3 deney grubu, 1 kontrol grubu öğretmen adayı bulunmaktadır. Ayrıca KDA ve DYA kategorilerine uygun cevap veren öğretmen adayları deney grubundan, YA kategorisine uygun cevap veren öğretmen adayları ise kontrol grubundandır. Örneğin K3, K6, K9 ve K16 kodlu öğretmen adayları 8. soru için yanlış/alternatif kavramlı açıklama yapmış ve cevaplarını "Zayıf olanın momentumu daha büyüktür. Çünkü hızı büyük olanın momentumu daha büyük olur." şeklinde iletilmişlerdir. Bu soru için, BA kategorisine uygun cevap veren öğretmen adayı ise bulunmamaktadır.

Katılımcıların, mülakatın 9. sorusuna vermiş oldukları cevapların ilk indirgemeler sonucu dikkat çeken ve kritik olduğu düşünülen kısımları, kategorilere göre, Tablo 57'de sunulmuştur.

Tablo 57. Mülakatın 9. Sorusuna Verilen Cevaplar ve Örnek İfadeler

Bilimsel Olarak Tam ve Doğru Açıklama (DA)	Yanlış/Alternatif Kavramlı Açıklama (YA)	Boş/Anlaşılmayan/İlgisiz Açıklama (BA)
	Gaz çıkışı sürekli olduğu için momentum sabit kalıyor. (D1)	Aklıma gelmiyor. (D16, K3)

Soru 9. Uçuşunun herhangi bir anında bir roketin momentumunun büyüklüğü, hızı artmasına rağmen sabit kalmaktadır. Bu durumun nedenlerini açıklayınız.



Tablo 57'nin devamı

Yakıt azaldıkça kütle azalır. Kütle x hız yani momentum sabit ise hız artacaktır. (D2, D13, D14, D21, K1, K2, K6)	Sebebi, yukarılara çıktıkça yer çekimi ivmesi azalacağından roketin kütlesi azalır. (K9) Hızı arttığı için parça kopuyor yani kütlesi azalıyor ve momentumu sabit kalıyor. (K16)
---	---

Tablo 57'ye göre mülakatın 9. soruna KDA ve DYA kategorilerine uygun cevap veren öğretmen adayı bulunmazken, 4 deney grubu ve 3 kontrol grubu öğretmen adayı DA kategorisine uygun cevaplar vermiştir. K9 ve K16 kodlu kontrol grubu ve D1 kodlu deney grubu öğretmen adayları da YA kategorisine uygun cevaplar vermiştir. Mülakatın 9. sorusu için deney ve kontrol gruplarından 1'er öğretmen adayı da "Aklıma gelmiyor." şeklinde görüşlerini belirtmiş ve BA kategorisine uygun cevaplar vermiştir.

Katılımcıların, mülakatın 10. sorusuna vermiş oldukları cevapların ilk indirgemeler sonucu dikkat çeken ve kritik olduğu düşünülen kısımları, kategorilere göre, Tablo 58'de sunulmuştur.

Tablo 58. Mülakatın 10. Sorusuna Verilen Cevaplar ve Örnek İfadeler

Soru 10. İki cismin çarpıştığını düşünürseniz, bu çarpışmanın türünü nasıl belirlersiniz? <i>Nedenleriyle açıklayınız.</i>		
Kısmen Doğru Açıklama (KDA)	Hem Doğru Hem Yanlış/Alternatif Kavramlı Açıklama (DYA)	Yanlış/Alternatif Kavramlı Açıklama (YA)
Çarpışma öncesi ve sonrasında merkezi çarpışmada aynı doğrultu, merkezi olmayanda farklı doğrultu olmalıdır. Esnek olmayan çarpışmada birlikte hareket, esnek de ise ayrı ayrı hareket vardır. Birlikte hareket edip etmemeleri ve doğrultu değişiminin olup olmamasına bakılır. Yani çarpışmadan sonraki hareket incelenir. (D1, D2, D16, K1, K9)	Çarpışma öncesi ve sonrasında merkezi çarpışmada aynı doğrultu, merkezi olmayanda farklı doğrultu olmalıdır. Esnek olmayan çarpışmada birlikte hareket vardır. Esnek çarpışmada sadece doğu ve batı yönü gibi zıt yönlerde hareket olabilir, kısmen esnekte saçılma olmalıdır ve 90 derecedir. Kısmen esnek çarpışmada momentum korunuyor. (K2)	180 derecelik bir açıyla geliyorsa merkezi çarpışmadır. Merkezi çarpışmada doğrusal, merkezi olmayanda açısal olarak yön değişimi vardır. Esnek olmayanda momentum ve kinetik enerji korunur. Çünkü hızını diğerine aktarır. Esnek çarpışmada kinetik enerji kaybı oluyor. (D14)
Çarpışma sonrası durumlar değerlendirilerek belirlenir. Çarpışma sonrası yön, momentum, hız, kütle gibi niceliklerine bakılır. (D13, K16)	Tür, çarpışma sonrası harekete göre belirlenir. Esnek çarpışmada ikinci cismin yönüne doğru hareket edebilirler. Yarı esnekte kenetlenip kalabilirler. Esnek olmayanda biri bir tarafa diğeri bir tarafa hareket edebilir. Merkezi olmayanda bir saçılma vardır. (K6)	
Çarpışma öncesi ve sonrasında merkezi çarpışmada aynı doğrultu, merkezi olmayanda farklı doğrultu olmalıdır. Esnek olmayan çarpışmada birlikte hareket, esnek de ise ayrı ayrı hareket vardır. Birlikte hareket edip etmemeleri ve doğrultu değişiminin olup olmamasına bakılır. Yani çarpışmadan sonraki hareket incelenir. (D21)		
Çarpışma öncesi ve sonrası hızlar biliniyorsa esneklik katsayısından bulunabilir. Mesela $e=1$ ise tam esnek; $e=0$ ise esnek olmayan; $0<e<1$ ise kısmen esnekti. Ayrıca çarpışma öncesi ve sonrasında doğrultular aynı ise merkezi, farklı ise merkezi olmayandır. (K3)		

Tablo 58'e göre mülakatın 10. soruna DA ve BA kategorilerine uygun cevap veren öğretmen adayı bulunmazken, 5 deney grubu ve 4 kontrol grubu öğretmen adayı KDA

kategorisine uygun cevaplar vermiştir. K2 ve K6 kodlu 2 kontrol grubu öğretmen adayı ise DYA kategorisine uygun cevaplar vermiştir. Mesela, K6 kodlu öğretmen adayı görüşlerini “Tür, çarpışma sonrası harekete göre belirlenir. Esnek çarpışmada ikinci cismin yönüne doğru hareket edebilirler. Yarı esnekte kenetlenip kalabilirler. Esnek olmayanda biri bir tarafa diğeri bir tarafa hareket edebilir. Merkezi olmayanda bir saçılma vardır.” şeklinde belirtmiştir. Ayrıca YA kategorisine uygun cevap veren yalnızca deney grubundan D14 kodlu öğretmen adayı olmuştur.

Katılımcıların, mülakatın 11. sorusuna vermiş oldukları cevapların ilk indirgemeler sonucu dikkat çeken ve kritik olduğu düşünülen kısımları, kategorilere göre, Tablo 59’da sunulmuştur.

Tablo 59. Mülakatın 11. Sorusuna Verilen Cevaplar ve Örnek İfadeler

Soru 11. Bir kamyon ile bir taksinin kafa kafaya çarpıştığını düşünecek olursanız, araçlar çarpışmanın olduğu noktada kenetlenip durabilir mi? <i>Nedenleriyle açıklayınız.</i>		
Bilimsel Olarak Tam ve Doğru Açıklama (DA)	Kısmen Doğru Açıklama (KDA)	Yanlış/Alternatif Kavramlı Açıklama (YA)
Arabanın hızı kamyonunkinden büyükse yani momentum büyüklükleri eşitse olabilir. (D1, D2, D13, D14, D16, D21, K2, K3)	Kamyonun hızı az, taksinin hızı fazla ise olabilir. (K6)	Kamyon taksii sürükler. Çünkü kütlesi ve momentumu daha büyüktür. (K1) Kamyon sürükler. Çünkü kütlesi daha büyüktür. (K9) Hızı fazla olanın yönünde sürüklenirler. (K16)

Tablo 59 incelendiğinde, mülakatın 11. sorusu için DYA ve BA kategorilerine uygun cevap veren öğretmen adayı bulunmazken, deney grubu öğretmen adaylarının tamamı ve 2 kontrol grubu öğretmen adayı DA kategorisine uygun cevaplar vermiştir. K6 kodlu, kontrol grubu öğretmen adayı ise “Kamyonun hızı az, taksinin hızı fazla ise olabilir.” şeklinde görüş belirterek KDA kategorisine uygun cevap verirken, K1, K9 ve K16 kodlu öğretmen adayları da yanlış/alternatif kavramlı açıklama yapmıştır.

Katılımcıların, mülakatın 12. sorusuna vermiş oldukları cevapların ilk indirgemeler sonucu dikkat çeken ve kritik olduğu düşünülen kısımları, kategorilere göre, Tablo 60’da sunulmuştur.

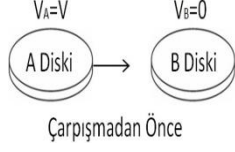
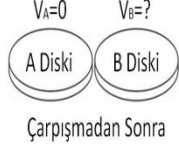
Tablo 60. Mülakatın 12. Sorusuna Verilen Cevaplar ve Örnek İfadeler

Bilimsel Olarak Tam ve Doğru Açıklama (DA)	Kısmen Doğru Açıklama (KDA)	Hem Doğru Hem Yanlış/Alternatif Kavramlı Açıklama (DYA)	Yanlış/Alternatif Kavramlı Açıklama (YA)
Esnek olmayanda beraber hareket ederler, tam esnekte ise ayrı hareket söz konusudur. Tam esnekte enerji ve momentum korunur, esnek olmayanda momentum korunur fakat enerji korunmaz. (D16, D21, K1, K3, K9)	Bütün çarpışma türlerinde momentum korunur. Esnek olmayan çarpışmada cisimlerde fiziksel değişim olur. Enerji korunumu hakkında bilgiye sahip değilim. (D13) Ayrı ayrı ve birlikte hareket etme durumları bir farktır ancak hangisi hangi çarpışma türünde oluyor bilmiyorum. Ayrıca birlikte hareket edilen de kinetik enerji korunmaz; diğerinde korunur. (K6)	Çarpışmadan sonra esnek olmayan çarpışmada birlikte hareket, esnekte ise ayrı ayrı hareket vardır. İkisinde de momentum ve enerji korunur. (D1) Çarpışmadan sonra esnek olmayan çarpışmada birlikte hareket, esnekte ise ayrı ayrı hareket vardır. Esnek olmayan çarpışmada enerji korunurken, diğerinde korunmaz. İkisinde de momentum korunur. (D2) Esnek olmayanda beraber hareket ederler, tam esnekte ise ağırlıkları oranında hızlar paylaşılır. İkisinde de momentum ve enerji korunur. (K2) Esnek çarpışmada kinetik enerji ve momentum korunur, merkezi ve merkezi olmama durumlarına göre çarpışan cisimler birlikte ya da ayrı hareket ederler. Esnek olmayanda momentum korunur, kinetik enerji korunmaz ve cisimler beraber hareket ederler. (K16)	Esnek çarpışmada kinetik enerji kaybı vardır. Esnek olmayanda kinetik enerji korunur. Esnek olmayan çarpışmada durma olur. Esnek çarpışmada hız değerine aktarıldığı için hareket vardır. (D14)

Tablo 60'a göre mülakatın 12. sorusuna gruptan, KDA kategorisine uygun cevap veren 1'er, DYA kategorisine uygun cevap veren 2'şer öğretmen adayı bulunmaktadır. Örneğin DYA kategorisine uygun cevap veren D1 kodlu öğretmen adayı 12. soru için cevabını "Çarpışmadan sonra esnek olmayan çarpışmada birlikte hareket, esnekte ise ayrı ayrı hareket vardır. İkisinde de momentum ve enerji korunur." şeklindeki ifadelerle belirtmiştir. Tablo 60 incelendiğinde, YA kategorisine uygun cevap veren tek öğretmen adayı deney grubundan olurken, BA kategorisine uygun cevap veren öğretmen adayı bulunmamaktadır.

Katılımcıların, mülakatın 13. sorusuna vermiş oldukları cevapların ilk indirgemeler sonucu dikkat çeken ve kritik olduğu düşünülen kısımları, kategorilere göre, Tablo 61'de sunulmuştur.

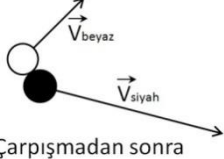
Tablo 61. Mülakatın 13. Sorusuna Verilen Cevaplar ve Örnek İfadeler

Soru 13. Aynı yatay düzlemde bulunan eşit kütleli disklerden, A Diski, hareketsiz B Diski'ne çarptıktan sonra durmaktadır. B Diski'nin, çarpışmadan sonraki hızı hakkında neler söylersiniz? Buradaki çarpışma türü nedir? Nedenleriyle açıklayınız.					
Bilimsel Olarak Tam ve Doğru Açıklama (DA)	Kısmen Doğru Açıklama (KDA)	Hem Doğru Hem Yanlış/Alternatif Kavramlı Açıklama (DYA)	Yanlış/Alternatif Kavramlı Açıklama (YA)	Boş/Anlaşılmayan/İlgisiz Açıklama (BA)	
Momentum korunumundan dolayı B'nin hızı V'dir. Dolayısıyla enerji de korunur. Yani esnek çarpışmadır. Ayrıca A durduğu için de merkezi çarpışmadır. (D21, K9)	Mantıken B, A'nın hızıyla ve A'nın geliş yönünde ilerler. Çünkü kütleleri aynıdır. Türü ise merkezi esnek çarpışmadır. (D1)	Eşit kütleli cisimlerde esnek olmayan çarpışmada A, hızını momentum ve enerji korunumundan B'ye aktardığı için B, V hızı ile ilerler. Doğrultu değişmediği için merkezi çarpışmadır. (D2) A hızını B'ye aktarır. Momentum korunumundan hızı V olur. Yönü A'nın geliş yönüyle aynıdır. Bundan dolayı görüyoruz ki kinetik enerji de korunur. Bu yüzden esnek olmayan çarpışmadır. Merkezi olmasaydı A durmazdı. Ayrıca B'nin hızı da V olamazdı, açılara göre farklı olurdu. (D14) Momentum korunumundan dolayı B'nin hızı V'dir. Merkezi olmasaydı A dururken B farklı bir yönde hareket ederdi. (K1) Momentum korunumundan dolayı B, V hızı ile sağ tarafa doğru hareket eder. Çarpışma öncesi ve sonrası hızlar aynı doğrultuda olduğu için merkezidir. Beraber hareket etmedikleri için de esnek çarpışmadır. (K2)	A hızını B'ye aktarır. Merkezi esnek olmayan çarpışmadır. (D13) A hızını B'ye aktarır. Kısmen esnek çarpışmadır. (K16)	B, A'nın geliş hızının tersi yönde V hızı ile ilerler. (D16) B diski V hızı ile gider. Çarpışma türü hakkında bilgim yok. (K3) İki durum olur. Ya durur ya da sağa doğru V hızı ile gider. Kısmen esnek çarpışma olabilir. Merkezi gibi görünüyor. (K6)	

Tablo 61'e göre mülakatın 13. sorusu için her kategoriye uygun cevap veren en az 1 öğretmen adayı bulunmaktadır. Deney grubu öğretmen adaylarından DA, KDA, YA ve BA kategorilerine uygun cevap veren 1'er, DYA kategorisine uygun cevap veren 2 öğretmen adayı bulunmaktadır. Kontrol grubu için ise DYA ve BA kategorilerine uygun cevap veren 2'şer, DA ve YA kategorilerine uygun cevap veren 1'er öğretmen adayı bulunmaktadır. Örneğin K16 kodlu öğretmen adayı 13. soru için YA kategorisine uygun "A hızını B'ye aktarır. Kısmen esnek çarpışmadır." şeklinde cevap vermiştir.

Katılımcıların, mülakatın 14. sorusuna vermiş oldukları cevapların ilk indirgemeler sonucu dikkat çeken ve kritik olduğu düşünülen kısımları, kategorilere göre, Tablo 62'de sunulmuştur.

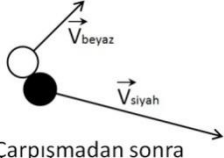
Tablo 62. Mülakatın 14. Sorusuna Verilen Cevaplar ve Örnek İfadeler

Soru 14. Yatay düzlemde beyaz bilardo topu, eşit kütleyle sahip ve duran siyah bilardo topuna çarpıyor. Toplar çarpışmadan sonra şekildeki hız vektörleriyle hareket etmeye başladıklarına göre bu çarpışmanın türü ne olabilir? <i>Nedenleriyle açıklayınız.</i>			
			
Bilimsel Olarak Tam ve Doğru Açıklama (DA)	Kısmen Doğru Açıklama (KDA)	Hem Doğru Hem Yanlış/Alternatif Kavramlı Açıklama (DYA)	Yanlış/Alternatif Kavramlı Açıklama (YA)
Doğrultuları farklı olduğu için merkezi olmayandır. Aynı hareket ettikleri için esnek veya kısmen esnektir. (D2, D21, K2, K3)	Merkezi olmayan esnek çarpışma. Merkezi olsaydı doğrultuları aynı olurdu. Esnek olmayan olsaydı beraber hareket ederlerdi. (D1, D16, K1, K6)	Saçılmadan dolayı merkezi olmayan, çarpışma sonrası ayrı ayrı hareket olduğu için esnek olmayandır. (D14) Doğrultuları farklı olduğu için merkezi olmayan; momentum ve kinetik enerjileri korunduğu için de esnek çarpışmadır. (K9) Birbirlerinden ayrılıp hareket ettikleri için merkezi olmayan esnek çarpışmadır. Merkezi olsaydı birlikte hareket ederlerdi. (K16)	Merkezi esnek olmayan çarpışmadır. Esnek olmayan çarpışmada cisimler ayrı ayrı farklı yönlere hareket ederler. Çarpışma noktası olduğu için de merkezidir. (D13)

Tablo 62'ye göre mülakatın 14. sorusu için DA ve KDA kategorilerine uygun cevap veren 2'şer deney, 2'şer kontrol grubu öğretmen adayı bulunmaktadır. Görüşlerini "Merkezi olmayan esnek çarpışma. Merkezi olsaydı doğrultuları aynı olurdu. Esnek olmayan olsaydı beraber hareket ederlerdi." şeklinde dile getiren D1, D16, K1 ve K6 kodlu öğretmen adayları KDA kategorisine uygun cevaplar vermiştir. DYA ve YA kategorilerine uygun cevap veren 1'er deney grubu öğretmen adayı bulunurken, 2 kontrol grubu öğretmen adayı DYA kategorisine uygun cevaplar vermiştir. Ayrıca Tablo 62'ye göre hiçbir öğretmen adayı BA kategorisine uygun cevap vermemiştir.

