

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

DOĞRUSAL VE DÜZLEMDE HAREKET ÜNİTELERİNİN
MATEMATİKSEL MODELLEME KULLANILARAK ÖĞRETİMİNİN
ÖĞRETMEN ADAYLARININ ÖĞRENMELERİNE ETKİLERİ

DOKTORA TEZİ

Zeynep BAŞKAN

TRABZON
Eylül, 2011

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

**DOĞRUSAL VE DÜZLEMDE HAREKET ÜNİTELERİNİN
MATEMATİKSEL MODELLEME KULLANILARAK ÖĞRETİMİNİN
ÖĞRETMEN ADAYLARININ ÖĞRENMELERİNE ETKİLERİ**

Zeynep BAŞKAN

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

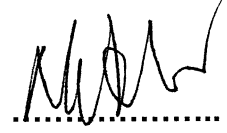
**Tezin Danışmanı
Yrd. Doç. Dr. Nedim ALEV**

**Trabzon
Eylül, 2011**

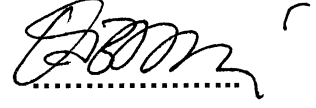
KTÜ Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne

Bu çalışma jürimiz tarafından Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Anabilim Dalında DOKTORA tezi olarak kabul edilmiştir. 30/09/2011

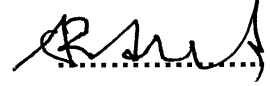
Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Nedim ALEV



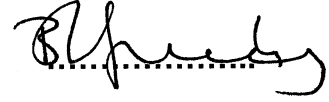
Üye : Prof. Dr. Adnan BAKI



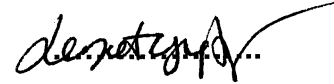
Üye : Prof. Dr. Ali Rıza AKDENİZ



Üye : Prof. Dr. Bilal GÜNEŞ



Üye : Yrd. Doç. Dr. Nevzat YİĞİT



Onay

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylıyorum.

Doç. Dr Haluk ÖZMEN

Enstitü Müdürü

BİLDİRİM

Tezimin içerdiği 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.

Zeynep BAŞKAN

30/09/2011

ÖNSÖZ

Fen bilimleri ve Matematik derslerinin amaçlarından biri öğrencilerin günlük yaşamlarında karşılaştıkları durumlara anlam vererek bu olayları öğretim süreci içerisinde öğrendikleri bilgilerle ilişkilendirmeleridir. Bu nedenle öğrencilerde günlük yaşam ve diğer bilim dalları ile ilişkilendirme konusunda öğretmenlere önemli görevler düşmektedir. Öğretmenlerin bu ilişkilendirmeyi sağlayabilmelerinin kökleri ise etkili öğretmen eğitime bağlıdır. Bu nedenle yürütülen bu çalışmada “Doğrusal ve Düzlemde Hareket” ünitelerinde matematiksel modelleme kullanılarak ilişkilendirilen fizik derslerinin Fen Bilgisi öğretmen adaylarının öğrenmeleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Bu bağlamda, çalışmanın geleceğin öğretilerinin gelişimine ve alanda yürütülen çalışmalara katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Bu uzun ve zahmetli süreçte her zaman engin bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşan, kritik eleştirileri ile çalışmamı yön veren, çalışmamın her aşamasında desteğini sürekli hissettiğim, kendime örnek aldığım kıymetli hocam sayın Yrd. Doç. Dr. Nedim ALEV Bey’e, tez izleme jürimde yer alarak engin bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşan sayın Prof. Dr. Ali Rıza AKDENİZ Bey ve Prof. Dr. Salih ÇEPNİ Bey’e, analiz süreci içerisinde deneyimlerini benimle paylaşarak çalışmamda çok büyük destekleri olan sayın Doç. Dr. Hikmet YAZICI Bey ve sayın Yrd. Doç. Dr. Gökhan DEMİRCİOĞLU Bey’e teşekkür etmek isterim.

Bana her zaman inanan ve sürekli desteğini gördüğüm sevgili kuzenim Faik Ahmet BAŞKAN Bey ve çalışmamı dil bilgisi ve anlatım açısından inceleyerek bana yardımcı olan Türkçe Öğretmeni Tolga TOSUN Bey’e sonsuz şükranlarımı sunarım. Uygulamalarımdaya yer alan tüm katılımcılara, doktora süreci içerisinde desteklerini gördüğüm tüm mesai arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Bu çalışma, KTÜ Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) 2008.116.002.4 no.lu proje kapsamında desteklenmektedir. Bu anlamda KTÜ BAP birimi fonuna ve doktora süreci içerisinde beni destekleyen TÜBİTAK- BİDEB’e teşekkürü bir borç bilirim.

Bunun yanında tüm zorluklarda yanımda olan, çalışma süreci içerisinde beni maddi ve manevi açıdan asla yalnız bırakmayan, her zaman teşvik eden, destekleyen canım ANNEM, BABAM ve ABLAMA sonsuz minnet ve şükranlarımı sunar, ayrıca bu tezi onlara armağan ettiğimi bildiririm.

Eylül 2011

Zeynep BAŞKAN

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET	VIII
ABSTRACT	IX
ŞEKİLLER DİZİNİ	X
TABLolar DİZİNİ.....	XII
KISALTMALAR DİZİNİ	XV
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş	1
1.2. Araştırmanın Problemi	6
1.3. Araştırmanın Gerekçesi ve Önemi.....	9
1.4. Araştırmanın Amacı	12
1.5. Araştırmanın Sınırlılıkları.....	12
1.6. Araştırmanın Varsayımları	13
1.7. Konu ile İlgili Yürütülen Araştırmalar	13
1.7.1. Disiplinler Arası İlişkilendirme	14
1.7.2. Disiplinler Arası Çalışmaların Gelişimi	15
1.7.3. Matematiksel Modelleme	16
1.7.4. Matematiksel Modelleme Çeşitleri.....	17
1.7.5. Matematiksel Modellemede Kullanılan Aşamalar	18
1.7.6. Disiplinler Arası İlişkilendirme Üzerine Yürütülen Çalışmalar.....	23
1.7.7. Matematiksel Modelleme Kullanılarak Yürütülen Çalışmalar.....	28
1.7.8. Hareket Ünitesi Kullanılarak Yürütülen Çalışmalar.....	37
1.7.9. Disiplinler Arası İlişkilendirme, Matematiksel Modelleme ve Hareket Ünitesi Üzerine Yürütülen Literatürün Değerlendirilmesi	39
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	44
2.1. Araştırmanın Yöntemi	44
2.2. Araştırmanın Tasarlanması.....	45
2.3. Çalışmanın Evren ve Örneklemi.....	48
2.4. Araştırmada Kullanılan Veri Toplama Araçları	49
2.4.1. Başarı Testi	49
2.4.1.1. İşlemsel Başarı Testi (İBT).....	50

2.4.1.1.1.	İşlemsel Başarı Testinin Hazırlanması	50
2.4.1.2.	Kavramsal Anlama Testi (KAT)	51
2.4.1.2.1.	Kavramsal Anlama Testinin Hazırlanması.....	51
2.4.2.	Gözlem.....	53
2.4.3.	Mülakat.....	54
2.5.	Çalışmada Kullanılan Öğretim Materyalleri	56
2.5.1.	Öğretim Materyallerinin Geliştirilmesi Aşamasında İzlenen Adımlar.....	56
2.5.2.	Geliştirilen Öğretim Materyalinin Tanıtılması	57
2.5.2.1.	Öğretim Elemanı Rehber Materyali	57
2.5.3.	Öğretim Materyalinin Pilot Uygulaması	67
2.6.	Asıl Uygulama Süreci.....	68
2.7.	Araştırmadan Elde Edilen Verilerin Analizi	70
2.7.1	İşlemsel Başarı Testi ve Kavramsal Anlama Testinden Elde Edilen Verilerin Analizi	70
2.7.2.	Gözlemlerden Elde Edilen Verilerin Analizi.....	71
2.7.3.	Mülakattan elde edilen verilerin analizi:	72
2.7.4.	Öğretim Materyalinden Elde Edilen Verilerin Analizi.....	73
2.8.	Kontrol Grubu Dersleri.....	76
2.9.	Araştırmada Nitelik	77
2.10.	Araştırmada Etik.....	80
2.11.	Araştırmacının Rolü	80
3.	BULGULAR	81
3.1.	İşlemsel Başarı Testinden Elde Edilen Bulgular	82
3.2.	Kavramsal Anlama Testinden Elde Edilen Bulgular.....	114
3.2.	Matematiksel Modelleme Kullanılan Derslerin Öğretmen Adaylarının İlgileri Üzerine Etkisi	149
3.3.	Öğretmen Adaylarının Fizik Dersi İle Diğer Alanları İlişkilendirmesi.....	152
3.4.	Öğretmen Adaylarının Matematiksel Modelleme Yapabilme Becerilerindeki Gelişim.....	163
3.4.1.	Çalışma Öncesinde Öğretmen Adaylarının Soru Çözümünde Kullandıkları Yöntemler.....	163
3.4.2	Öğretmen Adaylarının Matematiksel Modelleme Etkinliklerden Elde Ettikleri Puanlar	164
3.4.3.	Öğretmen Adaylarının Matematiksel Modelleme Etkinlikleri Arasındaki Geçişleri.....	165
3.4.4.	Öğretmen Adaylarının Matematiksel Modelleme Aşamalarındaki Durumları.....	168

3.4.5.	Öğretmen Adaylarının Matematiksel Modelleme Yapabilme Becerilerindeki Gelişimleri.....	172
3.5.	Uygulamalar Süresince Karşılaşılan Zorluklar.....	196
4.	TARTIŞMA.....	202
4.1.	Matematiksel Modelleme Kullanılan Derslerin Öğretmen Adaylarının Başarıları Üzerine Etkisine Yönelik Tartışma.....	202
4.1.1.	İşlemsel Başarı Testinden Elde Edilen Bulgulara Yönelik Tartışma	202
4.1.2.	Kavramsal Anlama Testinden Elde Edilen Bulgulara Yönelik Tartışma.....	208
4.2.	Matematiksel Modelleme Kullanılan Derslerin Öğretmen Adaylarının İlgileri Üzerine Etkisine Yönelik Tartışma	216
4.3.	Öğretmen Adaylarının Fizik İle Diğer Alanları İlişkilendirmesine Yönelik Tartışma	218
4.4.	Öğretmen Adaylarının Matematiksel Modelleme Yapabilme Becerilerindeki Gelişime Yönelik Tartışma	221
4.5.	Uygulama Sürecinde Karşılaşılan Zorluklara Yönelik Tartışma.....	231
5.	SONUÇLAR.....	235
5.1.	Öğretmen Adaylarının Başarılarına Yönelik Sonuçlar.....	235
5.2.	Öğretmen Adaylarının İlgilerine Yönelik Sonuçlar	239
5.3.	Öğretmen Adaylarının Fizik ve Diğer Alanları İlişkilendirmelerine Yönelik Sonuçlar	240
5.4.	Öğretmen Adaylarının Matematiksel Modelleme Yapabilme Becerilerindeki Gelişime Yönelik Sonuçlar	241
5.5.	Uygulama Sürecinde Karşılaşılan Zorluklara Yönelik Sonuçlar.....	243
6.	ÖNERİLER	245
6.1.	Araştırma Sonuçlarına Dayalı Olarak Yapılan Öneriler.....	245
6.2.	Araştırmacı Deneyimleri ve Diğer Araştırmacılara Yönelik Öneriler	247
7.	KAYNAKLAR.....	249
8.	EKLER	272
ÖZGEÇMİŞ		

ÖZET

Doğrusal ve Düzlemde Hareket Ünitelerinin Matematiksel Modelleme Kullanılarak Öğretiminin Öğretmen Adaylarının Öğrenmelerine Etkileri

Teoride fizik ve matematiğin öğrenciler tarafından ilişkilendirilerek günlük hayatlarında kullanmaları beklenmesine rağmen pratikte bu ilişki sağlanamamaktadır. Ancak fizik derslerinde kullanılan matematiksel modelleme çalışmaları günlük hayat-fizik-matematik bağlantısına önemli katkılar yapmaktadır. Bu gerçekten hareketle yürütülen çalışmanın amacı, doğrusal ve düzlemde hareket ünitelerinde matematiksel modelleme kullanılarak ilişkilendirilen fizik derslerinin Fen Bilgisi öğretmen adaylarının öğrenmeleri üzerine etkilerini araştırmaktır. Yarı deneysel yöntemin kullanıldığı bu çalışmada, Doğrusal ve Düzlemde Hareket ünitelerine yönelik öğretmen adayı ve öğretim elemanı rehber materyalleri geliştirilmiştir. Geliştirilen bu materyaller deney grubu olarak belirlenen 23 birinci sınıf Fen Bilgisi öğretmen adayına uygulanırken kontrol grubu olarak seçilen 22 öğretmen adayına geleneksel öğretim uygulanmıştır. Süreç içerisinde öncelikle öğretmen adaylarına kavramsal anlamalarını belirlemeye yönelik KAT, işlemsel başarılarını belirlemeye yönelik İBT ön ve son test olarak uygulanmıştır. Uygulamalar sonucunda elde edilen nicel veriler için Tek Faktörlü Kovaryans Analizi (ANCOVA) kullanılmıştır. Mülakat verilerinde tümevarımsal tematik analiz, gözlem verilerinde tümdengelsel analiz ve öğretim materyalinin analizinde ise oluşturulan dereceli puanlama anahtarı yardımı ile öğrenci cevapları kategorilendirilmiştir. Çalışmada matematiksel modelleme kullanılan derslerde öğretmen adaylarının hem işlemsel başarılarında ($F_{(1,42)} = 5,48, p < 0,05$), hem de kavramsal anlamalarında ($F_{(1,42)} = 15,32, p < 0,001$) deney grubu lehine anlamlı bir artış belirlenmiştir. Uygulamalar sonucunda öğretmen adaylarının temel matematik bilgilerine yönelik eksiklerinin olduğu sonucuna varılmıştır. Öğretmen adaylarının kavramlar arası ilişkileri görme, kavramlarda derin anlamaları gerçekleştirme ve sonuçlarını yorumlamaya yönelik başarılarında bir artış olduğu ortaya çıkmıştır. Yürütülen uygulamalarda gerçek dünyaya yönelik deneylerin kullanılması ve adayların verileri bu uygulamalardan elde etmesi önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Doğrusal Hareket, Düzlemde Hareket, Matematiksel Modelleme, Fizik Öğretimi

ABSTRACT

The Effectiveness of Teaching One and Two Dimensional Motion on Prospective Teachers' Learning Using Mathematical Modeling

Although in theory it is expected that students should relate mathematics and physics in everyday life, in practice relating these two subject areas has not been successful as literature asserts. However, using mathematical modeling in physics lessons has contributed to relating real life, physics and mathematics. Taking this reality into account this study investigates prospective science teachers' learning effectiveness in physics lessons using mathematical modeling in teaching of topics, one and two dimensional motion. A quasi-experimental design was employed in this study involving a control and an experiment group. Guiding materials were prepared for both prospective science teachers and their lecturers. The experimental group consisted of 23 prospective science teachers and control group consisted of 22 prospective science teachers. While experimental group received the mathematical modeling oriented instruction, control group received traditional instruction. Conceptual understanding test and Operational Achievement Test were given to all groups as a pre-test and post-test. Observations, interviews and working sheets were implemented as other instruments for collecting data. After instruction, ANCOVA was used to analyze the quantitative data. Inductive thematic analysis was used to analyze prospective science teachers' interviews and deductive analysis was used to analyze prospective science teachers' observations. Working sheets were analyzed using rubric with multiple scales and then answers were categorized. The findings showed that mathematical modeling instruction led to a better acquisition of operational achievement ($F_{(1,42)} = 5,48, p < 0,05$) and conceptual understanding ($F_{(1,42)} = 15,32, p < 0,001$) as compared to the traditional instruction. After the implementation, it is concluded that prospective science teachers have lack of understanding in terms of basic mathematics knowledge. Besides, it is emerged that there is an increase on prospective science teachers' achievement in terms of recognizing relationship between concepts, gaining deep understanding of concepts and explaining the results. It is recommended that experiments devoted to real world should be done during the implementation, and prospective science teachers should gather real data from this experiments.

Key Words: One Dimensional Motion, Two Dimensional Motion, Mathematical Modeling, Physics Instruction

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil Nr.	Şekil Adı	Sayfa Nr.
1.	Huntly (1998) tarafından önerilen modelin gösterimi	14
2.	Modelleme süreci	18
3.	Matematiksel modelleme sürecinin grafiksel modeli	20
4.	Stilmann, Brow ve Galbraith (2010) tarafından önerilen modelleme süreci	20
5.	Blum ve Leiß (2005) tarafından önerilen matematiksel modelleme döngüsü	21
6.	White (2000) tarafından geliştirilen matematiksel modelleme aşamaları	22
7.	Bergman ve Bergsten (2010) tarafından yürütülen matematiksel modelleme çalışmasındaki ilişki ve bağlantılar	32
8.	Çalışmanın akış şeması	47
9.	Öğretim elemanı rehber materyalinde yer alan gerçek dünya problemi aşamasına ait bir örnek	58
10.	Öğretim elemanı rehber materyalinde yer alan kabullenmelerin yapılması aşamasına ait bir örnek	60
11.	Öğretim elemanı rehber materyalinde yer alan modelin formülleştirilmesi aşamasına ait bir örnek	61
12.	Öğretim elemanı rehber materyalinde yer alan matematiksel problemi çözme aşamasına ait bir örnek	63
13.	Öğretim elemanı rehber materyalinde yer alan çözümü yorumlama aşamasına ait bir örnek	64
14.	Öğretim elemanı rehber materyalinde yer alan modelin doğrulanması aşamasına ait bir örnek	65
15.	Öğretim elemanı rehber materyalinde yer alan rapor etme açıklama ve tahmin aşamasına ait bir örnek	66
16.	Kontrol grubu öğretmen adaylarının İBT ön ve son testinden aldıkları puanların karşılaştırılması	82
17.	Deney grubu öğretmen adaylarının İBT ön ve son testinden aldıkları puanların karşılaştırmalı olarak grafikleştirilmesi	83
18.	Kontrol grubu öğretmen adaylarının KAT'nin ön ve son testinden aldıkları puanların karşılaştırmalı olarak grafikleştirilmesi	115
19.	Deney grubu öğretmen adaylarının KAT'ın ön ve son testinden aldıkları puanların karşılaştırmalı olarak grafikleştirilmesi	116

20. Deney grubu öğretmen adaylarının etkinliklerdeki düzeyleri ve düzeyler arasındaki geçişleri 166
21. Tüm etkinliklere katılan öğretmen adaylarına ait gelişim grafiği 194

TABLolar DİZİNİ

Tablo Nr.	Tablo Adı	Sayfa Nr.
1.	Disiplinler arası ilişkilendirme kullanılarak yürütülen çalışmalar	24
2.	Matematiksel modelleme kullanılarak yürütülen çalışmalar	29
3.	Çalışmanın örnekleme ve yürütülen çalışmalar	48
4.	İBT’de her bir soru için kullanılan kaynaklar ve konular	50
5.	KAT için her bir soruda kullanılan kaynaklar ve ünite konuları	52
6.	Pilot uygulamada kullanılan etkinlikler ve her bir etkinliğe katılan öğretmen adayı sayısı	67
7.	Asıl uygulamaya ait çalışma düzeni	69
8.	İBT ve KAT için oluşturulan kategorilere ait açıklamalar	70
9.	Öğretim materyalinin değerlendirilmesinde kullanılan dereceli puanlama anahtarı	74
10.	İBT puanlarının deney ve kontrol gruplarına göre betimsel istatistikleri	83
11.	İBT’ye göre düzeltilmiş ortalama puanların gruba göre ANCOVA sonuçları	84
12.	Deney ve kontrol grubu öğretmen adayları tarafından İBT testinin 1. sorusuna ön test ve son testte verilen cevapların kategori, frekans ve yüzdeleri	85
13.	Deney ve kontrol grubu öğretmen adayları tarafından İBT testinin 2. sorusuna ön test ve son testte verilen cevapların kategori, frekans ve yüzdeleri	88
14.	Deney ve kontrol grubu öğretmen adayları tarafından İBT testinin 3. sorusuna ön test ve son testte verilen cevapların kategori, frekans ve yüzdeleri	90
15.	Deney ve kontrol grubu öğretmen adayları tarafından İBT testinin 4. sorusuna ön test ve son testte verilen cevapların kategori, frekans ve yüzdeleri	92
16.	Deney ve kontrol grubu öğretmen adayları tarafından İBT’nin 5. sorusuna ön test ve son testte verilen cevapların kategori, frekans ve yüzdeleri	94
17.	Deney ve kontrol grubu öğretmen adayları tarafından İBT testinin 6. sorusuna ön test ve son testte verilen cevapların kategori, frekans ve yüzdeleri	97

18.	Deney ve kontrol grubu öğretmen adayları tarafından İBT testinin 7. sorusuna ön test ve son testte verilen cevapların kategori, frekans ve yüzdeleri	99
19.	Deney ve kontrol grubu öğretmen adayları tarafından İBT testinin 8. sorusuna ön test ve son testte verilen cevapların kategori, frekans ve yüzdeleri	101
20.	Deney ve kontrol grubu öğretmen adayları tarafından İBT testinin 9. sorusuna ön test ve son testte verilen cevapların kategori, frekans ve yüzdeleri	104
21.	Deney ve kontrol grubu öğretmen adayları tarafından İBT testinin 10. sorusuna ön test ve son testte verilen cevapların kategori, frekans ve yüzdeleri	106
22.	Deney ve kontrol grubu öğretmen adayları tarafından İBT testinin 11. sorusuna ön test ve son testte verilen cevapların kategori, frekans ve yüzdeleri	108
23.	Deney ve kontrol grubu öğretmen adayları tarafından İBT testinin 12. sorusuna ön test ve son testte verilen cevapların kategori, frekans ve yüzdeleri	110
24.	Deney ve kontrol grubu öğretmen adayları tarafından İBT testinin 13. sorusuna ön test ve son testte verilen cevapların kategori, frekans ve yüzdeleri	112
25.	KAT puanlarının deney ve kontrol gruplarına göre betimsel istatistikleri	116
26.	KAT'a göre düzeltilmiş ortalama puanların gruba göre ANCOVA sonuçları	117
27.	Deney ve kontrol grubu öğretmen adayları tarafından KAT'nin 1. sorusuna ön test ve son testte verilen cevapların kategori, frekans ve yüzdeleri	118
28.	Deney ve kontrol grubu öğretmen adayları tarafından KAT'ın 2. sorusuna ön test ve son testte verilen cevapların kategori, frekans ve yüzdeleri	120
29.	Deney ve kontrol grubu öğretmen adayları tarafından KAT'nin 3. sorusuna ön test ve son testte verilen cevapların kategori, frekans ve yüzdeler	122
30.	Deney ve kontrol grubu öğretmen adayları tarafından KAT'nin 4. sorusuna ön test ve son testte verilen cevapların kategori, frekans ve yüzdeleri	125
31.	Deney ve kontrol grubu öğretmen adayları tarafından KAT'nin 5. sorusuna ön test ve son testte verilen cevapların kategori, frekans ve yüzdeleri	127
32.	Deney ve kontrol grubu öğretmen adayları tarafından KAT'ın 6. sorusuna ön test ve son testte verilen cevaplar.....	130

33.	Deney ve kontrol grubu öğretmen adayları tarafından KAT'ın 7. sorusuna ön test ve son testte verilen cevaplar.....	132
34.	Deney ve kontrol grubu öğretmen adayları tarafından KAT'ın 8. sorusuna ön test ve son testte verilen cevaplar.....	135
35.	Deney ve kontrol grubu öğretmen adayları tarafından KAT'ın 9. sorusuna ön test ve son testte verilen cevaplar.....	137
36.	Deney ve kontrol grubu öğretmen adayları tarafından KAT'ın 10. sorusuna ön test ve son testte verilen cevaplar.....	139
37.	Deney ve kontrol grubu öğretmen adayları tarafından KAT'ın 11. sorusuna ön test ve son testte verilen cevaplar.....	141
38.	Deney ve kontrol grubu öğretmen adayları tarafından KAT'ın 12. sorusuna ön test ve son testte verilen cevaplar.....	143
39.	Öğretmen adaylarının başarıları konusundaki görüşleri	146
40.	Öğretmen adaylarının derse olan ilgileri hakkındaki görüşleri.....	150
41.	Ön mülakatlarda öğretmen adaylarının fizik dersi ile ilişkili olduğunu belirttikleri alanlar	154
42.	Öğretmen adaylarının günlük hayat ile ilişkilendirme konusundaki görüşleri.....	156
43.	Uygulamaya katılan öğretmen adaylarının her bir etkinlikten aldığı puanlar.....	164
44.	Modelleme aşamalarında tüm öğretmen adayları tarafından alınan ortalama puanlar	168
45.	Öğretmen adayları tarafından belirtilen gerekli değişkenler.....	176
46.	Öğretmen adayları tarafından belirtilen ihmal edilebilir değişkenler	178
47.	Öğretmen adayları tarafından problemin çözümü için ifade edilen kabullenmeler	179
48.	Uygulama sürecinde karşılaşılan zorluklar	197

KISALTMALAR DİZİNİ

- İBT** : İşlemsel Başarı Testi
- KAT** : Kavramsal Anlama Testi
- D (...)** : D1, D2, D3,... gibi, uygulamalara katılan deney grubu öğretmen adayları kodları
- K (...)** : K1, K2, K3,... gibi, uygulamalarda yer alan kontrol grubu öğretmen adayları kodları

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Fen bilimleri ve matematik alanları yıllardan beri insanoğlunun ilgi kaynağı olmuş ve bu alanlarda çalışmalar yürütülmüştür. Bu bilimlerin bu kadar fazla ilgi görmesinin başlıca nedeni insanların günlük hayatlarında karşılaştıkları birçok sorunu fen bilimleri ve matematik olmadan çözememeleridir. Bu bilimler, kolumuzdaki saatten alışverişe kadar her alanda karşımıza çıkmaktadırlar (Batdal, 2005). Günümüzde çevremize baktığımızdaysa günlük yaşamımızda hareketlerimizden, çevremizdeki bitki ve canlılara, teknoloji alanında; bilgi iletişim teknolojilerinden, hipermedyaya kadar birçok alanda fen bilimleri ve matematiğin etkilerini görmekteyiz.

Bu kadar fazla alana nüfuz eden bilim, yirminci yüzyılın ilk yarısından önce şimdiki kadar hızlı gelişmeler göstermemekteydi (DeBoer, 2000; Godin, 2005). Bu durum sonucunda da bilim insanları, fen bilimleri ve matematik alanlarındaki bilgilerin her ikisini de yakından tanıyarak çalışmalarını sürdürmekteydiler (Kıray, Önal ve Kaptan, 2007). Fen bilimleri ve matematiğin önemi Rönesans ile birlikte hızlı bir şekilde artmış ve gelişmiştir (Gerofsky, 2010). Bu dönemlerde yaşamış bilim insanları da birçok alanda bilgi sahibi olmuşlardır. Örneğin Kepler, Galileo ve Newton gibi bilim insanları hem iyi bir fizikçi, hem de iyi bir matematikçiydi ve her iki alana da katkı sağlamışlardı (Schutz, 1980; URL-3; Gingras, 2001; Helfgott, 2004). Bu durum onların her iki alana da hakim olmasını ve bilgileri entegre edebilmek için fen bilimleri ve matematikte kullanabilmelerinin yolunu açmaktaydı. Tıpkı Galileo ve Newton gibi bu dönemlerde yaşamış birçok bilim insanı çalışmalarını hem fen bilimleri hem de matematik alanlarında yürütmüşlerdir. Bu durum ise bu dönemlerdeki fizikçilerin aynı zamanda iyi bir matematikçi olmalarının da yolunu açmıştır.

Günümüze baktığımızda ise özellikle yirminci yüzyılın ikinci yarısı, meydana gelen bilimsel çalışmaların etkisiyle; teknoloji, fen bilimleri ve matematik alanlarındaki gelişmelerin fazla olduğu dönem olarak nitelendirilebilir (Toulmin, 1977; Yaşar vd., 1998; DeBoer, 2000). Her gün eğitim alanında (İşler, 2004) veya diğer bilim dallarında yeni alanlar ortaya çıkmakta, hatta bu alanlara birçok yeni bilgiler eklenmektedir. Bu durum

neticesinde bilimlerdeki bilgilerin tümünü, alanlarında uzman çok az kişi tam olarak bilmekte ve birçok bilimci çoğu alana hâkim olamamaktadır (Kıray, Önal ve Demirel, 2007). Bu konuda dünyada teknolojiye meydana gelen hızlı gelişmeleri anlamak için şu örneğe dikkatlice bakmak gerekir (MEB, 2007); dünyanın en büyük kütüphanesi ABD'nin Washington kentinde bulunan Kongre kütüphanesidir ve bu kütüphanede 128 milyonun üzerinde basılı materyal yer almaktadır. Dünyada üretilen bilgiler kitap haline dönüştürülse idi her yıl böyle bir büyüklükte bir milyon kütüphane kurmak gerekirdi. Bunun sonucunda bireyler artık kendi ana bilim dalında dahi var olan bilgileri öğrenmekte güçlük çekmekte ve sadece uzmanlaştığı bilim dalındaki bilgilere yoğunlaşabilmektedir. Bu durumun bir neticesi olarak birçok bilim dalı arasındaki etkileşimin azalması durumu ortaya çıkmaktadır. Bireyler, kendi bilim dallarıyla ilişkili bilgilere dahi yetişememesi sonucunda diğer bilim dallarıyla olan etkileşimlerini oldukça düşük düzeylerde tutmaktadırlar. Kendi bilim dallarının etkisiyle çalışmalarını yürütmeye devam etmektedirler. Oysa bilim dallarının birbirlerinden ayrı düşünülmesi neredeyse imkansızdır. Çünkü günlük hayattan da anlaşılabilceği gibi karşılaşılan durumlar ve sorunlar birçok alanın karşılıklı etkileşimi sonucunda açıklanabilmektedir (Dervişoğlu ve Soran, 2003). Buna bağlı olarak da birçok bilimsel gelişmede farklı alanların etkileşimiyle oluşabilecek ilişkilerin bulunması kaçınılmazdır. Bir alandaki gelişmenin diğer alanları da etkilemesi veya iki alanın birbirleriyle eş zamanlı olarak çalışmalarını yürütmeleri sonucunda oluşan gelişmelerin sonuçları, bilim ve insanlık dünyasını çok fazla etkilemektedir. Örneğin fizik ve fen bilimleri alanlarında yürütülen bazı çalışmaların neticeleri askeri veya sanayi alanında kullanılarak bu alanlarla etkileşmeyi ortaya koymaktadır.

Bu bağlamda fizik ve matematik dersleri sıkı bir şekilde bağlantılıdır ve öğrencilerin öğrendikleri matematik bilgilerini sıklıkla fizik derslerinde uygulamaları gerekmektedir (Stainberg vd., 1997; Marshall, Horton ve Austin-Wade, 2007). Ayrıca fen bilimleri sayesinde öğrenciler matematikteki soyut kavramları açıklarken diğer taraftan da matematik sayesinde fen bilimlerindeki derin anlamaları da gerçekleştirmiş olmaktadır (Meredith ve Volkmann, 2007).

Alanda bilgi sahibi ve bilimsel okuryazar olacak bireyler için fen bilimleri ve matematiğin temelleri ise okullarda atılmaktadır ve öğrenciler temel kavram ve prensipleri buralarda öğrenmektedirler. Dahası formal eğitime başlamadan, daha birkaç günlük bebekken bile matematikle tanışmaya başlamakta (Olkun, 2005) ve fizikle formal eğitim almaya başlamadan kendi düşünce ve inanç sistemlerini geliştirdikleri bilinmektedir (Cerit

vd., 2004). İleriki düzeylerde ise bu alanlar üzerine yeni öğrendikleri bilgilerini inşa ederek mevcut bilgi birikimlerini geliştirmektedirler. Öğrencilerin bu bilgileri yeni ve farklı durumlara uygulamaları bu bilgileri ya gündelik hayatta karşılaştığı durumlara uyarlamaları veya değişik disiplinlerde veya konularda bunları kullanmalarıyla gerçekleşebilmektedir. Bireyler tarafından değişik durumlara uygulanan bilgi, kısa sürede unutulmamakta ve kalıcı bir şekilde öğrenme gerçekleşmektedir (Gözüm vd., 2005).

Thinker ve Thomson'a (2003) göre, eğitim öğretimde fizik ve matematik derslerinin ayrı ve ilişkisiz dersler olarak yürütülmesi neticesinde öğrenciler tarafından fizik ve matematiğin ayrı algılanması ve bu derslere ayrı birer ders olarak çalışılması sorunu ortaya çıkmıştır. Buna bağlı olarak ise böyle bir sorun alanda uzman fizik ve matematikçiler tarafından dahi hissedilmiştir. Dahası öğrenciler tarafından da matematik sınıflarında matematikle, fizik sınıflarında da fizikle karşılaşmak umulmaktadır, oysa her iki ders içerisinde bu iki alanda da bulunan kavramlar vardır (Wallance ve Ellerton, 2004). Buna karşın disiplinler arası bağlantıların kurulması ve disiplinler arası ilişkilendirme bireylerin alanları anlamalarında oldukça büyük öneme sahiptir. Bu nedenle her düzeyde bulunan öğrencilere özellikle fizik ve matematik alanlarını ilişkilendirerek öğretilmesi gerekmektedir. Bu durumun bir sonucu olarak ta günlük hayatımızda ve teknolojide bu kadar çok yer teşkil eden disiplinler arası ilişkinin eğitimin vazgeçilmez bir ögesi olması da kaçınılmazdır.

Disiplinler arası etkileşimin en fazla görüldüğü alanların arasında fen bilimleri/fizik ve matematik alanları sayılmaktadır (Can, Cantürk-Günhan ve Erdal, 2005). Ortak tarihi gelişimleri ve karakterleri, birbirlerine bağlı olmaları ve birbirlerini desteklemeleri fen bilimleri ve matematik alanlarının ortak özellikleri olarak ifade edilebilir (Charnitsky ve Harvey, 1999). Birçok konu bu iki alanın etkileşimi veya iki alanın ortaklaşa ortaya koyduğu çalışmalar neticesinde ortaya çıkmakta yahut aydınlanmaktadır. Bu nedenle mevcut gelişmeleri anlamak, bu alanlarda çalışmalar yapmak ve fen bilimleri ve matematik alanlarının doğasını algılamak isteyen bireylerin her iki alanda da bilgi sahibi olmaları ve bu alanları birbirlerine entegre ederek kullanmaları gerekmektedir.

Öğrencilerin bilgilerini farklı alanlara uygulayabilecekleri bölümlerin başında fizik ve matematik branşları gelmektedir. Çünkü bu disiplinler, alanlar arası doğal bir ilişkilendirmenin olduğu branşlar olarak kabul edilmektedir (Kıray, Önal ve Kaptan, 2007). Birbirleriyle ilişkili bu iki alan arasında bağ kurdukları müddetçe kavramsal anlama da

daha üst düzeylerde gerçekleşeceğine ve bu nedenle kavram öğretiminde disiplinler arası ilişkilendirmenin önemine vurgu yapılmaktadır (Çepni, 2005; Saka, 2006).

Fen bilimleri ve matematik arasındaki ilişkilendirmenin öğrenci başarısı üzerine olumlu etkilerinden dolayı mevcut literatürde de ilişkilendirme üzerine yürütülen çalışmalar çeşitlilik göstermektedirler. Bu alanda yürütülen çalışmalarda, fizik ve matematik derslerinin ilişkilendirilerek birlikte yürütülmesi (Aziz, 1988; Ashmann vd., 2006), disiplinler arası proje çalışmaları (Wescott ve Leduc, 1994; Haynie ve Greenberg, 2001; Merril, 2002), disiplinler arası problem çözme çalışmaları (Kıray ve İlik, 2007; Lankard, 1993), disiplinler arası etkinliklerin yürütülmesi (Saeki, Ujiie ve Tsukihashi, 2001; Park vd., 2002; Lyublinskaya, 2006; Girod, 2007; Reeder, 2007), disiplinler arası araştırma çalışmaları (Crowe ve Boston, 2004; Murrow, 2004; Watts, 2005), standart-temelli öğrenme (Ernst, Taylor ve Peterson, 2005), bütünlendirici öğrenme kuramı (Aydın ve Balım, 2005) ve fizikte matematiksel modellemenin kullanılması (Carrejo, 2004; Chaachoua ve Sağlam, 2006; Carrejo ve Marshall, 2007; Marshall ve Carrejo, 2008) şeklinde uygulamalar vardır.

Yukarıda belirtilen disiplinler arası ilişkilendirmeler içerisinde matematiksel modelleme günlük yaşamdaki durumların matematiksel olarak ifade edilmesi şeklinde tanımlanmaktadır (Doruk, 2010). Bu konuda Matematiksel modellemenin gerçek hayat üzerinden bir problemle başlaması (Berry ve Houston, 1995), önemli avantajlarından biri olarak ifade edilebilir. Burada amaç öğrencilerin günlük yaşamda karşılaşılan bir durumu matematik veya diğer derslere entegre edebilmeleridir. Matematiksel modelleme çalışmaları günlük hayatla ilişkilendirme yanında fen bilimleri ve matematik alanlarında uygulanmakta ve kullanılmakta ve bu alanların ilişkilendirilmesinde de yardımcı olmaktadır (Perry ve Todder, 2009; Prins vd., 2009; Sağlam-Arslan ve Arslan, 2010). Bu sayede öğrenciler çevrelerinde karşılaştıkları durumlara anlam verebilmekte, matematik fen bilimleri ve gerçek dünya arasında bağ kurmalarına matematiksel modelleme önemli katkılar sağlamaktadır. Böylece öğrencilerin hem günlük hayatlarında karşılaştıkları durumları anladıkları, hem de matematiksel bilgilerine anlam yükledikleri bilinmektedir (Kaiser, 2005).

Fen bilimleri ve matematik öğretimine bu katkıları nedeniyle son zamanlarda matematiksel modelleme çalışmaları birçok ülkede ve ülkemizde matematik programlarında yer almaktadır (Özer-Keskin, 2008). Matematiksel modelleme son yıllarda günlük hayat problemleri ile ilişkili olduğu için önemini günden güne arttırmaktadır

(Kaiser, 2005). Bu bağlamda ülkemizde de son zamanlarda geliştirilmiş olan matematik öğretim programlarında matematiksel modelleme ve ilişkilendirmeye önem verilmeye başlanmış ve bunlar programın bir alt ögesini oluşturmuştur (MEB, 2005).

Gerçek yaşamda karşılaşılan durumların matematikle ifade edilmesi ve dünyaya yayılması olarak tanımlanan (Doruk, 2010) matematiksel modelleme yalnızca günlük hayat ve matematik arasında ilişki kurmak için kullanılmayacak kadar geniş bir alanı içermektedir. Modelleme sayesinde mühendislik alanında birçok problem çözülmekte ve bunlarına sonuçları gerçek dünyaya önemli katkılar sağlamaktadır (Martinez- Luaces, 2005). Bu nedenle matematiksel modelleme çalışmaları matematik yanında fen bilimleri özellikle fizik, mühendislik ve teknoloji alanında yürütülen derslerde de rahatlıkla kullanılabilir ve bu alanlarda eksik kalmış boşlukları doldurabilecek niteliktedir (Hickman, 1986). Bu disiplinlerde kullanılan matematiksel modelleme çalışmalarında öğrenciler kendi disiplinlerini ve matematik bilgilerini kullanarak matematiksel modeller ortaya koymaktadırlar. Bu nedenle böyle çalışmalar matematiğin tüm alanlarını, fizik ve bilgisayar bilimlerini, mühendisliğin tüm alanlarını kapsamakta ve özellikle mühendislik alanlarında çok sıklıkla uygulanmaktadır (Saastamoinen, 2005). Matematiksel modellemenin diğer disiplinler ile ilişkisi düşünüldüğünde bu tür etkinliklerin disiplinler arası uygulamalarda önemli öğeler içerdiği ve farklı disiplinlerde geliştirilen problemlerin matematik ile diğer alanlar arasında bağ kurarak disiplinler arası uygulamalara katkı sağlaması bu tür çalışmaların önemli ortaya koymaktadır (Ang, 2010).

Matematiksel modellemenin fen bilimleri ve matematik alanlarına katkısı düşünüldüğünde bu alanlarda yürütülen çalışmaların öğretmen eğitiminde de yer alması beklenmektedir. Öğretmenlerin matematiksel modelleme çalışmalarında zorluklarla karşıtıkları ve bunu matematiksel modellemeyi yakından tanımları ile aşılacağı bilinmektedir (Blum ve Borromeo-Ferri, 2009). Son zamanlarda okullarda gelişimine önem verilen modelleme çalışmalarının uygulanabilmesinin bir yolu da öğretmen eğitimi derslerine modellemenin entegre edilmesi olarak ifade edilmektedir (Schwarz ve Kaiser, 2006). Okullarda matematiksel modellemenin öğretiminin zor olmasının başka bir nedeni ise öğretmen eğitiminde modelleme çalışmalarının kullanılmamasından kaynaklanmaktadır (Kaiser ve Schwarz, 2006; Borromeo-Ferri ve Blum, 2009). Bu nedenle matematiksel modelleme okullarda uygulanması için öncelikle öğretmen eğitimi ile işe başlanması ve ardından matematiksel modellemenin daha başarılı olarak eğitim öğretimde kullanılabileceği ifade edilmektedir (Blum, 1993).