Katılımcıların, mülakatın 15. sorusuna vermiş oldukları cevapların ilk indirgemeler sonucu dikkat çeken ve kritik olduğu düşünülen kısımları, kategorilere göre, Tablo 63'te sunulmuştur.

Tablo 63. Mülakatın 15. Sorusuna Verilen Cevaplar ve Örnek İfadeler

Soru 15. Çarpışmadan önce beyaz bilardo topunun momentumunu şekilden de faydalanarak nasıl bulabiliriz? <i>Açıklayınız.</i>			
			
Bilimsel Olarak Tam ve Doğru Açıklama (DA)	Hem Doğru Hem Yanlış/Alternatif Kavramlı Açıklama (DYA)	Yanlış/Alternatif Kavramlı Açıklama (YA)	Boş/Anlaşılmayan/İlgisiz Açıklama (BA)
			m.V'den bulunur. (D13, K3, K16) Hiçbir fikrim yok. (D16, K9)

Tablo 63'ün devamı

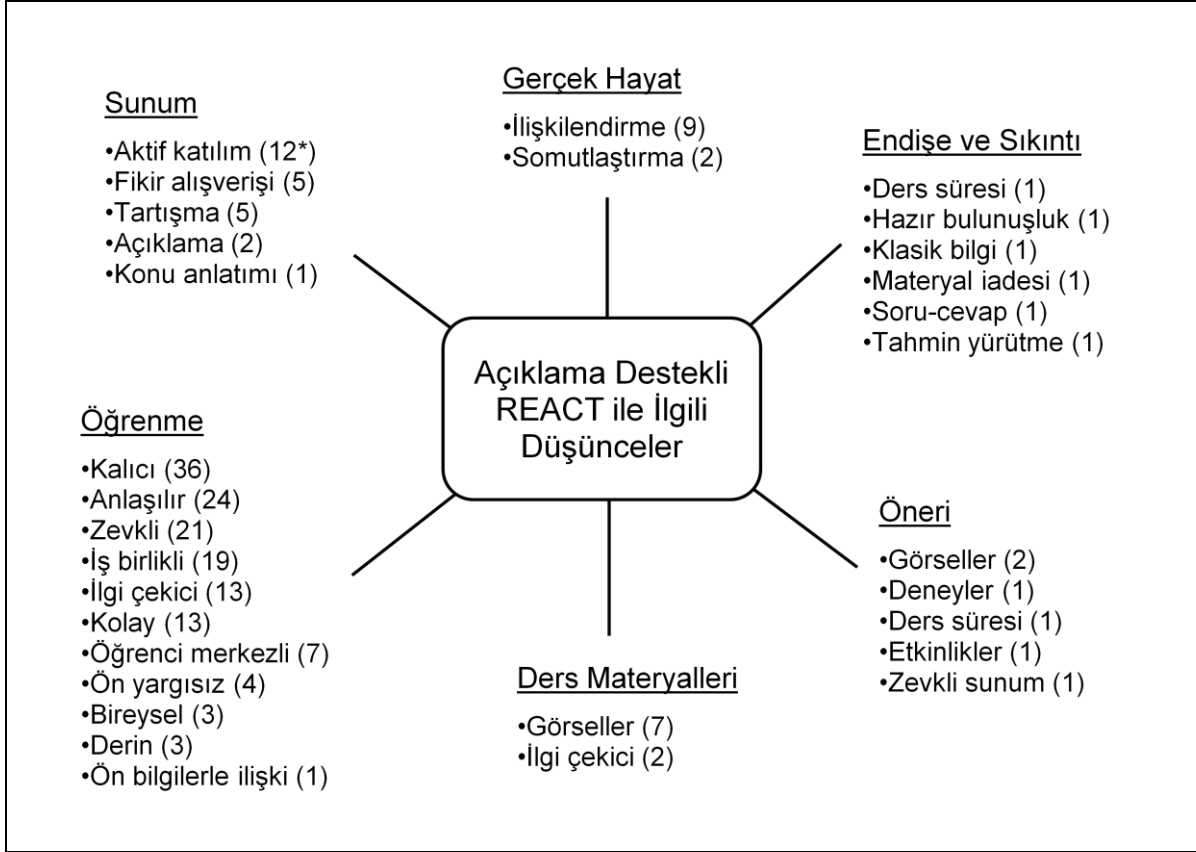
Momentum korunumundan, son momentumların vektörel toplamı ilk momentuma yani beyazın momentumuna eşittir. (D1, D2, D14, D21, K1)	Momentum korunacaktır. Bu saçılmadan sonra aradaki açı 90 derece olacağından çarpışmadan sonraki kuzey ve güzey bileşenler birbirini götürülecek. Beyazın momentumu, çarpışmadan sonraki iki topun doğuya doğru momentumlarının toplamı kadar doğu yönünde olacak. (K2)	Çarpışma sonrası beyaz ve siyah topun momentumlarını eşitleyerek bulunabilir. (K6)
--	---	--

Tablo 63 incelendiğinde, mülakatın son sorusuna KDA kategorisine uygun cevap veren öğretmen adayı bulunmazken, DYA ve YA kategorilerine uygun cevap veren yalnızca 1'er kontrol grubu öğretmen adayı vardır. Mülakatın 15. sorusu için DA kategorisine uygun cevap veren D1, D2, D14, D21 ve K1 kodlu öğretmen adayları görüşlerini "Momentum korunumundan, son momentumların vektörel toplamı ilk momentuma yani beyazın momentumuna eşittir." şeklinde dile getirmişlerdir. Ayrıca D13, D16, K3, K9 ve K16 kodlu öğretmen adayları soruya boş/anlaşılmayan/ilgisiz açıklama yapmışlardır.

4.2. Araştırmanın İkinci Alt Problemine Ait Bulgular

Araştırmanın ikinci alt problemi, "Öğretmen adaylarının açıklama destekli REACT stratejisinin fizik öğretiminde kullanılması hakkındaki düşünceleri nelerdir?" şeklindedir. Bu alt problemi cevaplayabilmek için deney grubu öğretmen adaylarının tarama formu sorularına vermiş oldukları cevaplarının analiz edilmesi gerekmektedir. Tarama formu verilerinden, gerekli indirgemeler yapıldıktan sonra kod havuzu oluşturulmuş ve bu kodlardan faydalanılarak temalar belirlenmiştir. Ayrıca bu kodlama ve temalandırma işlemi 3 farklı zamanda tekrarlanmış ve üzerinde düşünülerek son halini almıştır. Bu işlemlerin her aşaması, alan eğitimi uzmanlarına kontrol ettirilmiş ve bu aşamalarda onların görüşlerinden de faydalanılmıştır.

Öğretmen adaylarının açıklama destekli REACT stratejisinin fizik öğretiminde kullanılması hakkındaki düşüncelerinin sorulduğu tarama formlarından elde edilen verilerden oluşturulan tema ve bu temalara ait kodlar Şekil 13'te sunulmuştur.



Şekil 13. Öğretmen adaylarının açıklama destekli REACT stratejisinin fizik öğretiminde kullanılması hakkındaki düşünceleri

Şekil 13'e göre, öğretmen adaylarının açıklama destekli REACT stratejisinin fizik öğretiminde kullanılması hakkındaki düşünceleri 6 tema altında toplanmaktadır. Bu temalar, "Öğrenme", "Sunum", "Gerçek Hayat", "Endişe ve Sıkıntı", "Öneri" ve "Ders Materyalleri" şeklindedir.

Deney grubu öğretmen adaylarının açıklama destekli REACT stratejisinin fizik öğretiminde kullanılması hakkındaki düşüncelerinin sergilendiği Şekil 13 incelendiğinde, tarama formlarında öğretmen adayları, öğrenmenin kalıcı olduğunu 36 kez dile getirmişlerdir. Mesela, tarama formunun 1. sorusu olan "İtme, Momentum ve Çarpışmalar konularının işlendiği derslerin alışık olduğunuz geleneksel öğretim yaklaşımından (genelde düz anlatımın yapıldığı diğer konularda olduğu gibi) farklı olarak (bağlam temelli öğrenme yaklaşımıyla) işlenmesi hakkındaki düşünceleriniz nelerdir? Detaylıca açıklayınız." sorusuna, D6, D7, D10, D16, D18, D20, D22, D23, D24 ve D25 kodlu öğretmen adayları "Geleneksel öğretim yaklaşımıyla anlatılan derslere göre daha akılda kalıcı." şeklinde cevap vermişlerdir. Tarama formunun 4. sorusu olan "Bundan sonra da fizik derslerinin bu şekilde işlenmesini ister miydiniz? Nedenleriyle açıklayınız." sorusuna da, D4, D7, D16, D19, D21, D22 ve D25 kodlu öğretmen adayları "Kalıcılığı artırdığı için

isterim.” şeklinde görüş belirtmişlerdir. Ayrıca öğretmen adayları öğrenmenin, anlaşılır bir biçimde gerçekleştiğini 24, zevkli bir şekilde gerçekleştiğini 21 kez belirtmişlerdir. Örneğin, tarama formunun 1. sorusuna, D1, D4, D5, D6, D7, D9, D12, D14, D15, D17, D22, D23 ve D24 kodlu öğretmen adayları *“Geleneksel öğretim yaklaşımına dayalı konu anlatımı sıkıcı ve anlaşılması zor oluyor. Bunda ise tam tersi.”* şeklinde cevap vermişlerdir. Tarama formu verilerine göre, öğretmen adayları tarafından, iş birlikli öğrenmenin gerçekleştiği 19, öğrenmenin ilgi çekici ve kolay olduğu 13’er, öğrenci merkezli öğrenmenin bu strateji ile gerçekleştiği de 7 kez belirtilmiştir. Mesela, tarama formunun 2. sorusu olan *“İtme, Momentum ve Çarpışmalar konularının işlendiği derslerde kullanılan bu yöntemin beğendiğiniz kısım(lar)ı nelerdir? Nedenleriyle açıklayınız.”* sorusuna D24 ve D25 kodlu öğretmen adayları *“Poster hazırlama kısmını çok beğendim. Çünkü grup arkadaşlarımla bilgi alışverişi yaptık.”* şeklinde cevap vermişlerdir. Açıklama destekli REACT stratejisine dayalı öğrenmenin ön yargıları giderdiğinin 4 kez dile getirildiği tarama formunda, öğretmen adayları stratejinin, öğrenmeyi bireyselleştirdiğini ve derinleştirdiğini 3’er, ön bilgilerle ilişkili olduğunu 1 kez belirtmişlerdir. Mesela, D6 kodlu öğretmen adayı, tarama formunun 4. sorusuna *“Ön yargıları kaldırdığı için isterim.”* şeklinde, D11 kodlu öğretmen adayı da, tarama formunun 2. sorusuna *“Geçmiş bilgilerin açığa çıkarılması.”* şeklinde cevap vermiştir.

Şekil 13’e göre, “Sunum” teması incelendiğinde, öğretmen adayları, açıklama destekli REACT stratejisine dayalı derslerin sunumunda aktif katılımın sağlandığını belirtmişlerdir. Aktif katılım ile ilgili bu veri tarama formlarında 12 kez tespit edilmiştir. Örneğin, tarama formunun 4. sorusuna, D1, D3, D4, D6, D7, D8, D14, D15 ve D22 kodlu öğretmen adayları *“Öğrenci aktif olduğu için isterim.”* şeklinde düşüncelerini belirtmişlerdir. Sunumlar esnasında kavramsal öğrenmenin daha iyi gerçekleşmesini sağlayan fikir alışverişlerinin ve tartışma ortamlarının yaratılması 5’er kez dile getirilirken, etkili açıklamaların ve konu anlatımlarının öğretmen adayları tarafından toplam 3 kez belirtildiği görülmektedir. Örneğin, tarama formunun 2. sorusuna, D3 ve D15 kodlu öğretmen adayları *“Anlamadığımız ve anlayamayacağımız kısımların açıklanması.”* şeklinde cevap vermişlerdir.

“Gerçek Hayat” teması incelendiğinde, Şekil 13’e göre, deney grubu öğretmen adayları tarafından, tarama formlarında, konunun gerçek hayatla ilişkilendirildiği 9, bilgilerin bu yolla somutlaştırıldığı ise 2 kez dile getirilmiştir. Mesela, tarama formunun 4. sorusuna, D13 ve D21 kodlu öğretmen adayları cevaplarını *“Konu gözle görülür, somut hale geldiği için isterim.”* şeklinde belirtmişlerdir.

Şekil 13’e göre, deney grubu öğretmen adayları, açıklama destekli REACT stratejisi ile ilgili endişe ve sıkıntılarını da dile getirmişlerdir. Bu bağlamda, öğretmen adaylarının

ders süreleri, öğretmen adaylarının hazır bulunuşluğu, konu ile ilgili klasik bilgiler, derslerde kullanılan materyallerin geri toplanması, derslerin soru-cevap ve tahmin yürütme kısımları konularında endişe ve sıkıntıları mevcuttur. Ancak “Endişe ve Sıkıntı” teması altında maddeler halinde sıralanan bu kodların frekansları 1’dir. Mesela, tarama formunun 3. sorusunun ilk aşaması olan “İtme, Momentum ve Çarpışmalar konularının işlendiği derslerde kullanılan bu yöntemin beğenmediğiniz kısım(lar)ı nelerdir? Nedenleriyle açıklayınız.” sorusuna, D24 kodlu öğretmen adayı “*Derslerin uzun sürmesinden dolayı sıkılıyorum.*” şeklinde, D17 kodlu öğretmen adayı “*Korku ve sıkıntı oluşturduğu için soru-cevap kısımları.*” şeklinde ve D21 kodlu öğretmen adayı da “*Öğrencilerin derse hazırlıksız gelişi dersleri olumsuz etkiliyor.*” şeklinde cevap vermişlerdir.

Deney grubu öğretmen adayları, tarama formlarında, açıklama destekli REACT stratejisi ile ilgili endişe ve sıkıntı yaşadıkları konulara paralel olarak bazı önerilerde bulunmuşlardır. Bunlar, uygulamalarda kullanılan görseller, deneyler, etkinlikler ile ders süreleri ve daha zevkli klasik bilgi sunumu konularında olmuştur. Ancak Şekil 13’e göre, tıpkı “Endişe ve Sıkıntı” temasını oluşturan kodların frekansları gibi “Öneri” temasını oluşturan bu kodlar da öğretmen adayları tarafından çok az sayıda, görseller kodu 2, diğer kodlar ise 1’er kez belirtilmiştir. Örneğin, tarama formunun 3. sorusunun ikinci aşaması olan “Derslerde kullanılan bu yöntemin beğenmediğiniz kısım(lar)ı için ne tür bir değişiklik yapılmasını önerirdiniz? Detaylıca açıklayınız.” sorusuna, D24 kodlu öğretmen adayı “*Dersler normal saatinden erken bitirilmeli.*” Şeklinde ve D25 kodlu öğretmen adayı da “*Teorik bilgiler küçük kağıtlarda eğlenceli notlar halinde sunulmalı.*” şeklinde cevap vermişlerdir.

Son olarak, Şekil 13 incelendiğinde, öğretmen adayları, açıklama destekli REACT stratejisinin fizik öğretiminde kullanılması hakkındaki düşünceleri doğrultusunda uygulamalarda kullanılan ders materyalleri hakkında da görüş belirtmişlerdir. Tarama formu verilerine göre, öğretmen adayları tarafından, ders materyallerinin görsellerle zenginleştirilmiş olması 7 ve materyallerin ilgi çekici olması da 2 kez belirtilmiştir. Mesela, tarama formunun 2. sorusuna, D5, D7, D9, D15, D16, D18 ve D22 kodlu öğretmen adayları “*Materyallerin görsellerle zenginleştirilmesi çok etkiliydi.*” şeklinde cevap verirken, tarama formunun 4. sorusuna, D5 ve D24 kodlu öğretmen adayları “*Ders materyalleri çok iyi ve ilgi çekici olduğu için isterim.*” şeklinde görüşlerini belirtmişlerdir.

Bu bölümde, öğretmen adaylarının İMÇKT’den aldıkları toplam puanlar göz önünde bulundurularak elde edilen istatistiksel bulgular ile her bir soru maddesi için elde edilen nitel ve nicel bulgular, klinik mülakat ile tarama formundan elde edilen nitel bulgulara yer verilmiştir. Bir sonraki bölümde, bulgulara paralel, araştırmanın alt problemlerine yönelik olarak tartışmalar sunulmuştur.

5. TARTIŞMA

Bu bölümde araştırmanın alt problemlerine yönelik olarak elde edilen bulgular, literatürde yapılan çalışmaların sonuçları da dikkate alınarak detaylı bir biçimde alt başlıklar halinde tartışılmıştır.

5.1. Açıklama Destekli REACT Stratejisinin Öğrenci Başarısına Etkisine Yönelik Yapılan Tartışma

Bu başlık altında “Açıklama destekli REACT stratejisi kullanılarak oluşturulmuş bağlam temelli ve geleneksel öğrenme ortamlarındaki öğretmen adaylarının itme, momentum ve çarpışmalar konusunu anlamaları arasında bir fark var mıdır?” şeklinde olan araştırmanın birinci alt problemi ile ilgili bulgular yorumlanmıştır.

5.1.1. İMÇKT'den Elde Edilen Bulgulara Yönelik Tartışma

Öğretmen adaylarına ön test olarak uygulanan İMÇKT'den elde edilen verilerin analizi sonucunda grupların ön test puan ortalamalarının birbirine çok yakın olduğu görülmektedir (Grafik 1). Bu bulgu deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının ön bilgi açısından birbirlerine yakın olduklarını gösterir ve aynı zamanda uygulanan materyallerin etkililiklerinin karşılaştırılabilmesi için deney ve kontrol gruplarının seçiminin uygun olduğunu göstermektedir (N. Ültay, 2012; Özsevgeç, 2007). Ancak her iki grubun da ön test ve son test puan ortalamaları arasında son test lehine büyük bir farkın bulunduğu ortaya çıkmıştır. Bu durum her iki grupta uygulanan öğretim yaşantılarının öğrenci başarısını olumlu yönde geliştirdiğini göstermektedir. Ayrıca, deney grubu ile kontrol grubunun son test ortalamaları arasında deney grubu lehine bir fark bulunması bağlam temelli öğrenme yaklaşımının açıklama destekli REACT stratejisine dayalı uygulamaların geleneksel öğretim yaklaşımına dayalı uygulamalara göre itme, momentum ve çarpışmalar konusu ile ilgili öğretmen adaylarının başarılarında daha etkili olduğu ifade edilebilir. Bu durum açıklama destekli REACT stratejisinde kullanılan günlük yaşamla ilişkili materyal ve seçilen bağlamlardan kaynaklanmış olabilirliği yanında, bu materyal ve kullanılan bağlamlar deney grubu öğretmen adaylarının dikkatini çekmiş ve onların konuya daha ilgili ve dikkatli yaklaşımlarını sağlamış olabilir (Rayner, 2005; Saka, 2011). Örneğin çarpışmalar konusunun ilişkilendirme ilkesinde öğretmen adaylarının ilgisini çekmek amacıyla kullanılan reklam filminde, araçların birbirleriyle farklı şekillerde çarpışma durumları gösterilmektedir. Bu materyal deney grubu öğretmen adaylarının neredeyse tamamının günlük yaşamlarında sıklıkla karşılaşılabilecekleri durumları içerdiğinden

öğretmen adaylarının ilgilerini derse toplamaları açısından etkili olmuş olabilir (N. Ültay, 2012). İlişkilendirme ilkesi REACT stratejisinin en güçlü ilkesi olup, bu ilkede öğretmen adayları günlük yaşamlarında merak ettikleri sorulara, ilerleyen derslerde cevap bulabilecekleri beklentisi oluşur. Dolayısıyla öğretmen adaylarının hem ön bilgileriyle ilişki kurulması, hem de ilgi ve motivasyonlarının canlı tutulması açısından etkili bir ilkedir (Crawford, 2001). Tecrübe etme ilkesinde, itme ve momentum kavramları ile ilgili deney bağlamla ilgili ön bilgisi veya geçmiş yaşantısı olmayan öğretmen adaylarının konuyla ilgili temel kavramları öğrenmeleri ve bağlamla ilişkilendirmeleri amacıyla yapılmış olup, böylece öğretmen adaylarının yaşantılarıyla bilimsel içerik ilişkilendirilmeye çalışılmıştır (CORD, 1999b). Uygulama ilkesinde kullanılan sorular buz pisti bağlamıyla ve öğretmen adaylarının günlük yaşamlarıyla ilişkili olarak oluşturulmuştur. Bu ilkede öğretmen adaylarının öğrendikleri kavramları kullanabilecekleri problem çözme aktiviteleri yapılabilir. Ancak kullanılan soruların öğretmen adaylarının günlük yaşamlarıyla ve bağlamla ilişkili olmaları motivasyonel açıdan önemlidir (CORD, 1999a). İşbirliği ilkesi deneyler, araştırma ödevleri, poster hazırlama ve kavram haritası çözümlene gibi derslerin birçok aşamasında kullanılmıştır. Bu ilkenin amacı öğretmen adaylarının bir ders saati içinde tek başlarına yapmalarının mümkün olmadığı durumlarda, küçük gruplar halinde paylaşım, fikir alışverişi ve iletişim sayesinde öğrenmelerini hedefler (Souders, 1999). Transfer etme ilkesinde grupça ya da bireysel olarak verilen ödevler ile öğretmen adaylarının konuyla ilgili kavramları daha derinlemesine öğrenmeleri sağlanmış olup, ayrıca takip eden ders için de hazırlık amaçlanmıştır. Bu ilkede öğretmen adayları sahip oldukları bilgileri farklı durumlarda kullanarak, hem konuyla ilgili anlamalarını geliştirmiş olurlar hem de yeni konuyla ilgili merak duyguları gelişir (Navarra, 2006). Ayrıca kullanılan bağlamlardan buz pisti deney grubu öğretmen adaylarına itme ve momentum konusunun başlangıcında bir okuma parçası yardımıyla tanıtılmış olup, okuma parçasında öğretmen adaylarının günlük yaşamlarında karşılaşılabilecekleri durumlara yer verilmiştir. Öğretmen adayları için, genel olarak alışkın oldukları öğretimden (öğretmenin sunum yaptığı ve öğretmen adaylarının not tuttuğu) farklı bir yöntemle dersin işlenmesi de deney grubu öğretmen adaylarını olumlu yönde etkilemiş olabilir. Bu durum REACT stratejisinin, kullanılan öğretim ortamında öğrencilerin başarıları üzerinde etkili olduğu sonuçlarıyla örtüşmektedir (Aktaş, 2013; Demircioğlu vd., 2012; E. Ültay, 2012; N. Ültay, 2012). Ayrıca geleneksel öğretim yaklaşımına dayalı yapılan derslerin kavramların yapılanması ve alternatif kavramların giderilmesinde etkili olamadığı da bilinen bir gerçektir (CORD, 1999a; Kobayashi ve Okiharu, 2009; Peşman, 2012; Tezci ve Gürol, 2001; Westbrook ve Marek, 1991).

İMÇKT'den elde edilen verilere göre (Tablo 48) ön testte öğretmen adaylarında görülmediği halde son ve/veya gecikmiş testte ortaya çıkması sebebiyle materyallerin veya öğretimin sebep olduğu alternatif kavramlar Tablo 64'te gösterilmiştir.

Tablo 64. Çalışmada Tespit Edilen ve Materyallerin veya Öğretimin Sebep Olduğu Alternatif Kavramlar

ALTERNATİF KAVRAMLAR	SON TEST	GEÇİKMİŞ TEST
Momentum itmeye eşittir.	Deney ve Kontrol	Deney ve Kontrol
Momentum her koşulda korunur.	Deney	Deney
Momentumun korunması için kinetik enerjinin korunması gereklidir.	Kontrol	-
Cisme itme uygulanırsa momentumu korunur.	Kontrol	Deney ve Kontrol
Momentum, kütle ile zamanın çarpımıdır.	Deney	-
Çarpışmalarda, momentum diğer cisme aktarılır.	Kontrol	Kontrol

Tablo 64'e göre, "*Momentum itmeye eşittir.*" alternatif kavramı deney ve kontrol gruplarında son test ve gecikmiş testte tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarının itmenin momentum değişimine değil momentuma eşit olduğunu düşünmeleri itme ile momentum arasındaki bağlantıyı anlamada güçlük çekmelerinden kaynaklanabilir (Bryce ve MacMillan, 2009; Lawson ve McDermott, 1987; Pride vd., 1998). Nitekim öğretmen adaylarının, klinik mülakatın 6. sorusuna yapmış oldukları açıklamalar da bunu desteklemektedir. Öğretmen adayları hız değişimi olmadığı için momentumların eşit olduğunu düşünmektedirler.

"*Momentum her koşulda korunur.*" alternatif kavramı ise deney grubunun son test ve gecikmiş testlerinde ortaya çıkan bir alternatif kavram olup, momentumun dış kuvvetin varlığı durumunda korunmadığının anlaşılabilmesi öğretmen adaylarının birbiriyle bağlantılı ve karmaşık kavramları anlamalarını gerektirir (Bryce ve MacMillan, 2009). Öğretmen adaylarının bu alternatif kavrama sahip olmaları, bu kavramlar arasındaki bağlantılarının zayıf olduğunun bir göstergesidir. Ayrıca deney grubunda kullanılan materyallerin ve yapılan deneylerin büyük çoğunluğunda momentumun korunduğu örneklerin verilmesi de bu duruma sebebiyet vermiş olabilir. Diğer yandan, kontrol grubu öğretmen adaylarının son testte göstermiş oldukları "*Momentumun korunması için kinetik enerjinin korunması gerekir.*" alternatif kavramı da bunu desteklemektedir. Kontrol grubu öğretmen adaylarının momentumun korunması için kinetik enerjinin de korunması gerektiğini düşünmeleri, kinetik enerji ile momentumun beraber korunması gerektiği düşüncesinden kaynaklanıyor olabilir (Ünlüsoy, 2006).

Tablo 64'e göre kontrol grubu öğretmen adaylarının son test ve gecikmiş testte, deney grubu öğretmen adaylarının ise yalnızca gecikmiş testte "*Cisme itme uygulanırsa momentumu korunur.*" alternatif kavramı ilk kez bu çalışmada tespit edilen alternatif kavramlardan biridir. Öğretmen adaylarının bu alternatif kavramı göstermelerinin sebebi öğretmen adaylarının bir bölümünün itmenin momentum değişimine eşit olduğunu düşüncelerinden ve dolayısıyla momentumun korunabilmesi için de mutlaka itmenin olması gerektiğini düşüncelerinden kaynaklanıyor olabilir. Aynı şekilde "*Momentum kütle ile zamanın çarpımıdır.*" alternatif kavramı da deney grubu öğretmen adaylarında son testte ortaya çıkmış olup, ilk kez bu çalışmada tespit edilmiştir. Klinik mülakatta momentumun tanımını yapan öğretmen adaylarının bu alternatif kavramı göstermemelerine rağmen, İMÇKT'de ortaya çıkmasının sebebi ise ilgili sorunun kökünde zaman değişkenine yer verilmiş olması olabilir. Bu sebeple öğretmen adayları ilgisiz değişkenleri tespit edememiş olup, kütle ile zamanın çarpımını momentum olarak tanımlamış olabilirler.

Tablo 64'e göre "*Çarpışmalarda momentum diğer cisme aktarılır.*" alternatif kavramı, kontrol grubu öğretmen adaylarında, son test ve gecikmiş testte tespit edilmiş olup, Grimellini-Tomasini vd.'ne (1993) göre öğrenciler çarpışmaları tek bir olay gibi değerlendirip, süreci etkileyen diğer faktörleri göz ardı etmektedirler. Ayrıca bu durum öğretmen adaylarının enerji ve momentumun korunumu hakkındaki bilgilerini farklı durumlara transfer etmede problem yaşamalarından da kaynaklanıyor olabilir (Singh ve Rosengrant, 2003).

Tablo 48'e göre öğretmen adaylarının sahip oldukları alternatif kavramlar itme, momentum ve momentum korunumu ve uygulamaları kavramlarına odaklanarak detaylıca tartışılacaktır.

5.1.2. İtme Kavramı ile İlgili Tartışma

Öğretmen adaylarında tespit edilen alternatif kavramların sergilendiği Tablo 48'e göre öğretmen adayları "*İtme maddelerin birbirine uyguladıkları itme kuvvetidir.*" gibi alternatif kavramlara sahiplerdir (Çirkinoğlu, 2004; Şekercioğlu (Çirkinoğlu) ve Kocakulah, 2008; Ünlü Güneş vd., 2002a; Ünlüsoy, 2006). Öğretmen adaylarının bu alternatif kavrama sahip olmalarının sebebi Türkçe'de "itme" kelimesinin bir şeyi itmek anlamına gelmesi olabilir (URL - 4, 2014). Nitekim öğretmen adaylarının aynı konuda sahip oldukları bir diğer alternatif kavram da bu düşüncüyü desteklemektedir. Öğretmen adayları "*İtme bir şeye kuvvet uygulanması ve onun da bu kuvvete karşı hızlanması veya yerini değiştirmesidir.*" (Şekercioğlu (Çirkinoğlu) ve Kocakulah, 2008; Ünlüsoy, 2006) diyerek itme kavramını bir şeyi kuvvet uygulayarak ileri götürmek anlamında kullanmaktadırlar.

Halbuki itmede uygulanan kuvvetin uygulandığı cisme uygulanış yönü (arkadan, önden, yandan) önemli değildir (Ünlü Güneş vd., 2002a). Öğretmen adaylarının bir kısmı (lisede lisede fen ve matematik ağırlıklı dersleri tercih edenler) ilk kez 11. sınıfta, bir kısmı da (lisede fen ve matematik ağırlıklı dersleri tercih edenlerin dışındakiler) ilk kez bu uygulamalar esnasında “itme” kavramıyla karşılaşmışlardır. Bu durum günlük hayatta sahip olunan bilgi ve kavramların bilimsel olanlara göre öncelikli olarak akla gelmesiyle ilişkilendirilebilir (Ross ve Munby, 1991). Öğretmen adaylarının itmenin tanımını yaparken itmeyi yine kuvvetle ilişkilendirdikleri “*İtme, birim zamanda uygulanan kuvvettir.*” alternatif kavramından anlaşılmalıdır. Uygulamalar esnasında, itme konusu ile ilgili, deney grubunda gösterilen örnek resimler ve kontrol grubunda verilen örnekler bu konunun anlaşılmasında etkili olsa da bu konudaki alternatif kavramları tamamen ortadan kaldıramadığı görülmektedir. Bu durum öğretmen adaylarının zihinlerine iyice yerleşmiş ve kemikleşmiş olan alternatif kavramların değişmesinin zor olduğu ve uzun zaman alacağı anlamına gelebilir (Guzzetti, Williams, Skeels ve Wu, 1997; Lakatos, 1970; Taber, 2001).

Tablo 48’e göre öğretmen adayları “*İtme, ilk momentum ile son momentumun vektörel toplamıdır.*” gibi alternatif kavramlara sahiplerdir. Öğretmen adaylarının bu alternatif kavrama sahip olmalarının sebebi itmenin, momentum değişimine eşit olduğunu kavrayamamış olmalarından kaynaklanıyor olabilir. İMÇKT’nin 16. sorusunda ilk ve son hız vektörleri verilerek itme vektörünün yönü sorulmuştur. Dolayısıyla son hız vektöründen ilk hız vektörünü çıkararak elde ettikleri vektör yönü sorunun doğru cevabı iken, öğretmen adayları ilk ve son hız vektörlerini toplayarak elde ettikleri vektör yönünü cevap olarak göstermişlerdir. Bu durum öğretmen adaylarının soruyu vektörler konusu ile karıştırmış olmalarından kaynaklanabilir. Bu da öğretmen adaylarının itme kavramıyla ilgili bilgilerinin tam olarak yapılandırılmadığını gösterir. Nitekim öğretmen adaylarının klinik mülakatın 6. sorusuna vermiş oldukları cevaplar bu durumu desteklemektedir. Ayrıca İMÇKT’den elde edilen verilere göre dikkati çeken bir nokta, bu alternatif kavramı gösterenlerin sayısının her iki grupta da ön teste göre son testte artmış olmasıdır. Aslında bu durum yapılan öğretimin alternatif kavrama sebebiyet vermesi ile değil, öğretmen adaylarının büyük çoğunluğunun ön teste bu konuyla ilgili bilgilerinin olmaması sebebiyle sorunun açık uçlu kısmını boş bırakmalarından kaynaklanmaktadır. Bu alternatif kavramın son testte ortaya çıkmasının sebebi öğretmen adaylarının geçen zaman içinde kavramsal yapılanmalarını tamamladıkları ve bu yapılanmanın da bazı alternatif anlamaları beraberinde getirmesi olabilir (N. Ültay, 2012). Bununla beraber bu alternatif kavram literatürde tespit edilmemiş olduğundan öğretim materyallerinde bu alternatif kavramı gidermeye yönelik bir etkinliğin bulunmaması da bu alternatif kavramın giderilememesinde etkili olmuş olabilir.

Tablo 48'e göre öğretmen adaylarının "*İtmenin yönü momentumun yönü ile aynıdır.*" gibi alternatif kavramlara sahip oldukları görülmektedir. Öğretmen adaylarının "*İtme ile momentum birbirine eşit olduğuna göre, itmenin yönü ile momentumun yönü de birbirine eşittir.*" düşüncesi bu alternatif kavramın oluşumuna sebep olmuş olabilir. Bilindiği gibi alternatif kavramlar düşünce sisteminin bir parçası olmaları sebebiyle, birbirleriyle sürekli etkileşim halindedirler. Bu durumda, öğretmen adaylarında mevcut olan alternatif kavramlar, yeni alternatif kavramların oluşmasına yol açmış olabilir (Özsevgeç, 2007). Ayrıca, ülkemizde ve bazı yabancı ülkelerde uygulanmakta olan fizik müfredatlarındaki konu sıralaması da öğrencilerin öğrenmelerini olumsuz yönde etkilemektedir. Espinoza'ya (2004) göre momentumun, kuvvet konusu üzerindeki bilişsel üstünlüğü göz önünde bulundurulduğunda momentum konusunun, dinamik ve kinematik konularından önce öğretilmesi gerekmektedir. Bu durum momentum kavramının daha doğru yapılandırılması sonucunu beraberinde getirebilir.

5.1.3. Momentum Kavramı ile İlgili Tartışma

Öğretmen adaylarında tespit edilen alternatif kavramların sergilendiği Tablo 48'e göre öğretmen adaylarının "*Momentum skaler bir büyüklüktür (Momentumun vektörel bir büyüklük olduğunu algılayamama).*" (E. Ültay, 2012; Grimellini-Tomasini vd., 1993; Taşar vd., 2006; Ünlüsoy, 2006) gibi alternatif kavramlara sahip olmalarının sebebi, öğretmenlerin ve ders kitaplarının momentumu iki boyutta yeteri kadar örneklendirmemelerinden kaynaklanıyor olabilir (Graham ve Barry, 1996; Kandil İngeç 2008a). Kandil İngeç (2008a) çalışmasında, öğrencilerin momentumun vektörel bir büyüklük olduğunu sözel olarak ifade etseler bile, farklı örneklerle karşılaştıklarında bu bilgiyi uygulayamadıklarını ifade etmiştir. Nitekim bu çalışmada da öğretmen adaylarının klinik mülakatın 2. sorusuna verdikleri cevaplar incelendiğinde bu durum göze çarpmaktadır. Öğretmen adaylarının tamamı sözel olarak momentumun vektörel bir büyüklük olduğunu ifade etmelerine rağmen, İMÇKT'de ve klinik mülakatın 3., 4. ve 6. sorularında bu bilginin uygulanmasını gerektiren durumlarda, öğretmen adaylarının beklenen performansı gösteremedikleri görülmektedir. Momentumun vektörel bir büyüklük olduğu, hem deney grubu hem de kontrol grubu öğretmen adaylarına "Merkezi Olmayan Çarpışma" isimli deneyle iki boyutta vurgulanmaya çalışılsa da deney grubunda, bu alternatif kavramın giderilmesi kontrol grubuna göre daha etkili olmuştur. Bunun sebebi her iki grupta da aynı deney yapılmasına rağmen deney grubunda gerçekleştirilen deneyin TGA'ya dayalı olarak, kontrol grubunda ise gösteri deneyi şeklinde yürütülmesi olabilir. TGA ile birlikte öğretmen adayları hem öğrendiklerini uygulama fırsatı bulmuş olurlar, hem de fen bilgilerini günlük yaşamda karşılaştıkları doğa olayları ile ilişkilendirebilme fırsatı

yakalamış olurlar (White ve Gunstone, 1992). TGA'nın yeni bilgilerin sorgulanarak oluşturulmasında etkili olması deney grubu öğretmen adaylarının daha başarılı olmalarını açıklayabilir.