1.2. Araştırmanın Problemi

Disiplinler arası veya alanlar arası ilişkilendirmeye yönelik yürütülen çalışmalara bakıldığında; uygulamalar, daha çok ilköğretim kademesindeki çocukların olayları ve varlıkları bütün olarak algılama eğilimleri nedeniyle ilk kademelerde tercih edilmekte (McGarry, 1986; Merrill, 2002; Türkeli, 2002; Tertemiz, 2003; Crowe ve Boston, 2004; Engstrom, Boulton ve Wurzelbacher, 2004; Wood, 2005; Potenza, 2007) ve orta ve yüksek öğretimde uzun süre alması, yüksek maliyet ve fazla çaba gerektirmesi nedeni ile geri planda tutulmaktadır (Ogunsola-Bandale, 1996). Bu durum bireylerin alanların birbirleriyle ilişkisini görmemelerine, karşılaştıkları farklı durumları gerçek dünyaya ve diğer konulara uyarlamada sıkıntılar yaşamalarına neden olabilmektedir (URL-1). Oysa ilköğretimde başlayan bu durumun eğitimin ilerleyen kademelerinde de desteklenerek yürütülmesi öğrencilerin hem başarılarına hem de karşılaştıkları sorunları farklı durumlarla ilişkilendirerek çözmelerine yardımcı olacaktır. Bunun öğretmen eğitiminde kullanılması geleceğin öğretmenlerinin disiplinler arası çalışmaları daha yakından tanımalarına ve derslerinde kullanacakları yöntemleri anlamlarına önemli katkılar sağlayacaktır (Ashmann, Zawojewski ve Bowman, 2006).

Ülkemizde disiplinler arası çalışmaları yeterince bilinmemesinden dolayı öğrenciler ve öğretmenler, diğer disiplinleri ilişkilendirmede sorunlar yaşamaktadırlar. Yapılan çalışmalarda bazı öğretmenlerin öğrendikleri yaklaşıma uygun olarak ders işleme yönünde eğilimli olabileceklerini ortaya koymuştur (Özsevgeç, 2007). Bu durum öğretmenlerin ilişkisiz ve birbirinden kopuk olarak fen bilimleri ve matematik derslerini yürütmelerine neden olmaktadır. Böyle bir durumun neticesinde de öğretmenler sadece bir alana özgü konularla derslerini yürütmekte ve konuyu diğer alan(lar) ile ilişkilendirmemekte (Yıldırım, 1996), bir alandaki bilgiye yeterince hakimken bununla ilişkili farklı disiplinlerdeki bilgilere yeterince sahip olamamaktadırlar (Haynie ve Greenberg, 2001). Dahası alanda yeterli bilgi ve beceriye sahip olmayan fizik öğretmenleri matematiğe karşı olumlu tutum beslememekte ve bu durumu öğrencilerine yansıtmaktadırlar (Ogunsola-Bandale, 1996). Bu gibi eksiklikler neticesinde de öğretmenler derslerinde entegrasyonu kullanmamakta ve yalnızca bir disipline özgü dersler işlemektedirler.

Durum, öğrenciler açısından da farklı değildir. Özellikle Üniversite Giriş Sınavlarında tek bir disipline özgü soruların öğrencilere yöneltilmesi neticesinde öğrenciler disiplinler arası çalışmaları istememekte (Dervişoğlu ve Soran, 2003) ve tek disipline özgü

soru çözmek istemektedirler (Ogunsola-Bandale, 1996). Fakat disiplinler arası yürütülen çalışmalar sayesinde öğrenciler günlük hayatlarında karşılaştıkları sorunları farklı disiplinleri de kullanarak daha rahatlıkla çözmektedir (Carrejo, 2004; Carrejo ve Marshall, 2007; Prins vd., 2009). Bunun aksine tek bir disiplininin hakimiyetinde yürütülen derslerle öğrenciler kendilerini gerçek dünyadan soyutlanmış konular içerisinde görmektedirler (Yıldırım, 1996).

Ülkemizde bu alanda çalışma yapmak isteyen öğretmenlere yeterince kaynak sunulmaması karşımıza çıkan önemli sorunlardan biridir. Disiplinler arası ilişkilendirmeye yönelik hazırlanan materyallere bakıldığında bunlar genellikle ülkemiz dışında geliştirilmiştir (Aziz, 1988; Wescott ve Leduc, 1994; Redish, Steinberg ve Saul, 1996; Delores ve Thomasenia, 1998; Charnitski ve Harvey, 1999; Saeki, Ujiie ve Tsukihashi, 2001; Carrejo, 2004; Crowe ve Boston, 2004; Murrow, 2004; Ernst, Taylor ve Peterson, 2005; Hurley ve Normandia, 2005; Ashmann, Zawojewski ve Bowman, 2006; Holmes, 2006; Lyublinskaya, 2006; Carrejo ve Marshall, 2007; Reeder, 2007; Prins vd., 2009). Ülkemizdeki çoğu öğretmen ise bu materyallerle ilgilenmemekte ve alandaki yenilikleri yakından takip etmemektedir (Dervişoğlu ve Soran, 2003). Disiplinler arası yürütülen çalışmalarda ise daha çok öğretmen görüşleri açıklanmış ve alanın teorik temelleri hakkında bilgiler sunulmuştur. Oysa öğretmenlere neyi nasıl yapacaklarına yönelik deneysel veya nitel çalışmaların sunulması onların ilişkilendirmeyi daha kolay anlamalarına yardımcı olacaktır.

Ülkemizde disiplinler arası çalışmaların yeterince bulunmaması neticesinde farklı dersler öğrencilere ayrı ders saatlerinde ilişkisiz olarak sunulmaktadır. Birbirini birçok alanda tamamlayan ve disiplinler arası ilişkilendirmenin en uygun iki alanı olarak gösterilen fen bilimleri ve matematik dersleri (Taşkın-Can, Cantürk Günhan ve Öngel 2005) bile birbirlerinden kopuk ve ilişkisiz olarak yürütülmektedir. Öğrencilerin teoride birbirinden ayrı olarak sunulan dersleri, kendi düşünce sistemlerinde birleştirerek günlük hayatta karşılaştıkları sorunlara uygulamaları beklenmesine rağmen son yıllarda yürütülen çalışmalarda öğrencilerin bu durumları günlük karşılaştıkları sorunları çözümlmek için bu iki alanı ilişkilendirerek kullanmada sıkıntılar yaşadıklarını ortaya koymuştur (Yıldırım, 1996; Dervişoğlu ve Soran, 2003; Sağlam-Arslan ve Arslan, 2010).

Fizik ve matematik dersleri arasında ilişkilendirmede kullanılacak yöntemlerden biri olan matematiksel modelleme ile öğrencilerin günlük yaşamlarında karşılaştıkları durumları fizik ve matematik dersleri ile ilişkilendirdikleri bilinmektedir. Bunun yanında

fen bilimleri derslerinde kullanılan matematiksel modelleme çalışmaları ile bireyler aynı zamanda fen bilimleri ve matematik arasında bağlantı kurmakta ve bu sayede her iki dersi de daha iyi öğrenmektedirler.

Matematiksel modelleme çalışmaları incelendiğinde öğrencilerin modelleme aşamaları boyunca çeşitli zorluklarla karşılaştıkları yürütülen çalışmalarda ortaya çıkmaktadır (Maull ve Berry, 2001; Ikahata 2007; Özer- Keskin, 2008; Ärlebäck, 2009; Prins vd., 2009; tipi, 2009; Bukova- Güzel ve Uğurel, 2010). Modelleme çalışmaları gerçek dünya problemlerini ele alarak soyut ve ekta bilgiler içerdikleri için karmaşık bir süreç olarak ifade edilmektedir (Blomhøj ve Jensen, 2003; Kaiser, 2005; Amit ve Jan, 2007; Prins vd., 2009; Ang, 2010; Sağlam- Arslan ve Arslan, 2010). Bu nedenle öğrencilerin ilk aşamada karmaşık bir durumla karşılaşp anlamalarında bazı zorluklarla karşılaştıkları bilinmektedir (English, 2003; Bergman- Ärlebäck, 2009). Öğrenciler tarafından yaşanan zorlukların kabullenmelerin yapılması aşamasında da mevcut değişkenlerin dikkate alınması konusunda olmaktadır. Bu aşamada gereğinden fazla değişkenin dikkate alınması ile karmaşık problem durumları ile karşılaşabildiği veya gereğinden az değişkenin düşünülerek gerçek dünya problemini tam olarak karşılamayan çözümlerin üretildiği (Prins vd., 2009) veya değişkenler arasındaki ilişkiyi matematiksel olarak görme, kritik etme ve yansıtma konusunda zorlukların yaşandığı (Maull ve Berry, 2001) bilinmektedir. Matematiksel problemin çözümünde ise yetersiz veya doğru olmayan bilgi, (Stillman, Brown ve Galbraith, 2010) gerçek dünya problemlerini matematiksel modele dönüştürmede (Maaß, 2005) nedenlerinden dolayı zorluklar yaşamaktadırlar. Öğrencilerin en fazla zorluk yaşadıkları alan ise modelin doğrulanması aşaması olarak ifade edilmektedir (Bukova- Güzel ve Uğurel, 2010). Bu aşamada öğrenciler modeli yeni ve farklı durumlara uyarlayamamaktadırlar (Prins vd., 2009).

İyi bir matematik bilgisi iyi bir fen bilimlerinin kapılarını açmaktadır (Coulter, 2004). Bu nedenle her iki ders açısından matematiksel modellemeyle ilişkilendirilerek yürütülen derslerin, öğretmen adaylarının bu derslerdeki başarı ve ilgilerine önemli katkılarının olacağı ifade edilmektedir. Bununla birlikte öğretmen adaylarının eğitime, öğretmenlere ve öğretmen eğitimcilerine fizik ve matematik derslerinin ilişkilendirilmesine yönelik örnek materyaller ve yaklaşımlar sunulması ile her iki dersin öğrenilmesi ve öğretilmesine ışık tutulacağı düşünülmektedir. Bu nedenle çalışmada *“Doğrusal ve Düzlemde hareket ünitelerinde matematiksel modelleme kullanılarak ilişkilendirilen Fizik derslerinin*

öğretmen adaylarının öğrenmeleri üzerindeki etkileri nelerdir?” sorusu çalışmanın temel problem durumunu belirlemektedir. Bu çalışmada cevap aranacak alt problemler ise;

1. Matematiksel modellemenin öğretmen adaylarının Doğrusal ve Düzlemde Hareket ünitelerinde başarılarına ve ilgilerine etkisi nedir?
2. Hazırlanan materyallerin öğretmen adaylarının fizik dersinde yer alan Doğrusal ve Düzlemde Hareket ünitelerini diğer alanlar ile ilişkilendirmesine etkisi olmuş mudur, olmuşsa nasıl bir etkisi olmuştur?
3. Öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yapabilme becerilerinde nasıl bir gelişme olmuştur?
4. Matematiksel modelleme kullanılarak yürütülen fizik derslerinde öğretmen adaylarının karşılaşmış oldukları güçlükler vardır mıdır?

1.3. Araştırmanın Gerekçesi ve Önemi

Beş yılda bir gerçekleşen TIMMS çalışmasına Türkiye 1999 yılında katılmış ve sonuçta fen bilimleri ve matematik başarısı alanlarında oldukça alt sıralarda yer almıştır (Özgün-Koca ve Şen, 2002; Oklun ve Aydoğdu, 2003). Oysa fen bilimleri ve matematik, ülkelerin gelişmişliklerinde ve teknolojilerinde önemli rol oynayan etkenlerin başında yer almaktadır. Araştırmada üst sıralarda yer alan ülkeler buradaki yerlerini korumak, gerilerde kalan ülkelerde diğer ülkelerle aynı düzeyde olabilmek için fen bilimleri ve matematik programlarında önemli yenilikler yapmakta ve farklı ülkelerde disiplinler arası çalışmalara çok fazla önem verilmektedir. Bu alanda NSTA (National Science Teachers Association) ve NCTM (National Council of Teachers of Mathematics) gibi önemli kuruluşlar fizik ve matematik derslerinin farklı alanlarla ilişkilendirilerek öğretilmesi önermektedir (Reeder, 2007). Öğrencilerin başarılarına ilişkilendirilerek hazırlanmış fen bilimleri ve matematik çalışmaları oldukça üst düzeyde katkı yaptığı pek çok çalışmada ifade edilmektedir (Chapman, 1949; Foster, 1995; Delores ve Thomasenia, 1998; Gürdal, Şahin ve Bayram, 1999; West, Tooke ve Muller, 2003; Murrow, 2004; Aydın ve Balım, 2005; Ashmann, Zawojewski ve Bowman, 2006; Kaya, Akpınar ve Gökkurt, 2006). Disiplinler arası ilişkilendirmede kullanılacak yöntemlerden biri olan matematiksel modelleme çalışmaları, bireylerin kavramsal gelişimlerini, disiplinler arası ilişkilendirmelerini, modelleme yapabilme becerilerinin gelişimini ve matematik bilgilerini kullanmalarını artırmakta olduğunu ortaya koymaktadır (Doer ve Tripp, 1999; Blomhøj ve Jensen, 2003; Friesel ve

Nicolakis, 2006; Lin ve Yang 2005; Maaß, 2005; Michelson, 2006; Zbiek ve Conner, 2006; Barquero, Boch ve Gascón, 2007; Blomhøj, 2007; Blomhøj ve Kjeldsen, 2007; Klymchuk vd., 2008; Blum ve Borromeo-Ferri, 2009; Munier ve Merle, 2009; Ärlebäck, 2010; Heck, 2010). Bu katkıları nedeni ile matematiksel modelleme çalışmaları öğrencilerin özerkliğinin gelişmesine, uygulamaların fonksiyonelliğine, oluşturulan modelin geçerliliğinin kritik edilmesine yardımcı olmaktadır (Blomhøj, 2007). Bunun yanında matematiksel modelleme kavramsal anlamaya ve iletişim becerilerinin gelişmesine (Blomhøj ve Jensen, 2003), öğrencilerin sosyal becerilerinin, disiplinler arası yeteneklerinin, matematik ve ilişkilendirilen disiplinlerdeki kavramsal yapıların, günlük yaşamda karşılaşılan durumlarla başa çıkma yeteneğinin, takım çalışması ve problem çözme becerilerinin artmasına katkı sağladığı ifade edilmektedir (Klymchuk vd., 2008). Ayrıca modelleme becerileri öğrencilerin okuma, model oluşturma, tahmin etme, hesaplama, geçerliliğini sağlama ve okuma alışkanlıklarını da geliştirmektedir (Michelsen, 2006; Ärlebäck, 2010).

Öğrencilerin fen bilimleri ve matematik derslerinde başarılarını etkileyen diğer bir önemli etkende bu derslere karşı olan tutumlarıdır. Olumlu tutumların belirlendiği derslerde, öğrenciler alana daha çok ilgi duymakta, daha kolay öğrenmekte ve bu doğrultuda başarıları artmaktadır (Güzel, 2004). Öğrencilerin tutumları üzerindeki olumlu etkiyi arttırmak için yapılabilecek çalışmalardan biri de fen bilimleri ve matematik derslerinin ilişkilendirilerek öğretilmesidir (Foster, 1995; Ogunsola-Bande, 1996; Park vd., 2002; Soran ve Dervişoğlu, 2003; Aydın ve Balım, 2005; Lyublinskaya, 2006; Zawojewski ve Bowman, 2006). Bu sayede derslerde öğrencilerin başarılarını etkileyebilecek olumlu tutumlar ve derse ilgileri geliştirilebilir. Disiplinler arası ilişkilendirme için de kullanılan matematiksel modelleme çalışmalarının fen bilimlerinde ve matematikte bireylerin dersle ilgili tutumlarının ve ilgilerinin gelişimine yardımcı olduğu belirtilmektedir (Justi ve Gilbert, 2002; Lingefjärd, 2002b; Kaiser, 2005; Kaiser ve Schwarz, 2006; Jiang ve Xie, 2007; Klymchuk vd., 2008; Foley, 2009; Lim, Tso ve Lin, 2009; Prins vd., 2009; Yarinovsky ve Kangro, 2009; Kaiser ve Schwarz, 2010).

Ülkemizde disiplinlerin birbirleriyle ilişkilendirilmesine çok az önem verilmektedir. İlişkilendirme sadece ilköğretimin ilk kademesinde mihver dersler olarak kabul edilen hayat bilgisi, fen bilgisi ve sosyal bilgiler dersleri için düşünülmesine ve diğer alanların bunları desteklemesi gerektiği belirtilmesine rağmen, bu alanlarda ilişkilendirme teoriden öteye gidilememiştir (Tertemiz, 2003). Hatta yeni geliştirilen fen ve teknoloji

programlarında bile temel ilişkilendirme fen bilimleri ve matematik ilişkilendirilmesinden ziyade günlük hayatla ilişkilendirme üzerinedir (URL-2). Bunun yanında yeni geliştirilen matematik dersi öğretim programında matematiksel modelleme çalışmaları yer almasına karşın uygulamada öğretmenlerin çokta başarılı olamadıkları bilinmektedir (Doruk, 2010).

Fen bilimleri ve matematik, öğrencilerin tüm derslerde faydalandıkları iki temel disiplindir. Öğrenciler fizik/fen bilimlerinde ders sürecinin her aşamasında farkında olarak ya da olmayarak matematikten yararlanmaktadırlar. Dahası matematik, öğrencilerin fen bilimlerini anlamalarında hayati bir rol üstlenmektedir (Holmes, 2006). Bu iki dersin birbirinden kopuk olarak yürütülmesi oldukça yanlıştır, çünkü her aşamada matematiğe ihtiyaç vardır (Lyublinskaya, 2006). Bununla birlikte, fizik dersinin öğretilmesinde matematik gereklidir ve çoğu fizik konusu matematikle bağlantılıdır (Ogunsola-Bandele, 1996; Güzel, 2004). Bu durum, her iki dersin öğretiminde de birbirleri ile ilişkilendirmeyi sağlayabilecek yaklaşımların kullanılması gerektiğini ortaya koymaktadır. Bu bağlamda fen bilimlerinin öğretiminde kullanılan matematiksel modelleme çalışmaları, öğrencilerin fen bilimleri ve matematiği anlamlı öğrenmelerini sağlamaktadır (Heck, 2009).

Öğrenciler matematiği soyut anlaşılmasız sayılar kümesi olarak görmekte ve bu durum çoğu öğrenciyi ürkütmektedir (Lankard, 1993; Michelsen, 2006). Oysa ders süresince somutlaştırılan matematik, öğrencilerin konuları ve kavramları anlamalarına yardımcı olan en önemli etkenler arasındadır. Matematiği somutlaştırmanın en iyi yollarından biri de bu dersin diğer disiplinlerle ilişkilendirilerek öğretilmesidir. İlişkilendirilerek sunulan dersler ise öğrencilerin matematiği daha iyi anlamalarına yardımcı olur (Aziz, 1988; Merrill, 2002; Park vd., 2002; Ernest ve Ellis, 2005; Holmes, 2006; Lyublinskaya, 2006; Reeder, 2007). Öğretmenler tarafından derslerin somutlaştırılarak öğretilmesinde fizik/fen bilimleri önemli bir yer teşkil etmektedir (Wallace ve Ellerton, 2004). Bu konuda matematiksel modelleme, disiplinler arası çalışmalarda matematik ve fen bilimleri arasında bağlantı kurmaya yardımcı olmaktadır (Michelsen, 2006).

Disiplinler arası ilişkilendirme çalışmaları öğretmenler tarafından da desteklenmekte ve bu alanlarda çalışmaların yürütülmesi gerektiği vurgulanmaktadır (McGarry, 1986; Soran ve Dervişoğlu, 2003; Altunoğlu ve Atav, 2005). Üstelik ilişkilendirilerek sunulan dersler sayesinde öğretmenler diğer disiplinlere saygı duymakta, bilgi dağarcıkları ve becerileri gelişmektedir (Lankard, 1993). Bu nedenle ilişkilendirilerek yürütülen dersler öğretmenlerin hem öğretimlerine hem de tutumlarına katkı sağlamaktadır.

Günümüzde matematiksel modelleme çalışmalarına çok fazla önem verilmesine karşın hizmet öncesi öğretmen eğitiminde bu alana yeterince önem verilemediği bilinmektedir (Ärlebäck, 2009). Farklı disiplinlerin ilişkilendirmesi üzerine yürütülen çalışmaların öğretmen eğitiminde yer alması ve bu alanda öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının yetiştirilmesi gelecekte matematiksel modelleme ve diğer disiplinlerle ilişkilendirmeyi uygulayacak öğretmenlere bir temel oluşturacaktır. Bu bağlamda öğretmen eğitiminde matematiksel modellemeye uygun olarak yürütülen derslerle öğretmen adaylarının modelleme yapabilme becerilerinin geliştirilmesi ve bu becerilerini kullanabilmeleri önem taşımaktadır (Özer-Keskin, 2008). Ancak öğretmenler, özellikle fizik, kimya, biyoloji gibi disiplinlerde matematiksel modelleme hakkında yeterli bilgiye sahip değil ve bu alanlarda matematiksel modelleme çalışmaları yetersizdir (Biembengut ve Hein, 2007).

Okullarda matematiksel modelleme çalışmalarının ana yaklaşım olmaması, matematiksel modelleme çalışmalarında öğretmenlerde isteksizliğe neden olmaktadır (Ang, 2010). Bu nedenle öğretmenler matematiksel modelleme çalışmalarını, dersin uygulamaları olarak düşünmekte, oysa bu çalışmaların öğretmenlerin uygulamalarında yer alması ve öneminin anlaşılabilmesi için öğretmen eğitimi programına yerleştirilmesi gerekmektedir (Martinez-Luaces, 2005).

1.4. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmada; Doğrusal ve Düzlemde Hareket ünitelerinde matematiksel modelleme kullanılarak ilişkilendirilen Fizik derslerinin öğretmen adaylarının öğrenmeleri üzerindeki etkilerini belirlemek amaçlanmıştır.

1.5. Araştırmanın Sınırlılıkları

Bu çalışmanın sınırlılıkları maddeler halinde aşağıdaki gibi sıralanabilir:

1. Çalışmanın örneklemi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fatih Eğitim Fakültesi, Fen Bilgisi Öğretmenliği birinci sınıfta öğrenim gören ve 23'ü deney, 22'si kontrol olmak üzere 45 öğretmen adayından oluşmaktadır. Bu nedenle çalışmanın sonuçları bu örneklem ile sınırlıdır.

2. Çalışmada, sadece doğrusal ve düzlemde hareket üniteleri üzerine odaklanılmıştır. Bu nedenle araştırmada geliştirilip uygulanan materyalde, yalnızca bu iki ünite ve ilişkili kavramlar kullanılmıştır.
3. Bazı öğretmen adayları uygulama süreci içerisinde bazı derslerde devamsızlık yapmış olmaları başarılarını etkileyebilir.
4. Çalışma sürecinde veri toplama aracı olarak KAT, İBT, gözlem, mülakat ve öğretim materyali incelenmiştir. Bu bağlamda elde edilen veriler sadece bu veri toplama araçları ile sınırlıdır.

1.6. Araştırmanın Varsayımları

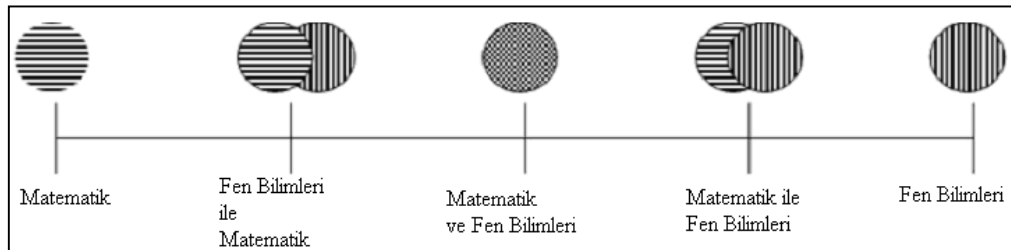
1. Örnekleme de yer alan öğretmen adaylarının araştırma sürecinde kullanılan veri toplama araçları olan KAT, İBT ve mülakatlarda yer alan sorulara samimi olarak cevap verdikleri varsayılmıştır.
2. KAT, İBT ve mülakatlara öğretmen adayları tarafından verilen cevapların onların gerçek duygularını ve anlamalarını tam olarak yansıttığı kabul edilmiştir.
3. Kontrol grubu öğretmen adaylarının deney grubu öğretmen adaylarından etkilenmedikleri ve iki grup arasında dersle ilgili etkileşimin olmadığı varsayılmıştır.
4. Araştırmada yer alan öğretim materyallerinin geliştirilmesinde alan uzmanı ve alan eğitimcilerinin görüş ve önerilerinden yararlanılmasının materyalin geçerlilik ve güvenilirliğini arttırdığı kabul edilmiştir.

1.7. Konu ile İlgili Yürütülen Araştırmalar

Bu kısımda, disiplinler arası çalışmalar ve matematiksel modelleme dikkate alınarak çalışmanın teorik altyapısı, alanda yürütülen çalışmalar tanıtılmış ve mevcut literatürün özeti yapılmıştır.

1.7.1. Disiplinler Arası İlişkilendirme

Disiplinler arası çalışmalar son yıllarda eğitim-öğretim çalışmalarında oldukça fazla kullanılan ve birçok uygulamanın yürütüldüğü bir alan olarak ifade edilebilir. Bu çalışmaların etkisi ile literatürde de disiplinler arası çalışmaların uygulandığı yeni ve farklı çalışmaları görmek mümkündür. Buna bağlı olarak eğitim araştırmalarında yürütülen disiplinler arası çalışmalar; bağlantılar (connections), birlikte çalışma (cooperation), birbirine göre ayarlama (coordination), ilişkilendirilmiş (correlated), kesişen disiplinler (cross-disciplinary), birbiri ile kaynaşma (fused), birbirini etkileme (interactions), birbiri ile alakası olma (interdependent), bağlantılı olma (linked), çoklu disiplinler (multidisciplinary), çapraz disiplinler (transdisciplinary) ve birleştirme (unified) şeklinde uygulamalarla yürütülebilmektedir (Berlin ve White, 1994; Berlin ve White, 1998; Kıray, Önal ve Demirel, 2007). Bu terimler genellikle birbirine yakın anlamlar için kullanılmakla birlikte temelde bu kavramlar arasında küçük farklılıklar vardır (Jacobs, 1989; Kysilka, 1998; Berlin ve Lee, 2003). Ancak disiplinler arası çalışmalarda genel olarak farklı disiplinlerden yararlanılarak öğretim etkinliklerinin planlanması tüm bu çalışmaların ortak noktasını oluşturmaktadır. İlişkilendirme üzerine yürütülen çalışmalara bakıldığında özellikle son yıllarda fen bilimleri ve matematik arasındaki çalışmaların arttığı görülmektedir (Wallace ve Ellerton, 2004; Hurley ve Normandia, 2005; Lyublinskaya, 2006; Angell vd., 2008; Klymchuk vd., 2008; Sağlam-Arslan ve Arslan, 2010). Buna bağlı olarak fen bilimleri ve matematik eğitimi için ilişkilendirme Vasquez-Mirelest ve West (2007) tarafından “fen bilimleri ve matematik ilişkilendirmesi fen bilimlerinin öğretiminde matematikten yararlanma” şeklinde ifade edilmektedir. Buna bağlı olarak fen bilimleri ve matematiğin ilişkilendirilmesinde kullanılabilecek çalışmalarda entegrasyon dikkate alınarak bir model önerisinde bulunulmuştur (Huntley, 1998; Huntley, 1999).



Şekil 1. Huntly (1998) tarafından önerilen modelin gösterimi

Bu modelde, *Matematik* başlığı altında sadece matematik dersi dikkate alınarak dersler yürütülür. *Fen Bilimleri ile Matematik* bölümünde, matematik kazanımları ve konuları temelde öncelikli konulardır ve fen bilimleri dersleri sadece matematik dersinin öğretimine katkı açısından kullanılır. *Matematik ve Fen bilimleri* bölümünde, iki dersinde eşit oranda dikkate alınarak ortak bir dersin yürütülmesi amaçlanır. *Matematik ile Fen bilimleri* alanında, fen bilimleri dersinde matematiğin sadece problemleri çözmeye bir araç olarak ele alındığı noktalara dikkate edilir. *Fen Bilimleri* bölümünde, sadece fen bilimleri konuları ve kazanımları dikkate alınarak dersler yürütülür.

1.7.2. Disiplinler Arası Çalışmaların Gelişimi

Disiplinler arası ilişkilendirme fikri eski bir konu olup, Dewey'e kadar kökleri uzanır (Brewer, 2002). Dewey, proje temelli öğrenmeden bahsederken proje temelli öğrenmeyi alt basamaklara ayırmış ve bunun bir basamağı olarak disiplinler arası proje geliştirme çalışmalarından bahsetmiştir. Böylece disiplinler arası çalışmalara yeni bir bakış açısı kazandırmıştır. Bu dönemden itibaren bu alandaki çalışmaların gelişiminde de gözle görülür bir artış olmuştur. Fen bilimleri ve matematik alanları arasındaki ilişkilendirmeler üzerine ilk yazılan makalelerin kökenleri ise yaklaşık 1900'lü yıllara kadar dayanmaktadır. Özellikle 1950'li yıllardan sonra bu iki alanın ilişkilendirilmesi üzerine hazırlanan çalışmalarda ciddi bir artışın olduğu dikkat çekmektedir (Berlin ve Lee, 2003, Kıray, Önal ve Kaptan, 2007). Günümüze baktığımızda ise disiplinler arası çalışmaların zihin ve öğrenme ile ilgili olduğunu ve bu ilginin Gardner'in çoklu zeka teorisi tarafından yeniden gündeme geldiği görülmektedir (Snyder, 2001). Bunun yanında özellikle matematik öğretiminde matematik eğitiminin uygulamalarına yönelik olarak son yıllarda birçok ülkede matematiksel modellemeye yönelik müfredatlar geliştirilmekte ve matematiğin diğer alanlardaki uygulamalarına yönelik olarak matematiksel modelleme etkinlikleri derslerde uygulanmaktadır (Blum vd., 2007).

Disiplinler arası ilişkilendirme konusunda ülkemizde yürütülen çalışmaların gelişimi incelendiğinde ise 1968 yılında ders programlarında bulunan "Fen ve Tabiat Bilgileri" dersi 1948 yılındaki Tabiat Bilgisi, Tarım-İş ve Aile Bilgisi dersleri bütünleştirilerek oluşturulmuş bir derstir (Gücüm ve Kaptan, 1992). 1966-1967 yılları arasında Milli Eğitim Bakanlığı, Üniversiteler ve TÜBİTAK arasında oluşturulan işbirliği ile BAYG-E-7, BAYG-E-14, BAYG-E-23 ve BAYG-E-33 projeleri geliştirilmiştir (Gücüm ve Kaptan,

1992; Ünal, Coştu ve Karataş, 2004). İlişkilendirilmiş müfredat çalışmalarının başlamasına yol açan bu projelere, “Birleştirilmiş Fen Programları” adı verilmiştir (Gücüm ve Kaptan, 1992). Günümüzde ise alanlar arası ilişkilendirmenin olduğu branşlar olarak birinci kademedeki Hayat Bilgisi, Sosyal ve Fen Bilgisi mihver dersler olarak alınmış ve bu derslerin mihver ders olarak kabul edilmesiyle resim, müzik, beden eğitimi ve matematik gibi diğer dersler bunlar etrafında şekillenmiştir (Tertemiz, 2003). Fen bilimleri ve matematik alanları arasındaki ilişki ise yıllardan beri geri planda tutulmuş ve bu alandaki çalışmalar yeterli düzeyde beklenen ilgiyi alamamıştır. Bu eksiklik doğrultusunda yeni geliştirilen öğretim programları ile birlikte matematiksel modelleme etkinlikleri ilköğretim matematik programlarına yerleştirilmiş ancak bunun uygulama bazında etkisiz olduğu tespit edilmiştir (Doruk, 2010). Bunun yanında yeni geliştirilen matematik dersi öğretim programında (9-12. sınıf) (2005), hem matematiksel modellemeye, hem de matematiğin diğer alanlarla ilişkilendirilmesine vurgu yapılmış ve ilişkilendirme programın kavramsal boyutlarından birini oluşturmuştur. Ülkemizde ilköğretim ve ortaöğretimde disiplinler arası çalışmalara son yıllarda önem verilmesine karşın (Tertemiz, 2003) yüksek öğretimde ve öğretmen eğitiminde bu alandaki eksiklikler halen giderilememiştir. Bu konuda Yüksek Öğretim Kurulu (YÖK) tarafından hazırlanan eğitim fakültesi öğretmen yetiştirme lisans programları klavuzunda yalnızca dersler ve ders içerikleri başlıklar halinde verilmektedir (YÖK, 2007). Disiplinler arası yürütülen çalışmalarda farklı yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemlerden bir tanesi matematiksel modelleme çalışmalarının farklı branşlarda kullanılmasıdır. İzleyen kısımda matematiksel modelleme çalışmaları tanıtılmaktadır.

1.7.3. Matematiksel Modelleme

Matematiksel eşitlikler ve fiziksel formüller bir durumu doğrudan ölçemediğimiz durumlarda bize yardımcı olarak sonuca ulaşmamızı sağlarlar (Kapur, 1998). Ancak bu bilgileri tek başına kullanmak bireylere günlük yaşantılarında çok fazla kolaylıklar sağlamaz. Bu nedenle bilimsel bilgi üretmede modellemenin katkısı dikkate alınarak (Doruk, 2010) matematiksel modelleme etkinlikleri ile gerçek dünya ve matematik arasında bağ kurulabilir. Ancak burada gerçek dünya olarak ifade edilen durum matematik dışında bir dünyayı ifade eder ve kuantum fiziği ve kimyadaki orbitaller gibi gerçek bazı durumlardan çok uzak gibi gözükürken durumlar da olabilir (Blum vd., 2007). Çevremizde karşılaştığımız durumları anlamlandırmaya çalışmada matematiksel modellemenin

öğrenme üzerine oldukça büyük etkisi vardır. Karşılaşılan bu durumları dikkate alıp inceledikten sonra oluşturulan matematiksel modeller gözlemler ve tahminler daha iyi anlaşılabilir yorumlanabilmektedir (Kapur, 1998). Bu yönüyle matematiksel modelleme etkinliklerinin gerçek dünyada karşılaşılan problemleri matematiksel olarak ifade etme ve çözmeye güçlü bir araç olduğu ifade edilebilir (Berry ve Houston, 1995).

Matematiksel modelleme ile teori ortaya koyma çalışmaları arasındaki fark ise Lesh vd. (2010) tarafından şu şekilde açıklanmaktadır: araştırmacılar matematiksel modellemede öğrencilerin gerçek dünyada karşılaştıkları bir durumu tanımlamak için model geliştirdiklerini belirtirken, teori ortaya koyma çalışmalarında uygun olan soruların teoriden ortaya çıkması, ne tür verilerin toplanacağına teorinin karar vermesi, bilginin toplanıp analiz edilip değerlendirilmesinin teoriye bağlı olması ve soruların ne zaman sorulacağına ve sorunların çözebileceğinin teori ile ilişkili olması nedeniyle farklıdır. Bu nedenle matematiksel modelleme çalışmalarında bir teori ortaya koymak yerine öğrenciler tarafından gerçek yaşamla ilişkili durumların matematiksel bir dile ifade edilmesi amaçlanmaktadır.

1.7.4. Matematiksel Modelleme Çeşitleri

Bu kısımda, farklı araştırmacılar tarafından oluşturulan matematiksel modelleme çeşitleri tanıtılacaktır. Temelde teorik ve deneysel modelleme olmak üzere iki başlık altında matematiksel modellemeler toplanmaktadır (Berry ve Houston, 1995; Kapur, 1998). Teorik modellemede matematiksel, istatistiksel ve bilgisayar temelli bilgiler yer alırken, deneysel modellemede deney ve gözlem ve bunların sonuçlarına ait bilgiler verilerek matematiksel modellemenin çözümü istenir (Berry ve Houston, 1995; Kapur, 1998).

Bunun yanında Hickman (1986) tarafından modelleme üç temel alana ayrılmıştır. Bu modellerden ilki olan gerçek modellerde temel kavramların matematikselleştirilmesi dikkate alınıp kavramlar hem deneyimler topluluğu hem de felsefeyi açıklamada yardımcı olur, ikinci modelleme olan pragmatik modellemede endüstri ve ticarete kullanılan gerçek dünya problemleri yer alır ve bu problemler farklı alanları içerdiği için karmaşık bir yapıda olur, diğer modellerin karmaşıklığı yanında didaktik modelleme daha sadedir ve öğretmenler tarafından öğretim amaçlı kullanılmaktadır.

Matematik dersi öğretim programında (9-12) (2005) matematiksel modelleme çeşitleri açıklanırken dört alanda toplanmıştır. Bunlar;

Deneysel modelleme: gözlenebilir verilerin grafiksel ifadesinin matematikselleştirilmesi,

Teorik modelleme: teoriye dayalı farklı problem çözme süreçlerini içeren modelleme,

Simülasyon modelleme: cebirsel semboller kullanılarak oluşturulan modelleme

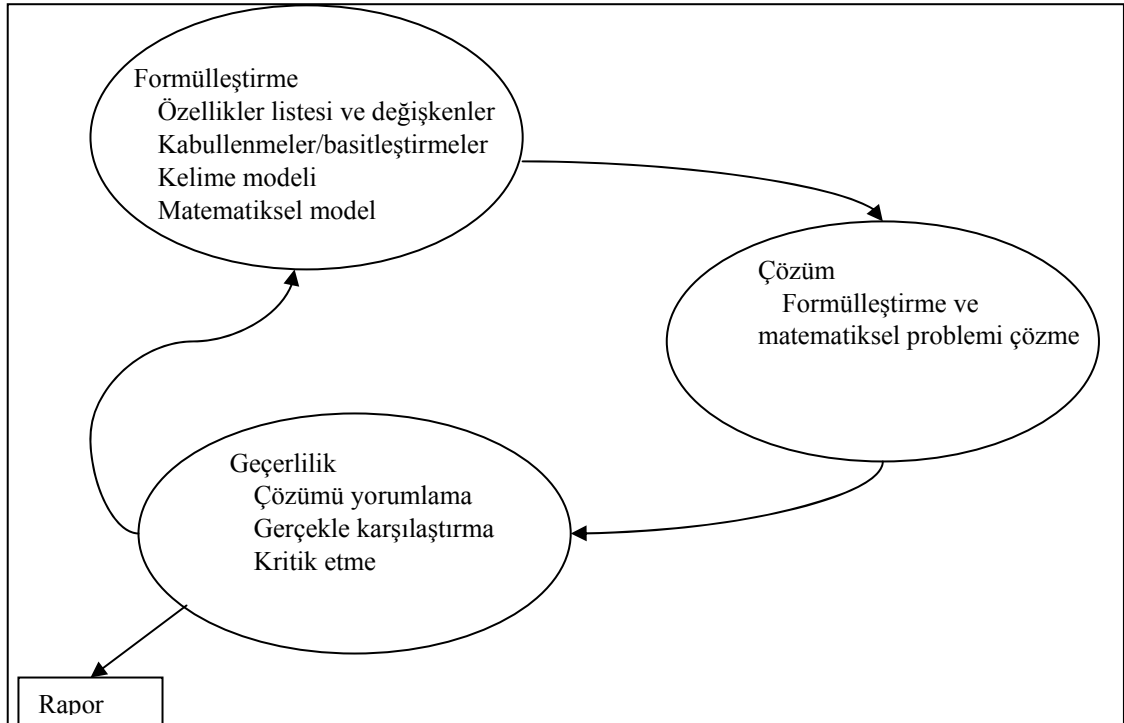
Boyutsal modelleme: fiziğin temel ilkelerine dayalı oluşturulan modelleme

şeklinde ifade edilmiştir.

1.7.5. Matematiksel Modellemede Kullanılan Aşamalar

Bu kısımda, araştırmacılar tarafından matematiksel modelleme çalışmalarında kullanılacak modelleme aşamaları hakkında bilgi yer almaktadır.

Berry ve Houston (1995) tarafından matematiksel modelleme sürecindeki anahtar etkinlikler aşağıdaki gibi tanımlanmıştır:



Şekil 2. Modelleme süreci (Berry ve Houston, 1995, s.40).

Berry ve Houston (1995), matematiksel modelleme sürecindeki anahtar etkinliklerin sekiz aşamadan oluştuğunu ifade etmektedir:

1. *Problemi anlama*: Bu aşamada problemin araştırılacak olan yönü belirlenir ve probleme uygun veriler toplanıp analiz edilir.

2. *Değişkenleri seçme*: Beyin fırtınası ile özelliklerin listelendiği, listedeki anahtar özelliklerin incelendiği, anahtar özellikler için listede kullanılacak değişkenlerin tanımlandığı aşamadır.

3. *Matematiksel modeli oluşturma*: Bu aşamada kelime modeli olarak problem veya durum tanımlanır, semboller kullanılarak kelime modeli tanımlanır ve kelime modeli veya matematiksel model ifade edilir.

4. *Matematiksel problemi çözme ve formülleştirme*: Bu aşamada bilenen matematik bilgileri kullanılarak matematiksel problemi oluşturma ve çözümü yer almaktadır.

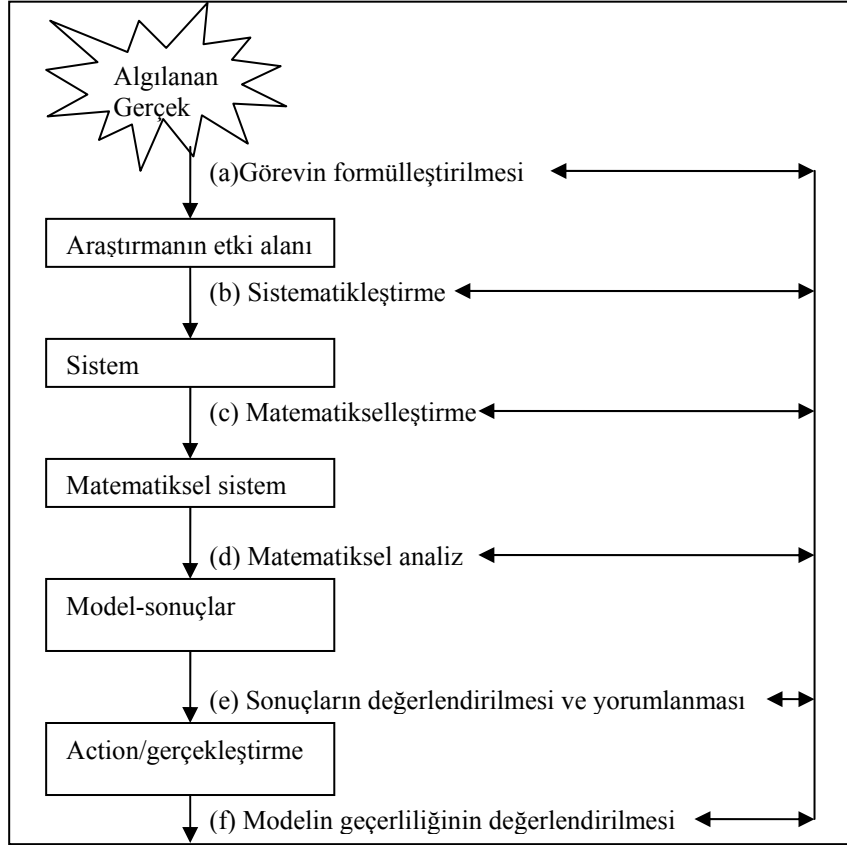
5. *Çözümü yorumlama*: Çözümün kelimelerle tanımlandığı, modelin geçerliliğini sağlayacak verilere karar verileceği ve bunların toplandığı aşamadır.

6. *Gerçekle karşılaştırma*: Uygun veri ile sonuçların test edildiği ve modelin eleştirildiği aşamadır.

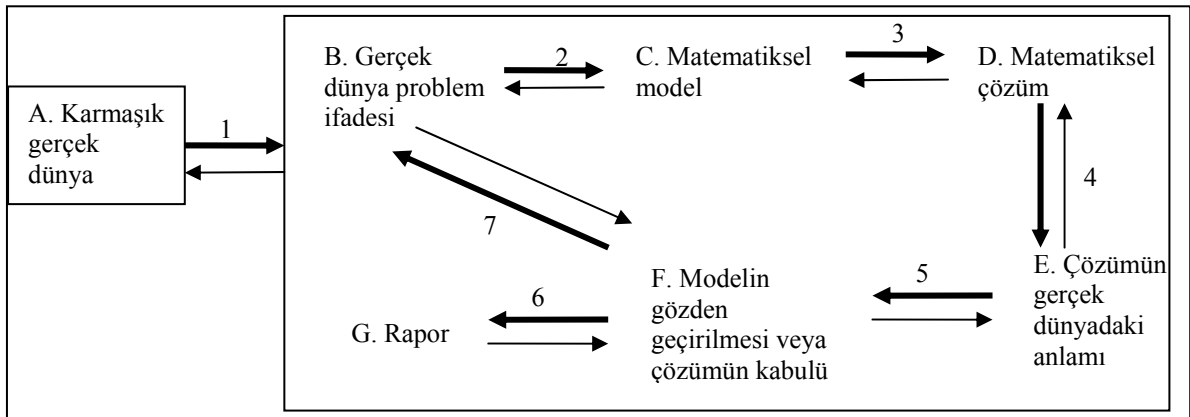
7. *Modeli geliştirme*: Bu aşamada kabullenmeler tekrar gözden geçirilir, model formüle edilir ve problemin çözüm, yorumlama ve geçerlilik süreçleri tekrarlanır.

8. *Modelleme etkinliğinin raporlaştırılması*: Problemin tanımının bulunduğu ve sonuçlarının rapor haline dönüştürüldüğü aşamadır.

Şekil 3’de de görüldüğü gibi Blomhøj ve Jensen (2003) tarafından önerilen matematiksel modelleme önerisi altı aşamadan oluşmaktadır. Bu model önerisinde ilk aşama görevin formüle edilmesidir (a). bu aşamada matematiksel modelleme sürecine rehber olabilecek niteliktedir ve algılanan gerçek bu aşamada tanımlanarak modelin oluşturulmasında rehberlik sağlar. İkinci aşamada (b) uygun bir matematiksel model oluşturmak için gerekli olan değişkenler, ilişkili olaylar ve ilişkiler belirlenir. Basit matematikselleştirme süreci olarak da ifade edilebilen (c) aşamada belirlenen değişkenler matematiksel bir dile dönüştürülür. Bir sonraki aşamada (d) matematiksel bilgiler kullanılarak çözüm için sonuç elde edilmeye çalışılır. (e) aşamasında araştırmanın etki alanı da düşünülerek sonuçlar yorumlanır. Modellemenin son aşamasında (f) ise elde edilen sonuç için teorik veriler, gözlemlerden elde edilen veriler veya tahmin sonucu alınan veriler kullanılarak modelin geçerliliği araştırılır.



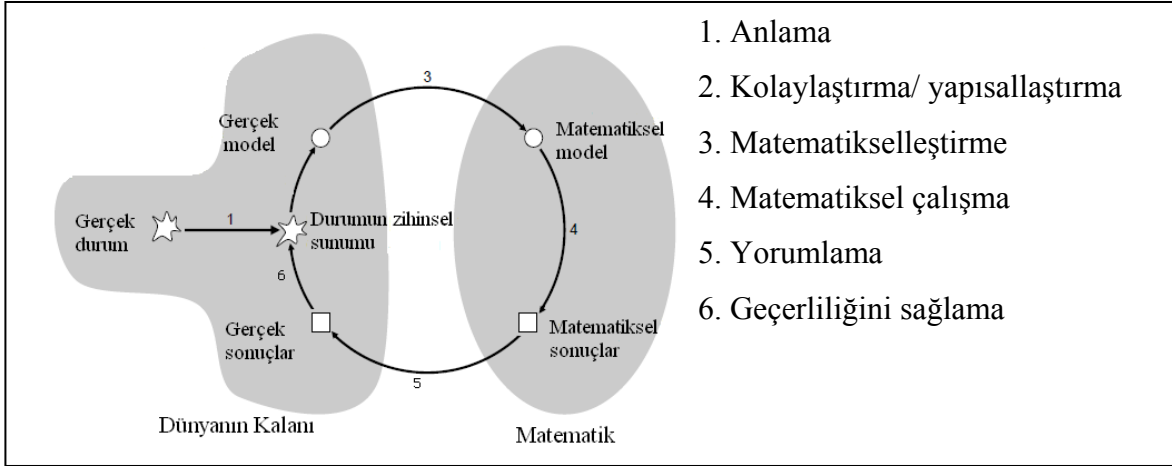
Şekil 3. Matematiksel modelleme sürecinin grafiksel modeli (Blomhøj ve Jensen, 2003).



Şekil 4. Stilmann, Brow ve Galbraith (2010) tarafından önerilen modelleme süreci

Şekil 4'de de görüldüğü gibi Stillman, Brown ve Galbraith (2010) tarafından önerilen matematiksel modelleme aşamalarında ilk aşamada (1) gerçek dünya problemini anlama, yapılandırma, kolaylaştırma ve içeriğini yorumlamak için çalışmalar yürütülür. Sonraki aşamada (2) matematiksel modelleme için kabullenmeler yapılır, formüle etme ve

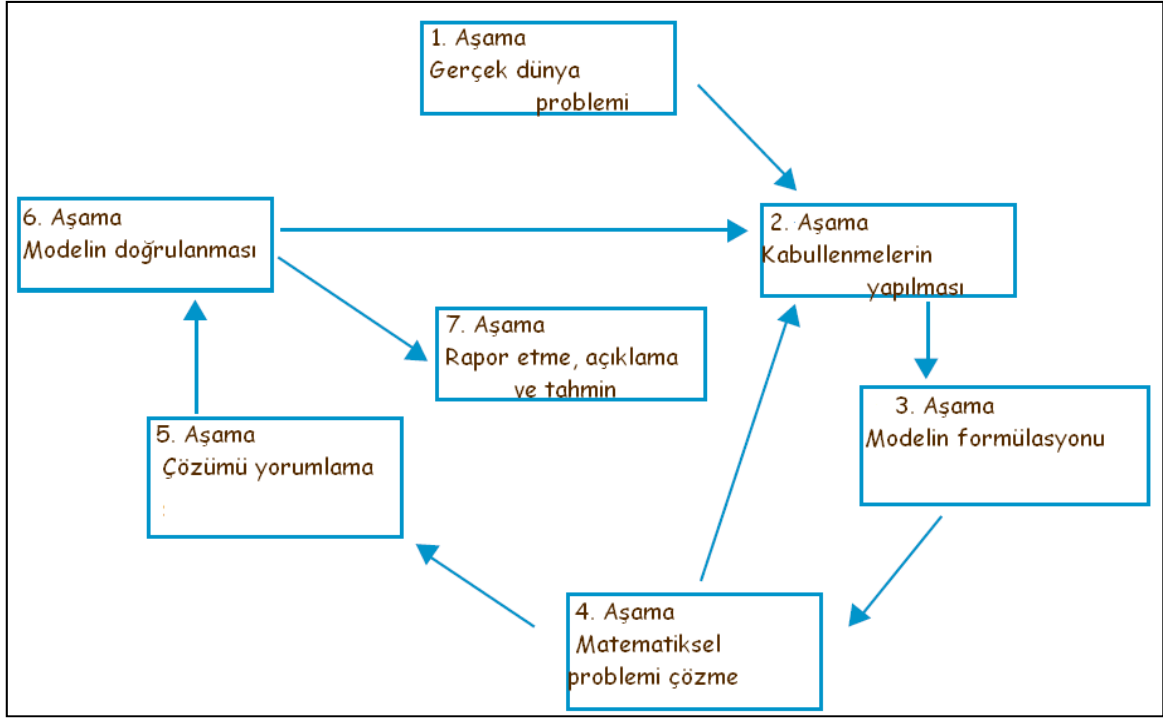
matematikselleştirme üzerine çalışmalar yürütülür. Çalışmanın (3). aşamasında matematiksel olarak çalışmaya başlanılır. (4). aşamada matematiksel çıktılar yorumlanır. Bir sonraki aşamada (6) model tatmin edici olarak görünüyorsa doğrulanır. Son aşamada (7) ise şayet model tatmin edici olarak görünmüyorsa modelleme süreci tekrarlanır.



Şekil 5. Blum ve Leiß (2005) tarafından önerilen matematiksel modelleme döngüsü

Şekil 5’de de görüldüğü gibi Blum ve Leiß (2005), bu döngüyü şu şekilde açıklamaktadır; ilk olarak problem durumu problemi çözen kişi tarafından anlaşılmalıdır. Daha sonra durum basitleştirilmelidir. Daha sistemli ve kesin bir hale dönüştürülmelidir. Özellikle problemi çözün kişi neyin yararlı olacağını tanımlamalı ve buna karar vermelidir. Sonraki aşamada elde edilen veriler azaltılır. Son olarak problem durumunun sonuçları gerçek dünyaya uyarlanır ve oluşturulan modelin geçerliliği sınanır.

Bu çalışmalar dışında White (2000) tarafından önerilen matematiksel modelleme aşamalarında yedi aşama yer almaktadır. Bu aşamalar ve bunlar arasındaki geçişler Şekil 6’da gösterilmiştir.



Şekil 6. White (2000) tarafından geliştirilen matematiksel modelleme aşamaları

1. *Gerçek dünya problemi*: Bu bölümde öğrencilere problem cümlesi verilmektedir. Bu problem öğrencilere okunur ve onlardan modelden ne istendiğinin düşünmeleri beklenir.

2. *Kabullenmelerin yapılması*: Bu bölüm bir önceki aşamada belirlenen değişkenler dikkate alınarak bu değişkenlerin basitleştirilmesinden veya liste haline dönüştürülmesinden oluşmaktadır.

3. *Modelin formülleştirilmesi*: Öğrencilerin modele uymayan bir yolda ilerlemeleri durumunda öğretmenin duruma müdahale edip belirli yöntemleri kullanarak öğrencileri yönlendirmesinden oluşur.

4. *Matematiksel problemi çözme*: Bu bölüm öğrencilerin verilen verideki süreci uygulamalarına dayanır. Bazen modelleme sürecini kullanmak başlangıçtaki problem durumuna dönerek modellemeyi tekrar oluşturmak anlamına gelebilir. Bu aşamada bilinen matematik bilgileriyle matematiksel model çözülmeye çalışılır.

5. *Çözümü yorumlama*: Elde ettikleri çözümle birlikte öğrenciler başlangıçtaki problemlerine geri dönerler. Yaptıkları kabullenmeler doğrultusunda probleme verdikleri cevabın sağlamasını yaparlar. Yapılan yorumlarla kabullenmeler ve başlangıç koşulları netleşmelidir.

6. *Modeli doğrulama*: Bu bölümde modelin güçlü ve zayıf yönleri tartışılır. Kullanılan matematikteki eksiklikler tartışılabilir. Model, kullanılan ve ihmal edilen değişkenler açısından değerlendirilip modelin daha da geliştirilmesinin yolları aranmaktadır.

7. *Rapor etme, açıklama ve tahmin*: Bu bölüm öğrencilerin son tahminlerini, cevaplarını ve aşamalar boyunca öğrenci gelişiminin bir belgesini oluşturur. Burada artık öğrenciler aşamalar boyunca yaptıkları çalışmayı yazıya dönüştürürler.

Carpenter ve Lehrer (1999) öğrencilerin matematiği daha iyi anlamasında ilişkilendirme, matematik bilgisini genişletme ve uygulama, deneyimleri yansıtma, kişinin bildiğini açıklama ve bireyin matematik bilgisini kendisinin oluşturmasının matematiği anlamasında beş özelliğin önemli özellik olduğunu ifade etmektedir. White (2000) tarafından ifade edilen matematiksel modelleme aşamaları incelendiğinde yukarıda bahsedilen beş özelliğin matematiksel modelleme aşamaları boyunca bulunduğu görülmektedir. Çalışmada ilişkilendirmenin oluşturulmasının modelin doğrulanması aşamasında, matematik bilgisini genişletme ve uygulamanın tüm süreç boyunca, deneyimleri yansıtmanın gerçek dünya problemi, kabullenmelerin yapılması ve çözümü yorumlama aşamalarında, kişinin bilgisini açıklamasının rapor etme açıklama ve tahmin aşamalarında ve bireyin kendi matematik bilgisini oluşturmasının süreç içerisinde kullanıldığı ifade edilmektedir (White ve Singh, 2007). Çalışma süreci incelendiğinde art arda gelen aşamaların birbiri ile doğrusal bir bağlantı içermesi yerine kolaylıkla kendi içerisinde farklı aşamalarla bağlantılı olması, gerektiğinde tekrar önce kullanılan aşamalara dönme kolaylığı sağlaması ve bu sayede modelin kendi içerisinde daha çok bütünlük oluşturacağı belirlenmiştir. Yukarıda bahsedilen avantajları nedeni ile bu çalışmada White (2000) tarafından önerilen matematiksel modelleme aşmaları kullanılmıştır.

1.7.6. Disiplinler Arası İlişkilendirme Üzerine Yürütülen Çalışmalar

Disiplinler arası ilişkiler dikkate alınarak yürütülen çalışmalar Resim ve Müzik derslerinden Fen Bilimleri, Matematik ve Edebiyat derslerine kadar birçok alanda çeşitlilik göstermektedir. Bu kısımda fen bilimleri ve matematik dersleri düşünülerek oluşturulan disiplinler arası ilişkilendirilmiş çalışmalar yer almaktadır. Aşağıda yer alan Tablo 1’de bu çalışmalar özetlenmiştir.

Tablo 1. Disiplinler arası ilişkilendirme kullanılarak yürütülen çalışmalar

Yazarlar/Yıl	Konu	Yöntem	Örneklem	Veri Toplama Araçları	Sonuçlar
Aziz (1988)	Fizik ve matematiğin birleştirilerek anlatımı	Deneysel	Ortaokul öğrencileri	Başarı testi ve tutum ölçeği	Birleştirilmiş müfredat tutum geliştirmeye katkı sağlamaktadır.
Ogunsola-Bandele (1996)	Fizik öğretim ve öğreniminde öğrenci davranışlarını incelemek ve fiziğin öğretiminde matematik bilgisine odaklanmak	Tarama çalışması	Lise öğrencileri (N=104)	Tutum anketi	Öğrenciler matematik bilgisi olmadan mezun olmaktadır ve matematik dersine karşı negatif tutum geliştirmektedir.
Saeki, Ujite ve Tsukihasshi. (2001)	El aktivitelerini kullanarak öğrencilerin fizik ve matematik arasında bağlantı kurmalarını sağlamak		Lise 1. ve 2. sınıf öğrencileri (N=50)	Açık uçlu sorular	Yüksek düzeyde düşünme becerilerini geliştirmiştir.
Lewis ve Shaha (2003)	Birleştirilmiş müfredatın geleneksel müfredat üzerine etkisini incelemek	Durum çalışması	400 lise öğrencisi ve 15 öğretmen	Tutum anketi	Birleştirilmiş müfredatın uygulandığı sınıflarda daha pozitif tutum gelişmiştir.
Wallace ve Ellerton (2004)	Fizik ve matematik öğretmenlerinin matematiksel kavramları nasıl kullandıklarını, bilgilerinin ve inançlarının neler olduğunu belirlemek	Durum çalışması	2 fizik, 1 matematik öğretmeni	Gözlem, Mü-lakat	Her iki branştaki öğretmenler aynı kavramları kullandıklarına rağmen derslerinde farklı terimleri tercih etmektedirler
Hurley ve Normandia (2005)	Öğrencilerin değişik me-yveleri kullanarak matematik ve fen bilimlerinin ilişkilendirilmesini sağlamak	Teorik	Ortaokul öğrencileri	Teorik	
Kaya, Akpınar ve Gökkurt (2006)	Fen ve matematik derslerinde entegre eğitimin etkililiğini araştırmak	Deneysel	İlköğretim 7. sınıf öğrencileri (N=38)	Başarı testi	Entegre eğitim fen ve matematiğin öğretiminde etkilidir.
Lyublinskaya (2006)	Matematik kavramlarının gerçek dünyadaki uygulama alanlarının kullanımının öğrencilere göstermek	Aksiyon araştırması	Lise öğrencileri	Öğrenci raporları, laboratuvar gözlemleri, mü-lakatlar	Öğrencilerin matematiksel deneyimleri artmıştır.
Kıray, Önal ve Kaptan (2007)	Fen ve matematik entegrasyonunu sağlamak		Fen bilgisi öğretmenliği öğretmen adayları (N=2)	Mü-lakat	Bu tür çalışmalar birçok ortak beceriyi ortaya çıkarmaktadır.
Kıray, Önal ve Demirel (2007)	Fen derslerinin temele alındığı entegrasyonun nasıl gerçekleştirilebileceğini belirlemek	Deneysel	Fen bilgisi öğretmenliği öğretmen adayları (N=6), ilköğretim 6. Sınıf öğrencileri (N=63)	Mü-lakat, başarı testi	Fen bilimleri ve matematik entegrasyonu öğretmen, öğrenci ve program açısından yararlı olacaktır.

Aziz (1988) tarafından yürütülen çalışmada amaç, mekanik ünitesinde fizik ve matematiği birleştirerek öğretmen ve öğrenci materyalleri oluşturup Mısır'daki genel ortaokullarda bir müfredat geliştirmektir. İlk aşamada mekanik ünitesinin amaçlarında bir uzlaşma sağlamak için Mısır müfredatı İngiltere ve ABD'de yürütülen derslerin amaçlarıyla karşılaştırılmıştır. Bu çalışmada öğrenciler deney ve kontrol grubu olarak iki gruba ayrılmışlar ve mekanik ünitesi dikkate alınarak öğrenci ve öğretmen materyali geliştirilip, öğrencilere fen bilimleri ve matematik dersleri birleştirilerek öğretilmiştir. Yürütülen pilot uygulama ve asıl uygulamada deney grubu lehine anlamlı bir fark ortaya çıkmıştır. Tutum anketinde ise tüm maddelerde deney grubu öğrencilerinin puanları yüksek olduğu için birleştirilmiş müfredatın olumlu tutum geliştirmeye katkısı belirtilmiştir.

Ogunsola-Bandele (1996), Nijerya'da liselerde fizik öğretim ve öğreniminde öğrenci davranışlarını incelemek ve fiziğin öğretiminde matematik bilgisine odaklanmak için rasgele üç farklı okuldan 104 öğrenciye 25 sorudan oluşan 4'lü likert tipi bir anket uygulamıştır. Ankette öğrencilere kişisel bilgileri, fiziğin öğretilmesi ve öğrenilmesine karşı genel tutumları, dersin doğası ve öğrenci tutumlarına matematiğin etkisine yönelik sorular yöneltilmiştir. Sonuçta öğrencilerin fiziği sevmelerine rağmen bazı konularda çok fazla teknik terim öğrenmek, ders kitaplarının güçlüğü gibi sıkıntılarla karşılaştıkları ve öğrencilerin genellikle fizik dersinde matematik bilgisi az konuları tercih ettikleri ortaya çıkmıştır. Çalışmaya göre öğrenciler matematik bilgisi olmadan mezun olmaktadır ve matematik dersine karşı negatif tutum geliştirmişlerdir.

Saeki, Ujiie ve Tsukihaski (2001) tarafından Japonya'da yürütülen çalışmada el aktiviteleriyle öğrencilerin fizik ve matematik arasında bağlantı kurmaları sağlanmıştır. Çalışma teknik bir lisede grafik hesabı ve bilgisayar temelli laboratuvarlar derslerinde fizik ve matematiği birleştirmeleri amacıyla yürütülmüştür. Yürütülen deneyler öğrencilerin birinci ve ikinci sınıfta görecekları matematik ve fizik dersleriyle bağlantılı olarak oluşturulmuştur. 50 kişiden oluşan örnekleme grup çalışması yürütülmüştür. Etkinlikler üç öğretmenin koordineli takım çalışmasıyla tamamlanmıştır. Öğrencilere çalışma öncesinde ve çalışma sonrasında açık uçlu sorular yöneltilerek çalışmanın etkililiği araştırılmıştır. Sonuçta; öğrencilerde kavram yanlışlarında azalma, önceki matematiksel bilgilerle bağlantı, fizik ve matematiğe verilen önemde artma, matematik dersindeki fikir ve değerlerinde değişiklik ve işbirlikçi çalışmanın önemine güven artmıştır. Ayrıca öğrenciler tahmin etme, veri analizi ve eşitlikler oluşturarak modelleme yapma gibi üst

düzy düşünme becerilerini geliştirmiş, fizik ve matematik arasında bağlantı kurmuş ve matematik ve fen bilimlerini öğrenmeye daha çok ilgi göstermişlerdir.

Lewis ve Shaha (2003) tarafından 12. sınıf öğrencileriyle birleştirilmiş müfredatın geleneksel müfredat üzerine etkisini keşfetmek için İngilizce, matematik ve fen bilimleri alanında 400 lise öğrencisi ve 15 öğretmenden ve oluşan bir örnekleme üç ayrı çalışma yürütülmüştür. İngilizce alanında dersler geleneksel İngilizce; uygulamalı İngilizce ve birleştirilmiş İngilizce olarak, matematik alanında; geleneksel cebir ve birleştirilmiş matematik olarak, fen bilimleri alanında; standart fizik, teknoloji prensipleri, elektronik ve fiziğin entegrasyonu şeklinde yürütülmüştür. Dönem sonunda her alanda uygulanan tutum anketleri sonucunda öğrencilerin birleştirilmiş müfredatın uygulandığı sınıflarda konulara, yetenek ve becerilerine, ders ve öğretmenlerine önceki tutumları ile kıyaslandığında eşit veya daha fazla tutum geliştirdikleri bulunmuştur.

Wallace ve Ellerton (2004), matematik ve fizik sınıflarında sunulan dil çeşitliliğini belirlemek ve fizik ve matematik öğretmenlerinin matematiksel kavramları nasıl kullandıklarını, bilgilerinin ve inançlarının neler olduğunu ortaya koymak amacıyla çalışmalarını yürütmüşlerdir. Uygulamada bir akademik yıl boyunca iki fizik bir matematik öğretmeni dört ila altı kez gözlenmiş ve sonrasında öğretmenlerle matematiksel fonksiyonlar kavramı hakkında yarı yapılandırılmış mülakatlar yürütülmüştür. Sonuçta öğretmenlerin derslerinde gündelik dili kullandıkları, iki öğretmenin laboratuarda bazı durumları analiz etmede matematiksel ifadelerden yararlandıkları görülmüştür. Fizik öğretmenlerinin eski konulara ve gündelik yaşamla ilişkilendirmeye daha çok önem verdiği ve matematik öğretmenlerinin diyagramlara ve formüllere fizik öğretmenlerinden daha çok önemstedikleri açığa çıkmıştır. Çalışma sonucunda matematik öğretmenleri tarafından fizik öğretmenlerinin derslerinde matematiği kullanmadıkları ve fizik öğretmenleri tarafından da matematik öğretmenlerinin derslerini özetleyerek anlattıklarını düşündükleri ortaya çıkmıştır. Her iki branştaki öğretmenlerin aynı kavramları kullanmalarına rağmen derslerinde farklı terimleri tercih ettikleri görülmüştür.

Hurley ve Normandia (2005) tarafından yürütölen çalışmada ilköğretim ikinci kademedeki öğrencilerin değişik meyveleri kullanarak matematik ve fen bilimlerinin ilişkilendirmesi amaçlanmıştır. Dersin giriş aşamasında öğrencilere meyveler hakkında sorular hazırlanmış ve bunlar hakkında fikir yürütmeleri istenmiştir. Keşfetme aşamasında öğrencilere matematikle ilişkili yol gösterici yönlendirici sorular hazırlanmıştır. Öğrencilerin bir sonraki aşamada fibonacci sayıları ile fen bilimleri arasında bağlantı

kurmaları beklenmiştir. Kavram geliştirme aşamasında öğrencilerden meyveler hakkında çeşitli bilgilerin bulunduğu bir poster hazırlamaları istenmiş ve öğretmen tarafından sorulan sorularla öğrencilerin bilgilerinin coğrafya ve diğer sosyal alanlara da entegrasyonu sağlayabileceği belirtilmiştir. Uygulama aşamasında öğrencilerin meyve suları içerek bunların tatları hakkında fikirlerini posterlerine ekleyebilecekleri ifade edilmektedir. Son olarak öğrencilere matematiğin doğada nerelerde olduğunun sorulabileceği belirtilmektedir. Öğrencilerin değerlendirilmesi için ise bir dereceli puanlama anahtarı örneği sunulmuştur.

Kaya, Akpınar ve Gökkurt (2006), ilköğretim yedinci sınıf Fen Bilgisi dersinin “ya basınç olmasaydı?” ünitesiyle “oran, orantı ve yüzdeler” ünitelerini öğrencilerin öğrenim düzeylerini nasıl etkilediğini belirlemek ve entegre eğitimin fen ve matematik alanlarında etkililiğini incelemeyi amaçlamışlar. Araştırmada öğrenciler 16’sı deney 22’si kontrol grubu olarak iki gruba ayrılmışlardır. Çalışmada deney grubu öğrencileriyle fizik ve matematik dersleri birlikte yürütülmüş, kontrol grubu öğrencileri ise normal derslerini sürdürmüşlerdir. Deney ve kontrol grubundaki öğrencilere 30 sorudan oluşan ön test, son test uygulanmış ve öğrencilerin başarı düzeyleri karşılaştırılmıştır. Sonuçta ön test verilerinde deney ve kontrol grubu arasında başlangıçta anlamlı bir fark yokken, uygulamadan sonra entegre eğitim yapılan deney grubu öğrencileri lehine anlamlı bir farklılık ortaya çıkmıştır.

Lyublinskaya (2006), cebir sınıflarında matematiğin daha anlamlı, eğlenceli olması ve matematik kavramlarının gerçek dünyadaki uygulama alanlarının kullanımının lise öğrencilerine gösterilmesi için fen bilimleri ile ilişkili iki deney hazırlamıştır. İlk deneyde öğrenciler eğlence kartları kullanarak kosinüs fonksiyonunun grafiğini anlayıp geliştirmişler. Burada hava rayında ilerleyen bir araca etki eden kuvvet ve bunun bileşeninin değişiminden yararlanılmıştır. İkinci etkinlikte öğrenciler merminin atılmasını kullanarak parabolün özelliklerini öğrenmişlerdir. Ayrıca çalışmada matematik sınıflarında teknoloji ve farklı ölçme araçlarının kullanımına da öncelik verilmiş ve öğrencilerin el aktiviteleri ve deneyler vasıtasıyla matematiği öğrenmeleri sağlanmıştır. Öğrencilere laboratuvar raporları hazırlattırılarak, laboratuvar öncesi sorular sorularak ve bunlar dereceli puanlama anahtarı ile değerlendirilerek, onların laboratuvar deneyleri sırasında performansları ölçülmüş, akran değerlendirilmesi ve öğrencilerle mülakatlar yapılarak çalışma değerlendirilmiştir. Sonuçta öğrencilerin matematiksel deneyimlerinin artmış ve gerçek durumları daha iyi tanıdıkları ortaya çıkmıştır.

Kıray, Önal ve Kaptan, (2007) tarafından yürütülen çalışmada fen ve matematik entegrasyonunun nasıl sağlanacağına yönelik olarak teorik çerçeve tanıtılmış ve kuramın işleyişi test edilmiştir. Teorik kısımda tanıtılan yapı Fen Bilgisi öğretmenliği ana bilim dalı son sınıfta okuyan iki öğrenciyle sekiz saatten oluşan Fen Bilimleri ağırlıklı Matematik entegrasyonuna uygun dersler yürütülmüştür. Uygulamayı yürüten iki öğretmen adayıyla entegrasyon, matematiğin fen bilimlerine entegrasyonu, matematikteki ön öğrenmelerin entegrasyona etkisi, fen bilimleri matematik entegrasyonundaki beceriler, başlıca sorunlar, entegrasyonda izlenecek yollar, matematik entegrasyonunun etkili olabileceği alt fen bilimleri konuları hakkında mülakatlar yürütülmüştür. Entegrasyonun sınıflama, sıralama, karşılaştırma, ilişkilendirme, çokluk (kesirler), model oluşturma, iletişim, akıl yürütme, ölçme, problem çözme, psiko-motor beceri gibi pek çok ortak beceriyi ortaya çıkardığı sonucuna ulaşılmıştır.

Kıray, Önal ve Demirel (2007), fen derslerinin temele alındığı entegrasyonun nasıl gerçekleşebileceğini incelemişlerdir. Çalışmanın ilk aşamasında 6 öğretmen adayının öncelikle entegrasyon hakkında görüşleri alınmış, sonra fen bilimleri ağırlıklı entegrasyon tanıtılmış ve somut örnekler üzerinde tartışmalar yürütülerek yıl içerisinde bu tür etkinlikler yapmaları istenmiştir. Bu çalışmada altıncı sınıf ışık ve ses ünitesi ışık ile ilgili kazanımlara dört işlem, tablo oluşturma, grafik çizme, problem çözme gibi becerilerine yönelik matematik bilgileri koyulmuştur. Çalışma hazırlanan bir testle deney grubunda bulunan 31 ve kontrol grubunda bulunan 32 öğrenci üzerinde ölçülmüş ve adayların entegrasyona ilişkin fikirleri hakkında mülakatlar yapılmıştır. Araştırma sonucunda deney grubu lehine çok az bir gelişme görülmüştür. Yürütülen mülakatlarda adaylar fen bilimleri ve matematik entegrasyonunun öğretmen, öğrenci ve program açısından yararlı olacağını belirtmişlerdir. Çalışmadan ortaya çıkan diğer sonuçlar ise fen bilimlerinin tüm konularının matematikle ilişkilendirilebileceği, fen matematik entegrasyonunda eş zamanlılığın önemi, ön öğrenmelerin ve becerilerin iyi saptanması gerektiğidir.

1.7.7. Matematiksel Modelleme Kullanılarak Yürütülen Çalışmalar

Matematiksel modelleme kullanılarak yürütülen çalışmalar uygulanan örnekleme, yönteme ve veri toplama araçlarına göre oldukça çeşitlilik göstermektedir. Bu kısımda, matematiksel modelleme kullanılarak yürütülen çalışmaların bir kısmı detaylı olarak aşağıda yer alan Tablo 2’de özetlenmiştir.

Tablo 2. Matematiksel modelleme kullanılarak yürütülen çalışmalar

Yazarlar/Yıl	Konu	Yöntem	Örnekleme	Veri Toplama Araçları	Sonuç	Öneri
Maull ve Berry (2001)	Basit modelleri çözerken kullanılan matematiksel modeller	Durum çalışması	Üniversite mühendislik öğrencileri (N=18)	Gözlem, mülakat	Matematiksel modelleme yapabilmeye becerileri tam gelişmemiştir.	Daha fazla etkinlik yapılabilir.
Bergman ve Bergsten (2010)	Fermi probleminin matematiksel modelleme yardımıyla kullanımı	Durum çalışması	Ortaöğretim öğrencileri (N=7)	Ses kayıtları, öğrenci notları	Çalışmada öğrencilerin matematiksel modeli faydalı bir şekilde kullandıkları ortaya çıkmıştır. Öğrencilerin modellerinin geçerliliğini arttırmak için kullandıkları yöntem ortaya konulmuştur.	Tartışmalara her bir grubun ne kadar katkı sağladığı araştırılabilir
Blomhøj ve Kjeldsen (2007)	Matematiksel modelleme yardımıyla integral kavramının öğretimi	Durum çalışması	Üniversite birinci sınıf öğrencileri (N=30)	Pedagojik gözlemler, mülakat	Matematiksel modelleme matematiği değişik yollardan anlamaya yardımcı olmaktadır.	Matematiği anlamada gerçek modeller kullanılabilir.
Ludwing ve Xu (2008)	Çinde ve Almanya'da öğrenim gören öğrencilerin matematiksel modelleme yapabilmeye becerilerini karşılaştırmak	Karşılaştırma çalışması	9-11. sınıf öğrencileri (N=1108)	Rubrikler	Erkek öğrenciler daha başarılıdır ve iki ülke öğrencileri arasında modelleme yapabilmeye becerileri arasında çok fark yoktur.	Modelleme yapabilmeye becerilerinde cinsiyet farkı araştırılabilir.
Aydın (2008)	Matematik dersinde matematiksel modelleme kullanımı	Fenomenografik yöntem	3 öğretmen, 2 öğrenci	Mülakat	Öğretmenler derslerini günlük hayatla ilişkilendirmeye çalışmakta, öğrenciler matematiği günlük hayatta çok görememektedir.	Eğitim fakültelerinde matematiksel modelleme dersi verilebilir, bunların okullarda uygulaması yapılabilir.
Angell vd. (2008)	Fizikte deneysel matematiksel modelleme kullanımı	Deneysel çalışma	Ortaöğretim öğrencileri (500 öğrenci)	Kağıt kalem testleri	Fiziğin anlamlı öğrenilmesinde modelleme önemli bir süredir.	Matematiksel modelleme fizik derslerinde kullanılabilir.

Tablo 2'nin devamı

Klymchuk vd. (2008)	Mühendislik öğrencilerinin çevre ve ekolojiji matematiksel modellemeyle tanımları	Durum çalışması	Üniversite mühendislik öğrencileri	Açık uçlu sorular	Matematiksel modellemeyi, ilerleyen yıllarda okuyan öğrenciler üniversite birinci sınıf öğrencilerinden mühendislik için daha uygulanabilir bulunmuştur.	Gerı bildirim dikkate alınmalıdır.
Özer-Keskin (2008)	Matematiksel modelleme yapabilme becerileri	Açıklayıcı durum analizi	Matematik öğretmenliği 3. sınıf öğrencileri (N=21)	Ön- son matematiksel modelleme görüş anketi-ön- son matematiksel modelleme beceri testi- mülakat	Alınan eğitim modelleme yapabilme becerileri için yeterli Motivasyon ilgide artış vardır.	Her kademedeki matematiksel modellemeye uygun etkinliklere yer verilebilir. Tüm derslerde matematiksel modellemeye yer verilebilir.
Türker, Sağlam ve Umay (2010)	Modelleme sürecini belirleyip öğrencilerin fikirlerini almak	Durum çalışması	Son sınıf matematik öğretmenliği öğrencileri (N=60)	Doküman incelemesi, mülakat	Öğrencilerin matematiği gerçek dünyaya uygulamada sıkıntıları vardır.	Müfredata matematiksel modelleme dersi eklenmelidir.
Sağlam Arslan ve Arslan (2010)	Fizik ve matematik ilişkilerini tanımlamak, modelleme yapabilme becerisini açığa çıkarmak	Durum analizi	Üniversite fizik öğretmenliği öğrencileri (N=24)	Başarı testi	Adaylar matematiği vazeçilmez gerekli faydalı olarak üç grupta değerlendirmektedir.	Model ve modelleme süreci bir amaç olarak ele alınabilir.
White (2011)	Matematik müfredatının öğretiminde yeni pedagojik yaklaşımların grafik hesabıyla desteklenebileceği, arttırılabileceği ve sağlanabileceğini araştırmak	Teorik	Orta okul öğrencileri	Teorik	Bu şekilde yürütülen derslerle öğrencilerin sosyalleşmelerinin sağlanabileceği, aktif, anlamlı ve işbirlikçi öğrenmenin sağlanabileceği, kritik düşüncelerinin gelişeceği ve problem çözmede daha yaratıcı ve istekli olacakları belirtilmiştir.	

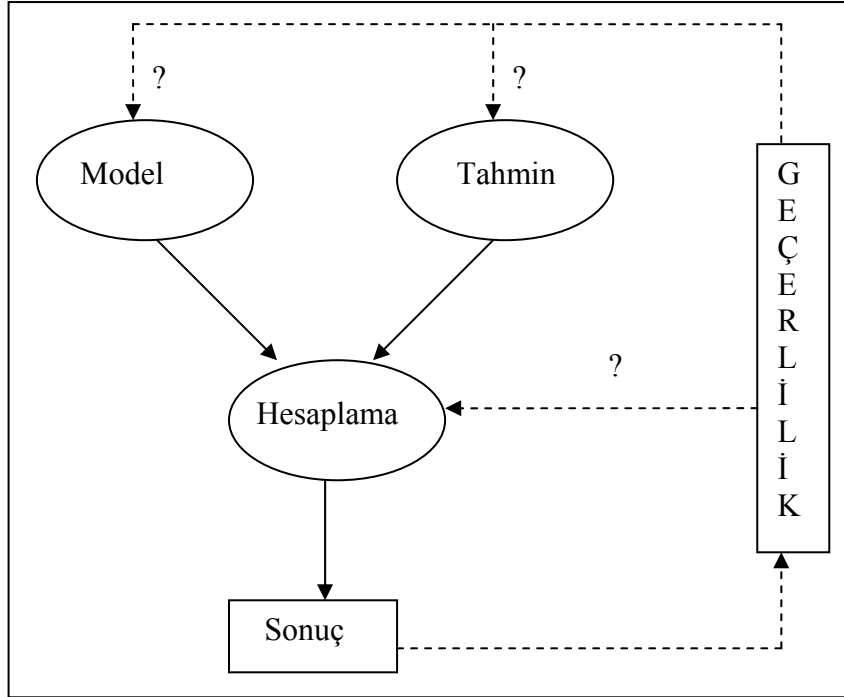
Maull ve Berry (2001), yürüttükleri çalışmalarında öğrencilerin basit modelleri çözerken matematiksel çalışma stratejilerini merak etmişler ve bu amaçla İngiltere’de Plymouth üniversite mühendislik bölümünde birinci ve ikinci sınıfta okuyan 18 öğrenciden bir fincan sıcak suyun soğuması için geçen süreyi hesap etmelerinde bir matematiksel model oluşturmalarını istenmişlerdir. Çalışma yürütülürken sınıfta katılımcı gözlem kullanılmış, ayrıca dört gruba ayrılan öğrencilerle bir sonraki hafta mülakatlar yürütülmüştür. Çalışma sonucunda modelleme sürecinde öğrencilerin sadece önemli noktaları dikkate aldıkları tüm değişkenleri düşünemedikleri görülmüştür. Çalışmadaki ilk yorum öğrencilerin matematiksel modellemede yakın çevrelerinde bulunan durumların onların ihtiyaçlarını karşılayabileceği yönündedir. Bu sayede öğrencilerin gelişiminin daha kolay olacağı vurgulanmaktadır. Çalışmada üç grubun deneysel modellemeyi kullanılarak sonuca ulaşmak istedikleri ortaya çıkmıştır. Bu durum araştırmacılar tarafından ilginç bir sonuç olarak ifade edilmektedir, çünkü araştırmacılar birinci sınıf öğrencilerinin deneysel modeli kolaylıkla oluşturabileceklerini, rahatlıkla değişkenleri ortaya koyup bunları kritik edebileceklerini beklerken öğrenciler ancak deneysel modellemenin matematiksel modelin formüle edilmesi veya matematiksel problemin çözümü aşamalarına kadar gelebilmişlerdir. Öğrencilerin iyi bir teorik matematiksel modellemecisi olabilmesi için fiziksel durumları tartışmaları keşfetmeleri için cesaretlendirilmeleri ve başlangıçta veri toplama günlükleri alınmayabileceğini ifade etmişlerdir. Bir grup ise diğer üç gruptan farklı olarak ikinci sınıf derslerinde yer alan diferansiyel eşitlikleri direkt kullanarak problemin içine tartışmada ve araştırmada bulunmadan girmişlerdir. Çalışmada tüm fen bilimleri matematik ve mühendislik öğrencilerinin bir modelleme yaklaşımı belirleyerek okullarından mezun olmaları gerektiği ifade edilmektedir. Bu öğrenciler için modelleme becerisi geliştirmelerinde daha fazla probleme ihtiyaç olduğu ifade edilmiştir.