Tablo 48'e göre öğretmen adayları momentum kavramını kuvvet ile ilişkilendirerek farklı şekillerde tanımlamışlardır. Örneğin, "*Momentum itici kuvvettir.*" alternatif kavramı, öğretmen adaylarının bu konuda sahip olduğu alternatif kavramlardan biridir. Bu alternatif kavram Çirkinöğlü (2004) ve Katipoğlu ve Gürel'in (2004) sonuçlarıyla da örtüşmektedir. Öğretmen adaylarının bu şekilde düşünmelerinin sebebi, momentum konusunda verilen örneklerin bir cisim iterek harekete geçirmek ile ilgili olması olabilir. İMÇKT'nin 15. ve 17. sorularında da benzer durumlar görülmektedir. Ancak yapılan uygulamalar neticesinde bu alternatif kavram her iki grupta (özellikle deney grubunda) önemli ölçüde giderilmiştir. Bunun sebebi her iki grupta konuyla ilgili gerekli açıklamaların yapılmış olması ve momentumun itici bir kuvvet değil, bir cismin hız ve kütesinden kaynaklanan bir etkiye sebep olduğu vurgulanmıştır. Deney grubu öğretmen adaylarının kontrol grubu öğretmen adaylarına oranla daha başarılı olmalarının sebebi açıklama destekli REACT stratejisinde kullanılan günlük yaşamla ilişkili materyal ve bağlamlardan kaynaklanmış olabilir. Bu materyal ve kullanılan bağlamlar öğretmen adaylarının dikkatini çekmiş ve onların konuya daha ilgili ve dikkatli yaklaşmalarını sağlamış olabilir (Finkelstein, 2005; N. Ültay, 2012; Rennie ve Parker, 1998). Ayrıca öğretmen adaylarının, "*Momentum, kuvvet ile kütlelerin çarpımıdır.*" ile "*Momentum, kuvvetin kütleyle oranıdır.*" alternatif kavramları, momentum kavramını kuvvet ile ilişkilendirdikleri diğer alternatif kavramlardır. Öğretmen adaylarının bu alternatif kavramları göstermelerinin sebebi, bu alternatif kavramların sınındığı soruların köklerinde veya seçeneklerinde bu ifadelerin yer alması olabilir. Nitekim İMÇKT'den elde edilen bulgular da bu durumu desteklemektedir. "*Momentum, kuvvetin kütleyle oranıdır.*" alternatif kavramı tamamen giderilmiş olmasına rağmen, "*Momentum, kuvvet ile kütlelerin çarpımıdır.*" alternatif kavramı son testte artış göstermiştir. Eğer öğretmen adayları bu konudaki kavramsal yapılanmalarını gerçek anlamda tamamlamış ve kavramlar arasındaki ilişkileri tamamen kurabilmiş olsalardı her iki alternatif kavramın da giderilmesi beklenirdi. Ancak birbiri ile ilişkili iki alternatif kavramdan birinin giderilirken diğerinin artış göstermesi, her ne kadar öğretmen adaylarına bu süreçte not kaygısı içinde olmamaları hakkında uyarılarda bulunulmuş olsa da, öğretmen adaylarının sınav psikolojisi ile seçeneklerde yer alan bilgileri açıklama kısmına yazmış olmalarından kaynaklanabileceğini düşündürüyor.

Tablo 48'e göre, öğretmen adayları "*Momentum kuvvet ile uzaklığın çarpımıdır (kelime benzerliği sebebiyle moment olayı ile karıştırma).*" şeklinde alternatif kavrama sahiplerdir (Çirkinöğlü, 2004; E. Ültay, 2012; Ünlü Güneş vd., 2002a). Bu alternatif

kavramın oluşum sebebi öğretmen adaylarının isim benzerliği sebebiyle momentum ile momenti birbirine karıştırmaları olabilir (Ünlü Güneş vd., 2002a). Ayrıca öğretmen adayları moment ile itmenin formül benzerliğinden dolayı moment ile itmeyi de birbirine karıştırmış olabilirler. Bu durum İMÇKT'nin 1. ve 2. sorularına verilen cevaplarda göze çarpmaktadır. Her iki gruptaki öğretmen adaylarının bu konudaki alternatif kavramları yapılan uygulamalar neticesinde giderilmiştir.

Tablo 48'den görüldüğü gibi, öğretmen adaylarının momentum ile ilgili sahip olduğu alternatif kavramlardan bazıları ise momentumun yalnızca kütleyle veya yalnızca hıza bağlı olması ile ilgilidir. Örneğin öğretmen adaylarının *"Kütlesi büyük olanın momentumu büyük olur."* (Camp ve Clement, 1994; Ünlüsoy, 2006) düşüncesi momentum ile yalnızca kütleyle ilişkilendirmelerinden kaynaklanmaktadır. Aynı şekilde, öğretmen adaylarının *"Momentum kütlede bağımsız olarak sadece ve tamamen hıza dayalı bir kavramdır."* düşüncesi de momentum ile yalnızca hızın ilişkilendirilmesinden kaynaklanmaktadır. İMÇKT'den (Tablo 48) ve klinik mülakattan (5., 8. ve 11. sorular) elde edilen verilere göre yapılan uygulamalar bu alternatif kavramların giderilmesinde etkili olamamıştır. Raven'e göre (1967) bu durumun ana sebebi konuların öğretilirken psikolojik sıralamadan ziyade, mantıksal bir sıralamanın takip edilerek öğretilmesidir. Raven (1967) çalışmasında bu durumun önce momentumun daha sonra hızın öğretilmesi ile giderilebileceğini ifade etmişken bu durum ayrıca öğretmen adaylarının farklı öğrenme stillerine sahip olmalarından da kaynaklanmış olabilir (Kolb, 1981). Kolb'a (1981) göre öğretmen adayları farklı sosyokültürel altyapılardan gelmiş olmaları sebebiyle sahip oldukları öğrenme yöntem ve teknikleri farklılıklar gösterebilir. Bu durumda yapılan uygulamalarda kullanılan öğretim materyalleri bazı öğretmen adaylarının öğrenme stillerine uygun olmayabilir. Öğretim materyalleri hazırlanırken farklı öğrenme stilleri göz önünde bulundurulmuş olsa da bazı materyallerde vurgulanan öğrenme stili öğretmen adayının sahip olduğu öğrenme stiliyle örtüşmemiş olabilir.

Tablo 48'e göre öğretmen adaylarının sahip olduğu bir diğer alternatif kavram da *"Hız, kuvvet ile zamanın çarpımıdır."* ifadesidir. Bu alternatif kavramın oluşmasına sebep, öğretmen adaylarının sorulara hızlı bir şekilde cevap verme istekleri olabilir. Çünkü bu alternatif kavramın sınırdığı İMÇKT'nin 17. sorusunun kökünde bulunan kuvvet ve zaman verilerinin sunulması, hız değişkeninin cevap olarak istenmesi öğretmen adayları tarafından kuvvet ile zaman verilerinin çarpılarak seçeneklerde işaretlenmesi ve açıklanması ile sonuçlanmıştır. Bu durumun klinik mülakatta gözlenmemesi, öğretmen adaylarına düşünerek cevap vermeleri için zaman verildiğinde uygun çıkarımları yapabilmeleri ile açıklanabilir. Bunun sebebi de eğitim sistemindeki sınavların çoktan seçmeli sorulara dayalı olması ve böylece öğretmen adaylarının açıklama yaparak yazma

ve cevaplama isteklerinin azalmış olması olabilir (Çalık, 2010). İMÇKT'den elde edilen verilere göre, yapılan uygulamalarda özellikle bu alternatif kavramın üzerinde durulmamasına rağmen, son testte, ön teste göre kontrol grubu öğretmen adaylarında azalma ve deney grubu öğretmen adaylarında artış göstermesi, öğretim materyallerinden kaynaklanan bir sorun olmadığını düşündürmektedir.

Tablo 48 incelendiğinde öğretmen adaylarının sahip olduğu bir diğer alternatif kavram da “*Yer çekimi yoksa hız değişimi de olmaz.*” ifadesidir. Bu alternatif kavramın sınındığı İMÇKT'nin 32. sorusunda üç kişinin yer çekimsiz ortamdaki hızları sorulmuştur. Bu soruyu cevaplarken öğretmen adaylarının momentum korunumunu göz önünde bulundurarak hızlarını hesaplamaları beklenirken, ortamın yer çekimsiz olması onların yanılığa düşmesine sebep olmuştur. Nitekim klinik mülakatın 7. sorusuna verilen cevaplar incelendiğinde öğretmen adaylarının yer çekimi ile hız arasında bir bağlantı kurduğu görülmektedir. Bu alternatif kavram, son testte, ön teste göre deney grubu öğretmen adaylarında gerileme gösterirken, kontrol grubu öğretmen adaylarının son testinde artış göstermiştir. Bu durumun sebebi, deney grubunda bağlama dayalı yapılan öğretimin, öğretmen adaylarının bilgilerini farklı durumlara transfer etmelerine yardımcı olmuş olması olabilir (CORD, 1999a, 1999b; Crawford, 2001; Navarra, 2006).

5.1.4. Momentum Korunumu ve Uygulamaları (Roketler ve Çarpışmalar) ile İlgili Tartışma

Tablo 48'den görüldüğü gibi, öğretmen adaylarının sahip olduğu “*İç patlama sonucu oluşan parçaların hiçbirisi hareketsiz kalmaz.*” alternatif kavramı, öğretmen adaylarının patlama olduğunda her bir parçacığın bir tarafa saçılacağı düşüncesine sahip olmaları olabilir. Nitekim deney grubu ve kontrol grubu öğretmen adaylarında bu alternatif kavram İMÇKT'nin 22. sorusunda açığa çıkmıştır. Öğretmen adaylarının bu şekilde düşünmelerinin altında yatan sebep ise momentumun vektörel bir büyüklük olduğunu anlayamamış olmaları olabilir (Ünlü Güneş vd., 2002b; Ünlüsoy, 2006). Öğretmen adaylarının momentumun vektörel bir büyüklük olduğunu anlayamamaları momentumun korunumunu da doğru bir şekilde anlamalarına engel olmaktadır (Singh ve Rosengrant, 2003). Nitekim öğretmen adaylarının sahip olduğu “*Esnek olmayan çarpışmada gelen cisim, duran cisme çarptıktan sonra durur.*” alternatif kavramı bu duruma işaret etmektedir. Öğretmen adaylarının momentumun korunumu kanununu anlayamamalarında, ders kitaplarında kullanılan örneklerin çeşitlendirilmemesi etkili olmuş olabilir (Bryce ve MacMillan, 2009; Kandil Ingeç, 2008a). İMÇKT'den elde edilen verilere göre uygulamalar sonucunda öğretmen adaylarının “*İç patlama sonucu oluşan parçaların hiçbirisi hareketsiz kalmaz.*” alternatif kavramı deney grubunda büyük ölçüde giderilse de kontrol grubunda

etkili olamamıştır. Bu alternatif kavramın deney grubunda büyük ölçüde giderilmesinin sebebi onların momentumun vektörel bir büyüklük olduğunu kavramış olmalarından kaynaklanmaktadır. Nitekim *“Momentum skaler bir büyüklüktür (Momentumun vektörel bir büyüklük olduğunu algılayamama).”* alternatif kavramının da deney grubunda azalması bunu göstermektedir. Deney grubunda uygulanan TGA'ya dayalı olarak yürütülen *“Merkezi Olmayan Çarpışma”* isimli deney bu etkiyi sağlamış olabilir. Ancak momentumun vektörel bir büyüklük olduğu bilgisinin farklı durumlara transfer edilmesini gerektiren sorularda öğretmen adayları başarılı olamamıştır. *“Çarpışmalarda hız diğer cisme aktarılır.”* ve *“Çarpışmalarda toplam hız korunur.”* alternatif kavramları hem deney hem de kontrol grubunda giderilemediği gibi ön teste oranla son teste artış göstermiştir. Örneğin *“Çarpışmalarda hız diğer cisme aktarılır.”* alternatif kavramı klinik mülakatın 7., 10., 12. ve 13. sorularında, İMÇKT'nin ise 24., 29., 30., 32. ve 33. sorularında; *“Çarpışmalarda toplam hız korunur.”* alternatif kavramları da İMÇKT'nin 31. sorusunda görülmektedir. Bu durumun sebebi eğitim sistemimizin Bloom taksonomisinin üst bilişsel basamaklarında yer alan analiz, sentez basamaklarına yönelik etkinliklerden çok, ezbere dayalı test sistemine odaklanmış olmasından kaynaklanmaktadır. Öğretmen adayları da bu durumun sonucu olarak akıl yürütme, çıkarım yapma, farklı durumlara uyarlama gibi becerilerde başarılı olamamaktadırlar (Baştürk ve Doğan, 2010; Karaman, 2005; Semerci, 2004).

İMÇKT'den elde edilen bulgular (Tablo 13 ve Grafik 2) araştırmada kullanılan yöntemlerin kalıcılığı açısından değerlendirildiğinde, deney ve kontrol gruplarının son test puan ortalamaları ile gecikmiş test puan ortalamaları arasında büyük bir fark bulunmadığından her iki grup öğretmen adaylarındaki öğrenmelerin kalıcı olduğu söylenebilir. Nitekim deney ve kontrol gruplarının son test-gecikmiş test puanları arasındaki yüzde değişimlerinin birbirine oldukça yakın olması bu durumu göstermektedir. Ayrıca bu durumlar her iki grupta da uygulanan materyallerin etkili olduğunu ve kalıcılığı sağladığını gösterir.

Grafik 1'e göre deney ve kontrol gruplarının gecikmiş test puan ortalamaları arasında deney grubu lehine kayda değer bir farklılık bulunması, açıklama destekli REACT stratejisine dayalı yapılan öğretimin kalıcılık açısından geleneksel öğretim yaklaşımına dayalı yapılan öğretimden daha etkili olduğu anlamına gelebilir. Açıklama destekli REACT stratejisine dayalı yapılan öğretimin kalıcılık açısından daha başarılı olmasının sebebi, deney grubunda öğretmen adaylarının konuyla ve günlük yaşamla ilişkili araştırma ödevi sorularını araştırarak derse hazırlıklı gelmeleri, İMÇ-1 ve İMÇ-2'deki grup çalışması olarak yaptırılan grafik çizimleri ve yorumlamaları, ayrıca günlük yaşamla ilişkili okuma parçaları olabilir. Örneğin İMÇ-1'de yer alan araştırma ödevi sorusunda (Şişirilmiş bir çocuk balonunun ağzı açılıp bırakıldığında oluşan durum(lar)ı şu ana kadar

öğrendikleriniz ile ilişkilendirerek açıklayınız. Ayrıca bu durumun roket hareketleri ile bir ilişkisi var mıdır? Açıklayınız.) geçen çocuk balonu günlük yaşamda öğretmen adaylarının her zaman rastladığı, ancak itme, momentum ve çarpışmalar konusu ile bağlantılandırmadığı bir nesne olup, bu ödevle birlikte aslında fizik konularının ne kadar günlük yaşamla iç içe olduğunu görmelerini sağlamış olabilir. Deney grubu öğretmen adaylarının çocuk balonunda meydana gelen durumları, roket hareketleriyle ilişkilendirmeleri aynı zamanda öğrendiklerini farklı durumlara transfer edebilmelerine de yardımcı olmuş ve kalıcılığı da olumlu yönde etkilemiş olabilir. Bununla birlikte İMÇ-2'de yer alan, kavram haritası ile poster hazırlama ve sunma çalışması, öğretmen adaylarının konuyu bir bütün olarak görmelerini sağlamış, kavramlar arası ilişkileri daha düzgün kurabilmelerine yardımcı olmuş olabilir. Böylece deney grubu öğretmen adayları hem günlük yaşamda karşılaşmış oldukları durumları araştırdıklarından (Ay, 2008; Demircioğlu ve Demircioğlu, 2005) hem de kendi sundukları dersi unutmalarının zor olması sebebiyle kalıcılıkta diğer gruptan daha başarılı olmuştur. Ayrıca deney grubunun kalıcılık açısından kontrol grubundan daha üstün bir başarı göstermesinin sebebi öğretmen adaylarının konuları tek bir bağlamda öğrenmeleri de olabilir. Böylece öğretmen adaylarının ilgileri tek bir bağlama yönelmiş ve onu derinlemesine araştırmış olduklarından, kalıcılık daha fazla sağlanmış olabilir (Navarra, 2006).

Yapılan etkinlikler ve uygulanan materyaller kavramsal değişimi belli bir oranda sağlasa da bir süre sonra bazı öğretmen adaylarının tekrar eski alternatif kavramlı anlamalarına geri döndükleri görülmüştür. Bunun sebebi ise öğretmen adaylarının günlük yaşamdaki gözlemleri ve deneyimleri sonucu edindikleri alternatif kavramlarla öğrenme ortamına gelmeleri ve bunların değişime dirençli olması olabilir (Guzzetti vd., 1997).

Genel anlamda her iki grupta da bazı alternatif kavramların giderilmesinde kalıcılık söz konusuysen, ancak bazılarının gecikmiş testte tekrar ortaya çıktığı görülmüştür. Bu durumda öğretmen adaylarının fikirlerinin tamamıyla değiştirilemediği gözlenmiştir (Guzzetti vd., 1997). Bunun sebebi de kemikleşmiş ön düşüncelerin değişime yatkın olmaması olabilir (Lakatos, 1970). Ayrıca alternatif kavramlar çok çeşitli sebeplerle (geçmiş tecrübeler, çevresel faktörler, geçmiş yaşantılar) öğretmen adaylarının zihinlerine yerleşmiş olabileceği için tek bir uygulamayla bütün alternatif kavramların giderilmesi mümkün olamayabilir.

5.2. Öğretmen Adaylarının Açıklama Destekli REACT Stratejisinin Fizik Öğretiminde Kullanılması Hakkındaki Düşüncelerine Yönelik Yapılan Tartışma

Araştırmanın ikinci alt problemi “Öğretmen adaylarının açıklama destekli REACT stratejisinin fizik öğretiminde kullanılması hakkındaki düşünceleri nelerdir?” şeklindedir. Bu alt problemi cevaplayabilmek için deney grubu öğretmen adaylarının tarama formlarına vermiş oldukları cevapların analizi yapılmış ve bu bölümde yorumlanmıştır.

Tarama formlarından elde edilen verilerin bir bütün olarak değerlendirildiği, bu verilerden elde edilen ortak tema ve bu temalara ait kodların yer aldığı Şekil 13'e göre, deney grubu öğretmen adaylarının açıklama destekli REACT stratejisi ile ilgili düşünceleri genel olarak 6 temada toplanmıştır. Bu temalardan öğretmen adaylarının açıklama destekli REACT stratejisini öğrenme ile ilişkilendirmeleri daha çok stratejinin öğrenme üzerindeki kalıcılığı ile ilgili olmuştur. Bununla beraber açıklama destekli REACT stratejisinin anlaşılır, zevkli, ilgi çekici ve kolay olmasının yanı sıra iş birlikli öğrenmeyi sağladığı için öğrenmeye pozitif etkileri olduğunu belirtmişlerdir. Nitekim literatürde de REACT stratejisinin pozitif öğrenme ortamının oluşturulmasında etkili olduğu belirtilmiştir (Coştu, 2009; Crawford, 2001). Grup çalışmaları ve iş birlikçi uygulamalar öğrencilerin ders başarısını ve düşünme becerisini geliştirir (Kovac, 1999; Özmen ve Yıldırım, 2005; Sisovic ve Bojovic, 2000). Bu tez çalışması kapsamında öğretmen adaylarının grupça yaptıkları çalışmalar sonucunda kimlik ve önemli olma hissi gibi sosyal duygularının geliştirilmesi, bu durumun sebebi olarak görülebilir (Davidson, 1990).

Şekil 13'e göre, deney grubu öğretmen adaylarının açıklama destekli REACT stratejisine uygun hazırlanan ders materyalleri hakkındaki düşünceleri ise materyallerin görsel ve ilgi çekici olduğudur. Ayrıca açıklama destekli REACT stratejisinde kullanılan materyallerin gerçek hayattan örnekleri kapsıyor olması konunun somutlaştırılmasına da yardımcı olmuştur (Ültay vd., 2014). Bilgilerin günlük yaşamla ilişkilendirilmesi öğretimin kalıcılığını da olumlu yönde etkilemektedir (Ültay ve Çalık, 2012). Bununla beraber literatürde de günlük yaşamla ilişkilendirilen derslerin öğretmen adayları tarafından daha fazla ilgi gördüğüne dair sonuçlar elde edilmiştir (Aktaş, 2013; Bulte, Westbroek, de Jong ve Pilot, 2006; Campbell ve Lubben, 2000).

Şekil 13'e göre, açıklama destekli REACT stratejisinin öğretmen adaylarının aktif katılımını sağlaması, onların fikir alışverişi yapmalarına yardımcı olmuş ve dolayısıyla tartışmaya uygun bir ortam hazırlanmıştır. Bu noktalar, stratejinin, ders sunumu ile ilgili olumlu yönleridir. Saka'ya göre (2011), REACT stratejisine ve bağlam temelli yaklaşıma uygun hazırlanan dersler öğrenci merkezli oldukları için öğrencilerin öğrenmelerini ve fizik dersine karşı tutumlarını olumlu yönde etkilemektedir. Nitekim öğretmen adaylarının

açıklama destekli REACT stratejisi ile ilgili sundukları öneriler de yine öğrenci merkezli aktivitelerin artırılması ile ilgilidir. Örneğin öğretmen adayları deneyler ve etkinliklerin sayısının artırılmasını önermişlerdir.

Açıklama destekli REACT stratejisi ile ilgili tüm bu olumlu noktalara rağmen, bazı öğretmen adayları bazı konularda hala endişe ve sıkıntı duyduklarını dile getirmişlerdir. Örneğin öğretim sürecinde yer alan soru-cevap ve tahmin yürütme aşamalarında öğretmen adayları endişe ve sıkıntı duymuşlardır. Bunun sebebi de bazı öğretmen adaylarının aktif olarak derse katılmak istememeleri olabilir. Çünkü bundan önceki öğretim hayatlarında bilgiyi hazır almaya alışkın olduklarından, aktif öğrenme sürecine alışmak ve adapte olmak zor gelmiş olabilir. Ayrıca sürekli heyecan, aktiflik ve araştırma üzerine kurgulanan bir öğretim onları yormuş veya sıkımsız da olabilir. Bu durum aktif öğrenmeye dayalı yöntem ve tekniklerin kullanıldığı öğrenme ortamlarına karşı bir süre sonra öğretmen adaylarının direnç göstermelerine neden olabilir (Özsevgeç, 2007).

5.3. REACT Stratejisinin “Açıklama” İlkesi ile Desteklenmesine Yönelik Tartışma

Soyut kavramların yapılanması ve tamamen anlaşılmasında, alternatif kavramları gidermede ve kavramsal değişimi sağlamada geleneksel öğretim yaklaşımına dayalı öğretim uygulamaları yetersiz kalmaktadır (Harrison ve Treagust, 2001; Hewson, 1992; Hewson ve Hewson, 2003; Özmen, 2003; Palmer, 2003; Westbrook ve Marek, 1991). Bu sebeple öğrenme ortamlarında kullanılan farklı öğretim yöntemlerinden biri de REACT stratejisidir.

REACT stratejisinin öğrenme ortamlarında kullanıldığı çalışma sayısı kısıtlı olmasına rağmen, yapılan az sayıdaki çalışma bu stratejinin öğrenme ortamlarında olumlu sonuçlar verdiğini göstermektedir (Aktaş, 2013; Coştu, 2009; Çatlıoğlu, 2010; Demircioğlu vd., 2012; E. Ültay, 2012; N. Ültay, 2012; Saka, 2011; Tural, 2013a; Ültay vd., 2014). REACT stratejisinin eğitim ortamlarında uygulanmış olduğu çalışmaların tamamı Türkiye’de gerçekleştirilmiş olup, bu çalışmaların çoğunda ortak nokta olarak açıklama ilkesinin eksikliğinin belirtilmesi dikkat çekicidir (Coştu, 2009; E. Ültay, 2012; N. Ültay, 2012; Ültay vd., 2014). Bu durumun en önemli sebebi Türk Eğitim Sisteminin sınavlara dayalı olması (Karal vd., 2010) ve bu sebeple de bilgiye dayalı bir eğitime gereksinim duyulması olabilir (Çalık, 2010).

Açıklama yapmak öğrencilerin yetersiz olan ön düşüncelerini daha doğru olan yenileriyle değiştirmelerine yardımcı olur. Çünkü öğrenciler çoğu zaman öğretmenin yardımı olmadan yeni düşünme yollarını bulmakta güçlük çekerler (Özmen, 2002a). Bu sebeple öğretmenin öğrencilerin deneyimlerini bir araya getirmelerinde, sonuçlarını

açıklamalarında ve yeni kavramlar oluşturmalarında onlara temel bilgi düzeyinde açıklamalarda bulunarak yardımcı olması (Akdeniz ve Akbulut, 2010) öğrenmenin daha anlamlı olmasına yardımcı olur. Eğitim ortamlarında kullanılan öğretim modellerinin birçoğunda açıklama ilkesinin bulunması bu ilkenin öğrenciler için önemini göstermektedir. Örneğin 4E öğrenme halkası modeli (Bodzin vd., 2003), 5E modeli (Bybee vd., 2006), Yager (1991) tarafından önerilen bütünleştirici strateji ve 7E modelinde (Çepni vd., 2001) açıklama ilkesinin ayrı bir ilke olarak varolması ve keşfedici, bütünleştirici ve buluş yoluyla fen öğretiminde öğrencilerin bilgiyi yapılandırılmalarına yardımcı olabilmek için gerekli bilimsel açıklamalar yapılması (Ayas vd., 2007; Ünal ve Ergin, 2006) açıklama ilkesinin önemini göstermektedir. Bu anlamda Türkiye açısından, eğitim-öğretim sürecinde özellikle açıklama ilkesinin eksikliğinin yaşandığı REACT stratejisinin genişletilmiş versiyonu olan açıklama destekli REACT stratejisinin öğretim ortamında etkili olduğu düşünülebilir. Bu çalışma ile birlikte literatürde bahsedilen açıklama ilkesinin eksikliği giderilmiş olup, diğer çalışmalarda var olan şikayet ve açıklama ilkesine yönelik taleplere rastlanmamıştır. Böylece açıklama destekli REACT stratejisi hem kavramsal öğrenmeyi sağlaması, alternatif kavramları gidermesi, hem de öğretmen adayları tarafından tatmin edici bulunması öğretim ortamlarında oldukça etkili olduğu söylenebilir. Bunlarla birlikte, yapılan uygulamalar sonucunda az sayıda yeni alternatif kavramın oluşması bundan sonra yapılacak çalışmalarda dikkat edilmesi gereken noktalardandır.

Açıklama destekli REACT stratejisi ile birlikte, öğretmen adayları REACT stratejisindeki gibi sınav kaygısına düşerek, öğretmenin düz anlatım yapacağı bölüm beklentisine kapılmamışlardır (N. Ültay, 2012). Nitekim açıklama destekli REACT stratejisi ile görüşlerin sorgulandığı tarama formunda da öğretmen adayları bu konuyla ilgili olumsuz bir görüş bildirmemişlerdir. Açıklama destekli REACT stratejisinin bütün aşamalarında öğretmen adaylarının gerek duyması halinde araştırmacı açıklamalar yaparak onların konuyu daha net anlamalarına yardımcı olmuş olabilir. Açıklama ilkesinde öğretmen adaylarının alışkın oldukları şekilde bilginin açıklanması kendilerini güvende hissetmelerine yol açmış olabilir. Böylece öğretmen adaylarının doğru bilgiye yönlendirilmeleri ve konuyla ilgili sahip oldukları alternatif kavramların giderilmesi açısından faydalı olmuş olabilir. Nitekim öğretmen adaylarının sahip oldukları "*Momentum itici kuvvettir.*" alternatif kavramı yapılan açıklamalar sayesinde deney grubunda önemli ölçüde giderilmiştir. Deney grubunda kullanılan günlük yaşamla ilişkili materyal ve bağlamlar öğretmen adaylarının ilgisini konuya çekmiş, yapılan açıklamalar ise konuyu daha iyi anlamalarına yardımcı olmuş olabilir.

REACT stratejisinin bütün aşamaları isminde yazılan sıra ile değil, döngüsel olarak kullanılmaktadır (Çatlıoğlu, 2010; Navarra, 2010). Bu sebeple eklenen "Açıklama" ilkesi de

çalışmaya ayrı bir aşama olarak değil, bütün aşamalarına gerekli yerlerde kullanılmak üzere döngüsel olarak eklenmiştir. Bununla birlikte, “Açıklama” ilkesi teorik bilgilerin düz anlatımla verilmesini gerektirmez. Farklı öğretim yöntem ve teknikleriyle zenginleştirilerek öğretmen adaylarının sıkılması önlenabilir (Özmen, 2002a). Nitekim bu çalışmada da çarpışmalar konusu anlatılırken açıklama ilkesinde simülasyonlar kullanılmıştır. Bu sayede açıklanan teorik bilgiler görselleştirilerek somutlaştırılmıştır. Açıklama destekli REACT stratejisine yönelik öğretmen adaylarının görüşleri dikkate alındığında (Şekil 13), stratejinin konunun somutlaştırılmasında etkili olduğunu söylemeleri buna örnektir. Ayrıca öğretmen adaylarının, tarama formunun (Ek-3) 3. sorusunun 2. bölümündeki soru için, konu anlatımlarını küçük eğlenceli notlar şeklinde istemeleri, konu hakkındaki açıklamaları düz anlatım olarak istemediklerinin göstergesidir. Bu sebeple açıklama ilkesi farklı öğretim yöntem ve teknikleriyle zenginleştirilerek kullanılabilir.

5.4. Araştırmanın Yöntemine Yönelik Tartışma

Bu çalışmada karma yöntem kullanılmış olup, deney grubunda açıklama destekli REACT stratejisine dayalı bir öğretim gerçekleştirilirken, kontrol grubunda ise geleneksel öğretim yaklaşımına dayalı bir öğretim yapılmıştır. Deney grubunda yürütülen dersler açıklama destekli REACT stratejisinin etkililiğinin araştırılmasına odaklanmıştır. Uygulama yapılan okulun imkanları doğrultusunda Fen Bilgisi Öğretmenliği Anabilim Dalında yalnızca iki şubenin bulunması sebebiyle REACT stratejisinin uygulandığı ikinci bir deney grubuna yer verilememiştir. Açıklama ilkesinin etkililiğinin belirlenmesinde, deney gruplarının birinde açıklama destekli REACT stratejisi, diğerinde REACT stratejisi ve bir de kontrol grubunun kullanılması daha uygunken, daha önceki çalışmalarda REACT stratejisinin öğrenme ortamlarında etkili bulunması (Aktaş, 2013; N. Ültay, 2012; Saka, 2011) sebebiyle açıklama destekli REACT stratejisinin kullanıldığı bir deney ve bir de kontrol grubunun kullanılması uygun görülmüştür.

Bu bölümde itme, momentum ve çarpışmalar konusunda bağlam temelli öğrenme yaklaşımının açıklama destekli REACT stratejisine uygun olarak hazırlanan öğretim materyallerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının başarılarına olan etkisini ve açıklama destekli REACT stratejisinin kullanılması hakkındaki görüşlerini incelemek amacıyla yapılan çalışmadan elde edilen veriler literatürle ilişkilendirilerek önce genel olarak alt problemler ve daha sonra da kavramlar bazında yorumlanmıştır. Daha sonra araştırmada kullanılan açıklama destekli REACT stratejisi için eklenen “Açıklama” ilkesi tartışılmıştır. Bir sonraki bölümde ise bu tartışmalara paralel olarak araştırmadan elde edilen sonuçlar ve öneriler sunulmuştur.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

İtme, momentum ve çarpışmalar konusunda bağlam temelli öğrenme yaklaşımının açıklama destekli REACT stratejisine uygun olarak hazırlanan öğretim materyallerinin, fen bilgisi öğretmen adaylarının başarılarına olan etkisini ve açıklama destekli REACT stratejisinin kullanılması hakkındaki görüşlerini incelemeyi hedefleyen bu çalışmada, elde edilen sonuçlar ve öneriler aşağıda sunulmuştur.

6.1. Sonuçlar

Elde edilen bulguların tartışılmasından elde edilen sonuçlar üç başlık altında sunulmuştur.

6.1.1. Açıklama Destekli REACT Stratejisinin Öğrenci Başarısına Etkisi ile İlgili Sonuçlar

1. Bağlam temelli öğrenme yaklaşımının açıklama destekli REACT stratejisine dayalı uygulamaların geleneksel öğretim yaklaşımına dayalı uygulamalara göre itme, momentum ve çarpışmalar konusu ile ilgili öğretmen adaylarının ilgili konuları öğrenmesinde daha etkili olduğu anlaşılmış olup, bu bulguya dayalı olarak açıklama destekli REACT stratejisinin fizik öğretiminde kullanılmasının öğretmen adaylarının konuyu öğrenmelerine olumlu katkı sağladığı sonucuna ulaşılmıştır. Deney grubu için hazırlanan ders materyalleri, kullanılan bağlamlar ve uygulamaların her aşamasında bağlamlara yapılan atıflar öğretmen adaylarının ilgilerinin canlı tutulmasında etkili olmuştur. Bu da, açıklama destekli REACT stratejisinin fizik öğretiminde kullanılmasının öğretmen adaylarının konuyu öğrenmelerine olumlu katkı sağladığı sonucunun oluşmasını sağlamış olabilir.
2. Çalışmada elde edilen önemli bulgulardan bir tanesi de öğretmen adaylarının sahip olduğu bazı alternatif kavramların deney grubunda önemli ölçüde giderildiğidir. Bu durum açıklama destekli REACT stratejisinin fizik öğretiminde kullanılmasının öğretmen adaylarının konuyu öğrenmelerine olumlu katkı sağladığı stratejisinin öğretmen adaylarının hem alternatif kavramlarının giderilmesinde ve hem de yeni kavramları yapılandırmalarında ve daha bilimsel açıklamalar yapabilmelerini sağlamada geleneksel öğretime kıyasla daha etkili olduğu şeklinde yorumlanabilir. İlgileri canlı tutulan deney grubu öğretmen

adaylarının anlamadıkları ve anlamakta zorluk çektikleri noktalarda açıklama ilkesinin devreye sokulması bu sonucun oluşmasında etkili olmuş olabilir.

3. Çalışmadan elde edilen beklenmedik ilginç bir bulgu ise öğretmen adaylarının yeni alternatif kavramlara sahip olduğudur. Yeni alternatif kavramların oluşması alternatif kavramların birbirleriyle etkileşim içerisinde oldukları ve düşünce sisteminin bir parçası oldukları sonucunu ortaya çıkarmaktadır. Ayrıca bu durum alternatif kavramların tek bir noktadan kaynaklanmadığını göstermektedir. Örneğin itme ile momentum eşittir alternatif kavramı itmenin yönü ile momentumun yönü eşittir alternatif kavramının oluşmasına sebep olmuş olabilir.
4. Öğretmen adaylarının sahip oldukları bazı alternatif kavramların yapılan uygulamalarda ve deneylerde özellikle vurgulanmış olmasına rağmen halen giderilememiş olması (örn. Kütlesi büyük olanın momentumu da büyük olur.) kemikleşmiş alternatif kavramların tamamen değiştirilmesinin kolay olmadığı sonucunu göstermiştir.
5. Öğretmen adaylarının konuyu öğrenmelerine olumlu katkı sağladığı, açıklama destekli REACT stratejisinde kalıcı öğrenmenin sağlanması, öğretmen adaylarına yapılan öğretimin ne kadar günlük yaşamla ilişkilendirilirse o kadar kalıcı öğrenmenin gerçekleştirilebileceği sonucuna götürmektedir. Ancak, her ne kadar grupların gecikmiş test puan ortalamaları arasında deney grubu lehine dikkate değer bir fark olsa da, son test ortalama puanları baz alındığında, kontrol grubunda da deney grubundakine benzer şekilde öğrenmelerin kalıcı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
6. Uygulamalardan belirli bir süre sonra öğretmen adaylarının bazılarının tekrar eski alternatif kavramlarına geri dönmeleri, kısa süreli müdahalenin öğretmen adaylarının fikirlerini değiştirmelerinde etkili olduğu ancak uzun süreli etkide baskın olan kavramın veya alternatif kavramın ortaya çıktığı sonucuna varılmıştır.

6.1.2. Öğretmen Adaylarının Açıklama Destekli REACT Stratejisinin Fizik Öğretiminde Kullanılması Hakkındaki Düşünceleri ile İlgili Sonuçlar

1. Açıklama destekli REACT stratejisinde günlük yaşamla ilişkili örnek ve bağlamların kullanılması öğretmen adaylarının ilgilerini canlı tutmuş ve bunun da kavramsal öğrenmenin gerçekleşmesine sebep olduğu sonucuna varılmıştır.

2. Açıklama destekli REACT stratejisine dayalı uygulamalar hakkında öğretmen adayları olumlu yönde görüşler bildirmişlerdir. Örneğin günlük yaşamla ilişkili örnek ve bağlamlar akılda kalıcılığı sağladığı gibi, ayrıca bu sayede derslerin daha zevkli, anlaşılır ve ilgi çekici olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
3. Açıklama destekli REACT stratejisine dayalı uygulamalar öğretmen adaylarının aktif katılımını sağlayarak onların motivasyonlarını artırmış, bu da konuyu anlamalarına olumlu yönde etki ettiği sonucuna ulaşılmıştır.
4. Öğretmen adaylarının açıklama destekli REACT stratejisine dayalı uygulamalarla ilgili olarak, konu ile ilgili teorik bilgilerin sunulduğu bir açıklamaya ihtiyaç duymamaları veya bu konuda olumsuz görüş bildirmemeleri, REACT stratejisinde “Açıklama” ilkesinin olmamasıyla ilgili ortaya çıkan sıkıntının giderildiğini göstermektedir. Bununla birlikte açıklama destekli REACT stratejisinde döngüsel olarak kullanılan “Açıklama”ların etkili olduğu öğretmen adaylarının görüşlerinden anlaşılmaktadır. Bu da REACT stratejisine “Açıklama” ilkesinin eklenmesinin olumlu sonuç verdiğini göstermektedir.

6.2. Öneriler

Bu bölümde araştırmadan elde edilen sonuçlara ve araştırmacının deneyimlerine dayanılarak tespit edilen öneriler iki başlık altında sunulmuştur.