Bergman ve Bergsten (2010), matematiksel modelleme yardımıyla öğrencilerin muhtemel potansiyelini ortaya çıkarmak için İsveç’te öğrenim gören 7 öğrenci ile birlikte nitel bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışmalarında seçtikleri öğrencilerden üç grup oluşturmalarını istemişler ve her bir grubu farklı bir odaya koyarak odalara ses kayıt cihazları yerleştirmişlerdir. Çalışmada ayrıca öğrencilerin Fermi problemlerini çözerken aldıkları kısa notlar da araştırmacılara yardımcı olmuştur. Fermi problemlerinin karakteristik yapısı (okuma, model oluşturma, tahmin etme, hesaplama, geçerlilik, yazma) dikkate alınarak iki soru oluşturulmuş ve öğrencilere çözmeleri için verilmiştir. Bu sorular:

Empire State binası için

1. Asansörde yer alan gözlemciler ne kadar sürede binanın en üstüne çıkarır?

2. Bir kişi asansör yerine yürüyerek merdivenleri çıkmak istese ne kadar sürede üst kata çıkar? şeklindedir. Çalışma sonucunda öğrencilerin matematiksel modellemede yer alan çatı doğrultusunda fermi problemlerini ortaya koymuşlardır. Çalışmada geçerliliği arttırmak için geliştirilen model, yapılan tahminler ve yürütülen hesaplamalar sonuçları etkilemiştir. Bu ilişkiler ve bağlantılar aşağıdaki gibi ortaya koyulmuştur.



Şekil 7. Bergman ve Bergsten (2010) tarafından yürütülen matematiksel modelleme çalışmasındaki ilişki ve bağlantılar

Bu çalışmanın farklı birkaç yoldan da sürdürülebileceğini belirten araştırmacılar ilk olarak her bir grup üyesinin çalışmaya ne kadar katkı sağladığı ve çalışmada yer alan okumanın sadece okumak için mi veya dışsal bilgileri almak için mi yapıldığının araştırılabileceği belirtilmiştir.

Blomhøj ve Kjeldsen (2007), Danimarka’da üniversite birinci sınıf öğrencileri ile yürüttükleri çalışmalarında “modelleme etkinlikleri vasıtasıyla öğrencilerin matematiksel kavramlarını destekleyen etkinliklerdeki potansiyeller nasıl açığa çıkarılabilir?” sorusuna yanıt aramışlardır. Çalışmada kısaca yürütülen projenin içeriği tanıtılmış ve yapılan

pedagojik gözlemler ve gruplarla yürütülen konuşmalarla veriler ortaya konulmuştur. Ders 30 öğrenci ile birlikte biri bir, diğeri yarım saatten oluşan iki saatlik bölümler halinde iki dönem boyunca işlenmiştir. Çalışmada altı mini proje yürütülmüştür. Öğrenciler belirli bir listeden seçim yaparak projelerini yürütmüşler ve her bir projenin sonunda yazılı bir rapor oluşturmuşlardır. Dönem sonunda ise rasgele seçilen bir mini projeyi sunmuşlardır. Çalışmada ilk aşamada öğrencilere belirli integral kavramı teorik olarak tanıtılıp daha sonra göldeki CO₂ dengesi adlı çalışma yaptırılmıştır. Burada öğrencilere bir gölde bulunan CO₂'nin 24 saat içinde nasıl değiştiğine ait veriler verilmiş ve bunun için bir model belirlemeleri beklenmiştir. Çalışmada öğrencilere CO₂ değişimi gösteren bir grafik sunulmuştur. Daha sonra problem durumu ile ilgili yönlendirici sorulara öğrencilere yöneltilmiştir. Çalışma sonucunda öğrencilerin belirli integral kavramını önceki çalışmalara göre daha iyi anladıkları belirli integrali başka matematiksel modellemelere daha iyi uyguladıkları görülmüştür. Çalışma sonucunda öğrencilerin matematiksel modellemenin matematiği değişik yollardan anlamaları için fırsatlar sunduğu sonucuna ulaşılmış ve öğrencilerin matematiksel anlamalarını yansıtmaları için gerçek modellemeler kullanmaları önerilmiştir.

Ludwin ve Xu (2008), Çin'de ve Almanya'da öğrenim gören 9. sınıftan 11. sınıfa kadar olan ve yaşları 15 ile 17 arasında değişen öğrencilerin matematiksel modelleme yapabilme becerilerini karşılaştırmışlardır. Çalışmada tüm öğrencilere bir gerçek dünya problemi verilmiş ve bunu çözmeleri istenmiştir. Verilen problemde satıcıların ananası neden sarmal olarak soyduklarının matematiksel olarak açıklanması istenmiştir. Öğrencilere başlangıçta ananasın soyulması ile ilgili bir video gösterilmiş, sonrasında soru yöneltilmiş ve öğrenciler tarafından problemin çözülmesi istenmiştir. Ders sonunda öğrencilerin bilgilerini sınıfta arkadaşlarıyla paylaşmaları istenmiştir. Öğrencilerin çalışmaları 0 ile 5 arasında değişen bir dereceli puanlama anahtarı vasıtasıyla değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda Çin ve Alman öğrencilerin modelleme yapabilme becerilerinin çözümünde yakın ilişki bulunmuştur. Çin'de öğrenim gören öğrencilerin sınıf seviyesiyle modelleme yapabilme becerileri arasında oldukça önemli bir fark olmasına karşın Alman öğrencilerin sınıf seviyelerine göre başarıları arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır. Ayrıca modelleme yapabilme becerilerinde erkek öğrencilerin daha başarılı olduğu ortaya çıkmıştır. Çalışma sonucunda bu durumun ayrı bir araştırmada tekrar ele alınması önerilmektedir.

Aydın (2008), yürüttüğü tez çalışmasında Londra'da görev yapan öğretmenlerin hareketli nesne modellemesi, modelleme kullanımı ve matematik derslerinde kullandıkları modellemeleri günlük yaşantıları içinde kullanma durumlarını fenomenografik araştırma yöntemi ile araştırmıştır. Çalışmada İngiltere'de ortaöğretimde görev yapan iki İngiliz öğretmen, ilköğretimde çalışan bir Türk öğretmen ve yine İngiltere'de öğrenim gören 2 Türk öğrenci ile mülakatlar yürütülerek veriler elde edilmiştir. Çalışma sonucunda öğrencilerin matematiği gerçek dünyada fazla kullanmamalarına rağmen en çok alışverişte kullandıkları ortaya çıkmıştır. Öğretmenlerin ise matematiği günlük hayatla ilişkilendirmeye çalıştıkları ancak öğrencilerin ders geçme kaygısı nedeniyle çokta uygulayamadıkları ortaya çıkmıştır. Çalışma sonucunda eğitim fakültelerinde öğretmen adaylarına somut model kullanımı ile ilgili bilgi ve matematiksel modelleme derslerinin verilmesinin faydalı olacağı, öğrenilen derslerin öğretmen adayları tarafından okullarda uygulamalarının yapılmasının uygun olacağı önerilerinde bulunulmuştur.

Angell vd. (2008), Norveç'te ortaöğretimde öğrenim gören fizik öğrencileriyle 2003-2006 yılları arasında üç yıl süren bir proje çalışması yürütmüşlerdir. Araştırmacılar proje süresince 6 okulda 13 fizik öğretmeni ve 289 öğrenci ile fizikte deneysel matematiksel modellemeye uygun etkinlikler yürütmüşlerdir. Bu çalışmada, deney ve kontrol grubunda yer alan 500 öğrenciye uygulanan test ve sonuçları yer almaktadır. Araştırmacılar model ve modelleme yardımıyla fizikle ilgili etkinlikleri birleştirmeye odaklanmışlardır. Veriler öğretmenler ve öğrencilerle yürütülen gözlemler, mülakatlar ders deneyimleri ve kağıt kalem testleri ile toplanmıştır. Çalışma sonucunda fiziğin doğasının anlaşılmasında ve öğrenilmesinde modellemenin önemli bir süreç olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Fiziğin anlamlı öğreniminde modellemenin önemli bir etken olduğu görülmüştür. Başarı testinde ortaya çıkan önemli bir sonuç olarak; öğrencilerin fen bilimlerinin doğasını anlamaları öğrenme stratejileri ve sunumlarının birbirlerini etkileyerek başarılarına olumlu katkı yaptığı görülmüştür. Çalışmada, fizikte deneysel matematiksel modellemenin kullanılması ayrıca sınıf sunumlarında modellemenin tercih edilebileceği önerilmektedir.

Klymchuk vd. (2008), mühendislik öğrencilerinin ekoloji ve çevreyi daha yakından tanımaları, bunu günlük hayatlarında kısa ve uzun vadede kullanmaları için matematiksel modellemeye uygun iki aşamadan oluşan bir çalışma yürütmüşlerdir. Yürütülen çalışmada ilk aşamada Almanya ve Yeni Zelanda'da birinci sınıf öğrencilerine iki tane çevresel matematiksel modelleme etkinliği verilmiştir. Daha sonra çalışmayı tamamlayan her iki ülke öğrencilerine (N=147) çalışmanın kullanılabilir olup olmadığı, gelecekteki meslek

hayatlarıyla ilişkili olup olmadığı ve nedenleri sorulmuştur. İkinci çalışmada, özel durum çalışması doğrultusunda Yeni Zellanda'dan gelen öğretim elemanı tarafından Almanya'da öğrenim gören mühendislik öğrencilerine Matlab programı da kullanılarak disiplinler arası matematiksel modellemeye uygun bir ders düzenlenmiştir. Bu aşamada yürütülen projelerde öğrenciler bireysel, grup projelerini çözmüşler ve sınavlarda yer alan soruları yapmışlardır. İki yıl süren bu çalışmaya birinci yıl 11 ikinci yıl 14 öğrenci katılmıştır. Çalışmaya katılan öğrencilere bu çalışmanın mühendislik öğrencileri için uygun olup olmadığı sorulmuştur. Uygulamalar sonucunda üniversitede 2 ile 5. sınıflarda okuyan öğrenciler, birinci sınıfta okuyan öğrencilere göre matematiksel modellemenin mesleki yaşantıları için daha uygun olacağını belirtmişlerdir. Bu durumun onların deneyimlerinden ve matematiksel alt yapılarından kaynaklanabileceği ifade edilmiştir. Ayrıca ikinci çalışmada yer alan öğrencilere yapılan sınavda oldukça yüksek not aldıkları ortaya çıkmıştır. Çalışmada, matematiksel modelleme derslerinde öğretmenlerin geri bildirim dikkate alarak derslerini yürütmelerinin öğrencilerin başarıları yönünde olumlu etki yapacağı konusunda öneride bulunmuşlardır.

Özer-Keskin (2008), ortaöğretim Matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme bilgi, beceri ve görüşlerini belirlemek amacıyla yürüttüğü çalışmasında, açıklayıcı durum çalışması yöntemini (exploratory case study) kullanmıştır. Araştırmacı, Ankara'da bir devlet üniversitesinde okumakta olan 21 kişilik örneklem üzerinde çalışmasını yürütmüştür. Çalışmada, ön matematiksel modelleme beceri testinde üç soru ve son matematiksel modelleme beceri testinde üç soru hazırlanmış ayrıca öğrencilerin modelleme becerileri hazırlanan dereceli puanlama anahtarları vasıtasıyla incelenmiştir. Hazırlanan ön matematiksel modelleme görüş anketinde, matematiksel modelleme hakkındaki fikirleri, matematik konuları ve bilgisayar becerilerine ilişkin durumları araştırılmıştır. Kullanılan son matematiksel modelleme görüş anketinde, öğretmen adaylarının matematiksel modelleme hakkındaki bilgi ve görüşleri incelenmiştir. Ayrıca beş matematik öğretmen adayıyla mülakatlar yürütülmüştür. Çalışma sonucunda öğretmen adaylarının ön matematiksel modelleme beceri testinde sorulan gerçek dünya problemlerini çözemedikleri halde son matematiksel modelleme beceri testini çözdükleri ve dolayısıyla üniversite öncesi ve üniversitede aldıkları eğitimin matematiksel modelleme yapmaları için yeterli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca öğretmen adaylarının motivasyonları ve matematiğe olan tutumlarında artış olduğu ortaya çıkmıştır. Bununla birlikte teorik modellemede adayların modeli kurma, formülleştirme, çözme ve yorumlamada

zorlandıkları ve oluşturdukları modeli gerçek dünyaya uygulamada sıkıntılar yaşadıkları ortaya çıkmıştır. Çalışma sonucunda ilköğretimden üniversiteye kadar tüm kademelerde matematiksel modellemeye uygun etkinliklerin yapılması ve matematiksel modellemenin tüm derslerde kullanılması önerilmiştir.

Türker, Sağlam ve Umay (2010), öğretmen adaylarının öğretmen eğitimindeki modelleme yapabilme becerilerini belirlemek ve modelleme süreci hakkında görüşlerini almak için son sınıf matematik öğretmenliği programında okuyan 60 öğretmen adayıyla her biri 60 dakika olan dört tane modelleme etkinliği yürütmüşlerdir. Yürütülen etkinliklerin her biri analiz edilmiş, ayrıca dört öğretmen adayıyla yarı yapılandırılmış mülakatlar yürütmüşlerdir. Çalışma sonucunda öğretmen adaylarının gerçek hayatla ilgili problemleri başarılı bir şekilde çözemedikleri ve bunun yanında çözdükleri matematiksel problemleri gerçek dünyaya uygulamada sıkıntıları olduğu ortaya çıkmıştır. Öğretmen adaylarının tamamı günlük hayatta kullanılabilen matematiksel modellemeye uygun derslerin öğretmen yetiştirme programına uyarlanması gerektiğini düşünmektedirler.

Sağlam-Arslan ve Arslan (2010), fizik ve matematik arasındaki ilişki ve model oluşturma sürecini araştırdıkları çalışmalarında, öğretmen adaylarının fizik ve matematik arasındaki ilişkilerinin tanımlamak ve fizikte matematiği kullanarak modelleme yapabilme becerilerini açığa çıkarmayı amaçlamışlardır. Fizikte Matematiksel Yöntemler ve Diferansiyel Denklemler derslerini almış ve başarılı olmuş 24 öğretmen adayına araştırmacılar tarafından oluşturulmuş iki bölümden oluşan bir matematiksel modelleme başarı testi uygulanmıştır. Testin ilk bölümü 3 sorudan oluşmakta ve bu bölümde öğrencilerin fizik ve matematik arasındaki ilişkilerini belirlemeye yönelik sorular yöneltilmiştir. Testin ikinci bölümü ise öğrencilerin model oluşturmadaki becerilerini ortaya çıkarmak için hazırlanmıştır. Çalışma sonucunda fizik öğretmen adaylarının fizikte matematiğin rolünü vazgeçilmez, gerekli ve faydalı olarak üç grupta ifade etmişlerdir. Bu durum fizik ve matematik arasında güçlü bir ilişki olduğunu ortaya koymaktadır. Çalışmada öğretmen adaylarının fizikte matematiğin rolünü belirlerken oldukça indirgeyici davrandıkları ve matematiği problemleri çözmeye basit bir araç olarak gördükleri ortaya çıkmıştır. Oluşturulan modellerde, öğretmen adaylarının modeli ortaya koymada ciddi sorunlarla karşılaştıkları orta çıkmıştır. Mevcut ders kitapları incelendiğinde teorik modellemenin kullanıldığı görülmüş, ayrıca öğrenciler tarafından çözülen sorularda da teorik modelleme yöntemi tercih edildiği ortaya çıkmıştır. Çalışmanın sonunda model ve modelleme sürecinin bir amaç olarak ele alınabileceği önerilmektedir.

White (2006), tarafından yürütülen çalışmada matematiksel modelleme çalışmaları, grafik çizim makinesi ve kullanımı tanıtılmış, bu durumun pedagojik yönüne vurgu yapılmış, matematiksel modelleme açıklanmış ve bunu grafik hesabı ile birleştiren etkinlik tasarlamıştır. Tasarlanan etkinlikte birinci aşama olan gerçek dünya probleminde bir bilgisayar virüsünün bilgisayarları tehdit ettiği anlatılmış ve virüsün yayılma grafiğinin çizilmesi beklenmiştir. Kabullenmelerin yapılması aşamasının genellikle sınıf tarafından yapılmasına karar verilmesi önerilmektedir. Matematik probleminin formüleleştirilmesinde verinin tablo haline dönüştürülmesi ve öğrencilerin matematiksel modellemeye karar vermeleri gerekmektedir. Matematiksel problemin çözümünde grafik çizim makinesi yardımı ile veri noktalarını da kullanarak eğriye en yakın çizim noktalarını oluşturacaklardır. Çözümün yorumlanmasında çizilen grafik yardımı ile öğrencilerin 100, 1000 ve 10000 makinenin en az ne kadar sürede etkilendiğini tahmin etmeleri istenebilir. Modelin doğrulanmasında öğrenciler elde ettikleri eğriyi özetleyip gerçek veri ile kendi elde ettikleri sonuçları karşılaştıracaklardır. Yine bu aşamada sınıf ikinci aşamaya dönüp kabullenmelerini gözden geçirerek döngüyü farklı bir yoldan yeniden oluşturabilir. Son aşama olan raporun oluşturulmasında öğrencilerin hükümete virüsün önüne geçilmesi için bir rapor hazırlayacakları belirtilmektedir. Çalışma sonucunda bu şekilde yürütülen derslerle öğrencilerin sınıfta sosyalleşmelerinin sağlanabileceği, aktif, anlamlı ve işbirlikçi öğrenmenin sağlanabileceği, kritik düşüncülerinin gelişeceği ve problem çözmede daha yaratıcı ve istekli olacakları belirtilmiştir.

1.7.8. Hareket Ünitesi Kullanılarak Yürütülen Çalışmalar

Hareket ünitesi kullanılarak yürütülen çalışmalar oldukça fazla çeşitlilik arz etmektedir. Birçok çalışmada, öğrencilerin kavram yanılgıları, yapılandırmacı öğrenme kuramı, hareket ünitesine yönelik tutumları genellikle araştırılan konular arasında ön sıraları almaktadır. Bu kısımda, hareket ünitesi kullanılarak yürütülen disiplinler arası çalışmalar ve matematiksel modelleme çalışmaları üzerinde durulacaktır.

Park vd. (2002), dokuzuncu sınıf öğrencileri için scooter etkinlikleriyle birleştirilmiş fen bilimleri, matematik ve teknoloji çalışması yürütmüşlerdir. Üç gün süren çalışmada, matematik ve fen bilimlerindeki temel kavramları öğretmek amacıyla el aktiviteleri ve güncel yaşamla ilişkili sorular yer almıştır. Sonuçta öğrencilerden matematik kavramlarından hesap ve oran orantı, bunun yanında fen bilimlerinde güç, hareket, hız ve

ivme kavramlarını öğrenmeleri beklenmiştir. Öğrenciler çalışmada iki farklı scooter'ı düz zeminde sürdükten sonra ortalama hızını hesap etmişlerdir. Yürüttükleri çalışmayı videolara kaydetmiş daha sonra bunları bilgisayara aktararak gerekli analizleri ve grafiksel işlemleri yapmışlardır. Çalışma, gruplarla yürütülmesine rağmen öğrenciler bireysel raporlarla değerlendirilmiştir. Çalışmada, öğrencilerin ilgilerinin arttığı, ilk elden deneyim kazandıkları ve işbirlikçi öğrenmenin gerçekleştiği vurgulanmıştır. Buna karşın öğrenciler, yapılandırmacı öğretim çerçevesinde fen bilimleri ve matematiği birleştirmede zorlanmışlardır. Çalışma sonucunda scooter'ın aynı etkinliğin rampadan aşağı hızlanmasıyla veya kayak, bisiklet veya oyuncaklarla da yapılabileceği önerilmektedir.

Carrejo (2004), yürüttüğü çalışmada öğretmen adaylarının standart eşitlikleri önemsemeyerek matematiksel modellemeyi dikkate alıp model oluşturmalarını hedeflemiştir. Araştırmacı, başlangıç aşamasında öğretmen adaylarının durumlarını incelemek ve var olan durumu anlamak için araştırma temelli yaklaşımla farklı disiplinlerde öğrenim gören yirmi üç öğretmen adayıyla çalışmıştır. Doğrulama çalışmasında ise fen bilimleri ve matematik eğitimi alanında öğrenim gören ve fizik dersine devam eden 16 öğretmen adayıyla çalışmasını sürdürmüştür. İlk çalışma Teksas üniversitesinde üç haftalık yaz programı çerçevesinde uygulanmıştır. Fizik dersleri ilk hafta elektrik devrelerine, ikinci hafta optik konularına, son hafta da kinematik konularına ayrılmıştır. İkinci çalışma, 14 haftalık dönem içi çalışmada yine aynı üniversitede yürütülmüştür. Kinematik ünitesi dönemin son ünitesi olarak beş haftalık bir süreçte haftada iki gün ve en az üç saatlik sürelerde sürdürülmüştür. Kinematik ünitesi için ayrılan beş günde on beş etkinlik yürütülmüştür. Fakat çalışmada bu etkinliklerden dokuz tanesi çıkarılmış her iki uygulamada da beş tanesi incelenmiştir. Bu etkinlikler, 1. Hareketin tanımlanması (etkinlik 1), 2. Sabit hızlı hareket a) Sabit hızın ölçülmesi (etkinlik 2), b) sabit hız için bir model geliştirilmesi, 3. İvmeli hareket a) hızölçer ile ivme (etkinlik 4), b) ivmeli hareket için bir model geliştirme (etkinlik 5) şeklindedir. Etkinlikler, üç-dört kişilik gruplar halinde yürütülmüş ve her bir etkinlikten sonra sınıf tartışmaları sürdürülmüştür. Çalışma temellendirilmiş kuram temel alınarak yürütülmüştür. Veriler, genellikle tüm sınıfın veya grupların gözlenmesinden elde edilmiştir. Ayrıca araştırmacının yansıtmaları ve mülakatlar, alan notları da nitel verilere katkı sağlamıştır. Çalışmada ayrıca hareket ünitesini içeren bir test, adaya ön ve son test olarak uygulanmıştır. Veriler analiz edilirken birinci çalışmadan elde edilen veriler kodlanmış, kategoriler oluşturulmuş, ikinci çalışmadan veriler elde edilip birinci çalışmadaki kodlar ve kategorilerle karşılaştırılmış,

model oluşturulmuş ve teori ortaya koyulmuştur. Öğrencilerin hız ile ilgili soruları çözerken kullandıkları yöntemler; matematik dersleri temelli, fizik dersleri temelli ve hız konusunu tarihsel gelişimine uygun olarak yürütülen çalışmalar olarak ifade edilmiştir. Çalışma sonucunda, iyi bir matematiksel modelin gerçek dünyadaki bir durumu tam ve doğru olarak açıklayıp açıklanmamasına bağlı olduğu ifade edilmektedir. Bunun iki şekilde olacağı belirtilmiştir. İlki öğrencilerin matematik ve gerçek dünya arasındaki ilişkiyi ön planda tutmaları ve bu doğrultuda öğrenimlerine devam etmeleri, ikincisi ise öğrencilerin düşünce tarzlarının belirlenmesi ile öğrenmeleri arasında bağlantı kurulmasına vurgu yapmaktadır. Bu durumun gelişmesinde de matematiksel modellerin daha derin bir kavramsal anlamayı sağlayacağı ifade edilmektedir. Öğretmen inançları ve model algıları öğrencilerin öğrenme sonuçlarını etkilemektedir. Öğretmenlere matematik ve fizik arasında öğrencilerin anlamalarını arttırmak için bağlantı kurabilecekleri ve oluşturabilecekleri önerilmektedir.

1.7.9. Disiplinler Arası İlişkilendirme, Matematiksel Modelleme ve Hareket Ünitesi Üzerine Yürütülen Literatürün Değerlendirilmesi

Bu kısımda, disiplinler arası ilişkilendirme, matematiksel modelleme ve hareket ünitesi üzerine yürütülen deneysel ve teorik çalışmalar ele alınarak değerlendirilmiştir.

1. Çalışmalarda genellikle disiplinlerden biri temele alınarak bu doğrultuda diğer disiplinlerle ilişkilendirmenin yapıldığı ortaya çıkmaktadır (Ogunsola-Bandele, 1996; Hurley ve Normandia, 2005; Lyublinskaya, 2006; Kıray, Önal ve Kaptan, 2007; Kıray, Önal ve Demirel, 2007). Yani herhangi tek bir disiplin merkeze alınmakta ve bu doğrultuda diğer disiplin veya disiplinler merkezdeki disiplinin içine ders aşamaları boyunca entegre edilmektedir. Bu durum bazen sadece fizik ve matematik gibi belirlenen iki disiplin arasında yapılırken (Aziz, 1988; Saeki, Ujii ve Tsukihashi, 2001; Ashmann, Zawojewski ve Bowman, 2006; Lyublinskaya, 2006; Girod, 2007) bazen de merkezde bir disiplin etrafında birkaç disiplinden (Haynie ve Greenberg, 2001; Merrill, 2002; Crowe ve Boston, 2004; Engstrom, Boulton, ve Wurzelbacher, 2004; Watts, 2005; Wood, 2005; Eves vd., 2007; Porenza, 2007) yararlanarak, örneğin fizik etrafında matematik, kimya, biyoloji, coğrafya gibi dersleri de kullanılarak etkinliklerin hazırlanması şeklinde yapılmaktadır.

2. 1990'lı yıllardan önce yürütülen çalışmalarda, disiplinler arası çalışmalar yapılırken uygulamada daha çok davranışçı kuramlar kullanılarak dersler yürütülmüştür (Aziz, 1988). Oysa özellikle 1990'lı yıllardan sonra yürütülen çalışmalarda ise öğrenci merkezli yaklaşımların ön plana çıkması ile yürütülen derslerde de öğrenci merkezli disiplinler arası yaklaşımın etkileri görülmektedir. Bu yaklaşımlarda disiplinler arası proje çalışmaları (Wescott ve Leduc, 1994; Haynie ve Greenberg, 2001; Merril, 2002), disiplinler arası problem çözme çalışmaları (Kıray ve İlik, 2007; Lankard, 1993), disiplinler arası araştırma çalışmaları (Crowe ve Boston, 2004; Murrow, 2004; Watts, 2005), standart-temelli öğrenme (Ernst, Taylor ve Peterson, 2005), bütünleştirici öğrenme kuramı (Aydın ve Balım, 2005) ve fizikte matematiksel modellemenin kullanılması (Carrejo, 2004; Chaachoua ve Saglam, 2006; Carrejo ve Marshall, 2007; Marshall ve Carrejo, 2008) şeklinde uygulamalar vardır. Bu nedenle oluşturulan etkinliklerde hem davranışçı kuramların ve bilişsel kuramların etkilerinin disiplinler arası entegrasyonda kullanıldığı ortaya çıkmaktadır.
3. Fen Bilimleri ve Matematik dersleri ve bunların ilişkilendirilmesi belirli kategorilere ayrılmıştır (Huntley, 1998; Huntley, 1999). Bu kategorilerden biri matematik ağırlıklı fen bilimleri dersleridir. Literatür incelendiğinde matematiği temele alıp bu doğrultuda yürütülen çalışmaların yok denecek kadar az olması da bu alandaki eksikliklerden biri olarak ifade edilebilir (Lyublinskaya, 2006). Buna karşın diğer branşlarda yürütülen çalışmalarda ise matematiğin etkilerini görmek mümkündür. Ayrıca disiplinler arası yürütülen çalışmalarda Fen Bilimlerinin kendi içerisindeki branşlarla entegrasyonu da sık sık başvurulan ilişkilendirme yöntemlerinden biridir (Gürdal, Şahin ve Bayram, 1999; Aydın ve Balım, 2005). Örneğin enerji konusunda fizikte yürütülen bir çalışma kolaylıkla kimya veya biyoloji ile de ilişkilendirilebilmekte ve bu alanların da enerji ünitesi ile ilişkisi açıklanabilmektedir.
4. İlişkilendirilerek yürütülen çalışmalarda öğrenciler Fen Bilimleri ve diğer disiplinler arasında bağlantı kurarak hem çevrelerini daha iyi anlamakta hem de farklı disiplinler hakkında bilgi sahibi olmaktadır. Bu şekilde yürütülen çalışmalar sayesinde öğrenciler farklı branşlar olarak görünen fen bilimlerini, matematiği ve diğer disiplinleri ilişkilendirerek daha yakından tanıma fırsatı bulmaktadırlar (Haynie ve Greenberg, 2001; Park vd., 2002; Crowe ve Boston,

2004; Ernst ve Ellis, 2005; Watts, 2005; Wood, 2005; Eves vd., 2007; Potenza, 2007). Bu nedenle ilişkilendirilerek yürütülen çalışmanın fen bilimleri ve matematik eğitimi alanındaki kopukluktan doğan boşluğu doldurup öğrencilerin ilgi ve başarıları üzerindeki etkilerinin artacağı düşünülmektedir.

5. Disiplinler arası yürütülen çalışmalar incelendiğinde özellikle orta okullarda fizik ve matematik derslerinin tamamıyla birleştirilerek öğretilmesi (Aziz, 1988), birleştirilmiş müfredatı etkileyen diğer etkenlerin araştırılması (Lewis ve Shaha, 2003), öğretmenlerin matematik sınıflarında laboratuvar etkinlikleri, gösteri deneyleri ve sınıf egzersizleri yapılabileceği (Lyublinskaya, 2006), program geliştirme uzmanlarının her iki disiplindeki kavramları başlangıçta net bir şekilde ortaya koyması (Kıray, Önal ve Demirel, 2007) ve öğretmenlerin her iki alanda (fen bilimleri, matematik) da bilgi sahibi olmaları ve konuların eş zamanlı olarak yürütülmesi (Kıray, Önal ve Kaptan, 2007) önerilmektedir.
6. Yapılan çalışmalar incelendiğinde genelde deneysel araştırma deseninin kullanıldığı (Aydın ve Balım, 2005; Özkök, 2005), ancak deneysel çalışmalarda çoğunlukla nitel veriler topladığı belirlenmiştir (Carrejo, 2004; Wallace ve Ellerton, 2004; Lyublinskaya, 2006; Eves vd., 2007; Carrejo ve Marshall, 2007). Bu bağlamda yürütülen çalışmada nicel veriler kullanılarak alana katkı sağlamak düşünülmektedir.
7. Matematiksel modellemeye uygun olarak yürütülen çalışmalara bakıldığında çalışmaların genellikle öğrencilerin modelleme yapabilme becerileri üzerine yoğunlaştığı görülmektedir (Lingefjärd ve Holmquist, 2005; Blomhøj, 2007; Jensen, 2007; Angell vd., 2008; Blum ve Borromeo-Ferri, 2009). Yapılan çalışmalarda öğrencilerin modelleme yapabilme becerileri incelenerek bu konuda belirli sürelerde modelleme yapabilme becerilerinin gelişimine bakılmaktadır. Yürütülen testler de modelleme yapabilme becerileri temel alınarak incelenmektedir (Zbiek ve Conner, 2006; Özer- Keskin, 2008; Ärlebäck, 2009). Soru cevap testleri ile öğrencilerin akademik başarıları üzerinde çok fazla durulmamakta ve öğrenci başarıları bu yönde incelenmemektedir. Bu nedenle yürütülen çalışma hazırlanan açık uçlu testlerle matematiksel modellemenin öğretmen adaylarının başarıları üzerine etkileri araştırılmıştır.
8. Matematiksel modelleme kullanılarak yürütülen çalışmalarda dikkat çeken bir başka önemli nokta ise ilköğretimden üniversite düzeyine kadar tüm öğrenci

düzeyleri kullanılarak modelleme çalışmalarının yürütülmüş olmasıdır (English, 2007; Bowman, 2007; Ikahata, 2007; Stillman, Brown ve Galbraith, 2007; Angell vd., 2008; English, 2010; Doruk, 2010).

9. Matematiksel modelleme etkinliklerinin yürütülmesinin bir diğer nedeni ise öğrencilerin günlük hayatla matematiği ilişkilendirmelerine katkı sağlamak olarak ifade edilebilir (Gross ve Knauer, 1982; Ang, 2007; Ang, 2010; Doruk, 2010; Gerofsky, 2010). Yürütülen çalışmalarda da böyle bir eksikliğin var olduğu açık bir şekilde ifade edilmektedir. Öğrencilerin günlük hayatla ilişkilendirme yapabilmelerinde kendilerine katkı sağlayacak bir yöntemin de matematiksel modelleme olduğunun belirtilmesi ve matematiksel modelleme kullanılan derslerde öğrencilerin günlük hayatla matematiği ilişkilendirme düzeylerinde artma olduğu (Blomhoj ve Jensen, 2003; Zbiek ve Conner, 2006) ortaya çıkan en önemli sonuçlardan biri olarak dikkat çekmektedir.
10. Yürütülen çalışmalarda öneri olarak genellikle modelleme etkinliklerine verilen önemin artması noktasına vurgu yapılmaktadır. Matematiksel modelleme etkinliklerinin okullarda çok fazla uygulanmadığı ve öğrencilerin bu konuda yetersiz olduğuna vurgu yapan çalışmalar bu konuya önemin daha da artması gerektiğini öneriler bölümünde sıklıkla ifade ederek matematiksel modelleme etkinliklerine müfredatlarda ve derslerde daha fazla yer verilmesini ifade etmektedirler (Özer- Keskin, 2008, Doruk, 2010).
11. Hareket ünitesi üzerine yürütülen çalışmalar çeşitlilik arz etmesine karşın matematiksel modelleme kullanılarak yürütülen çalışmaların az oluşu (Carrejo, 2004) bu konuda dikkat çeken eksikliklerden biri olarak ifade edilebilir. Matematiksel modelleme etkinlikleri dışında literatürde oldukça fazla hareket ünitesi üzerine çalışmalar bulunmaktadır (Ivowi, 1984; Levin, Siegler ve Druyan, 1990; Marrongele, 2001; Park, 2004; Demirci, 2005; Soner, 2006; Yıldız vd., 2007; Bozdoğan ve Demirbaş, 2009; Obaidat ve Malkawi, 2009; Eryılmaz ve Tatlı, 2000)
12. Buna karşın matematiksel modelleme veya disiplinler arası yürütülen çalışmalarda mekanik konularının önemli bir yer teşkil ettiği bu konuda yürütülen çalışmaların içeriklerinin farklı mekanik ünitelerinin olmasıyla çeşitlilik ortaya koyduğu görülmektedir (Hickman, 1986; Doerr ve Tripp, 1999; Holding vd., 2007; Zavala,

Alarcon ve Benegas, 2007; Angell vd., 2008; Yıldız vd., 2007; Bozdoğan ve Demirbaş, 2009).

13. Yürütülen çalışmaların bir kısmında ise sadece modelleme yapabilme becerileri ön planda tutularak ünite seçimine çok önem verilmemiş, modelleme becerisi gelişimi dikkate alınmıştır Bunun sonucu olarak ta her üniteden bir veya birkaç örnek alınarak modelleme becerilerini irdeleyen çalışmalar ortaya koyulmuştur (Özer- Keskin, 2008; Sağlam- Arslan ve Arslan, 2010).

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

Bu çalışmada, üniversite birinci sınıf Fen Bilgisi Öğretmeliği Programı öğretmen adayları ile Doğrusal ve Düzlemde Hareket ünitelerinde matematiksel modelleme kullanılarak ilişkilendirilen Fizik derslerinin öğretmen adaylarının öğrenmeleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Bu bölümde, çalışmada kullanılan yöntem, örneklem, veri toplama araçları, verilerin analizi, geçerlik ve güvenilirlik çalışmaları, geliştirilen öğretim materyalleri, uygulama süreci, öğretmen adayı etkinliklerinin geliştirme ve değerlendirme sürecine ilişkin bilgiler sunulmuştur.

2.1. Araştırmanın Yöntemi

Başlangıç noktası araştırma temelli kabullenmeler olan teorik perspektifler araştırmanın nasıl yürütüldüğünden, araştırmacı rolünden ve üretilen bilgi çeşitlerinden etkilenmektedir (Swanwick, 2010). Bu nedenle eğitim felsefesinde yer alan ontolojik ve epistemolojik kabuller; gerçeği, bilginin ne olduğunu, nasıl öğrenildiğini, öğretildiğini ve üretildiğini açıklamaya çalışırlar (Tezci ve Uysal 2004). Uzun yıllar özellikle fen bilimleri alanında kullanılmakta olan ve bu alanın etkisi üzerine kurulan pozitivist felsefe (Anderson, 1998; Glinder ve Morgan, 2000; Yılmaz ve Oğuz, 2005; Burton ve Bartlett, 2009) başta doğa bilimleri olmak üzere tüm bilim dallarında ve buna bağlı olarak ta eğitim bilimlerinde önemli etkiler yapmıştır (Şahin Fırat, 2006). Bu tür çalışmalarda deneysel desen tercih edilir, nicel veriler kullanılır ve istatistiksel yöntemlerle analiz yapılır (Glinder ve Morgan, 2000). Ayrıca pozitivist yaklaşım deney ve gözlemlere ve bunların oluşturduğu sonuçlar üzerine odaklanır (Anderson, 1998; Tezci ve Uysal, 2004; Şahin Fırat, 2006).

Araştırılacak konu sebep sonuç ilişkisi içerisinde incelenecekse buna en uygun yöntemin deneysel yöntem olduğu bilinmektedir (Çepni, 2005). Deneysel yöntem ilk olarak fen bilimleri alanında kullanılmasına rağmen zamanla sosyal bilimlerde de sık sık kullanılan bir yöntem olarak yerini almıştır (Wellington, 2000; Altunışık vd., 2005). Bu yöntem uygulanırken kontrol grubuna herhangi bir müdahale yapılmadan deney grubu üzerinde çalışmalar yürütülür. Araştırma neticesinde deney ve kontrol gruplarına uygulanan istatistiksel yöntemlerle çalışmanın etkililiği araştırılır.

Tam deneysel yöntemde iki grubun birbirinden farklılıklarının tam olarak bilinmemesi ve basit deneysel yöntemde grubun bir kontrol grubuyla karşılaştırılmayıp ilerlemenin belirlenmemesinden, yarı deneysel yöntem eğitim araştırmalarında sıklıkla kullanılan yöntemler arasında yerini almıştır (Robson 1998). Yarı deneysel yöntemin en önemli avantajları araştırma yapılacak kişiler üzerinde kontrol sağlanması çok güç olması ve sınıflara herhangi bir müdahale yapılamadığı için onların gerçek yaşam ortamları olan sınıflarda derslerin yürütülmesinin amaçlanmasıdır (Ekiz, 2003). Burada eşlenmemiş gruplara ön test son test uygulamasının ön test, son test kontrol gruplu deneysel modelden tek farkı grupların seçkisiz belirlenmemesidir (Muijs, 2004; McKay, 2007; Karasar 2007; Mohanty, 2008). Bu çalışmada, ilgili literatürde belirtilen eşit olmayan gruplar-ön test ve son test yarı deneysel çalışma deseni kullanılmış (McKay, 2007; Cohen vd., 2007; Berg ve Latin, 2008; Cottrell ve McKenzie, 2011), deney ve kontrol gruplarına ön test uygulanmış, kontrol grubu normal ders sürecini yürütürken deney grubuna müdahalede bulunulmuş ve tekrar her iki gruba son test uygulanmıştır.

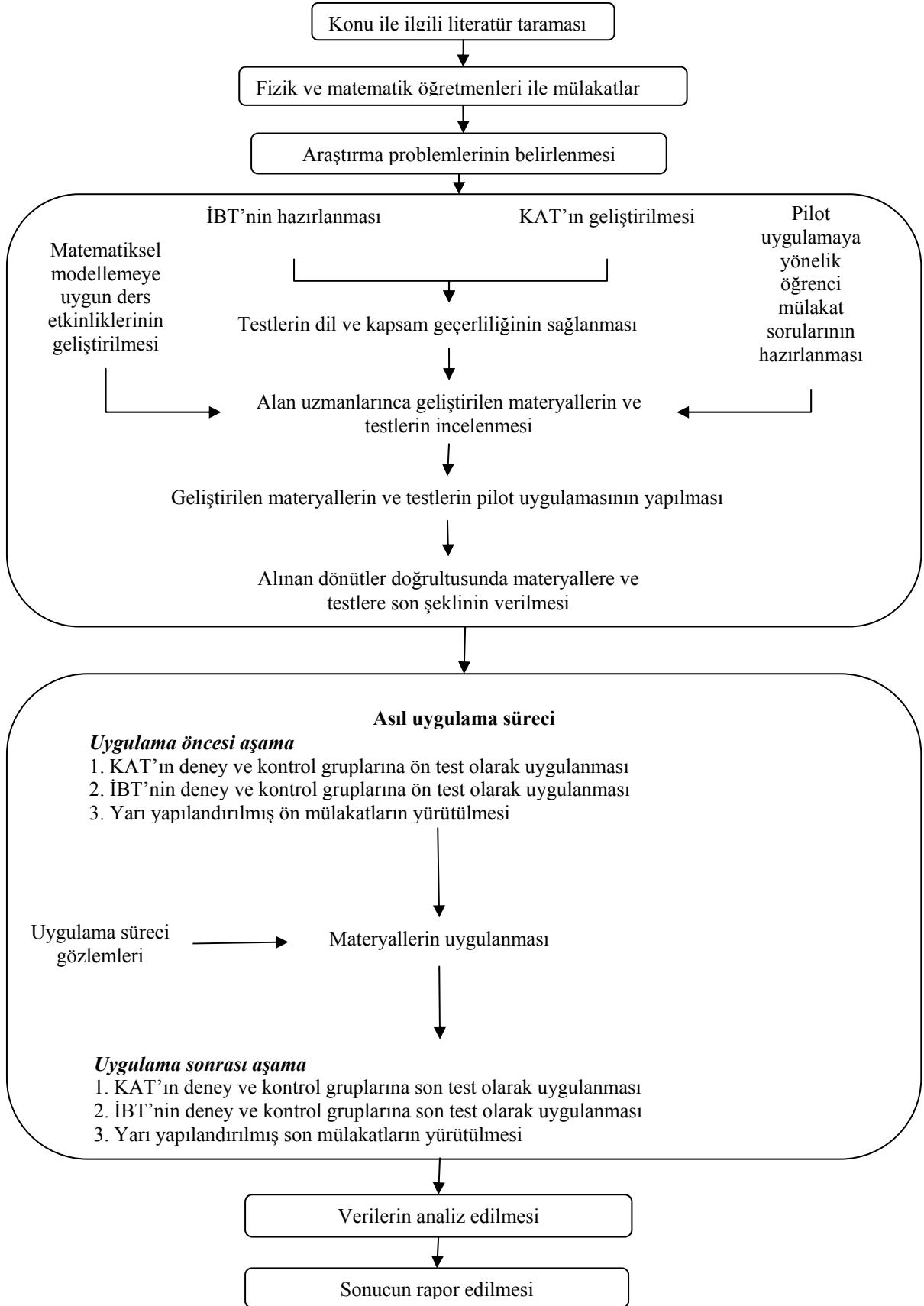
2.2. Araştırmanın Tasarlanması

Bu kısımda, çalışmanın tasarımı tanıtılmaktadır. Çalışmaya ilk olarak literatürün taranması ile başlanmıştır. Bu kapsamda genelde disiplinler arası ilişkilendirme üzerine yürütölen çalışmalar ve özeldde bu çalışmanın kapsamında olan fizik ve matematik derslerinin ilişkilendirmesi ile ilgili araştırmalar incelenmiştir.

Çalışmanın sonraki aşamasında ortaöğretim okullarında görev yapan farklı deneyime sahip fizik ve matematik öğretmenleri ile görüşmeler yürütölmüştür (Ek 11: Öğretmenlerle Yürütölen Mülakatlarda İlişkilendirmede Kullanılabilecek Üniteler). Yürütölen görüşmelerde fizik ve matematik derslerinin ilişkilendirilmesinde hangi ünite veya konuların tercih edileceği ve ilişkilendirmede kullanılabilecek yöntemlerin neler olabileceğine dair sorular sorulmuştur. Öğretmenlerle yapılan ön mülakatlardan elde edilen veriler analiz edilmiş ve literatürden elde edilen sonuçlar arasında bazı benzerliklere rastlanmıştır. Yürütölen mülakatlarda öğretmenlerin ifade ettiği fizik ve matematik derslerinin ilişkilendirilmesine ilişkin verilerin analizi dört ana tema altında toplanabilir; 1) somut örneklerin verilebileceği, 2) her iki branşı içeren ilişkili soruların sorulabileceği, 3) öğrencilerin disiplinler arası araştırmalara yönlendirilmesi, 4) farklı disiplinlerdeki öğretmenlerin koordineli çalışması veya zümre öğretmenleriyle işbirliği. Bunlara ek olarak

yapılan literatür taraması sonucu, disiplinler arası proje çalışmaları, fizikte problem çözme yöntemlerinin kullanılması ve matematiksel modelleme disiplinlerin birbirleriyle ilişkilendirmelerinde sık sık başvurulan yöntemler olduğunu ortaya koymuştur (Baki, 2006; Carrejo, 2004; Carrejo ve Marshall, 2007; Eves vd., 2007; Greenberg ve Haynie, 2001; Kıray ve İlik, 2007; Marshall ve Carrejo, 2008; Merril, 2002; Özer Keskin, 2008, Park vd. 2002). Öğretmenlerle yürütülen mülakatlarda, ortaöğretim fizik konularının her birinin matematik ile ilişkilendirilebileceği, ancak disiplinler arası ilişkilendirmeye en uygun ünitenin hareket ünitesi olduğu belirlenmiştir.

Mevcut literatür incelenerek fizik ve matematik derslerinin ilişkilendirilmesinde matematiksel modelleme yaklaşımı kullanılmasına ve öğretmenlerin görüşleri doğrultusunda matematik ve fizik konularının ilişkilendirilebileceği en uygun konunun, doğrusal ve düzlemde hareket üniteleri olduğuna karar verilmiştir. Şekil 8 bu çalışmanın tasarımı ve uygulanma sürecini şematik olarak göstermektedir.



Şekil 8. Çalışmanın akış şeması

2.3. Çalışmanın Evren ve Örneklemi

Çalışmanın evrenini 2009- 2010 eğitim öğretim yılı güz yarıyılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Fatih Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği 1. sınıfta öğrenim gören ve Genel Fizik I dersini alan öğretmen adayları oluşturmaktadır. Örneklem ise aynı dönem içerisinde bu programda yer alan bir sınıfın rastgele olarak belirlenmesi ve sınıf içerisinde deney ve kontrol gruplarının yine rastgele olarak atanmasından oluşturulmuştur.

Tablo 3’de de görüldüğü gibi, çalışmada ilk olarak, ilişkilendirmeye en uygun yöntemin ve ilişkilendirmede kullanılacak konunun belirlenmesi için üç fizik ve üç matematik öğretmeni ile mülakatlar yürütülmüştür. Çalışmanın pilot uygulama sürecinde gönüllülük esas alınarak KAT’a 20, İBT’ye 18, tasarlanan öğretim materyallerinin pilot uygulamasına 14 ile 22 arasında değişen sayıda öğretmen adayı katılmıştır.

Çalışmanın asıl uygulamasında örneklem, bir listeden basit rasgele örneklem seçimi yöntemi dikkate alınarak belirlenmiştir (Çepni, 2007). Belirlenen sınıf listesi iki yarıya bölünmüş ve bu gruplardan birisi rasgele olarak deney, diğer grup ise kontrol grubu olarak nitelendirilmiştir. Tablo 3’de ön çalışma, pilot uygulama ve asıl uygulamadaki çalışma grupları hakkında bilgi sunulmaktadır.

Tablo 3. Çalışmanın örnekleme ve yürütülen çalışmalar

Yapılan Çalışma	Örneklem	Sayı	Uygulama Zamanı
İlişkilendirme üzerine yürütülen mülakatlar	Fizik ve matematik öğretmenleri	6	2007-2008 Bahar yarıyılı
KAT’ın Pilot Uygulaması	Pilot uygulama öğretmen adayları	18	2008-2009 Bahar yarıyılı
İBT’nin Pilot Uygulaması	Pilot uygulama öğretmen adayları	20	2008-2009 Bahar yarıyılı
Matematiksel modellemeye uygun olarak geliştirilen ders etkinliklerinin pilot uygulamaları	Pilot uygulama öğretmen adayları	14-22	2008-2009 Bahar yarıyılı
Asıl uygulama için KAT ve İBT ön testlerin yapılması	Deney grubu öğretmen adayları	23	2009-2010 Güz yarıyılı
	Kontrol grubu öğretmen adayları	22	
Öğretmen adaylarıyla ön mülakatların yapılması	Deney grubu öğretmen adayları	4	2009-2010 Güz yarıyılı
	Kontrol grubu öğretmen adayları	4	
Asıl uygulama için KAT ve İBT son testlerin yapılması	Deney grubu öğretmen adayları	23	2009-2010 Güz yarıyılı
	Kontrol grubu öğretmen adayları	22	
Öğretmen adaylarıyla son mülakatların yapılması	Deney grubu öğretmen adayları	10	2009-2010 Güz yarıyılı

Asıl uygulama sürecinde KAT ve İBT'ye deney grubundan 23, kontrol grubundan ise 22 öğretmen adayı katılmıştır. Çalışma sürecinde ön mülakatlar deney grubundan 4, kontrol grubundan 4 öğretmen adayı ile son mülakatlar ise sadece deney grubundan 10 öğretmen adayı ile yürütülmüştür. Son mülakatlarda öğretmen adayları grupta etkin görev almamaları, grup arkadaşlarından bağımsız davranmaları, derslere aktif olarak katılmaları veya derste ders dışı uğraşlarla ilgilenmeleri nedenlerine bağlı olarak her gruptan bir kişi olacak şekilde tercih edilmiştir. Öğretim materyali ise deney grubunda yer alan 17 ile 23 sayısı arasında değişen öğretmen adayına uygulanmıştır.

2.4. Araştırmada Kullanılan Veri Toplama Araçları

Bu kısımda, çalışmada veri toplama araçları olan İBT, KAT, yapılandırılmamış gözlemler, yarı yapılandırılmış mülakatlar ve öğretim materyali hakkında bilgi verilmektedir.

2.4.1. Başarı Testi

Öğrenmede öğrenci başarısını ölçmek için çeşitli ölçme araçları kullanılmaktadır. İyi bir test hazırlamak için test geliştiricilerin “Niçin ölçme yapılacak?, Ne ölçülecek? Ve Nasıl ölçülecek sorularına cevap bulmaları gerekmektedir (Gültekin, 2000).

Öğrenci başarısını ölçmek için hazırlanan açık uçlu sorularla sınavlarda tüm düzeydeki beceriler sınanabilmekte ve birçok beceriyi ölçebilme açısından uygulayıcılara kolaylık sağlamaktadır (Kempa, 1986). Bu tür sınavlarda öğrenciler organize etme, birleştirme ve kendini ifade etme gibi becerileri kullanırlar ve öğretmenlerin de bu sınavlar yardımıyla düşünce yapılarını, kavram yanılgılarını ve ne kadar anladıklarını ölçmeleri diğer sınavlara oranla daha kolay olmaktadır (Ogan Bekiroğlu, 2004). Bu çalışmada, İBT ve KAT ön ve son test olarak kullanılmış, izleyen kısımda bu testler ve geliştirilme süreçleri hakkında bilgi sunulmaktadır.

2.4.1.1. İşlemsel Başarı Testi (İBT)

Bu çalışmada, hazırlanan materyalin öğretmen adaylarının işlemsel başarıları üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla İBT geliştirilmiştir. Geliştirilen bu test gerekli düzeltmeler yapıldıktan sonra çalışma sürecinde deney ve kontrol gruplarına ön test ve son test olarak uygulanmıştır. Aşağıda bu testin geliştirilme aşamaları ile ilgili ayrıntılı bilgiler bulunmaktadır.

2.4.1.1.1. İşlemsel Başarı Testinin Hazırlanması

İBT geliştirilirken öncelikle mevcut literatür taranmıştır. Bunun için doğrusal ve düzlemde hareket ünitesiyle ilgili ulusal ve uluslararası çalışmalarda yer alan sorular ile Üniversite giriş sınavında sorulmuş sorular incelenmiştir, bunun yanında yerli ve yabancı fizik kitapları ve test kitapları da gözden geçirilerek sorular toplanmıştır. Daha sonra bu sorulardan öğretmen adaylarının bu ünitelerdeki işlemsel anlamalarını ölçecek olanlar belirlenmiştir. Seçilen soruların öğretmen adayı seviyesi, ünitenin içeriği ve çalışmanın amacına uygun olarak oluşturulmasına dikkat edilmiştir. İBT’de kullanılan bazı sorularda sorunun orijinal halinden farklı olarak belirli değişikliklere gidilmiş veya bazı çoktan seçmeli sorular açık uçlu sorulara dönüştürülmüştür (Ek 6. İşlemsel Başarı Testi (İBT)). Bazı sorularda ise hesap makinesine gerek duyulmadan soruların çözülebilmesi için sayı değerleri üzerinde değişiklikler yapılarak çalışmaya uyarlanmıştır.

Tablo 4. İBT’de her bir soru için kullanılan kaynaklar ve konular

Soru No	Faydalanılan Kaynak	Sorunun Konusu
1	Marrongele, 2001	Sürat ve Hız
2	1995 ÖYS	
3	Araştırmacı	İvme
4	Serway, 1995 (Uyarlama, s. 61)	Sabit ivmeli Hareket
5	Bueche, Jerde, 2003 (Uyarlama, s. 63)	Serbest Düşme
6	1976 ÖSYS	
7	Serway, 1995 (s. 62)	Hız ve İvme
8	Walker, 2002 (Uyarlama, s. 102)	Eğik Atış Hareketi
9	1979 OSYS	
10	Serway, 1995 (Uyarlama, s. 89)	Dairesel Hareket
11	Holiday ve Resnick, 1991 (uyarlama s. 85)	
12	1980 ÖSYS	Göreceli Hareket
13	Walker, 2002 (s. 75)	

Oluşturulan sorular alan uzmanı 5 fizik eğitimcisine görünüş geçerliliği, kapsam geçerliliği ve soruların içeriğinin incelenmesi amacıyla incelettirilmiştir. Ayrıca testte yer alan soruların dil ve anlaşılabilirlik özelliklerine dikkat edilmiştir. Bunun için literatürden alınan sorular öğretmen adaylarının seviyesi dikkate alınarak yeniden düzenlenmiş ve Türkçe eğitimi anabilim dalında görev yapan bir öğretim elemanına ve bir Türkçe öğretmenine gösterilerek anlaşılabilirlik düzeyleri dikkate alınmış, sorularda yer alan dilbilgisi kuralları gözden geçirilmiştir. Hazırlanan sorular pilot uygulamada bulunan öğretmen adaylarına uygulanmış ve öğretmen adayları tarafından anlaşılmasında güçlük çekilen noktalar gözlenmiş, ayrıca test kâğıtları incelenerek belirlenmiş ve gerekli düzenlemeler yapılmıştır (Ek 7. İşlemsel Başarı Testi (İBT)'de Pilot Uygulama Sonunda Yapılan Düzeltmeler).

Ayrıca uygulanan testlerde güvenilirliği arttırmak için öğretmen adaylarının cevapları farklı iki araştırmacı tarafından değerlendirilmiş ve Pearson korelasyon katsayısı ve Cohen'in Kappa hesabı yapıp araştırmacılar arası uyum incelenmiştir (Bkz. 2.9 Araştırmada Nitelik).

Asıl uygulama sürecinde İBT deney ve kontrol gruplarına ön test ve son test olarak uygulanmıştır. Her iki grupta da ön ve son test arasında altı haftalık bir süre yer almaktadır. Uygulama sürecinde öğretmen adaylarına bir ders saati süresi (50 dakika) verilmiştir.

2.4.1.2. Kavramsal Anlama Testi (KAT)

Çalışma süreci içerisinde öğretmen adaylarının kavramsal başarılarındaki değişimin incelenmesi amacı ile KAT geliştirilmiştir (Ek 8. Kavramsal Anlama Testi (KAT)). Testin geliştirilmesi aşaması yapılan düzeltmeler ayrıntılı olarak bir sonraki bölümde açıklanmıştır.

2.4.1.2.1. Kavramsal Anlama Testinin Hazırlanması

KAT'ın hazırlanması için öncelikle mevcut literatürde doğrusal ve düzlemde hareket ünitesine yönelik sorular araştırılmıştır. Bunun için Üniversite sınavında sorulan sorulardan, ulusal ve uluslararası literatürde yer alan kaynaklardan, mevcut test kitaplarından ve fizik ile ilişkili kaynak kitaplardan sorular incelenerek bir soru havuzu

oluşturulmuştur. Oluşturulan sorulardan amaca uygun olanlar belirlenmiş ve bu sorulardan açık uçlu olamayanlar açık uçlu sorulara dönüştürülerek KAT'ı meydana getirmiştir.

Tablo 5. KAT için her bir soruda kullanılan kaynaklar ve ünite konuları

Soru No	Faydalanılan Kaynak	Sorunun Konusu
1	Walker, 2002 (Uyarlama s. 47)	Sürat ve Hız
2	Bueche ve Jerde, 2003 (s. 60)	
3	Halliday ve Resnick, 1991 (Uyarlama, s. 51)	Sabit İvmeli Hareket
4	Park, 2004	
5	Walker, 2002 (s.52)	Serbest Düşme
6	Araştırmacı	
7	Walker, 2002 (uyarlama s. 101)	Düzlemde Sabit İvmeli Hareket
8	Obaidat ve Malkawi, 2009	
9	Serway, 1992 (s. 86)	Eğik Atış Hareketi
10	FCI	Dairesel Hareket
11	Levin, Siegler ve Druyan, 1990	
12	FCI	Göreceli Hareket

Çalışmanın kapsam geçerliliğinin sağlanması için sorular öncelikle deneyimli beş öğretim elemanı tarafından incelenmiş ve alınan dönütler doğrultusunda testte gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Çalışmanın sonraki bölümünde sorular pilot uygulama sürecinde öğretmen adaylarına uygulanmış ve gözlemler ve test kâğıtlarından elde edilen verilerle sorular yeniden düzenlenmiştir (Ek 9. Kavramsal Anlama Testi (KAT)'da Pilot Uygulama Sonunda Yapılan Düzeltmeler). Sorular için yapılan düzenlemelerde dil anlaşılabilirliğine önem verilmiştir. Bunun için sorular Türkçe Eğitimi Dil Bilgisi bölümü alanında bir uzmana ve bir Türkçe öğretmenine gösterilerek cümle yapılarına, kelime yapılarına, açık ve anlaşılabilir yönergelere özen gösterilmiştir.

KAT'ta yer alan soruların güvenilirliğini hesaplamada Cohen'in kappa hesabından ve Pearson korelasyon katsayısından yararlanılmıştır (Bkz. 2.9 Araştırmada Nitelik).

KAT testi deney ve kontrol gruplarına ön test ve son test olarak uygulanmıştır. Uygulama yapılamadan hemen önce her iki gruba ön test olarak uygulanan test uygulama sonrasında son test olarak uygulanmıştır. Her iki uygulama arasında altı hafta süre bulunmaktadır. Testin çözümünde öğretmen adaylarına bir ders saati (50 dakika) süre verilmiştir.

2.4.2. Gözlem

Gözlemler insanların ne yaptıklarını seyretmeyi, ne söylediklerini dinlemeyi ve kimi zaman açıklayıcı sorular sormayı içerir (Gillham, 2000). Bu veri toplama tekniğinin en büyük avantajı gözlenecek bireyin kendi doğal ortamında bulunmasıyla birçok davranışın objektif olarak belirlenmesini sağlamasıdır (Karasar 2007). Gözlem yaparken izlenecek adımlar Creswell (2007) tarafından gözlenecek alanın seçilmesi, kimin, neyin, ne zaman ve ne kadar gözlem yapılacağına karar verilmesi, gözlemci olarak rolün belirlenmesi, alan notlarını kaydetmek için bir gözlem tutanağın tasarlanması ve görünenin kaydedilmesi şeklinde ifade edilmektedir.

Gözlem yapan kişinin konumuna göre katılımcı gözlem veya katılımcı olmayan gözlem olarak yapılan sınıflamada her iki sınıflamanın da belirgin özellikleri avantajları ve dezavantajlarının dikkate alınarak gözlemlerin yapılması önerilmektedir (Wragg, 1999). Bununla birlikte araştırmacılar verilerini kaydetmek için değişik çizelgelerden veya düz yazılardan yararlanmaktadır, bu şekilde yürütülen gözlemler ise yapılandırılmamış gözlemler, yarı yapılandırılmış gözlemler ve yapılandırılmış gözlemler olarak kategorilendirilmektedir (Çepni, 2007).

Çalışma sürecinde hem pilot uygulama hem de asıl uygulama sürecinde gözlem verilerinden yararlanılmıştır. Pilot uygulama sürecinde yürütülen gözlemlerde amaç materyalin eksik ve aksayan yönlerini tespit etmek iken, asıl uygulama sürecinde yürütülen gözlemlerdeki amaç; öğretmen adaylarının materyalde karşılaştıkları zorlukların, derse olan ilgilerinin, modelleme yapabilme becerilerindeki gelişimin ve fiziğin ilişkilendirilmesinin belirlenmesi şeklindedir. Gözlem verilenin araştırmacı tarafından verilerin toplandığı, deney ve kontrol grubu dersleri yürütüldüğü ve sürecin bir parçası olduğu için katılımcı gözlem kategorine dahil edilmiştir. Bunun yanında deney grubunda ders süreci içerisinde yürütülen gözlemler ders bitimi sonunda düz yazıya dönüştürülmüş, kontrol grubunda yürütülen derslerde ise ses kayıt cihazı kullanılmış ve uygulamalardan sonra yazıya dönüştürülmüştür. Bu nedenle yürütülen uygulamalar yapılandırılmamış gözlem olarak nitelendirilmiştir.

2.4.3. Mülakat

Mülakat veri toplama tekniği bir konu hakkında tartışma veya bir soru vasıtasıyla bireylerden gözlem ve sorularla elde edilemeyen verilerin elde edilmesine dayanır (Blaxter vd., 2007). Mülakat tekniğinin kullanım amacı, bireylerin kendi dünyalarındaki bilgileri ve çevrelerindeki olayları kendi kelimeleriyle nasıl yorumladıklarını ve anlamlandırdıklarını belirlemektir (Bogdan ve Biglen, 1992; Shkedi, 2005). Mülakatlarla araştırılanın düşünceleri, değerleri, ön yargıları, algıları, bakış açıları, hisleri ve değerlendirmeleri araştırılabilir (Wellington, 2000). Mülakatlar uygulama kurallarının katılığına göre yapılandırılmamış, yarı yapılandırılmış ve yapılandırılmış olmak üzere üç gruba ayrılır (Denscombe, 1998; Robson, 1998; Wellington, 2000; Karasar, 2007; Çepni, 2007).

Bu yöntemlerden yarı yapılandırılmış mülakatları, sorulacak soruların esneklik içermesi, soruların veya konuların taslağının bulunması (Robson, 1998; Wellington, 2000) konuşmalarda kelimelerin değiştirilebilmesi, açıklamaların ve örneklerin verilmesi gibi avantajları diğerlerinden üstün kılan özellikler arasında sayılabilir (Denscombe, 1998; Robson 1998). Drever (1995) yarı yapılandırılmış mülakatın temel özelliklerini; resmi görüşmelerde anlaşılabilir konuda ve kayıt altında olması, ana mülakat sorusunun tüm yapıyı kapsayacak şekilde oluşturulması, ani ve araştırma sorularına dayalı soruların olması, açık ve kapalı uçlu soruların karışımından oluşması, mülakat yapılan kişinin özgür olması ve mülakat yapanın gereğinde kontrolü elinde tutması olarak ifade etmiştir.

Bu çalışmada öncelikle Fizik ile Matematik arasında nasıl bir ilişkilendirme yapılacağına ve hangi konular arasında ilişkilendirme yapılacağına yönelik olarak deneyimli fizik ve matematik öğretmenleri ile mülakatlar yürütülmüştür. Çalışmanın sonraki aşamasında pilot uygulama hakkında öğretmen adaylarının görüşlerinin belirlenmesi için pilot uygulama öğretmen adayları ve son olarak asıl uygulama sürecinde öğretmen adaylarına ön ve son mülakatlar uygulanmış ve izleyen kısımda yürütülen bu mülakatlarla ilgili bilgilere yer verilmiştir.

Çalışmanın ilk aşamasında farklı deneyime sahip fizik ve matematik öğretmenleriyle ilişkilendirme üzerine yürütülen mülakatlarda temel amaç, ilişkilendirilebilecek fizik ve matematik konularını belirlemek ve ilişkilendirmede kullanılacak yöntem karar vermektir. Çalışmanın bu bölümünde mevcut müfredat dikkate alındığında en çok hangi fizik konularında matematiğe ihtiyaç duyulduğu ve ilişkilendirilerek yürütülen derslerde öğretmen adaylarının dersleri daha iyi anlamlandırabilmeleri için nelerin yapılabileceği

konularında yarı yapılandırılmış mülakatlar yürütülmüştür (Ek 10: Öğretmenlerle Yürütülen Mülakatlarda Yöneltilen Sorular).

Çalışma için ikisi Anadolu lisesinde biri genel lisede öğretmenlik yapan üç fizik öğretmeni ve Trabzon’da bir Anadolu lisesinde görev yapan üç matematik öğretmeni ile yarı yapılandırılmış mülakatlar sürdürülmüştür. Ön mülakatlardan elde edilen veriler çalışma boyunca kullanılmış ve materyallerin belirlenmesi, hazırlanması ve geliştirilmesi aşamalarında bu verilerden yararlanılmıştır.

Pilot uygulama süreci tamamlandıktan sonra öğretmen adaylarının geliştirilen materyaller hakkında fikirlerini almak, asıl uygulama sürecinin daha sağlıklı bir şekilde yürütülmesini sağlamak ve uygulama sürecindeki eksik ve aksayan yönleri belirlemek amacı ile pilot uygulamaya katılan öğretmen adaylarından 5, 5 ve 4’er kişiden oluşan üç grup ile odak-grup mülakatları yürütülmüştür (Bkz. Ek 12. Pilot Uygulama Sonunda Öğretmen Adaylarıyla Yürütülen Mülakatlar).

Asıl uygulama sürecinde hem uygulamalar başlamadan önce mevcut durumu belirlemek için hem de uygulamalar tamamlandıktan sonra uygulama sürecini değerlendirmek için yarı yapılandırılmış mülakatlar sürdürülmüştür. Ön mülakatlarda, öğretmen adaylarına soru çözmeye geliştirdikleri özel bir yöntem, günlük hayat ile fizik arasında bağlantı ve fiziğin öğrenilmesinde matematiğin gerekliliğine yönelik sorular yöneltilmiştir. Öğretmen adaylarına yöneltilen sorular “Ek 13. Öğretmen Adaylarıyla Yürütülen Ön Mülakat Soruları” başlığı altında verilmiştir. Bu öğretmen adaylarıyla ders saati dışında belirlenen bir zamanda bireysel olarak yürütülen ön mülakatlar yaklaşık 15-20 dakika arasında sürmüş ve katılımcıların rızası alınarak veriler ses kayıt cihazına kaydedilmiştir.

Son mülakatlarda sadece deney grubu öğretmen adayları dikkate alınmış ve bu öğretmen adaylarıyla mülakatlar bireysel olarak yürütülmüştür. Yürütülen mülakatlarda öğretmen adaylarına ders sürecindeki deneyimlerine, materyalin derse olan ilgi ve başarılarına katkısına, diğer disiplinlerle ve fizikle ilişkilendirme düzeylerine, derste elde ettikleri kazanımlara ve karşılaşılan güçlüklerle yönelik sorular yöneltilmiştir (Ek 14. Öğretmen Adaylarıyla Yürütülen Son Mülakat Soruları). Ders saatleri dışında yürütülen bu mülakatlar 20 dakika ile bir saat arasında değişen sürelerde tamamlanmış, ön mülakatlarda da olduğu gibi öğretmen adaylarının rızası alınarak veriler ses kayıt cihazına kaydedilmiştir.

2.5. Çalışmada Kullanılan Öğretim Materyalleri

Bu bölümde öncelikle öğretim materyalinin geliştirilmesinde izlenen adımlar açıklanmış, ardından geliştirilen öğretim elemanı materyallerinin içeriği ayrıntılı olarak tanıtılmıştır.

2.5.1. Öğretim Materyallerinin Geliştirilmesi Aşamasında İzlenen Adımlar

Fen bilgisi öğretmenliği programı birinci sınıf öğretmen adaylarının Genel Fizik I dersi kapsamında yer alan Doğrusal ve Düzlemde Hareket ünitelerinin öğretilmesinde matematiksel modellemenin benimsendiği materyallerin geliştirilmesi aşamasında izlenen adımlar aşağıda sunulmuştur.

1. İlişkilendirmede kullanılacak yöntemin belirlenmesi

Bu bölümün ilk aşamasında, mevcut literatür incelenmiş, alanda ilişkilendirme üzerine yürütülen çalışmalarda hangi yöntemlerin kullanıldığı belirlenmiş ve çalışmalardaki öğretmen adaylarının seviyeleri ve kullanılan yöntemlerin içerikleri araştırılmıştır. İkinci olarak fizik ve matematik öğretmenleri ile ilişkilendirmede kullanılacak yöntemler ve kendilerinin derslerinde kullandıkları ilişkilendirme uygulamaları hakkında görüşlerine başvurulmuş ve bu konuda öğretmenler ile yarı yapılandırılmış mülakatlar yapılmıştır.

2. İlişkilendirmede kullanılacak konunun belirlenmesi

Konu belirlenmesinde ilk olarak mevcut literatürde matematiksel modelleme veya ilişkilendirme kullanılarak hangi fizik konularında çalışmaların yürütüldüğü araştırılmıştır. İkinci olarak öğretmenlerle yürütülen mülakatlar, araştırmanın yürütüleceği ünitenin belirlenmesine yardımcı olmuştur. Burada öğretmenlere ilişkilendirmede kullanılacak ünitelerle ilgili sorular sorulmuş ve bu sorular analiz edilerek öğretim süreci içerisinde geliştirilecek materyale ait üniteye karar verilmiştir. Çalışmada kullanılacak konunun belirlenmesinin son aşamasında üniversitelerde kullanılan ders kitapları, içerikleri ve yüksek öğretim dokümanları incelenmiş ve fen bilgisi öğretmenliği için hazırlanacak ilişkili materyalde kullanılacak konunun kapsamı (içeriği) belirlenmiştir.

3. Öğretim materyallerinin geliştirilmesi

İlişkilendirmede kullanılacak yöntem ve konuya karar verildikten sonra mevcut fizik kitapları, makaleler, alanda yürütülen çalışmalar ve tezler incelenmiştir. İncelenen

dokümanlar ve tezler ışığında öğretim elemanı ve öğretmen adayı materyalleri geliştirilmiş ve bu materyaller alan uzmanı 5 fizik eğitimcisi ve 1 matematik eğitimcisine gösterilmiş ve tanıtılmıştır. Alınan dönütler doğrultusunda öğretim elemanı ve öğretmen adayı materyalleri pilot uygulama süreci için hazır hale getirilmiştir.

4. Geliştirilen Materyallerin pilot uygulamasının yapılması

Uzman görüşleri doğrultusunda geliştirilen materyal pilot uygulama sürecine hazır hale getirilmiştir. Oluşturulan materyal 14 ile 22 sayısı arasında değişen öğretmen adaylarına uygulanmış ve öğretmen adaylarından ve süreçten alınan dönütler doğrultusunda (Ek 5. Pilot Çalışma Sonunda Öğretim Materyallerinde Yapılan Düzeltmeler) materyaller asıl uygulama sürecine hazır hale getirilmiştir (Ek 2. Doğrusal ve Düzlemde Hareket Üniteleri Öğretim Elemanı Rehber Materyali, Ek 3. Doğrusal ve Düzlemde Hareket Üniteleri Öğretmen Adayı Etkinlikleri).

2.5.2. Geliştirilen Öğretim Materyalinin Tanıtılması

Çalışmanın bu kısmında geliştirilen öğretim elemanı ve öğretmen adayı materyali ile materyalde kullanılan aşamalar boyunca ilerlemelerde ders süreci içerisinde yürütülen etkinlikler seçilen bir öğretim elemanı rehber materyali yöntem içerisinde, öğretmen adayı materyali üzerinde gerekli açıklamalar ise “Ek 4. Bir Öğretmen Adayı Rehber Materyalinin Ayrıntılı Açıklaması” kısmında tanıtılmıştır.

2.5.2.1. Öğretim Elemanı Rehber Materyali

Bu kısımda, çalışma içerisinde yer alan öğretim elemanı materyallerinden bir tanesinin ayrıntıları verilerek materyal ve içeriği tanıtılmaktadır. Kısaca gerçek hayat problemlerinin üstesinden gelme süreci olarak tanımlanan matematiksel modellemenin amacı; gerçek dünyanın farklı yönlerini tahmin etmek, açıklamak, tanımlamak ve anlamak olarak ifade edilebilir (Vries, 2001; Crouch ve Haines, 2004; Aydın, 2008; Özer Keskin, 2008).

Bu çalışmada, White (2000) tarafından önerilen matematiksel modelleme basamakları kullanılmıştır.

1. Gerçek dünya problemi:

Öğretmen rehber materyalinin ilk aşaması gerçek dünya problemi ile başlamaktadır. Bu bölümde öğretmen adaylarına problem cümlesi verilmiş, bu problem öğretim elemanı adaylarına öğretim elemanı tarafından yüksek sesle sınıf önünde okunmuş ve onlardan modelden ne istendiğinin düşünmeleri beklenmiştir. Ayrıca bu bölüm içerisinde öğretmen tarafından yürütülecek ders etkinliklerinde aşağıdaki aşamalara dikkat edilmiştir:

a) Öğretim elemanı öğretmen adaylarının problem cümlesini bireysel olarak okumaları için süre ayırarak onların problem cümlesi üzerinde düşünmelerini istemiştir.

b) Bu problemi tartışmaları için sınıf gruplara ayrılmış ve öğretmen adaylarının önüne başlangıçta sorulan gerçek dünya problemi verilerek düşünmeleri beklenmiştir. Bu aşamada öğretmen adaylarından istenilenler; problem cümlesini yeniden ifade etmeleri, problemin şeklini çizmeleri ve anahtar kavramları listelemeleri şeklindedir. Aşağıda gerçek dünya problemi aşaması için geliştirilen ve üçüncü etkinlik olan “İlginç Gelenek” adlı ders etkinliğine ait çalışmanın ilk aşamasına ait öğretim elemanı rehber materyali yer almaktadır.

Derse giriş:

Çalışma öğrencilerin gerçek dünya problemini tanımlarıyla başlamaktadır. Bunun için ders başlamadan önce öğrencilerin iki, üç yada dört kişilik gruplar oluşturup ders süresince bu gruplarla gerçek dünya problemini tanıyıp çözmeleri amaçlanmaktadır. Öğrencilerinizden bu çalışma için bir önceki etkinlikte oluşturdukları grup arkadaşlarıyla birlikte grup oluşturmaları gerektiğini belirtiniz. Bu çalışmalarda öğrencilerin bilişsel seviyelerine dikkat ediniz. Bu doğrultuda grup oluşturmayan öğrencilerin gerekli gördüğünüz taktirde gruplarına müdahale edebilirsiniz.

Gerçek Dünya Problemi:

Her ülkenin hatta yörenin kendine özgü bazı gelenekleri vardır ve bazı insanlar bu geleneklere oldukça bağlı bir yaşam tarzı sürdürmek istemektedirler. Geleneklerden bazıları ise oldukça ilginç özellikler taşıyabilmektedir.

Yaklaşık 500 yıllık geçmişi olan bir gelenekte Hindistan’da yaşayan Müslümanlar tehlikeli bir şekilde bebeklerini aşağıya bırakıyorlar. Babalar henüz birkaç aylık olan bebekleriyle Çiçek Kulesi adını verdikleri yüksek bir kuleye çıkıyorlar. Bu şekilde çocuklarının daha güçlü olacağına inanan babalar, bebeği boşluğa bırakıyor ve bebek gerilen beyaz çarşafın üzerine düşüyor.

Buna göre belirli yükseklikten serbest bırakılan bu bebeklerin düştüğü yüksekliği ve son hızlarını veren formülleri bulunuz.

Şekil 9. Öğretim elemanı rehber materyalinde yer alan gerçek dünya problemi aşamasına ait bir örnek

Şekil 9'un devamı

Öğretmen adaylarının grup arkadaşlarını belirlediklerinden emin olunduktan sonra gerçek dünya probleminin aktarılmasına geçilebilir. Bunun için öğretim elemanı tarafından problem durumu sınıfa okunur ve her öğretmen adayının bireysel olarak problem durumunu kavraması ve değişkenleri bireysel olarak gözden geçirmeleri için problem üzerinde düşünmesi istenir. Gerekli görüldüğü taktirde onlara verilen çalışma kağıdında gerçek dünya problemi yer aldığı için problemi anlayana kadar okumaları istenebilir. Öğrencilerin ilk olarak problem durumunu anlamaları için kendi cümleleriyle onu ifade etmelerini sonrada bir şekil üzerinde çizim yaparak problemi kavramları gerektiği belirtilir. Bireysel düşündükleri değişkenleri grup arkadaşlarıyla tartışmaları ve grupça fikir alışverişini sağlanmaları amacıyla, öğretmen adaylarının oluşturdukları gruplarla çalışarak konu ile ilgili anahtar kavramları tartışarak yazmaları, gerçek dünya problemini tanımları istenir.

2. Kabullenmelerin yapılması

Bu bölüm bir önceki aşamada belirlenen değişkenler dikkate alınarak bu değişkenlerin basitleştirilmesinden veya liste haline dönüştürülmesinden oluşmaktadır. Uygulama sürecinde öğretim elemanı sınıf içerisinde aşağıdaki noktaları dikkate almıştır;

a) Daha önceki bölümde çalışmada açığa çıkmamış olabilecek değişkenler düşünüldüğü için bu değişkenler hakkında gruplarla beyin fırtınası yapmıştır. Belirtilen değişkenler öğretim elemanı tarafından tahtada toplanmıştır. Burada tüm grupların fikirlerinin alınmasına özen gösterilmiştir.

b) İfade edilen her bir değişken hakkında öğretim elemanı sınıf tartışması yapmıştır ve model için önemli olan, ihmal edilebilir ve kontrol değişkenlerini sınıfın ortak kararı ile ortaya koymuştur. Burada ihmal etme süreci modeli basitleştirmek için kullanılmış ve modelin karmaşıklığını azaltmıştır.

c) Bu süreçte öğretim elemanın öğretmen adaylarını yönlendirerek yaptığı başka bir etkinlik ise öğretmen adaylarının model için gerekli bilgileri toplamalarıdır. Bu bilgiler için öğretmen adayları ders kitaplarına yönlendirilmiştir.

Aşağıda öğretim elemanı rehber materyalinde yer alan ve bir önceki aşamada açıklanan etkinliğin devamı olarak kabullenmelerin yapılması aşamasına yer verilmiştir.

Bu bölümde beyin fırtınası yönteminin kullanılarak grupların belirledikleri özellikleri listelemek uygun olacaktır. Bunun için gruptaki elemanlardan birinden grupların tartıştıkları temel anahtar kavramlardan bir tanesini söylemesini isteyiniz ve her söylenen anahtar kavramı tahtaya yazınız. Bu şekilde tüm grupların fikirlerini almaya özen gösteriniz.

Bu bölümde ayrıca belirtilen değişkenler üzerinden grupların tartışmalarını isteyiniz. Bu değişkenlerden hangilerinin daha önemli olduğu veya hangi değişkenlerin bu çalışmada modeli oluşturmada kullanılabileceğini sorarak öğrencilerin tartışmalarını sağlayınız. Bu aşamada tartışmalarınız değişkenleri belirleme üzerine odaklanacaktır.

Bu burada öğrencilerin belirleyebileceği muhtemel değişkenler; ivme, yer çekimi ivmesi, konum, zaman, yer değiştirme, kütle, ağırlık, kuvvet, sürtünme kuvveti, hava direnci, hız, sürat, havanın viskozitesi, moleküler arası kuvvetler... şeklinde olabilir.