6.2.1. Araştırma Sonuçlarına Dayalı Olarak Yapılan Öneriler

1. Bağlam temelli öğrenme yaklaşımının açıklama destekli REACT stratejisine dayalı uygulamaların itme, momentum ve çarpışmalar konusunda başarıyı sağladığı görülmüştür. Bu sebeple açıklama destekli REACT stratejisinin diğer konularda da uygulanıp etkililiği araştırılabilir.
2. Açıklama destekli REACT stratejisinde kullanılan günlük yaşama dayalı örnek ve seçilen bağlamlar öğretmen adaylarının ilgi ve motivasyonlarıyla direkt ilişkili olduğundan, seçilen örnek ve bağlamların öğretmen adaylarının ilgisini çekecek ve tamamına hitap edecek şekilde belirlenmesi önerilir.
3. Bazı alternatif kavramların giderilememesinde ana etken konuların psikolojik bir sırada öğretilmesinden ziyade mantıksal bir sıra takip edilerek öğretilmesi olabilir. Örneğin, önce momentumun daha sonra hızın öğretilmesi, “*Momentum kütlelen bağımsız olarak sadece ve tamamen hıza dayalı bir kavramdır*” alternatif kavramını giderebilir.

4. Öğretmen adaylarının açıklama destekli REACT stratejisi ile ilgili görüşleri dikkate alındığında, kendilerinin derslere en çok aktif olarak katılmalarını beğendikleri ve bu konuda önerilerde buldukları için, açıklama destekli REACT stratejisine dayalı yapılacak uygulamalarda deney, etkinlik ve onların aktif katılımını sağlayacak her tür aktiviteye özellikle yer verilmesi önerilmektedir.
5. Öğretmen adaylarının açıklama destekli REACT stratejisi ile ilgili görüşleri dikkate alındığında, konu ile ilgili yapılacak açıklamaların düz anlatımdan ziyade farklı öğretim yöntem ve teknikleriyle zenginleştirilmesi (bu çalışmada kullanılan simülasyonlar gibi) önerilmektedir.

6.2.2. Araştırmacının Deneyimleri ve Diğer Araştırmacılara Önerileri

Bu araştırmanın gelecekte ilgili alanda çalışmayı düşünen araştırmacılara örnek teşkil edeceği düşünüldüğünden, araştırmacılara da bazı önerilerde bulunulmuştur.

1. Açıklama destekli REACT stratejisinde açıklama ilkesinin etkisinin daha iyi anlaşılabilmesi ve araştırılabilmesi için yapılacak olan çalışmada birinci deney grubunda açıklama destekli REACT stratejisinin ve diğer deney grubunda REACT stratejisinin kullanıldığı iki deney grubu ile bir kontrol grubunun kullanılması önerilebilir.
2. Açıklama destekli REACT stratejisine dayalı yapılan uygulamalarda öğretmen adaylarının rahatça fikir alışverişinde bulunabileceği ve tartışabilecekleri bir ortamın oluşturulması önerilebilir.
3. Açıklama destekli REACT stratejisine dayalı olarak hazırlanan itme, momentum ve çarpışmalar konusundaki alternatif kavramları giderebilmek amacıyla hazırlanan İMÇ-1 ve İMÇ-2 kitapçıkları bu konuyu öğretmek isteyen öğretmen, öğretim elemanı ve araştırmacılara kullanmaları için önerilebilir.
4. Bu çalışmada itme, momentum ve çarpışmalar konusu kapsamında geliştirilen İMÇKT, bu konuda yapılacak diğer araştırmalarda geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı olduğu düşünülerek diğer araştırmacılara da tavsiye edilebilir.

7. KAYNAKLAR

- Abimbola, I. O. and Baba, S. (1996). Misconceptions and alternative conceptions in science textbooks: The role of teachers as filters. *The American Biology Teacher*, 58(1), 14-19.
- Abraham, M. R., Gryzbowski, E. B., Renner, J. W. and Marek, A. E. (1992). Understanding and misunderstanding of eighth graders of five chemistry concepts found in textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(2), 105-120.
- Acar, B. ve Yaman, M. (2011). Bağlam temelli öğrenmenin öğrencilerin ilgi ve bilgi düzeylerine etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 40, 1-10.
- Akbulut, Ö. E. (2013). Dokuzuncu sınıf kuvvet ve hareket ünitesine yönelik bilgisayar destekli bağlam temelli öğretim etkinliklerinin incelenmesi. Yayınlanmamış doktora tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Akdeniz, A. R. ve Akbulut, Ö. E. (2010). Fizik öğretmen adaylarının geliştirdikleri yapılandırmacı öğretim etkinliklerinin değerlendirilmesi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 4(1), 50-63.
- Akpınar, M. (2009, Kasım). Öğrencilerin ortaöğretim fizik dersi konularının günlük hayatla ilişkisi hakkındaki düşünceleri, Fen, Sosyal ve Çevre Eğitiminde Son Gelişmeler Sempozyumu, Giresun Üniversitesi, Giresun.
- Akpınar, M. (2012). Bağlam temelli yaklaşımla yapılan fizik eğitiminde kavramsal değişim metinlerinin öğrenci erişimine etkisi. Yayınlanmamış doktora tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Akpınar, M. and Tan, M. (2011, April). Context based multiple choice tests for measuring students' achievement, 2nd International Conference on New Trends in Education and Their Implications, Antalya, Turkey.
- Aktamış, H. A., Ergin, Ö. ve Akpınar, E. (2002). Yapısalcı kurama örnek bir uygulama. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi içinde (s. 239-245). Ankara: Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Eğitim Fakültesi.
- Aktaş, L. (2013). Maddenin tanecikli yapısı ve ısı konusunda REACT öğretim stratejisine yönelik geliştirilen bilgisayar destekli öğretim materyalinin öğrenci başarısına etkisi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Ay, S. (2008). Lise seviyesinde öğrencilerin günlük yaşam olaylarını açıklama düzeyi ve buna kimya bilgilerinin etkisi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Ayas, A., Çepni, S., Akdeniz, A., Özmen, H., Yiğit, N. ve Ayvacı, H.Ş. (2007). *Kuramdan uygulamaya fen ve teknoloji öğretimi* (6.baskı). Ankara: PegemA Yayıncılık.
- Ayvacı, H. Ş. (2010). Fizik öğretmenlerinin bağlam temelli yaklaşım hakkındaki görüşleri. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 15, 42-51.
- Ayvacı, H. Ş., Çekbaş, Y., Değirmenci, S., Erdemir, M., Kara, M. ve Toprak, Ş. (2011a). Genel fizik (5.Baskı). M. Orbay ve F. Öner (Ed.), Momentum ve momentumun korunumu içinde (s. 127-146). Ankara: PegemA Yayıncılık.
- Ayvacı, H. Ş., Değirmenci, S., Gümüş, S., İngeç, Ş., Öner, F., Ünlü, P. ve Yılmazlar, M. (2011b). Genel fizik I (3.Baskı). M. F. Taşar ve M. Orbay (Ed.), Momentum ve impuls içinde (s. 246-266). Ankara: PegemA Yayıncılık.
- Ayvacı, H. Ş. ve Er Nas, S. (2010). Fen ve teknoloji öğretmenlerinin bilimsel bilginin epistemolojik yapısı hakkındaki temel bilgilerini belirlemeye yönelik bir çalışma. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 18(3), 691-704.

- Ayvacı, H. Ş., Ültay, E. ve Mert, Y. (2012). 9.sınıf fizik öğretim programında yer alan teknoloji tasarım kazanımlarının uygulanabilirliğine yönelik öğretmen görüşlerinin belirlenmesi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 31(1), 20-43.
- Ayvacı, H. Ş., Ültay, E. ve Mert, Y. (2013). 9.sınıf fizik kitabında yer alan bağlamların değerlendirilmesi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 7(1), 242-263.
- Azuma, T. and Nagao, K. (2008). An inquiry into the reproduction of physics-phobic children by physics-phobic teachers. *arXiv:0803.3167v2 [physics.ed-ph]*, 1-12.
- Bacanak, A., Değirmenci, S., Karamustafaoğlu, S. ve Karamustafaoğlu, O. (2011). E-dergilerde yayınlanan fen eğitimi makaleleri: Yöntem analizi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 8(1), 119-132.
- Balcı, A. (2011). *Araştırma Sosyal Bilimlerde Araştırma* (Gözden geçirilmiş ve geliştirilmiş 9.baskı). Ankara: PegemA Yayıncılık.
- Balta, N. and Eryılmaz, A. (2011). Turkish new high school physics curriculum: Teachers' views and needs. *Eurasian Journal of Physics and Chemistry Education*, Jan (Special Issue), 72-88.
- Barker, V. and Millar, R. (1999). Students' reasoning about chemical reactions: What changes occur during a context-based post-16 chemistry course?. *International Journal of Science Education*, 21(6), 645-665.
- Barker, V. and Millar, R. (2000). Students' reasoning about basic chemical thermodynamics and chemical bonding: What changes occur during a context-based post-16 chemistry course?. *International Journal of Science Education*, 22(11), 1171-1200.
- Barlow, T. (2012). The end of 'chalk and talk'. *Teaching Science*, 58(1), 54-57.
- Basir, M. A., Alinaghizadeh, M. R. and Mohammedpour, H. (2008). A suggestion for improving students' abilities to deal with daily real-life problems. *Physics Education*, 43(4), 407-411.
- Baştürk, S. ve Doğan, S. (2010). Lise öğretmenlerinin özel dersaneler hakkındaki görüşlerinin incelenmesi. *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi*, 7(2), 135-157.
- Belt, S. T., Leisvik, M. J., Hyde, A. J. and Overton, T. L. (2005). Using a context-based approach to undergraduate chemistry teaching – a case study for introductory physical chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 6 (3), 166-179.
- Bennett, J., Gräsel, C., Parchmann, I. and Waddington, D. (2005). Context-based and conventional approaches to teaching chemistry: Comparing teachers' views. *International Journal of Science Education*, 27(13), 1521-1547.
- Bennett, J., Hogarth, S. and Lubben, F. (2003). *A systematic review of the effects of context-based and Science-Technology-Society (STS) approaches in the teaching of secondary science: Review summary*. University of York, UK.
- Bennett, J., Holman, J., Lubben, F., Nicolson, P. and Prior, C. (2002). Science in context: The Salters Approach. Paper presented at the 2nd International IPN – YSEG Symposium, October 2002, Kiel, Germany.
- Berns, R. G. and Erickson, P. M. (2001). Contextual teaching and learning: Preparing students for the new economy. *The Highlight Zone Research Work*. 5, 1-8.
- Bodzin, A., Cates, W. M. and Price, B. (2003). Formative evaluation of the exploring life curriculum: Two year implementation fidelity findings. Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Philadelphia, PA.
- BouJaode, S. B. (1992). The relationship between students' learning strategies and the change in their misunderstandings during a high school chemistry course. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(7), 687-699.

- Bryce, T. G. K. and MacMillan, K. (2009). Momentum and kinetic energy: Confusable concepts in secondary school physics. *Journal of Research In Science Teaching*, 46(7), 739-761.
- Bueche, F. J. ve Jerde, D. A. (2003). Fizik ilkeleri I (6.Baskıdan Çeviri). K. Çolakoğlu (Çeviri Ed.), Çizgisel momentum içinde (s. 170-198). Ankara: Palme Yayıncılık.
- Bulte, A. M. W., Klaassen, K., Westbroek, H., Stolk, M., Prins, G., Genseberger, G., de Jong, O. and Pilot, A. (2002). Modules for a new chemistry curriculum, research on a meaningful relation between contexts and concepts. Paper presented at the 2nd International IPN – YSEG Symposium, October 2002, Kiel, Germany.
- Bulte, A. M. W., Westbroek, H. B., de Jong, O. and Pilot, A. (2006). A research approach to designing chemistry education using authentic practices as contexts. *International Journal of Science Education*, 28(9), 1063-1086.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. (2012). *Bilimsel araştırma yöntemleri* (Geliştirilmiş 12. Baskı). Ankara: PegemA Yayıncılık.
- Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., van Scotter, P., Powell, J. C., Westbrook, A. and Landes, N. (2006). The BSCS 5E instructional model: Origins and effectiveness. A report prepared for the Office of the Science Education National Institutes of Health. From: [http://science.education.nih.gov/houseofreps.nsf/b82d55fa138783c2852572c9004f5566/\\$FILE/Appendix%20D.pdf](http://science.education.nih.gov/houseofreps.nsf/b82d55fa138783c2852572c9004f5566/$FILE/Appendix%20D.pdf). 01.04.2013.
- Campbell, B. and Lubben, F. (2000). Learning science through contexts: Helping pupils make sense of everyday situations. *International Journal of Science Education*, 22(3), 239-252.
- Camp, C. and Clement, J. (1994). *Preconceptions in mechanics: Lessons dealing with students' conceptual difficulties* (Pre-production manuscript for second edition). Massachusetts: American Association of Physics Teachers.
- Cavas, B., Cavas, P., Yılmaz, H. and Kesercioglu, T. (2010, June). What I want to learn about physics topics: A general picture of Turkish ROSE survey, XIV. IOSTE Symposium, Bled, Slovenia.
- Čepič, M., Zihlerl, S., Bajc, J., Susman, K., Pavlin, J. and Vaupotič, N. (2010, June). Physics and nature – a new course for the first year students of physics education, XIV. IOSTE Symposium, Bled, Slovenia.
- Chen, C. C., Lin, H. S. and Lin, M. L. (2002). Developing a two-tier diagnostic instrument to assess high school students' understanding – the formation of images by a plane mirror. *Proceedings of National Science Council, ROC (D)*, 12(3), 106-121.
- Choi, H. J. and Johnson, S. D. (2005). The effect of context-based video instruction on learning and motivation in on-line courses. *The American Journal of Distance Education*, 19(4), 215-227.
- Choi, J. S. and Song, J. (1996). Students' preferences for different contexts for learning science. *Research in Science Education*, 26(3), 341-352.
- Cohen, L. and Manion, L. (1989). *Research methods in education* (4th Ed.). New York: Routledge.
- Colburn, A. (2000). Constructivism: Science education's "Grand Unifying Theory". *Clearing House*, 74(1), 9-12.
- Coll, R. K. and Treagust, D. F. (2001). Learners' mental models of chemical bonding. *Research in Science Education*, 31, 357-382.
- Conderman, G. and Koroghlanian, C. (2002). Writing test questions like a pro. *Intervention in School and Clinic*, 38(2), 83-87.
- CORD, (1999a). *Teaching mathematics contextually*. Waco, Texas, USA: CORD Communications, Inc.

- CORD, (1999b). *Teaching science contextually*. Waco, Texas, USA: CORD Communications, Inc.
- Coştu, B. (2002). Ortaöğretimin farklı seviyelerindeki öğrencilerin buharlaşma yoğunlaşma ve kaynama kavramlarını anlama düzeylerine ilişkin bir çalışma. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Coştu, B. (2006). Kavramsal değişimin gerçekleşme düzeyinin belirlenmesi: Buharlaşma, yoğunlaşma ve kaynama. Yayınlanmamış doktora tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Coştu, S. (2009). Matematik öğretiminde bağlamsal öğrenme ve öğretmen yaklaşımına tasarlanan öğrenme ortamlarında öğretmen deneyimleri. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Crawford, M. L. (2001). *Teaching contextually: Research, rationale, and techniques for improving student motivation and achievement in mathematics and science*. Waco, Texas: CCI Publishing.
- Creswell, J. W. (2013). Araştırma deseni – nitel, nicel ve karma yöntem yaklaşımları (4.Baskıdan Çeviri). S. B. Demir (Çeviri Ed.). Ankara: Eğiten Kitap.
- Çalık, M. (2006). Bütünleştirici öğrenme kuramına göre lise 1 çözümler konusunda materyal geliştirilmesi ve uygulaması. Yayınlanmamış doktora tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Çalık, M. (2010). "A critical evaluation of the university entrance examination (ÖSS) in Turkey: A two-edged sword", getting into varsity – comparability, convergence and congruence. In B. Vlaardingerbroek and N. Taylor (Eds.), (pp. 187-196). New York, USA: Cambria Press, Inc.
- Çalık, M. ve Ayas, A. (2005). 7-10.sınıf öğrencilerinin seçilen çözümler kavramlarıyla ilgili anlamalarının farklı karışımlar üzerinde incelenmesi. *Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 3(3), 329-349.
- Çalık, M., Ayas, A. and Coll, R. K. (2010). Investigating the effectiveness of usage of different methods embedded with four-step constructivist teaching strategy. *Journal of Science Education and Technology*, 19(1), 32-48.
- Çalık, M., Ayas, A., Coll, R. K., Ünal, S. and Coştu, B. (2007). Investigating the effectiveness of a constructivist-based teaching model on student understanding of the dissolution of gases in liquids. *Journal of Science Education and Technology*, 16(3), 257-270.
- Çalık, M., Okur, M. and Taylor, N. (2010). A comparison of different conceptual change pedagogies employed within the topic of "sound propagation". *Journal of Science Education and Technology*, 20(6), 729-742.
- Çekiç Toroslu, S. (2011). Yaşam temelli öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 7E öğrenme modelinin öğrencilerin enerji konusundaki başarı, kavram yanılgısı ve bilimsel süreç becerilerine etkisi. Yayınlanmamış doktora tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Çepni, S. (2005). *Araştırma ve proje çalışmalarına giriş* (Geliştirilmiş 2.baskı). Trabzon: Üçyol Kültür Merkezi.
- Çepni, S. (2007). *Araştırma ve proje çalışmalarına giriş* (Genişletilmiş 3.baskı). Trabzon: Celepler Matbaacılık.
- Çepni, S., Ayas, A., Ekiz, D. ve Akyıldız, S. (2010). Öğretim ilke ve yöntemleri (2.Baskı). S. Çepni ve S. Akyıldız (Ed.), Öğrenme etkinliklerinin geleneksel yaklaşımlara göre düzenlenmesi içinde (s. 100-105). Trabzon: Celepler Matbaacılık.
- Çepni, S., Şan, H. M., Gökdere, M. ve Küçük, M. (2001). Fen bilgisi öğretiminde zihinde yapılandırma kuramına uygun 7E modeline göre örnek etkinlikler geliştirme. Yeni Bin Yılın Başında Türkiye'de Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, 7-8 Eylül, Maltepe Üniversitesi, İstanbul.

- Çirkinoğlu, A. G. (2004). Orta ve yükseköğretim öğrencilerinin itme-momentum konusunu kavrama düzeyleri ve öğrenmelerinde meydana genel değişimler. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.
- Çoker, B., Çatlıoğlu, H. and Birgin, O. (2010). Conceptions of students about renewable energy sources: A need to teach based on contextual approaches. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 2, 1488-1492.
- Davidson, N. (1990). *Cooperative learning in mathematics: A handbook for teachers*. Menlo Park, CA: Addison-Wesley Publishing Company, Inc.
- Değermenci, A. (2009). Bağlam temelli 9.sınıf dalgalar ünitesine yönelik materyal geliştirme, uygulama ve değerlendirme. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Demircioğlu, G. (2003). Lise II asitler ve bazlar ünitesi ile ilgili rehber materyal geliştirilmesi ve uygulanması. Yayınlanmamış doktora tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Demircioğlu, H. ve Demircioğlu, G. (2005). Lise 1 öğrencilerinin öğrendikleri kimya kavramlarını değerlendirmeleri üzerine bir araştırma. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 13(2), 401-414.
- Demircioğlu, H., Demircioğlu, G. and Çalık, M. (2009). Investigating effectiveness of storylines embedded within context based approach: A case for the periodic table. *Chemistry Education Research and Practice*, 10, 241-249.
- Demircioğlu, H., Vural, S. ve Demircioğlu, G. (2012). "REACT" stratejisine uygun hazırlanan materyalin üstün yetenekli öğrencilerin başarısı üzerine etkisi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 31(2), 101-144.
- Dilber, R. (2006). Fizik öğretiminde analogi kullanımının ve kavramsal değişim metinlerinin kavram yanlışlarının giderilmesine ve öğrenci başarısına etkisinin araştırılması. Yayınlanmamış doktora tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- diSessa, A. A. (1993). Toward an epistemology of physics. *Cognition and Instruction*, 10, 105-225.
- Dlamini, B. and Lubben, F. (1996). Liked and disliked learning activities: Responses of Swazi students to science materials with a technological approach. *Research in Science and Technological Education*, 14(2), 221-236.
- Drew, C. J., Hardman, M. L. and Hart, A. W. (1996). *Designing and conducting research: Inquiry in education and social science* (2nd ed.). Boston: Allyn and Bacon.
- Driver, R. (1981). Pupils' alternative frameworks in science. *European Journal of Science Education*, 3, 93-101.
- Duit, R., Mikelskis-Seifert, S. and Wodzinski, C. (2007). Physics in context – a program for improving physics instruction in Germany. *Contributions From Science Education Research*, 3, DOI: 119-130. DOI: 10.1007/978-1-4020-5032-9_9.
- Edwards, C. (2000). Physics learning through a telecommunications context. *Physics Education*, 35(4), 240-244.
- Enghag, M., Gustafsson, P. and Jonsson, G. (2007). From everyday life experiences to physics understanding occurring in small group work with context rich problems during introductory physics work at university. *Research in Science Education*, 37, 449-467.
- Enghag, M., Gustafsson, P. and Jonsson, G. (2009). Talking physics during small-group work with context-rich problems – analysed from an ownership perspective. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 7, 455-472.
- Ergül, N. R. (2013). Momentum kavramına yönelik bilgiyi oluşturma süreci. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 13(3), 1889-1901.

- Espinoza, F. (2004). Enhancing mechanics learning through cognitively appropriate instruction. *Physics Education*, 39(2), 181-187.
- Euler, M. (2003, September). Challenges to physics education, quality development in teacher education and training, 2nd GIREP Seminar, Udine, Italy.
- Fang, N. (2012). Students' perceptions of dynamics concept pairs and correlation with their problem-solving performance. *Journal of Science Education and Technology*, 21, 571-580. DOI: 10.1007/s10956-011-9347-7.
- Finkelstein, N. (2005). Learning physics in context: A study of student learning about electricity and magnetism. *International Journal of Science Education*, 27(10), 1187-1209.
- Finkelstein, N. D. (2001). Context in the context of physics and learning. University of Colorado Boulder. Web: <http://www.colorado.edu/physics/EducationIssues/Group%20Papers/perc.context.pdf> f. 12 Ekim 2012 tarihinde alınmıştır.
- Gauld, C. F. (2006). Newton's cradle in physics education. *Science and Education*, 15, 597-617. DOI: 10.1007/s11191-005-4785-3.
- George, E. A., Broadstock, M. J. and Vásquez Abad, J. (2000). Learning energy, momentum, and conservation concepts with computer support in an undergraduate physics laboratory. Fourth International Conference of the Learning Sciences (pp. 2-3). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Gilbert, J. K. (2006). On the nature of "context" in chemical education. *International Journal of Science Education*, 28(9), 957-976.
- Gilbert, J. K., Osborne, J. R. and Fensham, P. J. (1982). Children's science and its consequences for teaching. *Science Education*, 66(4), 623-633.
- Glaser, R. E. and Carson, K. M. (2005). Chemistry is in the news: Taxonomy of authentic news media-based learning activities. *International Journal of Science Education*, 27(9), 1083-1098.
- Glynn, S. M. and T. R. Koballa, Jr. (2005). The contextual teaching and learning instructional approach. In R. E. Yager (Ed.), *Exemplary science: Best practices in professional development* (pp. 75-84). Arlington, VA: NSTA press.
- Graber, W., Erdmann, T. and Schlieker, V. (2002). ParCIS: Partnership between chemical industry and schools. Paper presented at the 2nd International IPN – YSEG Symposium, October 2002, Kiel, Germany.
- Graham, T. and Berry, J. (1996). A hierarchical model of the development of student understanding of momentum. *International Journal of Science Education*, 18(1), 75-89.
- Grayson, D. J. (2004). Concept substitution: A teaching strategy for helping students disentangle related physics concepts. *American Journal of Physics*, 72(8), 1126-1133.
- Grimellini-Tomasini, N., Pecori-Balandi, B., Pacca, J. L. A. and Villani, A. (1993). Understanding conservation laws in mechanics: Students' conceptual change in learning about collisions. *Science Education*, 77(2), 169-189.
- Guzzetti, B. J., Williams, W. O., Skeels, S. A. and Wu, S. M. (1997). Influence of text structure on learning counterintuitive physics concepts. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(7), 701-719.
- Güneş, B. (2005). Bilimsel hatalar ve kavram yanılgıları. R. Yağbasan (Dü.) içinde, *Konu alanı ders kitabı inceleme kılavuzu* (s. 59-117). Ankara: Gazi Kitabevi.
- Haidar, A. H. and Abraham, M. R. (1991). A comparison of applied and theoretical knowledge of concept based on the particulate nature of matter. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(10), 919-938.

- Hair, J. F., Black, B., Babin, B., Anderson, R. E. and Tatham, R. L. (2006). *Multivariate data analysis* (6th ed.). New Jersey: Prentice-Hall International.
- Haladyna, T. M., Downing, S. M. and Rodriguez, M. C. (2002). A review of multiple-choice item-writing guidelines for classroom assessment. *Applied Measurement in Education*, 15(3), 309-334.
- Harrison, A. G. and Treagust, D. F. (2001). Conceptual change using multiple interpretive perspectives: Two case studies in secondary school chemistry. *Instructional Science*, 29, 45-85.
- Helm, H. (1980). Misconceptions in physics amongst South African students. *Physics Education*, 15, 92-105.
- Hewson, M. G. and Hewson, P. W. (2003). Effect of instruction using students' prior knowledge and conceptual change strategies on science learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 40, 86-98.
- Hewson, P. W. (1992). *Conceptual change in science teaching and teacher education*. National Center for Educational Research, Documentation, and Assessment, Madrid, Spain.
- Hewson, P. W. and Hewson, M. G. (1984). The role of conceptual conflict in conceptual change and the design of science instruction. *Instructional Science*, 13, 1-13.
- Hırça, N. (2012). Bağlam temelli öğrenme yaklaşımına uygun etkinliklerin öğrencilerin fizik konularını anlamasına ve fizik dersine karşı tutumuna etkisi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9(17), 313-325.
- Hofstein, A. and Kesner, M. (2006). Industrial chemistry and school chemistry: Making chemistry studies more relevant. *International Journal of Science Education*, 28(9), 1017-1039.
- Imel, S. (2000). Contextual learning in adult education. *Practice Application Brief*. 12.
- Ivowi, U. M. O. (1984). Misconceptions in physics amongst Nigerian secondary school students. *Physics Education*, 19(6), 279-285.
- Jamison, A. and Mejlgaard, N. (2010). Contextualizing nanotechnology education: Fostering a hybrid imagination in Aalborg, Denmark. *Science as Culture*, 19(3), 351-368.
- Kandil İnceç, Ş. (2008a). Use of concept cartoons as an assessment tool in physics education. *US-China Education Review*, 5(11), 47-54.
- Kandil İnceç, Ş. (2008b). Kavram haritalarının değerlendirme aracı olarak fizik eğitiminde kullanılması. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 35, 195-206.
- Kandil İnceç, Ş. (2009). Analysing concept maps as an assessment tool in teaching physics and comparison with the achievement tests. *International Journal of Science Education*, 31(14), 1897-1915.
- Kandil İnceç, Ş., Taşar, M. F. ve Ünlü, P. (2005). Momentum ve impuls kavramlarını anlama – II: Öğretmen adaylarının momentum ve impuls konuları ile ilgili durumlar içeren problemlere verdikleri yazılı cevapların incelenmesi. *Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(2), 309-326.
- Kandil İnceç, Ş., Ünlü, P. ve Taşar, M. F. (2006). Momentum kavramının öğrenme gelişim sıralamasının araştırılması. *Gazi Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi*, 7(1), 123-134.
- Kandilli, C. (2002). Ortaöğretim fizik dersi mekanik (II) konuları öğretim programını geliştirme üzerine bir çalışma (yeryüzünde hareket, iş - enerji, itme ve momentum). Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

- Karal, I. S., Alev, N. and Başkan, Z. (2010). Student teachers' Subject Matter Knowledge (SMK) on electric current and magnetic field. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 2, 1498-1502.
- Karaman, İ. (2005). Erzurum ilinde bulunan liselerdeki fizik sınav sorularının Bloom taksonomisinin basamaklarına göre analizi. *Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(1), 77-90.
- Karamustafaoğlu, S. (2003). "Maddenin iç yapısına yolculuk" ünitesi ile ilgili basit araç-gereçlere dayalı rehber materyal geliştirilmesi ve öğretim sürecindeki etkililiği. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Karataş, Ö. F., Köse, S. ve Coştu, B. (2003). Öğrenci yanılgılarını ve anlama düzeylerini belirlemede kullanılan iki aşamalı testler. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(13), 54-69.
- Katipoğlu, M. ve Gürel, Z. (2004). Öğrencilerin trafikteki olayları temel fizik kanunlarını kullanarak açıklama becerileri. XIII. Ulusal Eğitim Bilimleri Kurultayı, 6-9 Temmuz, İnönü Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Malatya.
- Kavak, N., Tufan, Y. ve Demirelli, H. (2006). Fen-Teknoloji okuryazarlığı ve informal fen eğitimi: Gazetelerin potansiyel rolü. *Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 26(3), 17-28.
- Kearney, M. and Treagust, D. F. (2001). Constructivism as a referent in the design and development of a computer program using interactive digital video to enhance learning in physics. *Australian Journal of Educational Technology*, 17(1), 64-79.
- Ketola, R. G. (2011). Science teachers' perspectives on their experiences in a graduate program in physics education and effects on their practice. PhD Thesis, Montana State University, Bozeman, Montana.
- Kızılcık, H. Ş. ve Tan, M. (2007). Fizik öğretiminde kullanılan yazılı ölçme türlerinin itme-momentum konusu için karşılaştırılması. *Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27(2), 109-122.
- Kızılcık, H. Ş. ve Tan, M. (2011). İtme momentum konusunda çoktan seçmeli bir test geliştirilmesi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 19(1), 185-198.
- King, D. (2007). Teacher beliefs and constraints in implementing a context-based approach in chemistry. *Teaching Science*, 53(1), 14-18.
- King, D., and Ritchie, S. M. (2007). Implementing a context-based approach in a chemistry class: Successes and dilemmas. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, 15-18 April, New Orleans, LA.
- Kobayashi, A. and Okiharu, F. (2009). Active learning approaches by visualizing ICT devices with milliseconds resolution for deeper understanding in physics. International Conference on Physics Education, USA.
- Kolb, D. A. (1981). Learning styles and disciplinary differences. In A.W.C.a. Associates (Eds.), *The Modern American College* (pp. 232-254), San Francisco: Jossey Bass.
- Kovac, J. (1999). Student active learning methods in general chemistry. *Journal of Chemical Education*, 76(1), 120-124.
- Kurnaz, M. A. and Çalık, M. (2008). Using different conceptual change methods embedded within 5E model: A sample teaching for heat and temperature. *Journal of Physics Teacher Education Online*, 5(1), 3-10.
- Kurnaz, M. A. and Çalık, M. (2009). A thematic review of 'energy' teaching studies: Focuses, needs, methods, general knowledge claims and implications. *Energy Education Science and Technology Part B: Social and Educational Studies*, 1(1), 1-26.

- Lakatos, I. (1970). Falsification and the methodology of scientific research programmes. In I. Lakatos and A. Musgrave (Eds.), *Criticism and the Growth of Knowledge*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Landis, J. R. and Koch, G. G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, 33(1), 159-174.
- Lavonen, J., Byman, R., Juuti, K., Meisalo, V. and Uitto, A. (2005). Pupil interest in physics: A survey in Finland. *Nordina*, 2(05), 72-85.
- Lawson, R. A. and McDermott, L. C. (1987). Student understanding of the work-energy and impulse-momentum theorems. *American Journal of Physics*, 55(9), 811-817.
- Lincoln, Y. S. and Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry*. California: Sage Publications, Inc.
- Lubben, F., Bennett, J., Hogarth, S. and Robinson, A. (2005). *A systematic review of the effects of context-based and Science-Technology-Society (STS) approaches in the teaching of secondary science on boys and girls, and on lower-ability pupils*. Research Evidence in Education Library. London: EPPI-Centre, Social Science Research Unit, Institute of Education, University of London.
- Lye, H., Fry, M. and Hart, C. (2001). What does it mean to teach physics 'in context'? A first case study. *Australian Science Teachers Journal*, 48(1), 16-22.
- Lynch, R. L. and Padilla, M. J. (2000). Contextual teaching and learning in preservice teacher education. National Conference on Teacher Quality, January 10, Washington DC.
- Marek, E. A. (1986). They misunderstand, but they'll pass. *The Science Teacher*, 53(9), 32-35.
- Marulcu, İ. ve Doğan, M. (2010). Ortaöğretim fizik ders kitaplarına ve müfredatlarına Afyonkarahisar'daki öğretmen ve öğrencilerin bakışı. *Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 29(2), 193-209.
- McCullough, L. (2004). Gender, context, and physics assessment. *Journal of International Women's Studies*, 5(4), 20-30.
- MEB, (2011). *Ortaöğretim fizik dersi 9.sınıf öğretim programı*. Talim Terbiye Kurulu, Ankara.
- MEB, (2013a). *Ortaöğretim fizik dersi (9, 10, 11 ve 12.sınıflar) öğretim programı*. Talim Terbiye Kurulu, Ankara.
- MEB, (2013b). *İlköğretim Kurumları Fen Bilimleri dersi (3, 4, 5, 6, 7 ve 8.sınıflar) öğretim programı*. Talim Terbiye Kurulu, Ankara.
- Merriam, S. B. (1988). *Case study research in education*. San Francisco: Jossey-Bass Publishers, Inc.
- Metin, M. ve Özmen, H. (2009). Sınıf öğretmeni adaylarının yapılandırmacı kuramın 5E modeline uygun etkinlikler tasarlarken ve uygularken karşılaştıkları sorunlar. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 3(2), 94-123.
- Mikelskis-Seifert, S. and Duit, R. (2009). Various means of enacting a program to develop physics teachers' beliefs and instructional practice. In M. F. Taşar and G. Çakmakçı (Eds.), *Contemporary science education research: Preservice and inservice teacher education* (pp. 303-311). Ankara, Turkey: Pegem Akademi.
- Miles, M. B. and Huberman, A. M. 1994. *Qualitative data analysis* (2nd ed.). California: Sage Publications, Inc.
- Navarra, A. (2006). *Achieving pedagogical equity in the classroom*. CORD Publishing.
- Nentwig, P., Parchmann, I., Demuth, R., Grasel, C. and Ralle, B. (2002). Chemie im kontext - from situated learning in relevant contexts to a systematic development of

- basic chemical concepts. Paper presented at the 2nd International IPN – YSEG Symposium, 10-13 October, Kiel, Germany.
- Ng, W. and Nguyen, V. T. (2006). Investigating the integration of everyday phenomena and practical work in physics teaching in Vietnamese high schools. *International Education Journal*, 7(1), 36-50.
- O'Connor, C. and Hayden, H. (2008). Contextualising nanotechnology in chemistry education. *Chemistry Education Research and Practice*, 9, 35-42.
- OECD, (2003). The PISA 2003 assessment framework – mathematics, reading, science and problem solving knowledge and skills (Chapter 3). Retrieved from: <http://www.oecd.org/education/preschoolandschool/programmeforinternationalstudenassessmenttpisa/33707226.pdf>. 01 Kasım 2012.
- Özmen, H. (2002a). Fen öğretiminde öğrenme teorileri ve teknoloji destekli yapılandırmacı (constructivist) öğrenme. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 3(1), 100-111.
- Özmen, H. (2002b). Kimyasal reaksiyonlar ünitesindeki kavramların öğretimine yönelik rehber materyal geliştirilmesi ve uygulanması. Yayınlanmamış doktora tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Özmen, H. (2003). Kimya öğretmen adaylarının asit ve baz kavramlarıyla ilgili bilgilerini günlük olaylarla ilişkilendirebilme düzeyleri. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 11(2), 317-324.
- Özmen, H. (2004). Fen öğretiminde öğrenme teorileri ve teknoloji destekli yapılandırmacı (constructivist) öğrenme. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 3(1), 100-111.
- Özmen, H. (2008). Determination of students' alternative conceptions about chemical equilibrium: A review of research and the case of Turkey. *Chemistry Education: Research and Practice*, 9, 225-233.
- Özmen, H., Demircioğlu, H. and Demircioğlu, G. (2009). The effects of conceptual change texts accompanied with animations on overcoming 11th grade students' alternative conceptions of chemical bonding. *Computers and Education*, 52, 681-695.
- Özmen, H. ve Yıldırım, N. (2005). Çalışma yapraklarının öğrenci başarısına etkisi: Asit ve bazlar örneği. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 2(2), 124-143.
- Özsevgeç, T. (2006). Kuvvet ve hareket ünitesine yönelik 5E modeline göre geliştirilen öğrenci rehber materyalinin etkililiğinin değerlendirilmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 3(2), 36-48.
- Özsevgeç, T. (2007). İlköğretim 5.sınıf kuvvet ve hareket ünitesine yönelik 5E modeline göre geliştirilen rehber materyallerin etkililiklerinin belirlenmesi. Yayınlanmamış doktora tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Palmer, D. (1997). The effect of context on students' reasoning about forces. *International Journal of Science Education*, 19(6), 681-696.
- Palmer, D. H. (2003). Investigating the relationship between refutational text and conceptual change. *Science Education*, 87(5), 663-684.
- Parchmann, I., Gräsel, C., Baer, A., Nentwig, P., Demuth, R., Ralled, B. and the ChiK Project Group, (2006). "Chemie im Kontext": A symbiotic implementation of a context-based teaching and learning approach. *International Journal of Science Education*, 28(9), 1041-1062.
- Park, J. and Lee, L. (2004). Analysing cognitive or non-cognitive factors involved in the process of physics problem-solving in an everyday context. *International Journal of Science Education*, 26(13), 1577-1595.
- Peşman, H. (2012). Method-approach interaction: The effects of learning cycle vs traditional and contextual vs non-contextual instruction on 11th grade students'

- achievement in and attitudes towards physics. PhD Thesis, Graduate School of Natural and Applied Sciences Middle East Technical University, Ankara.
- Peşman, H and Özdemir, Ö. F. (2012). Approach–method interaction: The role of teaching method on the effect of context-based approach in physics instruction. *International Journal of Science Education*, 34(14), 2127-2145.
- Pilot, A. and Bulte, A. M. W. (2006). Why do you “need to know”? Context-based education. *International Journal of Science Education*, 28(9), 953-956.
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W. and Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66, 211-227.
- Potter, N. M. and Overton, T. L. (2006). Chemistry in sport: Context-based e-learning in chemistry, *Chemistry Education Research and Practice*, 7(3), 195-202.
- Pride, T. O., Vokos, S. and McDermott, L. C. (1998). The challenge of matching learning assessments to teaching goals: An example from the work-energy and impulse-momentum theorems. *American Journal of Physics*, 66(2), 147-157.
- Raven, R. J. (1967). The development of the concept of momentum in primary school children. *Journal of Research in Science Teaching*, 5, 216-223.
- Rayner, A. (2005). Reflections on context-based science teaching: A case study of physics for students of physiotherapy. UniServe Science Blended Learning Symposium Proceedings, 169-172.
- Rennie, L. J., and Parker, L. H. (1996). Placing physics problems in real-life context: Students' reactions and performance. *Australian Science Teachers Journal*, 42(1), 55-59.
- Rennie, L. J., and Parker, L. H. (1998). Equitable measurement of achievement in physics: High school students' responses to assessment tasks in different formats and contexts. *Journal of Women and Minorities in Science and Engineering*, 4, 113-127.
- Ross, B. and Munby, H. (1991). Concept mapping and misconceptions: A study of high-school students' understandings of acids and bases. *International Journal of Science Education*, 13(1), 11-23.
- Roth, K. J. (1985). Conceptual change learning and student processing of science texts. Annual Meeting of the American Educational Research Association, Chicago, IL.
- Sağlam, M. (2005). Işık ve ses ünitesi konusunda 5E modeline uygun rehber materyal geliştirilmesi ve etkililiğinin araştırılması. Yayınlanmamış doktora tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Saka, A. (2006). Fen bilgisi öğretmen adaylarının genetik konusundaki kavram yanılgılarının giderilmesinde 5E modeli'nin etkisi. Yayınlanmamış doktora tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Saka, A. Z. (2011). Investigation of student-centered teaching applications of physics student teachers. *Eurasian Journal of Physics and Chemistry Education*, Jan (Special Issue), 51-58.
- Sanger, M. S., and Greenbowe, T. J. (1996). Science-Technology-Society (STS) and ChemCom courses versus chemistry courses: Is there a mismatch?. *Journal of Chemical Education*, 73(6), 532-536.
- Sarıay, M. (2008). Ortaöğretim fizik dersi itme ve momentum konusu öğretim programını geliştirme üzerine bir çalışma. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Sarıay, M. ve Kavcar, N. (2009). İtme ve momentum ünitesinde işbirlikli öğrenme yönteminin etkililiğinin araştırılması. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25, 9-24.