Öğrenciler model için önemli başlıkları belirledikten sonra grup arkadaşlarıyla bazı kabullenmeleri yapmaları gerekmektedir. Örneğin; hava direncinin çok küçük olduğu için ve hava viskozitesinin az olduğu için ihmal, bazı dış kuvvetlerin cismin üzerindeki etkilerinin göz ardı edilebilmesi gibi.

Daha sonra öğretmen adaylarınızı ders kitabına yönlendirin ve konu için gerekli bilgileri buradan bulabileceklerini belirtin. Bu sayede onların ders kitabı üzerinden bir araştırma yapmalarını ve konu için gerekli bilgileri toplamalarını sağlayabilirsiniz.

Şekil 10. Öğretim elemanı rehber materyalinde yer alan kabullenmelerin yapılması aşamasına ait bir örnek

3. Modelin Formülleştirilmesi

Seçilen matematiksel modelin öğretim programına uygun olması önemli bir özellik olarak dikkate alınmıştır. Burada sınıftaki öğretmen adayları modele uymayan bir yolda ilerlerse öğretim elemanı tarafından duruma müdahale edilmiş, bunun için ya buluş yoluyla yaklaşımın bir uygulaması olan yapılandırılmış yaklaşım kullanılmış veya süreç tamamlanıncaya kadar modeli geliştirmeleri için eksikleri doğrultusunda modele uymayan yönler öğretim elemanı tarafından kabul edilmemiştir. Çalışma içerisinde gerekli görülen noktalarda sınıf içerisinde modelde kullanılacak konunun kullanımı ve modeli uygulamada yararlanılacak bilgiler hakkında sorular yöneltilerek bu konularda açıklayıcı bilgilere yer verilmiştir.

Aşağıda bir önceki basamakta kabullenmelerin yapılması aşamasının verildiği etkinliğe ait öğretim rehber materyalinin modelin formülleştirilmesi bölümü bulunmaktadır.

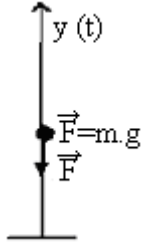
Modelin formülleştirilmesinde öğretmen adaylarından gerekli hesaplamaları yapmalarının beklendiği bu bölümde öğrencilerin modeldeki işlemlerde zorlandıkları görüldüğü takdirde aşağıdaki sorular sorularak ve gerekli açıklamaları yaparak konu hakkındaki bilgilere ulaşmasına yardımcı olunabilir. Aşağıda bu modelde kullanılacak bazı bilgiler yer almaktadır. Öğretim elemanı öğretmen adaylarının gerekli matematik bilgilerinde eksik gördüğü zaman sorular sorarak onları aydınlatabilir.

Açıklamada bulunmadan önce öğrencilerden nasıl bir yolla bu modeli çözebileceklerini sorunuz ve bunun için onlara belirli bir süre ayırınız. Daha sonra uygun modeli bulamayan öğretmen adaylarına aşağıdaki soruları yöneltebilir ve uygun açıklamalarda bulunabilirsiniz.

Serbest Düşme Hareketi

1. *Serbest düşen bir cisme hangi kuvvetler etki eder? Açıklayınız.*

Düşen bir cisme etki eden kuvvet; yerçekimi ivmesine bağlı olarak cismin ağırlığıdır. Cisim sabit bir ivmeyle hareket ettiği için, dinamiğin temel yasası bu durum için uygulanabilir. Yani cisme etki eden kuvvet cismin kütlesi ve ivmesinin çarpımına eşittir.



2. *Serbest düşen bir cismin hızı ve ivmesi diferansiyel denklemlerden yararlanılarak nasıl bulunur?*

Cismin yere düşme hızının, düşme süresinin ve düşme yüksekliğinin bulunması için diferansiyel denklemlerden yararlanmak gerekir. Bu konuda kullanılacak diferansiyel denklemleri hatırlamak gerekirse;

$$\text{İvme } a = \frac{dv}{dt} \text{ dir.}$$

$$\text{Hız } v = \frac{dy}{dt} \text{ dir.}$$

İkinci denklemin birinci denklemde yerine yazılmasıyla

$$a = \frac{d^2y}{dt^2} \text{ ifadesi elde edilir.}$$

3. *Basit bir integral nasıl alınır ve integral almada hangi kurallar gereklidir?*

Burada diferansiyel ifadelerden integral alınarak istenen eşitlikler kolaylıkla bulunabilir. İntegrallerde kullanılacak bazı özellikleri hatırlamak gerekirse;

Şekil 11. Öğretim elemanı rehber materyalinde yer alan modelin formülleştirilmesi aşamasına ait bir örnek

Şekil 11'in devamı

İntegral:

Türevi belli olan bir $f'(x)$ fonksiyonun asıl fonksiyonunu bulmaya integral denir.

İntegral ifadesi $\int f(x)dx = F(x) + C$ şeklinde gösterilir.

Aşağıdaki ifadelerin diferansiyelini alalım;

$$y = x^2 \Rightarrow y' = \frac{dy}{dx} = 2x$$

$$y = x^2 + 10 \Rightarrow y' = \frac{dy}{dx} = 2x$$

$y = x^2 + 99 \Rightarrow y' = \frac{dy}{dx} = 2x$ yukarıda görüldüğü fonksiyonların sabitleri farklı olmasına rağmen, türevleri eşittir.

Buradan $\frac{dy}{dx} = 2x \Rightarrow dy = 2x \cdot dx$ her iki tarafın integralini alırsak $f(x)$ fonksiyonunun ilkelini bulmuş oluruz. Burada dikkat etmek gereken nokta ise bir C integral sabitinin var olabileceğini unutmamamızdır. Yani;

$$(x^2 + C)' = 2x \text{ ise } \int 2x dx = x^2 + C \text{ dir.}$$

Aşağıda integralle ilgili bazı özellikler verilmiştir;

$$1) d \int f(x) \cdot dx = f(x) \cdot d(x)$$

$$2) \frac{d}{dx} \left[\int f(x) dx \right] = \int \left[\frac{d}{dx} f(x) \right] = f(x)$$

$$3) \int dF(x) = F(x) + C$$

$$4) \int a \cdot f(x) dx = a \int f(x) dx, a \in R$$

$$\int [f(x) \pm g(x)] dx = \int f(x) dx + \int g(x) dx$$

şeklinde. Şimdi de integral alma kurallarını kısaca gözden geçiresek;

$$1) \int a dx = ax + c \quad (a \in R)$$

$$2) \int x^n dx = \frac{x^{n+1}}{n+1} + c \quad n \neq -1$$

$$3) \int \frac{1}{x} dx = \ln|x| + c$$

$$4) \int a^x dx = \frac{1}{\ln a} a^x + c$$

şeklinde ifade edilebilir.

Bu diferansiyel denklem uygun eşitlikte yerine yazılıp gerekli düzenlemelerin yapılmasıyla düşme mesafesini, düşme hızını ve süresini veren eşitlikler bulunabilir.

4. Matematiksel problemi çözme

Öğretmen adayları verilen verideki süreci uygulamalarına dayanan bu aşamada, bilinen matematik bilgileriyle matematiksel model çözülmeye çalışılmıştır. Bunun için öğretmen adaylarının grup halinde çalışmaları gerektiği belirtilmiştir. Ayrıca öğretim elemanı rehber materyalinde gerçek dünya probleminin çözümü ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

Aşağıda öğretim elemanı rehber materyalinde yer alan ilginç gelenek isimli etkinliğe ait matematiksel problemi çözme aşaması yer almaktadır.

Gerekli teorik ve matematiksel bilgilere sahip olan öğretmen adaylarının artık bu problemi çözmeleri beklenmektedir. Bunun için öğretmen adaylarının grup arkadaşlarıyla birlikte çalışarak düşme hızı, düşme süresi ve düşme yüksekliğini veren formülleri bulmaları gerektiğini ifade ediniz. Öğretmen adayları artık verilen bilgilerle matematiksel modeli çözebilecek seviyeye gelmişlerdir. Aşağıda öğretmen adaylarından beklenen matematiksel model yer almaktadır.

$$m \frac{dv}{dt} = -mg$$

$$m \frac{d^2y(t)}{dt^2} = -mg \Rightarrow y''(t) = -g$$

$$\int_0^t y''(t) dt = - \int_0^t g dt$$

Konum için;

$$\int_0^t y'(t) dt = \int_0^t (-gt) dt$$

$$y'(t) = -gt$$

$$y(t) = -\frac{1}{2}gt^2$$

$$\frac{1}{2}gt^2 = h \rightarrow t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

$$v(t) = y'(t) = gt = \sqrt{2gh}$$

Şekil 12. Öğretim elemanı rehber materyalinde yer alan matematiksel problemi çözme aşamasına ait bir örnek

5. Çözümü yorumlama:

Elde ettikleri çözümle birlikte öğretmen adayları başlangıçtaki problemle ilişkili soruları dikkate almışlardır. Burada geçek dünya problemi ve öğretmen adaylarının bulduğu matematiksel modelle ilişkili sorular ve bu sorulara ait cevaplara yer verilmiştir.

Aşağıdaki bölümde öğretim elemanı rehber materyalinde yer alan çözümü yorumlama aşamasına ait kısım yer almaktadır.

Bu bölümün amacı öğretmen adaylarının oluşturdukları matematiksel modeli daha yakından tanımlarını sağlamaktır. Bunun için onlara sorular yöneltilebilir ve bu soruların sınıfta oluşturulan tartışmalarla daha açık bir şekilde gelmesini isteyebilirsiniz. Aşağıda öğrencilerin çözümü yorumlamalarına, modeli tanımlarına yardımcı olabilecek bazı sorular yer almaktadır. Gerekli gördüğünüz durumlarda öğretmen adaylarının konuyu daha iyi irdelemeleri ve daha ayrıntılı yorumlar yapmaları için aşağıdaki soruların içeriğini biraz daha genişletebilirsiniz.

Serbest düşme yapan bir cismin hızının 2,45 m/s olduğu anda ivmesi, aldığı yol ve geçen sürenin ne kadar olduğunu bulunuz.

Cismin ivmesi yer çekimi ivmesine eşittir ve $g=9,8 \text{ m/s}^2$

$$v = -gt \quad 2,45 = -9,8.t \quad t = 1/4s$$

$$h = \frac{1}{2}gt^2 \Rightarrow h = \frac{1}{2}9,8 \cdot \frac{1}{16} \Rightarrow h = 0,3m$$

Bu cismin $\frac{1}{2}$ ve $\frac{1}{8}$. saniyelerdeki hızı, ivmesi ve aldığı yol ne kadardır?

İvmesi yer çekimi ivmesine eşittir ve her durumda $g=9,8 \text{ m/s}^2$ değerindedir.

$$\frac{1}{2} \text{ s için; } v = -gt = v = 9,8 \cdot 1/2 = v = 4,9m/s$$

$$h = \frac{1}{2}gt^2 \Rightarrow h = \frac{1}{2}9,8 \cdot \frac{1}{4} \Rightarrow h = 1,225m$$

$$1/8 \text{ s için; } v = -gt = v = 9,8 \cdot 1/8 = v = 1,229m/s$$

$$h = \frac{1}{2}gt^2 \Rightarrow h = \frac{1}{2}9,8 \cdot \frac{1}{64} \Rightarrow h = 0.076m$$

Şekil 13. Öğretim elemanı rehber materyalinde yer alan çözümü yorumlama aşamasına ait bir örnek

6. Modelin doğrulanması:

Burada modelin öğretmen adayları tarafından daha yakından tanınması amaçlanmıştır. Model, kullanılan ve ihmal edilen değişkenler açısından öğretmen adayları tarafından değerlendirilmiştir. Bölüm içerisinde öğretmen adaylarının modeli daha

geliştirmelerini sağlamak için ve modeli yeni ve farklı durumlara uyarlamaları için sorular yer almaktadır.

Bölüm içerisinde öğretim elemanı rehber materyalinde yer alan modelin doğrulanması aşaması aşağıda verilmiştir. Bu sorulardan iki tanesi modeli geliştirmeye ve güçlü ve zayıf yönleri ortaya koymaya, bir tanesi ise modeli yeni durumları kullanarak daha da geliştirmeye dayalı olarak sorulmuştur.

Bu aşama modelin güçlü ve zayıf yönlerinin tartışıldığı, daha gelişmiş modellerin oluşturulabilmesi için tartışmaların yürütüldüğü aşamadır. Bu nedenle öğrencilerle oluşturulacak tartışma ortamıyla onların oluşturdukları modellerinin çeşitli yönlerini daha iyi tanımları sağlanabilir. Aşağıda bu bölüm için hazırlanmış bazı soru örnekleri yer almaktadır. Bu sorular modelin doğrulanması aşamasında kullanılabilir. Tartışmalarda öğrencilere soruyu yönelttikten sonra bu konu üzerinde grup arkadaşlarıyla düşünmeleri için biraz zaman ayırın ve daha sonra sınıf tartışmalarına geçiniz.

Oluşturduğunuz formülü hangi durumlarda kullanabilirsiniz? Kullanmadığınız diğer değişkenleri dikkate aldığınızda sonuçlarda nasıl değişiklikler olmasını beklersiniz?

Yukarıda da bahsedildiği gibi kısa mesafeli durumlarda kullanılabilir. Diğer durumlarda sürtünme kuvveti ve limit hız gibi değişkenlerinde düşünülmesi gerekmektedir.

Bebeklerin atıldıktan sonra belirli saniyelerdeki hız ve aldığı yol değerleri merak edilse bu kez hangi ifadeler kullanılabilir?

Bu kez alınan integral değerlerinde hangi saniyeler arası istenmişse bu sınır değerleri koyularak integraller yeniden çözülecektir.

Serbest düşme hareketinin tarihine bakıldığında ilk olarak Aristotle (M.Ö 384/322) nin bu alanda çalıştığı görülmektedir. Filozof ağır cisimlerin daha erken yere düşeceğini ve düşen bir nesnenin hızının sabit olduğu sonucuna varmıştı.

Bu kabullenmeden yaklaşık 2000 yıl sonra Galileo (1564/1626) serbest düşme hareketini deneysel olarak tekrar irdeledi ve İtalya'nın Pisa kulesinden bıraktığı farklı iki ağırlıktaki topun aynı anda yer düştüğünü gözlemledi, buna bağlı olarak belirli saniyelerde aldığı yolları buldu. Aşağıda Galileo tarafından hesap edilen zaman ve alınan yol değerleri olduğuna göre Ünlü Bilim İnsanı tarafından oluşturulan serbest düşme ifadesini nasıl bulabilirsiniz?

Geçen zaman (s)	0	1	2	3	4	5
Düşme mesafesi (m)	0	5	20	45	80	125

Çözüm:

Yukarıda verilen sayılardan ivmenin sabit olduğu ve hızın düzgün olarak arttığı görülmektedir. Bu durumda son yer değiştirme ve ilk yer değiştirme arasındaki fark hızın son değerinin ilk değerinden farkı da ivmevi verecektir

Şekil 14. Öğretim elemanı rehber materyalinde yer alan modelin doğrulanması aşamasına ait bir örnek

Şekil 14'ün devamı

Birinci, ikinci ve diğer matematiksel işlemlere baktığımızda, farklar arasında kesin bir ifadenin oluştuğunu görürüz. Bu nedenle;

$$x = \frac{1}{2}10t^2$$

Buradan düşen bir cismin ivmesinin sabit olduğu ve kütesinin önemsiz olduğu sonucuna ulaşılır.

<i>t (zaman)</i>	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
<i>x(konum)</i>	<i>0</i>	<i>5</i>	<i>20</i>	<i>45</i>	<i>80</i>	<i>125</i>
<i>1. fark (hız)</i>		<i>5</i>	<i>15</i>	<i>25</i>	<i>35</i>	<i>45</i>
<i>2. fark (ivme)</i>		<i>10</i>	<i>10</i>	<i>10</i>	<i>10</i>	

7. Rapor etme açıklama ve tahmin

Model içerisinde öğretmen adaylarının daha ileriki aşamalarına yol göstermesi amacı ve yeni tartışmalara, rapor halinde sunulan ders etkinliğinin öğretmen adayları tarafından tekrar gözden geçirilmesi yer almaktadır. Bunun için öğretmen adaylarının elde ettikleri kazanımlara ve çalışmalarının özetine yönelik sorular bulunmaktadır.

Aşağıda üçüncü etkinlikte öğretim elemanı rehber materyalinin son bölümü yer almaktadır.

Sonuçların öğretmen adayları tarafından nasıl oluşturulduğunu hangi değişkenlerin kullanılarak nasıl bir model elde edildiğini görebileceğiniz aşama olan sonucun rapor edilmesi bölümünde gruptan modelde oluşturulurken izlenen aşamalar doğrultusunda bir rapor oluşturmaları beklenebilir. Bu raporda çözülecek olan matematiksel problem, oluşturulan model, çözümün yorumlanması ve modelin doğrulanması başlıkları bulunabilir.

Buna ek olarak zamanın yeterli olduğu durumlarda bir veya iki öğrenci grubunun elde ettikleri modeli rapor doğrultusunda açıklamaları sağlanabilir.

Bu bölümde öğrenciler kendilerine verilen çalışma kağıtlarını doldurdıkları için raporda gerekli bilgiler burada yer alacaktır. Bu nedenle çalışma kağıdı öğrenci raporlarına yerine kullanılacaktır. Çalışma sonucunda öğrencilere elde ettikleri kazanımlara ve çalışmanın sonuçlarına yönelik sorular da yöneltilebilir.

Şekil 15. Öğretim elemanı rehber materyalinde yer alan rapor etme açıklama ve tahmin aşamasına ait bir örnek

2.5.3. Öğretim Materyalinin Pilot Uygulaması

Ders sürecinde çalışmanın uygulamalarında kullanılacak olan öğretim elemanı rehber materyali ve öğretmen adayı materyali pilot uygulama öncesinde farklı deneyime sahip 6 öğretim elemanına gösterilmiş ve tanıtılmıştır. Çalışmanın sonraki bölümünde alınan dönütler doğrultusunda materyaller yeniden düzenlenmiş ve pilot uygulama sürecine hazır hale getirilmiştir.

Pilot uygulama için hazır hale getirilen materyaller 2009- 2010 eğitim öğretim yılı bahar yarıyılı mayıs ayı içerisinde pilot uygulama öğretmen adaylarına uygulanmıştır. Pilot uygulamada öğretmen adayları gönüllülük esasına göre belirlenmiştir. Uygulamaların yürütüleceği sınıftan istekli olanların çalışmaya katılabileceği belirtilmiş ve bu bu öğretmen adaylarından bir liste oluşturularak pilot uygulama öğretmen adayları belirlenmiştir. Uygulamalar ders dışında belirlenen saatlerde gerçekleştirilmiştir.

Öğretim materyalinin pilot uygulaması sürecinde her bir etkinlik iki ders saatinde tamamlanmıştır. Çalışma toplamda 16 ders saatinde uygulanmıştır. Pilot uygulama sürecinde çalışma araştırmacı tarafından yürütülmüştür. Derslerde öğretmen adaylarından 3 ya da dört kişilik gruplar oluşturmaları istenmiştir ve etkinlikler boyunca öğretmen adayları aynı gruplarda yer almıştır. Pilot uygulama sürecinde öğretmen adayı etkinlik kağıtları gruplara toplu olarak bir tane verilmiş ve öğretmen adayları bu materyalde grup olarak çalışmışlardır. Pilot uygulamada her bir etkinlik sonunda materyalde aksayan yönler tespit edilmiş ve ders sürecinde yapılan gözlemler yazıya dönüştürülmüştür.

Tablo 6. Pilot uygulamada kullanılan etkinlikler ve her bir etkinliğe katılan öğretmen adayı sayısı

Etkinlik No ve Konu	Etkinlik Adı	Öğretmen Adayı Sayısı
1. Ortalama sürat	Yeşil dalga	16
2. Sabit ivmeli hareket	Oyunca araba	14
3. Serbest düşme	Düşen top	17
4. Düşey atış hareketi	Palyaço	17
5. Eğik atış hareketi	Düşen kiremit	20
6. Yatay atış hareketi	Balerin	16
7. Dairesel hareket	Hunideki bilye	22
8. Göreceli hareket	Annenin merakı	18

Çalışmalara katılan etkinlik konuları, ilk etkinlik başlıkları ve öğretmen adayı sayıları Tablo 6 da ayrıntıları ile gösterilmiştir. Buna göre etkinliklere katılan öğretmen adayı sayıları 14 ile 22 sayısı arasında değişmektedir.

Pilot uygulama sonunda tüm etkinliklere katılan iki ve bazı etkinliklere katılıp bazılarına katılmayan bir grup ile grup mülakatları yürütülmüştür. Mülakatlarda öğretmen adaylarına; en çok hangi etkinliği ne özelliğinden dolayı beğendikleri, tekrar çözdüklerinde aynı sonuca ulaşıp ulaşamayacakları, matematiksel işlemlerde zorlanıp zorlanmadıkları ve nerelerde zorlandıkları, ilişkilendirmenin öğretmen adaylarına neler kattığı, en zorlandıkları etkinliğin hangisi olduğu, etkinliklerde geliştirilmesini istedikleri yönlerin neler olduğu ve çalışmaların öğretmen adaylarına neler kazandırdığına yönelik sorular yöneltilmiştir.

Pilot çalışmada öğretim materyali yanında araştırmada kullanılacak veri toplama araçları da aynı öğretmen adaylarına uygulanmıştır. Öğretmen adaylarının işlemsel başarılarını ölçecek İBT ve çalışmada kullanılacak kavramlara yönelik KAT ilk olarak pilot uygulama öğretmen adaylarına yapılmıştır.

Bu uygulamalar tamamlandıktan sonra öğretmen adaylarından alınan dönütler, ders içerisinde yapılan gözlemler ve öğretim materyalleri incelenmiştir. Bu verilerden alınan dönütler doğrultusunda materyal yeniden düzenlenmiş ve öğretim elemanı rehber ve öğretmen adayı materyaline son şekli verilmiştir. Pilot uygulama sürecinde öğretmen adayı ve öğretim elemanı rehber materyalinde yapılan düzenlemelere ait Tablo Ek. 10'da yer almaktadır. Ayrıca öğretmen adayı ve öğretim elemanı rehber materyalinde yapılan düzenlemelere ait bir etkinlik planı Ek 10'da ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

2.6. Asıl Uygulama Süreci

Bu çalışmaya 2009-2010 eğitim-öğretim yılı güz döneminde Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fatih Eğitim Fakültesi, Fen Bilgisi Öğretmenliği Programı birinci sınıfta öğrenim gören 26'sı deney ve 26'sı kontrol grubunda olmak üzere toplam 52 öğretmen adayı ile başlanmıştır. Ön test ve son teste öğretmen adayları çalışma grubundan çıkartılmış ve 22'si kontrol, 23'ü deney grubunda olmak üzere toplam 45 öğretmen adayı ile çalışma yürütülmüştür. Deney grubunda, matematiksel modellemeye uygun geliştirilen öğretim materyalleri uygulanarak öğretim yapılırken, kontrol grubu normal ders sürecine devam etmiştir.

Bu çalışmada seçilen “Doğrusal Hareket” ve “Düzlemde Hareket” konuları başlamadan bir hafta önce, KAT ve İBT deney ve kontrol gruplarına uygulanmış ve gönüllülükleri esas alınarak seçilen öğretmen adayları ile ön mülakatlar yürütülmüştür. Testlerin uygulanmasında, öğretmen adaylarından ilk olarak İBT’yi bir ders saati (50 dakika) içinde cevaplamaları istenmiştir. İBT’nin uygulanmasından sonra aynı gün içerisinde KAT öğretmen adaylarına uygulanmış ve testi cevaplamaları için bir ders saati (50 dakika) süre kendilerine verilmiştir. Gönüllülükleri esas alınarak, dört deney ve dört kontrol grubundan olmak üzere toplam sekiz öğretmen adayı ile yarı yapılandırılmış ön mülakatlar yürütülmüştür.

Sınıf içi uygulamalarda öğretmen adaylarının kolaylıkla fikir alışverişinde bulunabilmeleri, tartışmaları rahatlıkla yürütebilmeleri ve birlikte çalışabilmeleri nedeniyle gruplara ayrılmıştır. Oluşturulan gruplarda öğretmen adaylarının anlaşabilecekleri grup arkadaşlarını seçmeleri ve bu şekilde etkinlikleri daha rahat yürütebilecekleri belirtilmiştir. Sınıf içi gruplarda bir grup iki, beş grup üç ve iki grup dört öğretmen adayından oluşmaktadır.

Tablo 7. Asıl uygulamaya ait çalışma düzeni

Süreç	Uygulamalar	Öğretmen Adayı Sayısı	Etkinlik Süreleri
Ön uygulamalar	İBT ve KAT’ın uygulanması	45	1’er ders saati
	Ön mülakatların yürütülmesi	8	-
Uygulama süreci	1. Etkinlik: Yeşil Dalga	23	4 ders saati
	2. Etkinlik: Çitalar	23	2 ders saati
	3. Etkinlik: İlginç gelenek	17	2 ders saati
Uygulama süreci	4. Etkinlik: Cenova çeşmesi	20	2 ders saati
	5. Etkinlik: Düşen kiremit	22	2 ders saati
	6. Etkinlik: Balerin	20	2 ders saati
	7. Etkinlik: Adımlar	19	1 ders saati
	8. Etkinlik: Film hileleri	19	1 ders saati
Son uygulamalar	İBT ve KAT’ın uygulanması	45	1’er ders saati
	Son mülakatların yürütülmesi	10	-

Asıl uygulama sürecinde araştırmacı tarafından yürütülen derslerde Tablo 7’de de görüldüğü gibi ilk etkinlik olan yeşil dalga etkinliği dört ders saatinde tamamlanmıştır. Çalışma süreci içerisinde bundan sonra yer alan çitalar, ilginç gelenek, cenova çeşmesi, düşen kiremit ve balerin etkinlikleri iki ders saatinde uygulanmıştır. Çalışmada son iki etkinlik ise art arda süren birer ders saatinde tamamlanmıştır. Tüm etkinliklerde ders öncesinde öğretmen adaylarına verilen öğretim materyali dersten sonra geri toplanmıştır.

Kontrol grubu dersleri de yine araştırmacı tarafından yürütülmüştür. Burada derslerde kullanılan yöntem ayrıntıları ile ‘‘Ek 1 Kontrol Grubu Derslerinin Yürütülmesi’’ başlığında açıklanmıştır

2.7. Araştırmadan Elde Edilen Verilerin Analizi

Bu kısımda, sırasıyla KAT, İBT, gözlem, mülakat ve ğretim materyalinden elde edilen verilerin nasıl analiz edildiği açıklanmıştır.

2.7.1 İşlemsel Başarı Testi ve Kavramsal Anlama Testinden Elde Edilen Verilerin Analizi

Çalışmanın ilk aşamasında mevcut soruların olası doğru cevaplarını içeren bir cevap anahtarı oluşturulmuştur. Oluşturulan bu cevap anahtarı ışığında her iki test için ğretmen adayları cevapları dört kategoriden oluşan Coştu, Karataş ve Ayas, (2003) ve Yıldırım, (2009) tarafından kullanılan bir kodlama sistemi ile değerlendirilmiştir. Bu kategoriler: doğru, kısmen doğru, yanlış ve boş seçeneklerini içermektedir. Çalışmada kullanılan kategorilerin açıklamaları şu şekildedir:

Tablo 8. İBT ve KAT için oluşturulan kategorilere ait açıklamalar

Kategoriler	Açıklama	Göstergeler
Doğru	Bilimsel gerçeklerle örtüşen ve doğruluğu tam olarak kabul edilebilen açıklamalar	Uygun hareket denklemlerinden yararlanarak doğru sonuca ulaşma, Süreyi bulup türev yardımı ile sonuca ulaşma
Kısmen doğru	Doğru cevabın bir bölümünü içeren cevaplar veya doğru cevabın bir bölümü ile yanlış veya uygun olmayan cevapları birlikte içeren cevaplar	Süreyi hesaplama ancak anlık hızı hesaplayamama veya x_1 anına kadar olan ortalama hızı hesaplama, Sadece süreyi bulma ancak türev alamama, Hareketlinin grafiğini çizip süreyi bulma ancak anlık hızı hesaplayamama
Yanlış	Bilimsel gerçeklerle ilişkili olmayan, sorunun açıklaması için kullanılmayacak, uygun olmayan formüller veya ifadeler ile soruda belirtilen değişkenleri belirleyip sadece sorunun şeklini çizme şeklindeki cevaplar	Herhangi bir anda teğet çizip eğim alma, Uygun hareket denklemlerini kullanamama, Anlık hız yerine ortalama hızı hesaplama, Uygun olmayan veya yanlış hareket grafiğinden yararlanma
Boş	Soru ile ilgili hiçbir açıklamada bulunmayan ğretmen adayları bu kategoriye dâhil edilmiştir.	Herhangi bir cevap vermeme

Tablo 8’de İBT testinde yer alan 2. soruya ait göstergelere yer verilmiştir.

Oluşturulan kodlama sistemi ile deney ve kontrol grubu öğretmen adaylarının her bir soru için verdikleri cevaplar kodlanmıştır. Çalışmanın sonraki bölümünde bu kodlama sisteminde benzer cevaplar kendi içerisinde yeniden gruplandırılmıştır. Bu gruplarda tekrar eden öğretmen adayı cevapları frekanslandırılmış ve her bir frekans değeri yüzdeler halinde sunulmuştur. Çalışma içerisinde oluşturulan kategorilere ve gruplara ait cevapların bir bölümünde ise öğretmen adayı cevaplarından doğrudan alıntılara yer verilmiştir.

Çalışmada ön test ve son test verileri yüzde ve frekans hesaplamaları haricinde istatistiksel işlemlerle de analiz edilmiştir. Öğretmen adaylarının KAT ve İBT'den aldıkları puanlar ayrı ayrı toplanarak her bir test için elde ettikleri toplam puanlar hesaplanmıştır. Elde edilen bu puanlar yardımıyla öğretmen adaylarının KAT ve İBT'den aldıkları puanlar arasında istatistiksel olarak bir farklılığın olup olmadığını belirlemek için SPSS/WINDOWS istatistik programı yardımı ile Tek Faktörlü Kovaryans Analizi (ANCOVA) yapılmıştır.

Deney ve kontrol grubu öğretmen adaylarının uygulamalar sürecindeki gelişmelerinin incelenmesi amacı ile hesaplanan toplam puanlar ayrı ayrı karşılaştırmalı olarak grafiklerde sunulmuştur. Bunun için kontrol grubu öğretmen adaylarının İBT ön test ve son test puanları, deney grubu öğretmen adaylarının İBT'den aldıkları ön test ve son test puanları kontrol grubu öğretmen adaylarının KAT ön test ve son puanları ve deney grubu öğretmen adaylarının KAT ön test ve son test puanları kendi içerisinde grafikleştirilmiş ve her bir grafik karşılaştırmalı olarak sunulmuştur.

2.7.2. Gözlemlerden Elde Edilen Verilerin Analizi

Nitel veri analizinin ilk aşamasını asıl veriden araştırma problemi ile ilişkisiz verinin çıkarılması oluşturur (Miles ve Huberman, 1994). Çalışmada veriler içerisinde araştırma problemi ile ilişkili olmayan konular ve gözlem notları belirlenmiş ve bu notlar veriden çıkarılarak problem durumu ile ilişkili veri elde edilmiştir.

Nitel veri analizinde farklı katılımcılar tarafından benzer veya aynı fikirlerin ifade edildiği söylemlere tekrar eden fikirler denir (Auerbach ve Silverstein, 2003). Elde edilen ilişkili veride her bir ders süreci içerisinde tekrar eden fikirler belirlenmiştir. Bunun için aynı fikirleri ifade eden durumlarda benzer ya da ilişkili ifadeler kullanılmıştır. Bu şekilde tüm veri incelenerek tekrar eden fikirlerin neler olduğu ortaya koyulmuştur. Tekrar eden fikirlerin daha geniş başlıklar altında toplanması temaları oluşturur (Auerbach ve

Silverstein, 2003). Gözlem verilerinin analizinin bir sonraki sürecinde tekrar eden fikirlerden yararlanılarak temalar oluşturulmuştur.

Auerbach ve Silverstein (2003), tarafından önerilen nitel veri analizi sürecinde elde edilen temalar daha soyut ve geniş fikirler altında düzenlenir. Bu aşamada oluşturulan temaların bir üst kategorisi teorik yapıdır. Burada matematiksel modellemede kullanılan aşamalardan yararlanılmıştır. Çalışmada teorik yapıda kullanılan aşamalar White (2000), tarafından belirtilen matematiksel modelleme aşamalarıdır. Teorik yapıya bazı noktalarda araştırmacı tarafından gözlenen fakat matematiksel modelleme aşamalarında bulunmayan noktalar da eklenmiştir.

Gözlem verilerinin son aşamasında ise analiz süreci tamamlanan veriler teorik yazıya dönüştürülmüştür. Bunu için çalışmada tekrar eden fikirlerden yararlanılmış, oluşturulan temalar ifade edilmiş ve teorik yapıda kullanılan soyut ve geniş kavramlardan yararlanılmıştır. Bu aşamada ders içerisinde öznel fikirler ile araştırma soruları arasında bağlantı dikkate alınmış ve bu şekilde gözlemler yazıya dönüştürülmüştür.

2.7.3. Mülakattan elde edilen verilerin analizi:

Öğretmen adayları ve öğretmenlerle yürütülen mülakatlarda ses kayıt cihazı ile kaydedilen mülakat verileri öncelikle yazıya dönüştürülmüştür. Verilerin toplanmasından sonra araştırma ile ilişkili veriden araştırmayı ilgilendirmeyen veri çıkarılarak ele alınır, veri indirgemesi araştırmacıya veri analizinde kolaylık sağlaması için yapılır. (Miles ve Huberman, 1994; Robson, 1998). Bu nedenle araştırma soruları doğrultusunda veri indirgemesi yapılmış ve alt problemlerle ilişkisiz olan mülakat verileri elde edilen ham veriden çıkarılmıştır. Veri indirgemesinin ardından mülakat veri analizinin ilk aşaması olan birinci seviye kodlamalar oluşturulur (Miles ve Huberman, 1994; Robson, 1998). Bu nedenle mülakat verileri okunarak bu verilerden araştırma problemi ile ilişkili olanlar hakkında kodlar ortaya koyulmuştur.

Birinci seviye kodların temaların ortaya çıkmasına yardımcı olduğu bilinmektedir. (Miles ve Huberman, 1994). Bunun yanında temaların katılımcıların fikir birliğinde olduğu ve farklı görüşte oldukları noktaların tespit edilip belirli kategoriler haline dönüştürülmesi de mülakat verilerinin önemli bir alanını oluşturmaktadır (Marriam, 1988; Çepni, 2007). Bu nedenle mülakat verilerinin analiz süreci içerisinde elde edilen birinci seviye kodlar kendi aralarında belirli ortak özelliklerine göre gruplandırılmış ve bu gruplar mülakat

verileri içerisinde temaları oluşturmuştur. Temalar nitel veri analizinde verilerin tablolara dönüşülmesinde önemli katkılar sağlar (Johnson ve Christensen, 2010). Bu tablolar genellikle iki boyutludur ve iki veya daha fazla değişkenin birbiri ile ilişkisini gösterir (Çepni, 2007). Bu nedenle elde edilen verilerden iki boyutlu tablolar oluşturulmuştur. Mülakat verilerinin analizinde tabloların bir boyutunda mülakat yapılan bireyleri, diğer boyutu ise analiz sürecinden elde edilen birinci ve ikinci seviye kodlardan oluşmuştur. Bu sayede öğretmen adayları ve kodlar arasındaki ilişki ortaya çıkmıştır. Oluşturulan iki boyutlu tablolar yardımı ile son aşamada verinin yazıya dönüştürülmesine geçilmiştir. Bu aşamada tablolarda yer alan bilgilerden yararlanılarak mülakatlardan elde edilen bulgular yazılmıştır.

2.7.4. Öğretim Materyalinden Elde Edilen Verilerin Analizi

Öğretmen adayları tarafından hazırlanan çalışmaların objektif bir şekilde değerlendirilmesi için belirli ölçütlere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle öğrenci başarı düzeyleri değerlendirilirken belirli seviyeler göz önüne alınarak değerlendirme yapmak daha doğru olur (Ogan Bekiroğlu, 2004). Bu ölçütler oluşturulan dereceli puanlama anahtarları ile değerlendirilebilir. Bu bağlamda puanlama ölçeği “öğrencinin bir kavrama, duruma veya olaya ilişkin bilgisini ortaya koyması veya bir ödevi yapmasına ilişkin olarak öğrencinin yeterlilik düzeyini belirlemeye yönelik bir puanlama sistemi” olarak ifade edilmektedir (Bahar vd., 2006).

Bu noktadan hareketle öğretim materyalinin analizi için öncelikle öğretmen adayları tarafından ders süreci içerisinde doldurulan öğretmen adayı rehber materyali için bir dereceli puanlama anahtarı geliştirilmiştir. Geliştirilen dereceli puanlama anahtarında matematiksel modelleme aşamaları dikkate alınmış ve her bir modelleme aşaması ve bu aşamalarda yürütülen etkinliklere yönelik bir değerlendirme ölçütü oluşturulmuştur. Geliştirilen ölçütte doğru cevap kategorisinde yer alan öğretmen adayı 3, kısmen doğru cevap kategorisinde yer alan öğretmen adayı 2, yanlış cevap kategorisinde yer alan öğretmen adayı 1 ve boş cevap kategorisinde yer alan öğretmen adayı 0 puan kategorisine dâhil edilmiştir. Geliştirilen dereceli puanlama anahtarı alan uzmanı üç öğretim elemanına gösterilerek alınan dönütler doğrultusunda ölçeğe son şekli verilmiş ve analiz için kullanmaya hazır hale getirilmiştir. Tablo9’da öğretim materyalinin değerlendirilmesinde kullanılan dereceli puanlama anahtarı yer almaktadır.

Tablo 9. Öğretim materyalinin değerlendirilmesinde kullanılan dereceli puanlama anahtarı

Değerlendirilen Matematiksel Modelleme Aşamaları	Değerlendirme kategorileri	Puanlar	Kategoriler	Kategorilerle ilgili açıklamalar
Gerçek dünya problemi.	Problemi tanıma	0	Cevapsız	Problemi tanıma bölümü boş bırakılmıştır.
		1	Yanlış	Problem yanlış tanımlanmış, problemi tanımak için istenenler yanlış ifade edilmiştir.
		2	Kısmen doğru	Gerçek dünya problemi kısmen ifade edilmiş ve problem durumunda istenenlerin bir kısmı belirtilmiştir.
		3	Doğru	Gerçek dünya problemi doğru olarak ifade edilmiş ve problemde istenenlerin tümü belirtilmiştir.
	Şekil çizimi	0	Cevapsız	Problem durumu ile ilgili hiçbir şekil çizilmemiştir.
		1	Yanlış	Problem durumunu ifade etmeyen bir şekil çizilmiştir.
		2	Kısmen doğru	Problem durumunu ifade eden yeterince açık olmayan veya bazı noktaları belirtilmemiş şekil çizilmiştir.
		3	Doğru	Problem durumunu tam ve doğru olarak ifade eden şekil çizilmiştir.
		0	Cevapsız	Gerçek dünya probleminin çözümünü için gerekli olan değişkenler bölümü boş bırakılmıştır.
		1	Yanlış	Problem durumunun çözümünü için gerekli değişkenlerin tamamı yanlış olarak ifade edilmiştir.
Kabullenmelerin yapılması	Gerekli değişkenler	2	Kısmen doğru	Gerekli değişkenlerin bir kısmı doğru olarak ifade edilmiştir.
		3	Doğru	Gerekli değişkenlerin tümü tam olarak ifade edilmiştir.
		0	Cevapsız	Problem durumunun çözümünü için ihmal edilecek değişkenler kısmı boş bırakılmıştır.
		1	Yanlış	Belirtilen değişkenlerin hiçbirini çalışmada ihmal edilebilecek değişkenlerle ilişkili değildir.
	İhmal edilebilir değişkenler	2	Kısmen doğru	İhmal edilebilir değişkenlerin bir kısmı doğru olarak ifade edilmiştir, bir kısmı ise çalışmada ihmal edilecek değişkenlerle ilişkili değildir.
		3	Doğru	Belirtilen değişkenlerin tümü çalışmada ihmal edilecek değişkenleri içermektedir.
		0	Cevapsız	Gerçek dünya probleminin çözümünü için gerekli olan kabullenmeler bölümü boş bırakılmıştır.
	Uygun Kabullenmelerin Yapılması	1	Yanlış	Çözüm için gerekli olan kabullenmelerin tümü yanlış olarak ifade edilmiştir.
		2	Kısmen doğru	Çözümde kullanılacak kabullenmelerin bir kısmı belirlenmiş ve ifade edilmişken, bir kısmı belirtilmemiştir.
		3	Doğru	Problem durumunun çözümünde kullanılacak kabullenmeler tam ve doğru olarak ifade edilmiştir.