- Schwartz, A. T. (2006). Contextualized chemistry education: The American experience. *International Journal of Science Education*, 28(9), 977-998.
- Semerci, Ç. (2004). Test temelli öğrenme. XIII. Ulusal Eğitim Bilimleri Kurultayı, 6-9 Temmuz, İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Malatya.
- Serway, R. A. ve Beichner, R. J. (2002). Fen ve mühendislik için fizik I (5.Baskıdan Çeviri). K. Çolakoğlu (Çeviri Ed.), Doğrusal momentum ve çarpışmalar içinde (s. 251-291). Ankara: Palme Yayıncılık.
- Sharma, B. K. (2004). Can we make physics popular?. *Proceeding of Second Annual Conference and National Conference On "How To Make Physics Popular?"*, Jaipur, India, 11-13.
- Singh, C. and Rosengrant, D. (2003). Multiple-choice test of energy and momentum concepts. *American Journal of Physics*, 71(6), 607-617.
- Sisovic, D. and Bojovic, S. (2000). Approaching the concepts of acids and bases by cooperative learning. *Chemistry Education Research and Practice*, 1(2), 263-275.
- Sjøberg, S. (2000). Interesting all children in 'science for all'. In R. Millar, J. Leach and J. Osborne (Eds.), *Improving Science Education: The Contribution of Research*. Buckingham: Open University Press.
- Souders, J. (1999). Contextually based learning: Fad or proven practice. American Youth Policy Forum, July 9, Capitol, Hill.
- Stolk, M. J., Bulte, A. M. W., de Jong, O. and Pilot, A. (2009a). Towards a framework for a professional development programme: Empowering teachers for context-based chemistry education. *Chemistry Education Research and Practice*, 10, 164-175.
- Stolk, M. J., Bulte, A. M. W., de Jong, O. and Pilot, A. (2009b). Strategies for a professional development programme: Empowering teachers for context-based chemistry education. *Chemistry Education Research and Practice*, 10, 154-163.
- Şahin, Ç. (2010). İlköğretim 8. sınıf "Kuvvet ve Hareket" ünitesinde "zenginleştirilmiş 5E öğretim modeli"ne göre rehber materyaller tasarlanması, uygulanması ve değerlendirilmesi. Yayınlanmamış doktora tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Şekercioğlu (Çirkinoğlu), A. G. and Kocakulah, M. S. (2008). Grade 10 students' misconceptions about impulse and momentum. *Journal of Turkish Science Education*, 5(2), 47-59.
- Taber, K. S. (2001). The mismatch between assumed prior knowledge and the learner's conceptions: A typology of learning impediments. *Educational Studies*, 27(2), 159-171.
- Taber, K. S. (2007). The continuing relevance of thinking logically. *Physics Education*, 42, 120-121.
- Taber, K. S. (2009). Progressing science education: Constructing the scientific research programme into the contingent nature of learning science. Dordrecht: Springer. Akt: Taber, K. S. (2011). Models, molecules and misconceptions: A commentary on "secondary school students' misconceptions of covalent bonding". *Journal of Turkish Science Education*, 8(1), 3-18.
- Taber, K. S. (2011). Models, molecules and misconceptions: A commentary on "secondary school students' misconceptions of covalent bonding". *Journal of Turkish Science Education*, 8(1), 3-18.
- Taber, K. S. and Tan, K. C. D. (2011). The insidious nature of 'hard core' alternative conceptions: Implications for the constructivist research programme of patterns in high school students' and pre-service teachers' thinking about ionisation energy. *International Journal of Science Education*, 33(2), 259-297.

- Tan, K. C. D., Goh, N. K., Chia, L. S. and Treagust, D. F. (2002). Development and application of a two-tier multiple choice diagnostic instrument to assess high school students' understanding of inorganic chemistry qualitative analysis. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(4), 283-301.
- Tan, K. C. D., Taber, K. S., Goh, N. K. and Chia, L. S. (2005). The ionisation energy diagnostic instrument: A two-tier multiple-choice instrument to determine high school students' understanding of ionisation energy. *Chemistry Education Research and Practice*, 6(4), 180-197.
- Tanel, Z. and Tanel, R. (2010a). Determining the misconceptions and learning difficulties of undergraduate level students on topics of energy and momentum. *Balkan Physics Letters*, 18, 108-117.
- Tanel, Z. and Tanel, R. (2010b). A Turkish adaptation study for energy and momentum test. *Balkan Physics Letters*, 18, 149-155.
- Taşar, M. F., Ünlü, P. and Kandil İngeç, Ş. (2006). Teacher candidates' understanding of momentum and impulse. Paper presented at GIREP 2006 – Groupe International de Recherche sur l'Enseignement de la Physique, Amsterdam, The Netherland.
- Tekbıyık, A. (2010). Bağlam temelli yaklaşımla ortaöğretim 9.sınıf enerji ünitesine yönelik 5E modeline uygun ders materyallerinin geliştirilmesi. Yayınlanmamış doktora tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Tekbıyık, A. ve Akdeniz, A. R. (2010). Bağlam temelli ve geleneksel fizik problemlerinin karşılaştırılması üzerine bir inceleme. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, (4)1, 123-140.
- Testa, I., Lombardi, S., Monroy, G. and Sassi, E. (2011). An innovative context-based module to introduce students to the optical properties of materials. *Physics Education*, 46(2), 167-177.
- Tezci, E. ve Gürol, A. (2001, Kasım). Oluşturmacı öğretim tasarımında teknolojinin rolü, 1. Uluslar Arası Eğitim Teknolojileri Sempozyum ve Fuarı Bildirileri, Sakarya Üniversitesi, Sakarya.
- Treagust, D. F. (1988). The development and use of diagnostic instruments to evaluate students' misconceptions in science. *International Journal of Science Education*, 10, 159-169.
- Tunçer, E. ve Eryılmaz A. (2002, Eylül). Yogun fizik müfredat programının lise öğrencilerinin fizik başarısına etkisini inceleme, V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, ODTÜ Kültür ve Kongre Merkezi, Ankara.
- Tural, G. (2013a). Evaluating the REACT strategy activities of physics teacher candidates. *Balkan Physics Letters*, 21, 153-159.
- Tural, G. (2013b). The functioning of context-based physics instruction in higher education. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 14(1), Article 4.
- Tural, G., Akdeniz, A. R. and Alev, N. (2010). Effect of 5E teaching model on student teachers' understanding of weightlessness. *Journal of Science Education and Technology*, 19(5), 470-488.
- Turgut, H. (2001). Fen bilgisi öğretiminde yapılandırmacı öğretim yaklaşımı ile modellendirilmiş etkinliklerin öğrencide kavramsal gelişime ve başarıya etkisi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Turgut, H. (2007). Herkes için bilimsel okuryazarlık. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 40(2), 233-256.
- Ural, A. ve Kılıç, İ. (2006). *Bilimsel araştırma süreci ve SPSS ile veri analizi* (Genişletilmiş 2.baskı). Ankara: Detay Yayıncılık.

- URL – 1, http://egitim.giresun.edu.tr/fileadmin/user_upload/ders_icerikleri/fen_bil_ders_icerikl_eri.pdf Lisans Ders İçerikleri. 17 Nisan 2014.
- URL – 2, [http://tr.wikipedia.org/wiki/%C4%B0mpuls_\(fizik\)](http://tr.wikipedia.org/wiki/%C4%B0mpuls_(fizik)). 17 Nisan 2014.
- URL – 3, <http://tr.wikipedia.org/wiki/Momentum>. 17 Nisan 2014.
- URL – 4, http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com_gts&arama=gts&guid=TDK.GTS.53b3f5c8893c75.12475858. 02 Temmuz 2014.
- Uzal, G., Erdem, A., Önen, F. ve Gürdal, A. (2010). Basit araç gereçlerle yapılan fen deneyleri konusunda öğretmen görüşleri ve gerçekleştirilen hizmet içi eğitimin değerlendirilmesi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 4(1), 64-84.
- Ültay, E. (2012). Implementing react strategy in a context-based physics class: Impulse and momentum example. *Energy Education Science and Technology Part B: Social and Educational Studies*, 4(1), 233-240.
- Ültay, E. (2013). *A thematic review of context-based physics studies*. Saarbrücken, Germany: LAP Lambert Academic Publishing.
- Ültay, E. and Ültay, N. (2012). Designing, implementing and evaluating a context-based instructional materials on buoyancy force. *Energy Education Science and Technology Part B: Social and Educational Studies*, Special Issue-1, 201-205.
- Ültay, E. and Ültay, N. (2014). Context-based physics studies: A thematic review of the literature. *Hacettepe University Journal of Education*, 29(3), 197-219.
- Ültay, N. (2012). Asit ve baz konusuyla ilgili REACT stratejisine ve 5E modeline göre etkinliklerin geliştirilmesi, uygulanması ve karşılaştırılması. Yayınlanmamış doktora tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Ültay, N. ve Çalık, M. (2011). Asitler ve bazlar konusu ile ilgili örnekler üzerinden 5E modelini ve REACT stratejisini ayırt etmek. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 5(2), 199-220.
- Ültay, N. and Çalık, M. (2012). A thematic review of studies into the effectiveness of context-based chemistry curricula. *Journal of Science Education and Technology*, 21, 686-701.
- Ültay, N., Durukan, Ü. G. and Ültay, E. (2014, May). Determination of student teachers' views about REACT strategy, International Conference on Education in Mathematics, Science and Technology (ICEMST2014), Necmettin Erbakan University, Konya.
- Ünal, G. ve Ergin, Ö. (2006). Buluş yoluyla fen öğretiminin öğrencilerin akademik başarılarına, öğrenme yaklaşımlarına ve tutumlarına etkisi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 3(1), 36-52.
- Ünal, S., Çalık, M., Ayas, A. and Coll, R. K. (2006). A review of chemical bonding studies: Needs, aims, methods of exploring students' conceptions, general knowledge claims and students' alternative conceptions. *Research in Science and Technological Education*, 24(2), 141-172.
- Ünlü Güneş, P., Kandil İngeç, Ş. ve Taşar, M. F. (2002a). Momentum ve impuls kavramlarını anlama – I: Öğretmen adaylarının açık uçlu sorularla momentum ve impulsu nasıl tanımladıklarının belirlenmesi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22(3), 121-138.
- Ünlü Güneş, P., Taşar, M. F. ve Kandil İngeç, Ş. (2002b, Eylül). Öğrencilerin momentumun korunumu hakkındaki düşünceleri ve bu kavramın öğretilmesi üzerine görüşler, Poster sunumu, V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Ankara.

- Ünlü, P., Kandil İnceç, Ş. ve Taşar, M. F. (2006). Öğretmen adaylarının momentum ve impuls kavramlarına ilişkin bilgi yapılarının kavram haritaları yöntemi ile araştırılması. *Eğitim ve Bilim*, 31(139), 70-79.
- Ünlüsoy, M. (2006). Orta öğretim fizik müfredat konularından "impuls ve momentum" konularındaki kavram yanlışlarının tespiti ve düzeltilmesinde işbirlikli yaklaşımın etkisi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- van Driel, J. H. (2005). The conceptions of chemistry teachers about teaching and learning in the context of a curriculum innovation. *International Journal of Science Education*, 27(3), 303-322.
- Van Hook, S. J. and Huziak-Clark, T. L. (2007). Tip-to-tail: Developing a conceptual model of magnetism with kindergartners using inquiry-based instruction. *Journal of Elementary Science Education*, 19(2), 45-58.
- Vignouli, V., Hart, C. and Fry, M. (2002). What does it mean to teach physics 'in context'? A second case study. *Australian Science Teachers Journal*, 48(3), 6-13.
- Waltner, C., Weisner, H. and Rachel, A. (2007). Physics in context – a means to encourage student interest in physics. *Physics Education*, 42(5), 502-507.
- Watzka, B. and Girwidz, R. (2011, September). Learning physics in daily life contexts: A concept for effective learning and teaching, SERA 2011 Conference, Lyon, France.
- Westbrook, S. L. and Marek, E. A. (1991). A cross-age of student understanding of the concept of diffusion. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(8), 649-660.
- White, R. T. and Gunstone, R. F. (1992). *Probing understanding*. London: The Falmer Press.
- Whitelegg, E. (1996). The supported learning in physics project. *Physics Education*, 31, 291-296.
- Whitelegg, E. and Edwards, C. (2001). Beyond the laboratory: Learning physics in real life contexts. In R. Duit (ed.), *Research in science education: Past, present and future* (pp. 337-342). Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Whitelegg, E. and Parry, M. (1999). Real-life contexts for learning physics: Meanings, issues and practice. *Physics Education*, 34, 68-72.
- Wierstra, R. F. A. (1984). A study on classroom environment and on cognitive and affective outcomes of the PLON-curriculum. *Studies in Educational Evaluation*, 10, 273-282.
- Wierstra, R. F. A. and Wubbels, T. (1994). Student perception and appraisal of the learning environment: Core concepts in the evaluation of the PLON physics curriculum. *Studies in Educational Evaluation*, 20, 437-455.
- Wilder, M. and Shuttleworth, P. (2004). Cell inquiry cycle lesson. *Science Activities*, 41(5), 25-31.
- Wilkinson, J. W. (1999a). Teachers' perceptions of the contextual approach to teaching VCE physics. *Australian Science Teachers Journal*, 45(2).
- Wilkinson, J. W. (1999b). The contextual approach to teaching physics. *Australian Science Teachers Journal*, 45(4).
- Yager, R. (1991). The constructivist learning model towards real form in science education. *The Science Teacher*, 58(6), 52-57.
- Yam, H. (2005). What is contextual learning and teaching in physics? Retrieved 4 November 2012. http://www.phy.cuhk.edu.hk/contextual/approach/tem/brief_e.html
- Yaman, M., Dervişoğlu, S. ve Soran, H. (2004). Ortaöğretim öğrencilerinin derslere ilgilerinin belirlenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27, 232-240.

- Yapıcı, M. (2007). Öğretmen tutumları ve yansımalar. *Bilim, Eğitim ve Düşünce Dergisi*, 7(3). 16.09.2014 tarihinde http://www.universite-toplum.org/pdf/pdf_UT_327.pdf adresinden alınmıştır.
- Yayla, K. (2010). Elektromanyetik indüksiyon konusuna yönelik bağlam temelli materyal geliştirilmesi ve etkililiğinin araştırılması. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2011). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemi* (8.baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yin, R. K. (1994). *Case study research design and methods* (Second Edition). California: SAGE Publications.

8. EKLER

ÖZGEÇMİŞ VE İLETİŞİM BİLGİLERİ

26.06.1983 tarihinde Isparta'nın Uluborlu ilçesinde doğdu. 1994 yılında Isparta Yalvaç Mehmet Akif Ersoy İlkokulu'ndan, 1998 yılında Isparta Yalvaç Anadolu Lisesi'nden, 2001 yılında da Isparta Gönen Anadolu Öğretmen Lisesi'nden mezun olan Ültay, aynı yıl kazandığı Boğaziçi Üniversitesi Fizik Öğretmenliği Lisansla Birleştirilmiş Tezsiz Yüksek Lisans Programını 2007 yılında beşinci olarak tamamlamıştır. 2008 yılında Giresun Üniversitesi Giresun Meslek Yüksekokulu Sağlık Programları Bölümü Optisyenlik Programında Öğretim Görevlisi olarak çalışmaya başlayan Ültay, aynı unvanla Giresun Üniversite Eğitim Fakültesi İlköğretim Bölümü Fen Bilgisi Eğitimi ABD ve Giresun Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü Optisyenlik Programında çalışmıştır. Halen Giresun Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü Optisyenlik Programında Öğretim Görevlisi olarak çalışmakta olan Ültay, 2008 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi ABD Fizik Eğitimi Bilim Dalı'nda doktora eğitimi almaya hak kazanmış olmasına rağmen, doktora eğitimine 2011 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi ABD Fizik Eğitimi Bilim Dalı'nda başlamıştır. Ültay'ın yabancı dili İngilizce olup, evli ve bir kız çocuk babasıdır.

İLETİŞİM BİLGİLERİ:

Ad Soyad : Eser ÜLTAY

Adres : Giresun Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü, Optisyenlik Programı, 28200, Merkez, Giresun

E – mail : eserultay@gmail.com

Telefon : +90 553 371 23 57