Tablo 9'un devamı

Matematik- sel problemi çözme	Problemin çözümü	0	Cevapsız	Gerçek dünya problemi çözülmemiş ve bu bölüm boş bırakılmıştır.
		1	Yanlış	Gerçek dünya probleminin çözümünü için çaba gösterilmiş ancak yanlış bir yol kullanılmıştır.
		2	Kısmen doğru	Problemin çözüm yolu veya bunun bir kısmı bulunmuş ancak tam sonuca ulaşılamamıştır.
Çözümü yorumlama	Çözümü kullanma	3	Doğru	Problemin çözüm yolu ve doğru sonuç bulunmuştur.
		0	Cevapsız	Bulunan çözümün yorumlanması hakkında hiçbir şey yazılmamıştır.
		1	Yanlış	Elde edilen çözümün uygulamasına çalışılmış ancak yanlış bir yol ve yanlış sonuçlar elde edilmiştir.
Modelin doğrulanması	Günlük hayata uyarlama	2	Kısmen doğru	Çalışmada doğru sonuç elde edilememiş ancak doğru bir çözüm yolu kullanılmıştır.
		3	Doğru	Kullanılan yöntem ve elde edilen sonuç doğrudur.
		0	Cevapsız	Modelin günlük hayata uyarlanması ile ilgili herhangi bir örnek belirtilmemiştir.
	Farklı durumlara modelin uygulama	1	Yanlış	Modelin günlük hayata uyarlanması ile ilgili yanlış örnekler verilmiştir.
		2	Kısmen doğru	Günlük hayatta karşılaşılan durumların bir kısmı doğru bir kısmı ise yanlış olarak ifade edilmiştir.
		3	Doğru	Günlük hayata uyarlama ile verilen örneklerin tamamı doğru olarak ifade edilmiştir.
		0	Cevapsız	Modelin doğrulanması ile ilgili hiçbir çalışma yapılmamış ve bu bölüm boş bırakılmıştır.
		1	Yanlış	Modelin doğrulanması için çalışmalar yapılmış ancak yanlış bir yol kullanılmıştır.
		2	Kısmen doğru	Modelin doğrulanmasında doğru yol tercih edilmiş ancak yanlış bir sonuç bulunmuştur.
		3	Doğru	Modelin doğrulanmasında doğru bir yol kullanılarak doğru sonuca ulaşılmıştır.

Çalışmanın sonraki aşamasında bir önceki aşamada geliştirilen ölçek aracılığı ile etkinliklere katılan öğretmen adaylarının materyalleri incelenerek değerlendirilmiştir. Değerlendirilen öğretmen adayı materyallerinde öncelikle her bir etkinlikten alınan toplam puan hesaplanmış, ardından ise puanlarda standartlaşmanın sağlanması için öğretmen adayı notları yüzlük sisteme çevrilmiş ve bir boyutta etkinliğe katılan öğretmen adayları, diğer boyutta çalışmada kullanılan öğretmen adayı materyalleri olmak üzere öğretmen adayı etkinlik notları iki boyutlu tablolar halinde sunulmuştur.

Çalışmada ayrıca elde edilen tablo yardımı ile öğretmen adaylarının her bir etkinlik için toplamda elde ettikleri puanların ortalaması hesaplanmış ve etkinliklere katılan öğretmen adayı sayıları ile birlikte tablo şeklinde verilmiştir.

Çalışmanın sonraki bölümünde etkinliklere katılan öğretmen adaylarına ait gelişim düzeyleri incelenmiştir. Gelişim düzeylerinde öncelikle en yüksek ve en düşük öğretmen adayı puanı arasındaki fark olan ranj değeri hesaplanmıştır (Tan vd. 2002). Bu çalışmada öğretmen adayları tarafından alınan en düşük not 30, en yüksek not 100 olduğu için etkinliklerden alınan puanlar için ranj değeri 70 olarak bulunmuştur. Elde edilen değerden bir sonraki aşamada grup aralık katsayısı belirlenmiştir. Bu değer hesaplanan ranj değerinin oluşturulacak grup sayısına bölünmesi ile elde edilmektedir (URL-3). Bu nedenle çalışma içerisinde 10 grup oluşturulacağı için grup aralık katsayısı 7 olarak hesap edilmiştir. Bu doğrultuda oluşturulan düzeyler arasındaki geçişler bir önceki etkinlik ve bir sonraki etkinlik arasında öğretmen adaylarının düzeylerini ortaya koyan şekiller yardımı ile gösterilmiştir. Geçişler etkinlik sırası dikkate alınarak verilmiştir.

Son bölümde ise sadece tüm etkinliklere katılan öğretmen adayları incelenmiştir. Bunun için oluşturulan şekil yardımı ile öğretmen adaylarının etkinlikler boyunca gelişimi araştırılmıştır. Oluşturulan şekilde öğretmen adaylarının etkinliklerden aldıkları notları gösteren bir grafik kullanılmış ve gerekli açıklamalarda bulunulmuştur.

2.8. Kontrol Grubu Dersleri

Uygulama sürecinde iki yarıya bölünen sınıftan kontrol grubu olarak seçilen grupta yürütülen dersler araştırmacı tarafından uygulanmıştır. Bunun için bir önceki yıl aynı dönemde derslerin yürütülme süreci gözlemlenmiş ve bu doğrultuda araştırmacı tarafından alan notları alınmıştır. Ayrıca uygulamalar başlamadan önce dersi yürüten öğretim elemanı ile informal mülakatlar yürütülmüş ve dersin işleniş süreci hakkında bilgiler elde

edilmiştir. Elde edilen veriler doğrultusunda kontrol grubu uygulama dersleri yürütülmüştür.

Ders süreci içerisinde kontrol grubu ile yürütülen tüm dersler ses kayıt cihazı ile kayıt altına alınmıştır. Uygulamalar tamamlandıktan sonra ses kayıt cihazına kaydedilen veriler yazıya dönüştürülmüştür. Elde edilen verilerin analiz sürecinde her bir derste aşamalar boyunca yürütülen çalışmalar kodlanmış ve bu kodlar yardımı ile bir boyutu uygulama dersleri, diğer boyutu çıkarılan kodlardan oluşan iki boyutlu tablolar oluşturulmuştur. Verilerin analizinin sonraki aşamasında elde edilen tablo ve seçilen bir derste uygulanan aşamalar ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Kontrol grubu ders süreci hakkında daha ayrıntılı bilgi “Ek 1. Kontrol Grubu Derslerinin Yürütülmesi” bölümünde yer almaktadır.

2.9. Araştırmada Nitelik

Eğitim araştırmalarında on dokuzuncu yüzyılda nicel araştırmaların etkisi, yirminci yüzyıl boyunca alanda nitelik konusunu açıklanmasını sağlamıştır (Lankshear ve Knobel, 2004). Bu alanda yapılan çalışmalarda; araştırmanın gücü ve sonuçları nitel ve nicel araştırmalarda paralel olarak görülebilmekle birlikte; nicel araştırmalarda nitelik kriterleri; geçerlilik, güvenilirlik, ve objektiflik olarak ifade edilmiştir (Mertens, 2005; Shelly II vd., 2009). Her üç ifade ise ölçüm sonuçları ile belirlenmektedir (Muijs, 2004). Aşağıda çalışmada dikkat edilen geçerlilik, güvenilirlik ve objektiflik ölçütlerinin neler olduğu ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

Geçerlilik: Çalışmanın geçerli olması elde edilen sonuçların doğru olduğunun göstergesi olarak kabul edilmektedir (Scott ve Morrison, 2006; Johnson ve Christensen, 2012). Nicel araştırmalarda geçerlilik iç geçerlilik ve dış geçerlilik olmak üzere kendi içerisinde iki temel bölümden oluşmaktadır (Ekiz, 2007).

Marriam (1998) iç geçerliliği arttırmak için kullanılabilir yöntemleri; üçgenlemenin kullanımı, verilerin örneklem tarafından tekrar incelenmesi, uzun süren gözlemlerin yapılması, katılımcı araştırma modelinin kullanımı, çalışmanın farklı araştırmacılarca incelenmesi ve araştırmacının ön yargıları şeklinde ifade etmiştir. Bu nedenle yürütülen çalışmada iç geçerliliği arttırmak için İBT, KAT, mülakat, gözlem ve öğretim materyali gibi farklı kaynaklarından veriler elde edilmiştir. Çalışmadan bir dönem önce dersler gözlenmiş ve elde edilen verilerden yararlanılarak kontrol grubu dersleri yürütülmüştür. Ayrıca ders uygulamaları da uzun süre devam etmiştir. Çalışma içerisinde

testlerden elde edilen veriler bir fizik öğretim elemanı ile birlikte incelenmiş ve analizler ve veriler araştırmacı ile birlikte tartışılmıştır.

Çalışmadan elde edilen sonuçların ne kadar genelleneceğine vurgu yapan dış geçerliliği arttırmak için kullanılan metotlar ise; örneklemin rasgele seçimi ve benzer özelliklere sahip durumlarda aynı araştırmanın yürütülmesi ile elde edilen sonuçların ilişkili olmasıdır (Çepni, 2007).

Yürütülen çalışmada uygulama yapılacak sınıf rasgele belirlenmiştir. Belirlenen sınıf içerisinde ise deney ve kontrol grupları yine rasgele olarak atanmıştır.

Güvenilirlik; Nicel bir çalışmanın güvenilir olması onun tekrarlanabilir olduğunun bir göstergesidir (Çepni, 2007; Ekiz, 2007; Johnson ve Christensen, 2010). Bir çalışmanın güvenilir olduğuna karar verilmesi için aynı ölçümlerin farklı araştırmacılar tarafından da yapılması sonucunda aynı veya benzer sonuçların elde edilmesi gerekir (Karasar, 2007). Güvenilir bir bilgi ilgili araştırmacıların hepsi tarafından onaylanmalı, yanlış anlamaya neden olmayacak şekilde sunulmalı ve herkesin kullanımına açık olmalıdır (Çepni, 2007). Bir ölçme yapılırken ise ölçmenin güvenilirliği için dikkat edilmesi gereken ölçütler zamana göre değişmezlik, bağımsız gözlemciler arası uyum ve iç tutarlılık olarak ifade edilebilir (Ekiz, 2007; Karasar, 2007). Çalışmadan elde edilen veriler ve verilerin analizi ayrıntılı olarak sunulmuş, gerekli noktalarda doğrudan alıntılarla bulgular desteklenmiştir.

Çalışmada açık uçlu soruların güvenilirliğini ölçmek için Cohen'in kappa hesabı ve Pearson Momentler Çarpımı korelasyon katsayısı hesaplanmıştır. Aynı değerlendirme ölçütleri kullanılarak aynı değişkenin farklı iki puanlayıcı tarafından değerlendirilip bu sonuçların güvenilirliğini hesaplamada ölçümler arasındaki tutarlılığı ölçmede Cohen'in kappa hesabından yararlanır (Morgan ve Griego, 1998; Leech vd., 2005). Oranlayıcılar arasında bir birliğin olmasına yardımcı olması açısından Cohen'in kappa hesabı yüzdelerle ifade etmeye göre daha uygun ve tercih edilebilir bir yöntem olarak kabul edilebilir (Leech vd., 2005).

Bu çalışmada, sorular pilot uygulama sürecinden sonra iki ayrı puanlayıcı tarafından puanlanarak değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlar analiz edilmiştir. Buna göre Cohen'in Kappa hesabında İBT'de yer alan sorular arası tutarlılık; 1. soru için; 0.92 , 3. soru için; 1.00 , 4. soru için; 0.88 , 5. soru için; 0.85 , 6. soru için; 0.85 , 9. soru için; 0.92 , 10. soru için; 1.00 , 11. soru için; 0.86 , 12. soru için; 0.91, KAT'ta yer alan sorular arası tutarlılık; 2. soru için 0,92, 3. soru için 0,91, 4. soru için 0,86, 7. soru için 0,91, 9. soru için 0,86, 10. soru için 0,90, 11. soru için 0,91 ve 12. soru için 0,83 olarak bulunmuştur. Cohen'in Kappa

hesabında 1 ile 0,81 arasında yer alan bu değerlerde neredeyse mükemmel uyumun var olduğu kabul edilmektedir (Landis ve Koch, 1977). İBT’de yer alan diğer sorular olan 2. soru için; 0,78 , 7. soru için; 0,76 , 8. soru için; 0,73 ve 13. soru için; 0,77, KAT’ta yer alan 2. soru için 0,92, 3. soru için 0,91, 4. soru için 0,86, 7. soru için 0,91, 9. soru için 0,86, 10. soru için 0,90, 11. soru için 0,91 ve 12. soru için 0,83 olurken, önemli derecede uyum gösteren 1. soru için 0,75, 5. soru için 0,72, 6. soru için 0,76 ve 8. soru için 0,70 olarak bulunmuştur. 0,61 ve ve 0,80 değerleri arası arasında yer alan bu değerlerin önemli derecede uyumlu olarak kabul edilmektedir (Landis ve Koch, 1977).

Çalışmada testin güvenilirliğini belirlemek için ayrıca Pearson Momentler Çarpımı korelasyon katsayısı hesap edilmiştir. Toplam puan üzerinden Pearson uyumuna bakıldığında İBT’de yer alan sorular için 0,98, KAT’da yer alan sorular için bu değer 0,93 olarak bulunmuştur. Korelasyon katsayısının -1 ile 1 arasında değerler alabileceği ve bu değerlerin -1’e yaklaşması durumunda negatif bir ilişkinin olduğunu, +1’ yaklaşması durumunda pozitif bir ilişkinin olduğunu ve 0’a yakın değerlerin çıkması durumunda herhangi bir ilişkinin olmadığını göstermektedir (Pallant, 2001; Hinton, 2005). Bulunan değer 0,90 ve 1 arasında olduğunda yüksek düzeyde uyum olduğu kabul edilmektedir (Bryman ve Cramer, 2001). Elde edilen değer iki puanlayıcı arasında yüksek düzeyde bir uyum olduğunu göstermektedir.

Objektiflik; Tüm pozitif bilimlerin amacı olan objektiflik tarafsız, yansız olmalı ve araştırmacı dış etkenlerden etkilenmemelidir. Bu nedenle araştırmacılardan objektif uygulamalar yaparak çalışmalarını sunmaları ve sosyal araştırma metotlarında kullanılan sistematikte (örneklem seçimi, değişkenlerin belirlenmesi ve istatistiksel işlemler) araştırmacı ön yargılarından etkilenmemeleri beklenmektedir (Vanderstoep ve Johnson, 2009). Bunun yanında objektif bir çalışma açık, doğru, tutarlı, yenilenebilir ve güvenilir olmalıdır (Hoy, 2010). Hammesley (1993)’e göre ise bir çalışmada metodun, ölçme araçlarının, içeriğin ve verilerin tüm yönleri ile açık olması ile objektiflik sağlanabilir.

Bu çalışmada objektifliğin sağlanması için yukarıda belirtilen nedenler dikkate alındığında çalışmada geliştirilen ölçme araçları ve öğretim materyallerinin planlanma, geliştirme, uygulama ve değerlendirme basamakları ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Ayrıca çalışmadan elde edilen bulguları desteklemek için yeterince doğrudan alıntıya yer verilmiş ve analiz süreçleri ayrıntılı olarak sunulmuştur.

2.10. Araştırmada Etik

Sosyal alanlarda çalışma yapan araştırmacılar katılımcıların araştırma üzerindeki etkisini dūřünmeli ve birey olarak onların kişiliklerini korumalıdır (Cohen ve Mannion 2007). Bu nedenle;

Araştırmada kullanılan testlerde başlangıç kısmında öğretmen adaylarının fikirlerini rahatlıkla yazabilmeleri için çalışmanın herhangi bir alanda notlarını etkilemeyeceği, yürütülecek olan bir çalışmada kullanılacağı bu nedenle fikirlerini açık bir şekilde yazabilecekleri belirtilmiştir.

Katılımcılar yürütölen pilot, ön ve son mülakatlarda mülakata başlanmadan önce elde edilen verilerin bir araştırma kapsamında kullanılacağı, kendi isimlerinin gizli tutulacağı ve yalnızca araştırmacı tarafından bilineceği konusunda bilgilendirilmiş ve böylece katılımcıların gönüllölüğü esas alınarak bu çalışma yürütölmüştür. Bu nedenle araştırma sürecinde uygulamaya katılan tüm öğretmen adayları kodlar kullanılarak belirtilmiş ve çalışma sürecinde aynı öğretmen adayı için aynı kod kullanılarak isimleri gizli tutulmuştur.

2.11. Araştırmacının Rolü

Nicel araştırmalarda araştırmacının rolü, veriyi kirletmeden objektif araçlarla ölçüm ve gözlem yapmaktır (Thomas, 2003). Bu nedenle çalışmada, nicel araştırmaların doğası ve deneysel yaklaşım gereği olarak araştırmacı mümkün olduğu kadar mevcut durumun ne olduğunu ortaya çıkarmak için çaba göstermiş, öğretmen adaylarının doğal ders ortamları ve müfredatta işlenecek konu düzeni bozulmadan uygulamalar dönem boyunca Temel Fizik Laboratuvarı I ve Temel Fizik I derslerinde yürütölmüştür. Uygulamalarda yürütölen ön ve son testler araştırmacı denetiminde uygulanmıştır. Uygulamalar sürecince öğretmen adayları ders sorumlusu öğretim elemanı olan araştırmacı deney grubunda etkinlikleri yürütömüş, gruplar arası tartışmaları sürdürmüş ve aşamalar boyunca dersin uygulayıcısı olmuştur. Araştırmacı uygulamalar sürecinde katılımcı gözlemci olarak gözlemler yapmış, son mülakatların yürütöleceği öğretmen adayları ders sürecindeki rolleri doğrultusunda rızaları alınarak seçilmiştir.

3. BULGULAR

Çalışmanın bu bölümünde Doğrusal ve Düzlemde Hareket ünitelerinde matematiksel modelleme yaklaşımı kullanılarak ilişkilendirilen Fizik derslerinin öğretmen adaylarının öğrenmeleri üzerindeki etkilerini belirlemek amacı ile yapılan uygulamanın ne derece etkili olduğunu belirlemek için elde edilen veriler ve bu verilerin analizinden elde edilen bulgular sunulmuştur.

Bölüm içerisinde ilk kısımda İBT incelenmiştir. Bunun için öğretmen adaylarının uygulanan ön ve son testten aldıkları puanlar ayrıntıları ile sunulmuş, alınan notlar üzerinden istatistiksel işlemler yürütülmüş ve son olarak testten elde edilen verilerin ayrıntılı analizi yapılmıştır.

Bu bölümün ikinci kısmında KAT'nin analizinden elde edilen bulgulara yer verilmiştir. Kısım içerisinde deney ve kontrol grubu öğretmen adaylarının ön test ve son testten aldıkları puanlar karşılaştırmalı olarak sergilenmiş, istatistiksel işlemler yürütülmüş ve son olarak her bir test maddesinin ayrıntılı analizinden elde edilen bulgular yer almaktadır.

Üçüncü kısımda öğretmen adaylarının fizik dersine olan ilgilerine ait bulgulara yer verilmiştir. Kısım içerisinde deney grubu öğretmen adayları ile fiziğe olan ilgilerine yönelik mülakat ve gözlem bulguları analiz edilerek sunulmuştur.

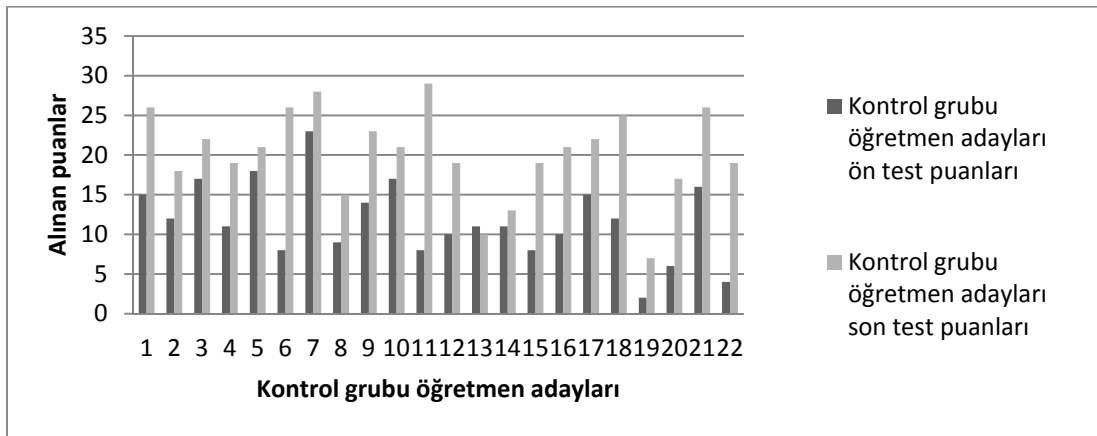
Çalışmanın dördüncü kısmında öğretmen adaylarının fizik dersini diğer alanlar ile ilişkilendirmeleri üzerine elde edilen bulgulara yer verilmiştir. Öğretmen adayları ile etkinlikler başlamadan önce ve uygulamalar tamamlandıktan sonra fiziğin diğer alanlar ile ilişkilendirilmesine yönelik yürütülen mülakatlar ve gözlem verileri analiz edilerek bu kısımda açıklanmıştır.

Bölümün beşinci kısmında öğretmen adaylarının modelleme yapabilme becerilerindeki gelişimlerine ait bulgular yer almaktadır. Kısım içerisinde ilk olarak uygulamalar başlamadan önce öğretmen adaylarının soru çözmede kullandıkları yöntemlerle, ardından matematiksel modelleme etkinliklerinden elde ettikleri puanlara ve her bir etkinlik arasındaki geçişlerine, sonrasında öğretmen adaylarının modelleme aşamalarındaki durumlarına ve son olarak bu aşamalarındaki gelişimlerine ait bulgular bulunmaktadır.

Bölümün son kısmında ise öğretmen adaylarının modelleme aşamalarında karşılaştıkları zorluklara yönelik bulgular yer almaktadır. Bu kısımda deney grubu öğretmen adayları ile uygulamalarda karşılaşılan zorluklara yönelik mülakatlar yürütülmüş ayrıca gözlem verileri de analiz edilerek sunulmuştur.

3.1. İşlemsel Başarı Testinden Elde Edilen Bulgular

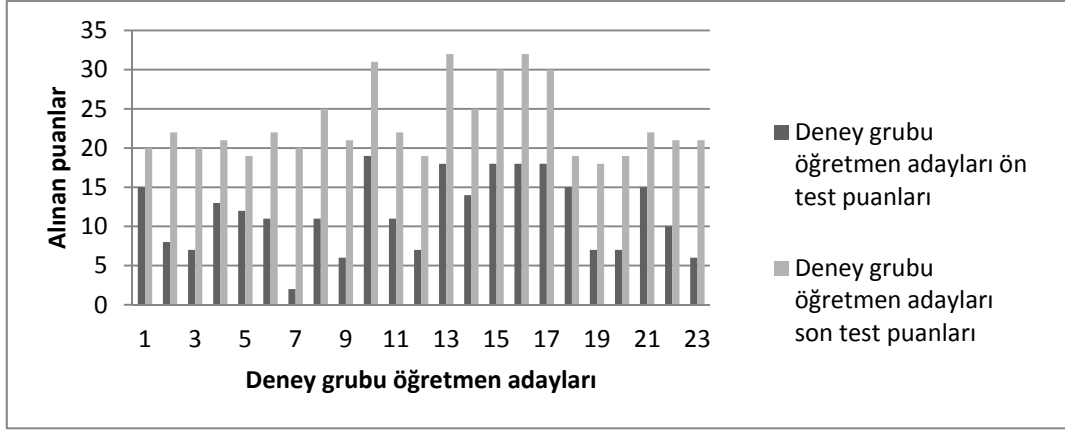
Bu kısımda, yapılan çalışmalar bölümünde ayrıntılarıyla geliştirilmesi ve uygulanması açıklanan İBT'nin deney ve kontrol grubuna ön ve son test olarak uygulanması sonucunda elde edilen bulgulara yer verilmiştir. Öğretmen adaylarının her bir İBT sorusundan elde ettikleri puanlar belirlendikten sonra (Ek. 16. Deney ve Kontrol Grubu Öğretmen Adayları Tarafından İBT Ön ve son Testinden Alınan Puanlar) ön test ve son testten aldıkları puanlar karşılaştırmalı olarak tablo ve grafiksel olarak sunulmuş ve elde edilen veriler ile desteklenerek ayrıntılı olarak açıklanmıştır.



Şekil 16. Kontrol grubu öğretmen adaylarının İBT ön ve son testinden aldıkları puanların karşılaştırılması

Şekil 16'dan da görüldüğü gibi kontrol grubu öğretmen adaylarının son testten aldıkları puanların ön testten aldıkları puanlardan yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu gruptaki öğretmen adaylarının ön testten aldıkları en düşük puan 2 ve en yüksek puan 23 iken aynı grubun son testten aldığı puanlar 7 ile 29 arasında değişmektedir. Öğretmen adaylarının ön testten aldıkları puanların ortalaması 11,68, son testten aldıkları puanların ortalaması ise 20,27 olarak tespit edilmiştir. Ön test ve son testten alınan puanlar

arasındaki en düşük fark -1 puan, en yüksek fark ise 21 puan olmuştur. Testlerde sadece bir öğretmen adayının ön testinden aldığı puan son testinden aldığı puandan düşük çıkmıştır.



Şekil 17. Deney grubu öğretmen adaylarının İBT ön ve son testinden aldıkları puanların karşılaştırmalı olarak grafikleştirilmesi

Şekil 17’den de görüldüğü gibi deney grubu öğretmen adaylarının ön testten aldığı en düşük puan 2, son testten aldığı en düşük puan ise 18’dir. Öğretmen adaylarının aldıkları en yüksek puanlar ise ön testten 19, son testten 32 olarak tespit edilmiştir. Uygulanan çalışma sonucunda tüm öğretmen adaylarının son test puanları ön test puanlarından yüksek olarak bulunmuştur. Çalışmadan önce öğretmen adaylarının aldıkları notların ortalaması ön test için 11,65 iken son test için 23,08 olarak tespit edilmiştir.

İzleyen kısımda İBT ön ve son testine ait istatistiksel bulgular sergilenmektedir.

Tablo 10. İBT puanlarının deney ve kontrol gruplarına göre betimsel istatistikleri

Grup	Ortalama	Düzeltilmiş Ortalama	Standart Sapma
Kontrol	20,27	20,26	5,59
Deney	23,09	23,10	4,61
Ortalama	21,71	-	5,25

Tablo 10’da da görüldüğü gibi kontrol grubu örnekleminde bulunan 22 öğretmen adayının son test puanlarının ortalaması 20,26 ve standart sapması 5,59 olurken, deney grubu içerisinde bulunan 23 öğretmen adayının son test puanlarının ortalaması 23,10, standart sapması ise 4,61 olarak bulunmuştur. Buradan deney grubu öğretmen

adaylarının son test ortalama puanlarının kontrol grubu öğretmen adaylarından yüksek olduğu görülmektedir. Deney ve kontrol gruplarının son-test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı farkın olup olmadığını belirlemek için uygulanan ANCOVA testi sonuçları Tablo 11 de sunulmaktadır.

Tablo 11. İBT'ye göre düzeltilmiş ortalama puanların gruba göre ANCOVA sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	sd	Kareler ortalaması	F	Anlamlılık Düzeyi
Ön test	432,263	1	432,263	26,238	,000
Grup	90,275	1	90,275	5,480	,024
Hata	691,927	42	16,474	-	-
Toplam	22425,000	45	-	-	-

Tablo 11'de görüldüğü gibi deney ve kontrol gruplarının son test puanları arasında anlamlı bir fark bulunmuştur ($F_{(1,42)} = 5,48$, $p < 0,05$). Başka bir ifade ile deney grubunda yer alan öğretmen adaylarının İBT'de kontrol grubuna göre daha başarılı olduğu görülmektedir. Deney grubunun son test puanları ($\bar{X}_{\text{deney}} = 23,09$, $SS = 4,61$) kontrol grubunun son test puanlarından ($\bar{X}_{\text{kontrol}} = 20,27$, $SS = 5,59$) anlamlı düzeyde yüksek çıkmış olması yapılan uygulamanın etkili olduğunu göstermektedir.

İzleyen kısımda ise İBT'den elde edilen veriler ayrıntılı olarak analiz edilmiştir. Bulguların sunumunda elde edilen veriler yapılan çalışmalar bölümünde de açıklandığı gibi kategoriler oluşturularak frekanslandırılmış ve yüzdeler halinde sunulmuştur. Her soru ile ilgili bulgular öğretmen adaylarının cevaplarından alınan ham veriler ile desteklenmiştir.

İBT'nin ilk sorusu doğrusal hareket ünitesinin sürat ve hız konusu ile ilgili öğretmen adaylarının anlamalarını ölçmeye yönelik olarak oluşturulmuştur. Soruda belirli bir aralık içerisinde hareket eden cismin ortalama hızının öğretmen adayları tarafından bulunması amaçlanmaktadır. Bu soruya ön ve son testte verilen öğretmen adaylarının cevapları kategorilendirilerek Tablo 12'de sunulmuştur.

Tablo 12. Deney ve kontrol grubu öğretmen adayları tarafından İBT testinin 1. sorusuna ön test ve son testte verilen cevapların kategori, frekans ve yüzdeleri

Kategoriler	Göstergeler	Kontrol Grubu Ön Test		Deney Grubu Ön Test		Kontrol Grubu Son Test		Deney Grubu Son Test	
		N	%	N	%	N	%	N	%
(3)	Konum zaman grafiğinin eğimini alarak ortalama hızı bulma	1	4,54	1	4,35	3	13,63	1	4,35
	Formül yardımı ile ortalama hızı başlangıç ve son konum ile belirtilen zaman süresine oranlama	1	4,54	1	4,35	7	31,82	9	39,13
(2)	Doğrunun fonksiyonu kestiği noktaları yanlış okuma	1	4,54	1	4,35	2	9,09	6	26,08
	Türevi (eğimi) kullanıp grafiği kestiği noktaları yanlış okuma	-	-	-	-	-	-	1	4,35
(1)	Teget çizgisinin fonksiyonu kestiği noktaları toplayarak oranlama	4	18,18	2	8,69	3	13,63	-	-
	Tegetin fonksiyonu kestiği noktaları belirleyememe	2	9,09	3	13,04	5	22,73	-	-
	Belirtilen zaman aralıklarındaki noktaların başlangıç ve sonundaki ortalama hızları bulma	2	9,09	7	30,43	-	-	5	21,74
	Uygun hız zaman grafiğini çizememe ve ortalama hızı bulamama	1	4,54	2	8,69	-	-	-	-
	Fonksiyon grafiğinin ilk ve son değerlerini toplayıp oranlama	1	4,54	-	-	-	-	-	-
	Başlangıç ve süre bitimindeki hız değerlerini eşitleme	1	4,54	-	-	-	-	-	-
	Konum zaman grafiğinin altında kalan alanı hesaplama	-	-	1	4,35	-	-	-	-
	Uygun hareket denklemlerinden yararlanamama	-	-	-	-	1	4,54	-	-
(0)	Herhangi bir cevap vermeme	8	36,36	5	21,74	1	4,54	1	4,35
Toplam		22	99,96	23	99,99	22	99,98	23	99,99

Tablo 12’de görüldüğü gibi kontrol grubu öğretmen adaylarının % 9,08’i ön testte doğru cevap verirken bu oran aynı öğretmen adayları grubu için son testte % 45,45 olarak ortaya çıkmıştır. Öğretmen adayları doğru yanıt grafiğin eğimini alarak veya ortalama hız formülünü kullanarak ulaşmışlardır. Kısmen doğru cevap veren öğretmen adayları ön testte % 4,54 iken, son testte % 9,09 oranında olduğu görülmektedir. Bu kategoride cevap veren öğretmen adayları grafiği okumada hata yapmış ve bu nedenle doğru sonuca ulaşamamış oldukları, öğretmen adaylarının grafik okuma dışında kullanılacak formülleri doğru belirlemiş olmaları ile ortaya çıkmıştır. Kontrol grubu öğretmen adaylarının % 49,98’i bu soruya ön testte yanlış cevap verirken son testte yanlış cevap verenlerin oranı % 40,9

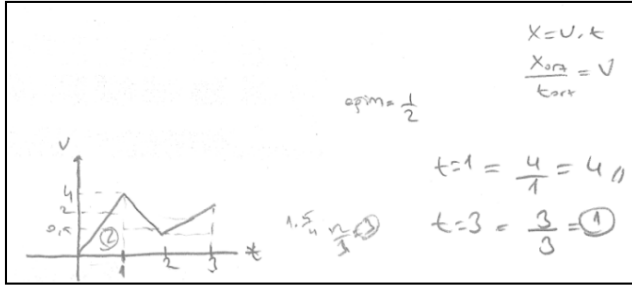
olmuştur. Yanlış cevap veren öğretmen adaylarının cevapları “teğet çizgisinin fonksiyonu kestiği noktaları toplayarak oranlama”, “teğetin fonksiyonu kestiği noktaları belirleyememe”, “belirtilen zaman aralıklarındaki noktaların başlangıç ve sonundaki ortalama hızları bulma”, “fonksiyon grafiğinin ilk ve son değerlerini toplayıp oranlama”, “başlangıç ve süre bitimindeki hız değerlerini eşitleme”, “konum zaman grafiğinin altında kalan alanı hesaplama”, “uygun hareket denklemlerinden yararlanamama” şeklinde iken, son testte “teğet çizgisinin fonksiyonu kestiği noktaları toplayarak oranlama”, “teğetin fonksiyonu kestiği noktaları belirlememe” ve “uygun hareket denklemlerinden yararlanamama” şeklinde olduğu belirlenmiştir. Teğetin fonksiyonu kestiği ilk ve son değerlerini toplayıp oranlayan bir öğretmen adayına ait cevap aşağıda yer almaktadır (K18 İBT ön test).

$$v_{ort} = \frac{x_1 + x_2}{t_1 + t_2} \Rightarrow \frac{2m + 1.5m}{1s} = 3.5m/s$$

$$v_{ort} = \frac{3m + 1.5m}{2s} = 2.25m/s$$

Bu soruyu cevapsız bırakan öğretmen adayı yüzdesi ise ön testte % 36,36 iken son testte % 4,54'tür.

Tablo 12'de görüldüğü gibi birinci soruya deney grubu öğretmen adayları ön testte % 8,67, son testte % 43,48 oranında doğru cevap vermişlerdir. Öğretmen adayları genellikle ortalama hız formülünü kullanarak doğru cevaba ulaşmışlardır. Deney grubunda kısmen doğru cevap veren öğretmen adaylarının oranı ise ön teste % 4,35 ve son testte % 30,43 olarak belirlenmiştir. Kontrol grubuna benzer şekilde deney grubundaki öğretmen adayları çoğunlukla ortalama hız formülünü kullanarak sonuca ulaşmaya çalışmış ancak işlem hatası yapmışlardır. Bu soruya yanlış cevap veren deney grubu öğretmen adayları ön testte % 65,2 ve son testte % 21,74 oranındadır. Yanlış cevap veren öğretmen adaylarının ön testte yaptıkları hatalar; “teğet çizgisinin fonksiyonu kestiği noktaları toplayarak oranlama”, “teğetin fonksiyonu kestiği noktaları belirleyememe”, “belirtilen zaman aralıklarındaki noktaların başlangıç ve sonundaki ortalama hızları bulma”, “uygun hız zaman grafiğini çizememe ve ortalama hızı bulamama” ve “konum zaman grafiğinin altında kalan alanı hesaplama” şeklindedir. Yanlış hız zaman grafiği çizen bir öğretmen adayına ait cevap aşağıda yer almaktadır (D13, İBT ön test).



Ayrıca ön testte sıkça karşılaşılan yanlış cevaplardan biri olan “belirtilen zaman aralıklarındaki ortalama hızları ayrı ayrı bulma”ya ait bir öğretmen adayının cevabı ise aşağıdaki gibidir (D12 İBT ön test).

Handwritten calculations:

$$v_{ort} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

$$t=1 \text{ için } v_{ort} = \frac{4-1}{1} = 4 \text{ m/s}$$

$$t=3 \text{ için } v_{ort} = \frac{4-2}{3} = \frac{2}{3} \text{ m/s}$$

Son testte yapılan yanlışlar ise “teğet çizgisinin fonksiyonu kestiği noktaları toplayarak oranlama”, “teğetin fonksiyonu kestiği noktaları belirleyememe” ve “uygun hareket denklemlerinden yararlanamama” şeklindedir. Deney grubu öğretmen adaylarında ön testte soruyu % 21,74 boş bırakırken son testte boş bırakanların oranı % 4,35’dir.

İBT’nin ikinci sorusu, doğrusal hareket ünitesinin sürat ve hız konusu ile ilgili olarak yöneltilmiştir. Testin bu sorusunda öğretmen adaylarının, bir cismin ortalama hızından yararlanarak yer değiştirme-zaman ilişkisini görmeleri, doğrusal hareket yapan cismin hareket fonksiyonunu ve anlık hızını bulmaları ile ilgili anlamalarını ortaya koymaları amaçlanmıştır. Bu soruya ön ve son testlerde öğretmen adayları tarafından verilen cevaplar kategorilendirilerek Tablo 13’de sunulmuştur.

Tablo 13. Deney ve kontrol grubu öğretmen adayları tarafından İBT testinin 2. sorusuna ön test ve son testte verilen cevapların kategori, frekans ve yüzdeleri

Kategoriler	Göstergeler	Kontrol Grubu Ön Test		Deney Grubu Ön Test		Kontrol Grubu Son Test		Deney Grubu Son Test	
		N	%	N	%	N	%	N	%
(3)	Uygun hareket denklemlerinden yararlanarak doğru sonuca ulaşma	-	-	-	-	1	4,54	2	8,69
	Süreyi bulup türev yardımı ile sonuca ulaşma	-	-	-	-	-	-	2	8,69
(2)	Süreyi hesaplama ancak anlık hızı hesaplayamama veya x_1 anına kadar olan ortalama hızı hesaplama	12	54,54	9	39,13	16	72,73	10	43,48
	Sadece süreyi bulma ancak türev alamama	-	-	-	-	1	4,54	5	21,74
	Hareketlinin grafiğini çizip süreyi bulma ancak anlık hızı hesaplayamama	-	-	-	-	-	-	1	4,35
	Sadece süreyi bulma ancak türev alamama	-	-	-	-	1	4,54	5	21,74
	Hareketlinin grafiğini çizip süreyi bulma ancak anlık hızı hesaplayamama	-	-	-	-	-	-	1	4,35
(1)	Herhangi bir anda teğet çizip eğim alma	1	4,54	1	4,35	-	-	-	-
	Uygun hareket denklemlerini kullanamama	3	13,63	1	4,35	2	9,09	2	8,69
	Anlık hız yerine ortalama hızı hesaplama	1	4,54	4	17,39	2	9,09	1	4,35
	Uygun olmayan veya yanlış hareket grafiğinden yararlanma	-	-	2	8,69	-	-	-	-
(0)	Herhangi bir cevap vermeme	5	22,73	6	26,08	-	-	-	-
Toplam		22	99,98	23	99,99	22	99,99	23	99,99

Tablo 13'den de görüldüğü gibi kontrol grubu öğretmen adaylarından hiç biri ön testte bu soruya doğru cevap vermemiştir. Son testte bu gruptaki öğretmen adaylarının % 4,54'ü doğru cevap vermişlerdir. Doğru cevap veren öğretmen adayı ise hareket denklemlerini kullanarak sonuca ulaşmıştır. Bu gruptaki kısmen doğru cevap veren öğretmen adayları ön testte % 54,54 ve son testte % 77,27 kadardır. Kısmen doğru cevap veren öğretmen adaylarının ön testte tamamı ve son testte büyük bir kısmı (%72,73) belirtilen süreler arasındaki zamanı bulmuş ancak sonrasında anlık hız yerine ortalama hızı hesaplamışlardır.

Bu kısımda son testte yalnızca bir öğretmen adayı (% 4,54) türevden yararlanmayı düşünmüş ancak uygun işlemleri yapamamıştır. Kontrol grubu örnekleminin % 22,71'i ön testte % 18,18'i ise son testte bu soruya yanlış cevap vermiştir. Ön testte öğretmen adaylarının çoğunluğu (% 13,63) soruya uygun olmayan farklı hareket denklemleri kullandıkları için yanlış cevap vermişlerdir. Ön testte yapılan diğer hatalar; "herhangi bir anda teğet çizip eğim alma" ve "anlık hız yerine ortalama hızı hesaplama" şeklinde iken

son testte öğretmen adayları tarafından verilen yanlış cevaplar; “uygun hareket denklemlerini kullanamama” ve “anlık hız yerine ortalama hızı hesaplama” şeklindedir. Bu soruyu ön testte % 22,73 oranında boş bırakan öğretmen adayı varken son testte boş bırakan öğretmen adayı bulunmamaktadır.

Deney grubu öğretmen adaylarından hiçbiri ön testte bu soruyu doğru olarak cevaplayamamıştır. Son testte doğru cevaplayan öğretmen adaylarının bir kısmı (% 8,69) hareket denklemlerinden yararlanırken bir kısmı da (% 8,69) türevden yararlanarak doğru sonuca ulaşmıştır. Hareket denklemlerini kullanıp doğru sonucu bulan D10 ve D14 öğretmen adaylarının İBT son test cevapları aşağıda gösterilmiştir.

$x = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$ $x = \frac{1}{2} a t^2 \quad v = a \cdot t$ $25 = \frac{1}{2} a \cdot 25 \quad v = 2m/s^2 \cdot 5s$ $a = 2m/s^2 \quad v = 10m/s$ $v = \frac{dx}{dt} = \frac{(100 - 25m)}{t} = 15m/s$ $15t = 75s$	$v_0 t = 15 = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{100 - 25}{2t - t} = 15$ $\frac{25}{t} = 15 \quad t = 5s$ $x = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$ $25 = 0 \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot 5^2$ $25 = \frac{1}{2} a \cdot 25 \quad a = 2$ $v_s^2 = v_0^2 + 2ax$ $v_s^2 = 0^2 + 22 \cdot 25$ $v_s = 10$
--	--

Bu soruya kısmen doğru cevap veren öğretmen adaylarının çoğunluğu (% 43,48) kontrol grubunda olduğu gibi belirli bir zaman aralığındaki süreyi hesaplamış ancak türevi kullanmak yerine belirli bir ana kadar olan ortalama hızı hesaplamışlardır. Belirtilen süreler arasındaki zamanı bulup anlık hızı hesaplayamayan D1 öğretmen adayının İBT son testteki cevabı aşağıda sunulmuştur.

$x_2 - x_1 = 100m - 25m = 75m$ $v = 15m/s \quad x = v \cdot t$ $75m = 15m \cdot t$ $t = 5s$ $x_1 = 25m \quad x = v \cdot t$ $25m = v \cdot 5s \Rightarrow v = 5m/s$

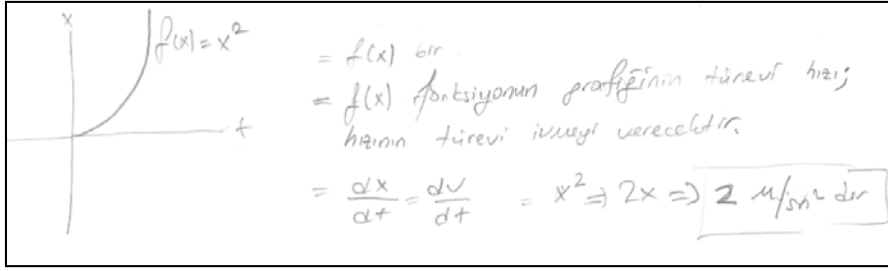
Sadece bir öğretmen adayı grafikten yararlanmak istemiş fakat doğru sonuca ulaşamamıştır. Deney grubu içerisinde yanlış cevap veren öğretmen adayları ön testte % 34,78’den son testte % 13,04’e düşmüştür. Bu kategoride yer alan öğretmen adayları ön testte çoğunlukla (% 17,39) anlık hız yerine ortalama hızı bulmaya çalışmıştır. Ön testte verilen diğer yanlış cevaplar; “herhangi bir anda teğet çizip eğim alma”, “uygun hareket denklemlerini kullanamama” ve “uygun olmayan veya yanlış hareket grafiğinden yararlanma” şeklindedir. Son testte öğretmen adayları tarafından yapılan yanlışlar ise “ortalama hızı hesaplama” ve “çözüm için uygun olmayan hareket denklemlerini kullanma” olarak belirlenmiştir. Bu soruyu ön teste öğretmen adaylarının % 26,08’i boş bırakırken, son testte hiçbir öğretmen adayı bu soruyu boş bırakmamıştır.

İBT'nin üçüncü sorusu doğrusal hareket ünitesinin yer değiştirme, hız ve ivme konusunda öğretmen adaylarının anlamalarını ortaya çıkarmak için hazırlanmış bir sorudur. Soruda öğretmen adaylarının belirli bir hareketlinin fonksiyonundan yararlanarak hız ve ivme değerlerine ulaşabilmelerini ölçme amaçlanmıştır. Bu soruya ön ve son testlerde öğretmen adayları tarafından verilen cevaplar kategorilendirilerek Tablo 14'de sunulmuştur.

Tablo 14. Deney ve kontrol grubu öğretmen adayları tarafından İBT testinin 3. sorusuna ön test ve son testte verilen cevapların kategori, frekans ve yüzdeleri

Kategoriler	Göstergeler	Kontrol Grubu Ön Test		Deney Grubu Ön Test		Kontrol Grubu Son Test		Deney Grubu Son Test	
		N	%	N	%	N	%	N	%
(3)	Uygun hareket denklemlerini kullanıp doğru sonuca ulaşma	3	13,6	6	26,08	8	36,36	11	47,83
	Alınan yolu zamanın fonksiyonu olarak belirtip türev yardımıyla sonuca ulaşma	-	-	-	-	2	9,09	2	8,69
(2)	Uygun hareket denklemlerini kullanıp işlem hatası yapma	-	-	1	4,35	-	-	-	-
(1)	Yanlış veya uygun olmayan hareket denklemlerinden yararlanma	12	54,54	8	34,78	6	27,27	9	39,13
	Hız-zaman ve/veya yol-zaman grafiklerini yanlış çizme	5	22,73	7	30,43	5	22,73	1	4,35
(0)	Herhangi bir cevap vermeme	2	9,09	1	4,35	1	4,54	-	-
Toplam		22	99,96	23	99,99	22	99,99	23	100

Tablo 14'ten da görüldüğü gibi kontrol grubundaki öğretmen adaylarından % 13,6'sı bu soruya ön testte doğru cevap vermişlerdir. Bu oran son testte % 45,45 olarak tespit edilmiştir. Doğru cevap veren öğretmen adaylarının hiç biri ön testte sorunun türev yardımı ile de çözülebileceğini düşünemezken son testte öğretmen adaylarının % 9,09'u türevden yararlanarak sonuca ulaşmıştır. Aşağıda bu soruyu İBT son testte türevden yararlanarak çözen K18'in cevabı yer almaktadır.



Kontrol grubu öğretmen adaylarından ön testte ve son testte hiç birinin kısmen doğru cevap vermediği görülmektedir. Yanlış cevap veren öğretmen adaylarının oranı ön testte % 77,27'lik bir oranı, son testte ise % 50'lik bir oranı içermektedir. Yanlış cevap veren öğretmen adaylarında sık karşılaşılan cevap ise ön testte % 50 ve son testte % 27,27'lik oran ile aşağıda verilen alıntıdan da (K20, İBT ön test) görüldüğü gibi yanlış hareket denklemlerini veya bu soru için uygun olmayan hareket denklemlerini kullanmalarından kaynaklanan hatalardan oluşmaktadır.

8. *1. tablo
doğrusal hareket*

t(s)	0	1	2	3	4
x(m)	0	1	4	9	16

Yanda bulunan tabloda doğrusal bir yörüngede bir cismin aldığı x yolunun t zamanına bağlı değişimi gösterilmektedir. Bu cismin ivmesi nedir?
 Çözüm: $a = t = v \Rightarrow \frac{v}{t} = a \quad \frac{x}{t} = a$

$a = \frac{x}{t^2} \Rightarrow \frac{1}{1} \quad \frac{4}{4} \quad \frac{9}{9} \quad \frac{16}{16}$

İvme: sabit
 $a = \text{sabit}$

$\frac{x}{t^2} = a$

Ayrıca öğretmen adaylarının %22,73'ü hem ön testte hem de son testte uygun hareket grafiklerini çizmedikleri için yanlış cevap vermişlerdir. Kontrol grubu öğretmen adaylarından % 9,09'u ön testte bu soruyu boş bırakırken, son testte bu soruyu % 4,54 oranında öğretmen adayı boş bırakmıştır.

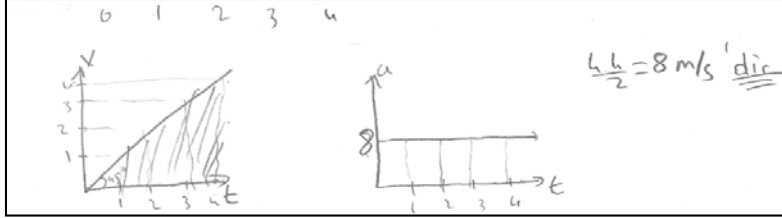
Deney grubu öğretmen adaylarından bu soruyu ön testte doğru cevaplayanların oranı % 26,08, son testte ise % 56,52 olmuştur. Doğru cevap veren öğretmen adayları genellikle hareket denklemlerinden yararlanarak sonuca ulaşmışlardır (D17 İBT son test).

$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$
 $x = \frac{1}{2} a t^2 \Rightarrow$
 $t = 1$ de $1 = \frac{1}{2} a \cdot 1^2$
 $a = 2 \text{ m/s}^2$
 $t = 2$ de $4 = \frac{1}{2} a \cdot 2^2$
 $a = 2 \text{ m/s}^2$

Her andaki 'ivmesi' aynı çıktığından sabit bir ivmeğe sahip denektir. Bu ivmede $a = 2 \text{ m/s}^2$ dir.

Türevi kullanarak doğru sonucu bulan öğretmen adayı oranı ise son testte % 8,69 olarak tespit edilmiştir. Soruya kısmen doğru cevap veren öğretmen adayı oranı ön testte % 4,35 iken son testte bu kategoride cevap veren öğretmen adayı bulunmamaktadır. Soruyu kısmen doğru cevaplayan öğretmen adayı ise uygun hareket denklemlerini kullanmış ancak

işlem hatası yapmıştır. Bu soruya yanlış cevap veren öğretmen adayları ön testte % 65,21, son testte % 43,48 oranındadır. Yanlış cevap veren öğretmen adayları, ön testte yanlış veya soru çözümüne uygun olmayan hareket denklemlerini kullanarak hata yapmış, uygun hareket grafiklerini belirleyememiş ve çizememiştir. Yanlış hareket grafiği çizen öğretmen adaylarından D6'nın İBT ön test cevabı aşağıda yer almaktadır.



Oysa son testte yanlış cevap veren öğretmen adaylarının çoğunluğu (% 39,13) konuya uygun hareket denklemlerini belirleyemedikleri veya yanlış hareket denklemlerini kullandıkları için hata yaparken, % 4,35'lik bir oran ise yanlış hareket denklemlerini çizdiği için yanlış cevap vermiştir. Soruyu deney grubu öğretmen adaylarından sadece % 4,35'i boş bırakırken son testte hiçbir öğretmen adayı soruyu boş bırakmıştır.

İBT'nin dördüncü sorusu doğrusal hareket ünitesinin sabit ivmeli hareket konusunda öğretmen adayı anlamalarını ortaya çıkarmak için hazırlanmıştır. Testte sorulan soruda sabit ivme ile yavaşlayan bir hareketli için durma mesafesinin öğretmen adayları tarafından ortaya koyulması amaçlanmıştır. Bu soruya ön ve son testlerde öğretmen adayları tarafından verilen cevaplar kategorilendirilerek Tablo 15'te sunulmuştur.

Tablo 15. Deney ve kontrol grubu öğretmen adayları tarafından İBT testinin 4. sorusuna ön test ve son testte verilen cevapların kategori, frekans ve yüzdeleri

Kategoriler	Göstergeler	Kontrol Grubu Ön Test		Deney Grubu Ön Test		Kontrol Grubu Son Test		Deney Grubu Son Test	
		N	%	N	%	N	%	N	%
(3)	Hız zaman grafiğinden yararlanarak uzunluğu hesaplama	3	13,6	1	4,35	1	4,54	1	4,35
	Uygun hareket formüllerini kullanıp sonuca ulaşma	2	9,09	2	8,69	15	68,18	14	60,87
(2)	Uygun hareket formüllerini kullanıp işlem hatası yapma	1	4,54	-	-	2	9,09	6	26,08
	Hız zaman grafiğini doğru çizip altında kalan alanı yanlış hesaplama	-	-	-	-	1	4,54	-	-
(1)	Yanlış veya uygun olmayan hareket denklemlerini kullanma	9	40,91	12	52,17	2	9,09	2	8,69
(0)	Herhangi bir cevap vermeme	7	31,82	8	34,78	1	4,54	-	-
Toplam		22	99,96	23	99,99	22	99,98	23	99,99

Tablo 15’den de görüldüğü gibi kontrol grubu öğretmen adaylarının % 22,69’u ön testte, % 72,72’si son testte sabit ivme ile yavaşlayan bir cismin durma süresini doğru olarak hesaplamışlardır. Öğretmen adaylarının % 13,6’sı ön testte hareket grafiklerinden yararlanırken son testte sadece % 4,54’ü hareket grafiklerini kullanarak doğru sonucu elde etmişlerdir. Doğru cevap veren diğer öğretmen adayları ise hareket denklemlerinden yararlanmışlardır. Bu grupta kısmen doğru cevap veren öğretmen adayı oranı ön testte % 4,54, son testte ise % 13,63’tür. Kısmen doğru cevap veren öğretmen adayları doğru hareket denklemlerini ve grafikleri tercih etmelerine rağmen işlem hatası yaptıkları için bu kategoride yer almıştır. Kontrol grubunda ön testte % 40,91 ve son testte % 9,09’luk grup ise sorunun çözümü için uygun olmayan hareket denklemleri tercih etmiş veya yanlış hareket denklemleri kullanmış oldukları için yanlış cevap kategorisine dahil edilmişlerdir. Bu soruyu boş bırakan öğretmen adayı oranı ön testte % 31,82, son testte ise % 4,54 olarak tespit edilmiştir.

Aynı soruda ön testte deney grubu öğretmen adayları % 13,04, son testte % 65,22 oranında doğru cevap vermişlerdir. Doğru cevap veren öğretmen adaylarının büyük bir bölümü (ön testte % 8,69, son testte % 60,87) hareket denklemlerini kullanıp doğru sonucu elde etmişlerdir. Aşağıda İBT son testte bu soruya doğru cevap veren D8 öğretmen adayına ait cevap yer almaktadır.

$a = -5 \text{ m/s}^2$
 $v_0 = 100 \text{ m/s}$
 $v = 0$
 $x = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$
 $v = v_0 + a t$
 $0 = 100 - 5 t$
 $t = 20 \text{ s}$
 $v^2 = v_0^2 - 2 a x$
 $0 = (100)^2 - 2 \cdot 5 \cdot x$
 $40x = 10^4$
 $x = 1000 \text{ m}$
 $x = 100 t - \frac{1}{2} \cdot 5 \cdot (20)^2$
 $= 2000 - \frac{1}{2} \cdot 5 \cdot 400$
 $x = 2000 - 1000$
 $x = 1000 \text{ m}$

Soruda hareket grafiklerini kullanıp doğru sonuca ulaşan öğretmen adayı oranı ise ön testte % 4,35 ve son testte de % 4,35 olarak tespit edilmiştir. Bu soruda ön testte hiçbir öğretmen adayı kısmen doğru cevap veremezken, son testte % 26,08’lik bir öğretmen adayı oranı kısmen doğru cevap vermiştir. Bu cevabı veren öğretmen adaylarının tümü sorunun çözümü için uygun hareket denklemlerini tercih etmiş ancak işlem hatası yaptıkları için doğru sonuca ulaşamamışlardır. Aynı gruptaki öğretmen adaylarından % 52,17’si ön testte ve % 8,69’u son testte bu soruyu yanlış cevaplamıştır. Sorunun yanlış cevaplanmasının nedeni ise öğretmen adayları tarafından soru çözümüne uygun olmayan hareket denklemlerinin tercih edilmesi veya yanlış hareket denklemlerinin kullanılmasından

kaynaklanmaktadır. Aşağıda bu soruya D22'nin İBT son testte verdiği cevap yer almaktadır.

Handwritten student work showing calculations for a physics problem. The work includes the formula $v=100$, the equation $x=v \cdot t$, and the equation $x=at^2$. There are also calculations for $x=400$ and $x=2000$. Some formulas are crossed out, such as $v=100/t$ and $x=100/6$.

Soruyu deney grubunda boş bırakan öğretmen adayları sayısı ön testte % 34,78 oranında iken son testte hiçbir öğretmen adayları bu soruyu bırakmamıştır.

İBT'nin beşinci sorusu doğrusal hareket ünitesinin serbest düşme konusunda öğretmen adaylarının fikirlerini ortaya koymaları için hazırlanmıştır. Bu soruda serbest düşme yapan bir cismin belirli bir süreden sonraki hareketinin öğretmen adayları tarafından irdelenmesi ve buna bağlı olarak serbest düşme hareketinin ortaya koyulması amaçlanmıştır. Soruya ön ve son testlerde öğretmen adayları tarafından verilen cevaplar kategorilendirilerek Tablo 16'da sunulmuştur.

Tablo 16. Deney ve kontrol grubu öğretmen adayları tarafından İBT'nin 5. sorusuna ön test ve son testte verilen cevapların kategori, frekans ve yüzdeleri

Kategoriler	Göstergeler	Kontrol Grubu Ön Test		Deney Grubu Ön Test		Kontrol Grubu Son Test		Deney Grubu Son Test	
		N	%	N	%	N	%	N	%
(3)	Uygun hareket denklemlerini kullanıp doğru sonuca ulaşma	-	-	-	-	7	31,82	5	21,74
	Uygun hareket grafiklerinden yararlanarak doğru sonuca ulaşma	-	-	-	-	-	-	1	4,35
(2)	Uygun hareket denklemlerini kullanma ancak işlem hatası yapma	2	9,09	-	-	-	-	-	-
	Hareketlinin son 0,1.s'deki hızını hesaplama ancak süreyi ve yüksekliği hesaplamada hata yapma	-	-	1	4,35	2	9,09	2	8,69
(1)	Yüksekliği 5,15,25... şeklinde hesaplamaya çalışma	1	4,54	1	4,35	-	-	-	-
	Hareketin son saniyesini serbest düşme hareketi şeklinde düşünme	2	9,09	2	8,69	4	18,18	6	26,08
	Hareket denklemlerini yanlış yazma ve bu şekilde işlem yürütme	-	-	1	4,35	2	9,09	6	26,08
	Alınan yol ve geçen süre arasında doğru orantı kurup bu şekilde sonuca ulaşma	1	4,54	2	8,69	1	4,54	2	8,69
	Son hızı sıfır kabul edip soruyu çözme	-	-	-	-	1	4,54	-	-
	Hareketlinin grafiğini yanlış çizme	-	-	1	4,35	--	-	-	-
(0)	Formülleri yazıp hiçbir işlemsel ifadede bulunamama	-	-	-	-	1	4,54	-	-
(0)	Herhangi bir cevap vermeme	16	72,73	15	65,22	4	18,18	1	4,35
Toplam		22	99,99	23	100	22	99,98	23	99,98

Tablo 16'dan da görüldüğü gibi serbest düşme yapan bir hareketlinin toplam aldığı yolun sorulduğu bu soruya kontrol grubu öğretmen adaylarının hiçbiri ön testte doğru cevap verememiştir. Ancak son testte aynı gruptaki öğretmen adaylarının % 31,82'si soruya doğru cevabı vermiştir. Doğru cevap veren öğretmen adaylarının tamamı çözüm yolu için hareket denklemlerini kullanmış ve bu şekilde doğru sonuca ulaşmışlardır.

Öğretmen adaylarının % 9,09'u ön testte soru çözümü için uygun hareket denklemlerini kullanmış ancak işlem hatası yapmış, son testte ise % 9,09'luk bölümü ise son 0,1s'deki hızı hesaplamış ancak cismin atıldığı yüksekliği hesaplayamadığı için kısmen doğru cevap vermişlerdir. Yanlış cevap veren öğretmen adayları ön testte % 18,18, son testte ise % 40,9'dur. Yanlış cevap veren öğretmen adayları hareketlinin hareketini tam olarak algılayamamış ve hareketi ilk hızı olmayan serbest düşme hareketine benzetmeye çalışmışlardır. Ön testte verilen yanlış cevap kategorileri; yüksekliği 5,15,25... şeklinde hesaplamaya çalışma, hareketin son saniyesini serbest düşme hareketi şeklinde düşünme ve alınan yol ve geçen süre arasında doğru orantı kurup bu şekilde sonuca ulaşma şeklinde iken son testte ise hareketin son saniyesini serbest düşme hareketi şeklinde düşünme, hareket denklemlerini yanlış yazma ve bu şekilde işlem yürütme, alınan yol ve geçen süre arasında doğru orantı kurup bu şekilde sonuca ulaşma, son hızı sıfır kabul edip soruyu çözme ve formülleri yazıp hiçbir işlemsel ifadede bulunamama şeklindedir. Bu gruptaki öğretmen adaylarının % 72,73'ü ön testte, % 18,18'i son testte hiçbir cevap verememişlerdir.

Deney grubu öğretmen adaylarından hiçbiri soruyu ön testte doğru olarak cevaplayamamıştır. Son testte doğru cevap veren öğretmen adaylarının oranı ise % 26,09'dur. Bu soruya cevap veren deney grubu öğretmen adaylarının çoğunluğu hareket denklemlerini kullanarak sonuca ulaşırken % 4,35'i hareketlinin grafiğini çizerek alınan toplam yolu hesaplamıştır. Aşağıda D15 ve D16 öğretmen adaylarının İBT son testine ait cevaplar yer almaktadır.

$h = v_0 t + \frac{1}{2} g t^2$
 $v_s^2 = v_0^2 + 2 g x$
 $x = v_0 t + \frac{1}{2} g t^2$
 $x = 5 t^2$
 $v_s^2 = 2 \cdot 10 \cdot x$
 $v_s^2 = 20 x$

$x = 5 t^2$ ise
 $x = 5 \cdot (1,5)^2 = 11,25 m$
 Toplam yükseklik =
 $11,25 + 1,5 \cdot 5 = 12,75 m$

$(x+1,5) = 5 \cdot (t+0,1)^2$
 $5t^2 + 1,5 = 5(t^2 + 0,2t + 0,01)$
 $t^2 + 0,2t = t^2 + 0,2t + 0,01$
 $0,2t = 0,01$
 $t = 0,05$

$h = \left(10 \cdot \frac{3}{2} + 1\right) \cdot \left(\frac{3}{2} + 0,1\right) = \frac{8}{2} \cdot 1,6 = 6,4 m$
 $(10t + 10t + 1) \cdot 0,1 = 1,55$
 $\frac{(20t + 1) \cdot 0,1}{2} = \frac{31}{20} \cdot 0,1 = \frac{31}{200} = 0,155$

Kısmen doğru cevap veren öğretmen adaylarının % 4,35'i ön testte, % 8,69'u son testte hareketlinin son 0,1s'deki hızını hesaplamış ancak sonrasında hareketlinin serbest

bırakıldığı yüksekliği hesaplayamamışlardır. Aşağıda sadece 0.1. saniyede hız bulan D9 öğretmen adayına ait İBT son yetse ait cevap bulunmaktadır.

Bu soruya yanlış cevap veren öğretmen adaylarının yüzdesi ön testte % 47,82, son testte % 60,85'tir. Yanlış cevap veren öğretmen adayları kontrol grubunda olduğu gibi genellikle hareketi serbest düşme hareketi olarak algılayıp sonuca ulaşmak istedikleri için hata yapmışlardır. Deney grubunda ön testte yanlış cevap kategorileri; yüksekliği 5,15,25... şeklinde hesaplamaya çalışma, hareketin son saniyesini serbest düşme hareketi şeklinde düşünme, hareket denklemlerini yanlış yazma ve bu şekilde işlem yürütme, alınan yol ve geçen süre arasında doğru orantı kurup bu şekilde sonuca ulaşma ve hareketlinin grafiğini yanlış çizme şeklinde, son testte hareketin son saniyesini serbest düşme hareketi şeklinde düşünme, hareket denklemlerini yanlış yazma ve bu şekilde işlem yürütme ve alınan yol ve geçen süre arasında doğru orantı kurup bu şekilde sonuca ulaşma şeklindedir. Aşağıda İBT ön testte hareketin son saniyesini serbest düşme hareketi olarak düşünen D4 öğretmen adayına ait cevap yer almaktadır.

Bu soruya ön testte % 65,22'lik, son testte % 4,35'lik bir yüzdelik öğretmen adayı dilimi hiçbir cevap vermemiştir.

İşlemsel sorular testinin altıncı sorusu doğrusal hareket ünitesinin serbest düşme konusunda öğretmen adaylarının işlemsel becerilerini belirlemek için hazırlanmıştır. Soru aşağıdan yukarı doğru düşey atış hareketinin öğretmen adayları tarafından algılanmasını belirlemek amacını taşımaktadır. Bu soruya ön ve son testlerde öğretmen adayları tarafından verilen cevaplar kategorilendirilerek Tablo 17'de sunulmuştur.

Tablo 17. Deney ve kontrol grubu öğretmen adayları tarafından İBT testinin 6. sorusuna ön test ve son testte verilen cevapların kategori, frekans ve yüzdeleri

Kategori	Göstergeler	Kontrol Grubu Ön Test		Deney Grubu Ön Test		Kontrol Grubu Son Test		Deney Grubu Son Test	
		N	%	N	%	N	%	N	%
(3)	Uygun işlemleri yürütüp havada 4 halka kalacağını bulma	1	4,54	2	8,69	4	18,18	1	4,35
(2)	Bir halkanın havada kalma süresini doğru bulma ancak havada toplamda kaç halkanın bulunacağını yanlış hesaplama	1	4,54	-	-	5	22,73	4	17,39
(1)	Havada kalan halka sayısını yanlış hesaplama	8	36,36	10	43,48	6	27,27	11	47,83
	Yüksekliği hesap etme	-	-	-	-	1	4,54	1	4,35
	Hız ve ivme'de farklı birim sistemleri kullanma	-	-	-	-	2	9,09	-	-
(0)	Herhangi bir cevap vermeme	12	54,54	11	47,83	4	18,18	6	26,08
Toplam		22	99,98	23	100	22	99,99	23	100

Tablo 17'den de görüldüğü gibi kontrol grubu öğretmen adaylarından % 4,54'lük bölümü ön testte, % 18,18'lik oranı ise son testte bu soruya doğru cevap vererek havada 4 halkanın kalacağını hesaplamışlardır. Bu grupta öğretmen adaylarının % 4,54'ü ön testte, % 22,73'ü son testte kısmen doğru cevap vermişlerdir. Bu kategorideki öğretmen adayları bir halkanın havada kalma süresini doğru hesaplamış ancak havada kaç halka kalacağını hesaplayamamışlardır. Yanlış cevap veren öğretmen adayları ön testte % 36,36, son testte % 40,9'dur. Ön testte yanlış cevap veren öğretmen adaylarının tümü havada kalan halka sayısını yanlış hesaplamış, son testte ise % 47,83'lük bir orandaki öğretmen adayı havadaki halka sayısını yanlış hesaplarken, % 4,54'ü havada olması gereken halka sayısı yerine halkanın çıkabileceği maksimum yüksekliği hesaplamak istemiş, % 9,09'lük bölümü de hareketlinin hız ve ivmesinde farklı birim sistemleri kullanmış ve yanlış işlemler yürütmüşlerdir. aşağıda Havada kalan halka sayısını yanlış hesaplayan D13 öğretmen adayına ait örnek aşağıda yer almaktadır.

$v = 2 \text{ m/s}$ $t = 1 \text{ s}$ $t = 10 \text{ s}$ için halka sayısı?	$y = \frac{1}{2} g t^2$ $y = \frac{2 \cdot 2^2 + 1}{2} \cdot (10 \text{ m/s}^2) \cdot (1 \text{ s})^2$ $y = 7 \text{ m}$
	7 halka

Bu soruda kontrol grubu öğretmen adaylarının ön testte % 54,54'ü son testte de % 18,18'i soruyu boş bırakmışlardır.

Deney grubunda soruya doğru cevap verenler ön testte % 8,69, son testte % 3,35'tir ve bu öğretmen adayları havada kalan halka sayısı ile ilgili doğru işlemler yürüterek uygun sonuca ulaşmışlardır. Bu soruya deney grubundaki hiçbir öğretmen adayı ön testte kısmen doğru cevap verememiştir. Son testte ise % 17,39'u soruya kısmen doğru cevap vermişlerdir, bu öğretmen adayları, bir halkanın havada kalma süresini doğru hesaplamış ancak havada 10. saniyeden sonra kaç halka kalacağını hesaplayamamıştır (D3 İBT son test).

$$\begin{array}{l}
 2000\text{cm} = 20\text{m} \\
 t_{01} = \frac{20}{g} \Rightarrow \frac{20}{10} \Rightarrow t_{01} = 2\text{s} \\
 = \frac{t_1}{1} \Rightarrow n = \frac{4}{1} \Rightarrow n = 4 \text{ tane} \\
 \text{1 saniye sonra 4 tane oluyor} \\
 \text{10 saniye her saniye 4 tane olur.} \\
 \underline{40}
 \end{array}$$

Deney grubunda soruya yanlış cevap veren öğretmen adayları ön testte % 43,48'dir. Ön testte yanlış cevap veren öğretmen adaylarının tümü havada kalan halka sayısını yanlış hesaplamıştır. Son testte öğretmen adaylarının % 52,18'i bu soruya yanlış cevap vermişlerdir. Son testte yanlış cevap veren öğretmen adaylarının % 47,83'ü hava kalan halka sayısını yanlış hesaplarken, % 4,35'i cismin havada kalma süresi yerine çıkabileceği azami yüksekliği hesaplamaya çalışmışlardır. Aşağıda İBT son testte havada kalma süresi yerine yüksekliği hesaplayan D5 öğretmen adayının cevabı bulunmaktadır.

$$\begin{array}{l}
 \frac{2000}{1000} = 20\text{m/s} \\
 x_1 = 20 \cdot 10 + \frac{1}{2} \cdot 10^2 \cdot 100 \\
 x_1 = 2000 + 5000 \\
 x_1 = 7000 \\
 x = v_0 t + \frac{1}{2} g t^2 \\
 x = 20 \cdot 10 + \frac{1}{2} \cdot 10^2 \cdot 100 \\
 x = 7500 \\
 x_2 - x_1 = 7000 - 7500 = 500\text{m}
 \end{array}$$

Bu soruyu ön testte %47,63, son testte de % 26,08'lik orandaki bir öğretmen adayı grubu boş bırakmıştır.

İBT'nin yedinci sorusu doğrusal hareket ünitesinin serbest düşme konusunda öğretmen adayı fikirlerini belirlemeye yönelik olarak hazırlanmıştır. Soruda düşey doğrultuda yukarı yönlü atılan cisimlerin hareketinin öğretmen adayları tarafından anlaşılma düzeylerini araştırmak amaçlanmıştır. Bu soruya ön ve son testlerde öğretmen adayları tarafından verilen cevaplar kategorilendirilerek Tablo 18'de sunulmuştur.

Tablo 18. Deney ve kontrol grubu öğretmen adayları tarafından İBT testinin 7. sorusuna ön test ve son testte verilen cevapların kategori, frekans ve yüzdeleri

Kategoriler	Göstergeler	Kontrol grubu ön test		Deney grubu ön test		Kontrol grubu son test		Deney grubu son test	
		N	%	N	%	N	%	N	%
(3)	Uygun hareket denklemlerini kullanıp doğru sonuca ulaşma	1	4,54	1	4,35	4	18,18	5	21,74
	Hareketli için uygun grafikleri çizip doğru sonucu bulma	-	-	-	-	-	-	1	4,35
(2)	Balon içindeki cismin tekrar aynı seviyeye gelme veya yukarı çıkma süresini bulma ancak toplam süreyi hesaplayamama	1	4,54	3	13,04	-	-	7	30,43
	Uygun hareket formüllerini kullanma ancak sonrasında işlem hatası yapma	1	4,54	-	-	6	27,27	3	13,04
	Uygun hareket denklemlerini kullanma ancak işlemleri tamamlamama	-	-	-	-	1	4,54	-	-
(1)	Cismin hareket şekli çizme ancak hiçbir işlem yapmama	2	9,09	4	17,39	-	-	1	4,35
	Hareket denklemlerini yanlış yazma ve işlemleri bu şekilde yürütme	2	9,09	-	-	-	-	-	-
	Hareketi serbest düşme hareketi olarak düşünüp soruyu çözme	5	22,73	8	34,78	7	31,82	5	21,74
	Cismin hareketini yatay atış hareketi olarak düşünüp soruyu çözme	4	18,18	2	8,69	4	18,18	1	4,35
(0)	Herhangi bir cevap vermeme	6	27,27	5	21,74	-	-	-	-
Toplam		22	99,98	23	99,99	22	99,99	23	100

Tablo 18'den de görüldüğü gibi İBT'nin yedinci sorusuna kontrol grubunda ön teste doğru cevap veren öğretmen adayı oranı % 4,54'tür. Son testte ise bu oran % 18,18 olarak tespit edilmiştir. Bu gruptaki doğru cevap veren öğretmen adaylarının tamamı hareket denklemlerinden yararlanarak doğru sonucu elde etmişlerdir. Kontrol grubunda kısmen doğru cevap veren öğretmen adayı yüzdesi ön testte % 9,09, son testte % 31,81'dir. Bu kategoriye ön testte kısmen doğru cevap veren öğretmen adayları cismin yukarı çıkma süresini hesaplamış ancak toplam süreyi bulamamış ve uygun hareket denklemlerini kullanmış ancak işlem hatası yapmışlardır. Son testte ise kısmen doğru cevap kategorisinde en çok karşılaşılan cevap uygun hareket denklemlerini kullanmak ancak işlem hatası yapmak (%27,27) şeklindedir. Son testte ayrıca bu kategoride hareket denklemleri kullanılmış ancak doğru sonuca ulaşamamıştır. Bu gruptaki yanlış cevap veren öğretmen adaylarının sayısı ön testte % 59,09, son testte ise % 50'dir. Bu öğretmen adayları soruyu tam olarak kavrayamama, hareketi serbest düşme hareketi veya eğik atış hareketine

benzetme ve sadece hareketlinin şeklini çizme şeklinde hatalar yapmışlardır. Aşağıda İBT ön testte hareketi serbest düşme hareketi olarak düşünüp soruyu çözen K3 öğretmen adayına ait cevap bulunmaktadır.

potansiyel serbest düşme hareketi.

$$v = -gt + v_0$$

$$y = -\frac{gt^2}{2} + v_0 t + y_0$$

$$0 = -\frac{10 \cdot t^2}{2} + 5 \cdot t + 30$$

$$0 = -5t^2 + 5t + 30$$

$$5t^2 - 5t - 30 = 0$$

$$t^2 - t - 6 = 0$$

$$t = -\frac{3}{2}$$

$$t = 3$$

$t = 3 \text{ sn.}$

Kontrol grubu öğretmen adaylarından bu soruyu ön testte boş bırakan öğretmen adayları oranı % 27,27'dir. Son testte ise hiçbir öğretmen adayları soruyu cevaplanmamış bırakmıştır.

Tablo 18'de görüldüğü gibi deney grubu öğretmen adayları içerisinde ön testte soruyu doğru cevaplayanların oranı % 4,35'dir. Son testte bu soruyu aynı grup içerisinde doğru cevaplayanların oranı ise % 26,09 olarak tespit edilmiştir. Doğru cevap veren öğretmen adayları ön testte % 4,35 ve son testte %21,74 yüzdelerlik dilim hareket denklemlerinden yararlanarak doğru sonuca ulaşmışlardır. Aşağıda İBT son testte uygun hareket denklemlerinden yararlanarak doğru sonuca ulaşan D10 öğretmen adayına ait cevap yer almaktadır.

$$v = -gt + v_0$$

$$y = -\frac{gt^2}{2} + v_0 t + y_0$$

$$0 = -\frac{10 \cdot t^2}{2} + 5 \cdot t + 30$$

$$0 = -5t^2 + 5t + 30$$

$$5t^2 - 5t - 30 = 0$$

$$t^2 - t - 6 = 0$$

$$t = -\frac{3}{2}$$

$$t = 3$$

$t = 3 \text{ sn.}$

Son testte % 4,35'lik oran ise hareketlinin hareket grafiğini çizerek doğru sonucu elde etmiştir (İBT D16 son test).

$$v = -gt + v_0$$

$$y = -\frac{gt^2}{2} + v_0 t + y_0$$

$$0 = -\frac{10 \cdot t^2}{2} + 5 \cdot t + 30$$

$$0 = -5t^2 + 5t + 30$$

$$5t^2 - 5t - 30 = 0$$

$$t^2 - t - 6 = 0$$

$$t = -\frac{3}{2}$$

$$t = 3$$

$t = 3 \text{ sn.}$

Deney grubunda kısmen doğru cevap veren öğretmen adayları ön testin % 13,04 ve son testin % 43,47'lik oranını oluşturmaktadır. Bu kategoride cevap veren öğretmen adayları ön testte balondan atılan cismin tekrar aynı seviyeye veya tepe noktasına ulaşma

süresini bulmuş ancak toplam süreyi hesaplamamışlardır. Son testte ise balondan atılan cismin tekrar aynı seviyeye ve/veya tepe noktasına ulaşma süresini bulup hareket süresini bulamamış veya uygun hareket denklemlerini kullanarak işlem hatası yapmışlardır. Bu grup içerisinde yanlış cevap veren öğretmen adayları ön testte % 60,86, son testte % 30,44'lük bir oran oluşturmaktadırlar. Deney grubu içerisinde yanlış cevapların önemli bir kısmını ön testte % 34,78 oranla hareketi serbest düşme hareketi şeklinde düşünmek oluşturmaktadır. Ön testte bu durumdan sonra en fazla karşılaşılan diğer bir durum ise % 17,39 oranla hareketlinin şeklinin çizilip herhangi bir işlem yapmama oluşturmaktadır. Son testte ise ön teste oranla hareketi serbest düşme hareketi olarak düşünme azalmasına karşın yine yapılan yanlışlar içerisinde % 21,74 oranla en büyük yüzdeliğe sahiptir. Bunu dışında verilen yanlış cevaplar ise % 4,35'lik oranlarla hareketlinin yalnızca şeklini çizmek ve hareketi yatay atış hareketi olarak düşünmektir.

Bu soruyu deney grubu içerisinde ön testte % 21,74 oranında bir öğretmen adayı oranı boş bırakırken son testte bu soruyu boş bırakan olmamıştır.

İBT'nin sekizinci sorusu düzlemde hareket ünitesinin eğik atış hareketi konusunda öğretmen adayı anlamalarını ortaya koymak için hazırlanmıştır. Soruda eğik atış hareketi yapan bir cismin düşey doğrultuda aldığı yolun belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu soruya ön ve son testlerde öğretmen adayları tarafından verilen cevaplar kategorilendirilerek Tablo 19'da sunulmuştur.

Tablo 19. Deney ve kontrol grubu öğretmen adayları tarafından İBT testinin 8. sorusuna ön test ve son testte verilen cevapların kategori, frekans ve yüzdeleri

Kategoriler	Göstergeler	Kontrol Grubu Ön Test		Deney Grubu Ön Test		Kontrol Grubu Son Test		Deney Grubu Son Test	
		N	%	N	%	N	%	N	%
(3)	Uygun hareket denklemleri yardımıyla doğru sonuca ulaşma	1	4,54	1	4,35	7	31,82	6	26,08
	Cismin hareket grafiklerinden yararlanıp doğru sonuca ulaşma	-	-	-	-	-	-	1	4,35
(2)	Cismin düşeyde aldığı yol yerine tepe noktasından sonraki mesafeyi hesaplama	-	-	1	4,35	2	9,09	-	-
	Uygun hareket denklemlerini kullanarak işlem hatası yapma	-	-	-	-	-	-	5	21,74

Tablo 19'un devamı

(1)	Hızı bileşenlerine ayırma ve/veya hareketlinin şeklini çizme	7	31,82	8	34,78	1	4,54	1	4,35
	Cismin zeminden itibaren yatay atış hareketi yaptığını kabullenerek soruyu çözme	2	9,09	1	4,35	1	4,54	1	4,35
	Alınan yol yerine süreyi hesaplama	3	13,6	-	-	2	9,09	1	4,35
	Alınan yol yerine süreyi hesaplama	3	13,6	-	-	2	9,09	1	4,35
	Cismin yatayda aldığı yolu hesaplama	-	-	1	4,35	2	9,09	8	34,78
	Cismin hareketini serbest düşme hareketi olarak düşünüp soruyu çözme	-	-	-	-	2	9,09	-	-
(0)	Herhangi bir cevap vermeme	9	40,91	11	47,83	5	22,73	-	-
Toplam		22	99,96	23	100,01	22	99,99	23	100

Tablo 19'dan da görüldüğü gibi kontrol grubu öğretmen adaylarından % 4,54'ü ön testte, % 26,08'i son testte hareket denklemlerini kullanarak bu soruya doğru cevap vermişlerdir. Kontrol grubu öğretmen adayları içerisinde aynı soruya ön testte kısmen doğru cevap veren öğretmen adayı bulunmamaktadır. Son testte ise öğretmen adaylarının % 9,09'u kısmen doğru cevap vermişlerdir. Kontrol grubu içerisinde kısmen doğru cevap veren öğretmen adayları cismin tepe noktasına çıktuktan sonraki mesafesini belirtmiş, kat ettiği toplam yolu ifade etmişlerdir. Aynı grupta ön testte öğretmen adaylarının % 54,51'i yanlış cevap verirken son testte yanlış cevap veren öğretmen adayları % 36,35'dir. Bu grupta yapılan yanlışlar hareketlinin şeklini çizme veya hızı bileşenlerine ayırıp başka hiçbir işlem yapmama, hareketi serbest düşme hareketi veya zeminden itibaren düşey atış hareketi olarak düşünme ve alınan yol yerine yüksekliği veya yatayda alınan yolu hesaplama şeklindedir (İBT K9 ön test).

$$h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$$

$$x = v \cdot t$$

$$1 = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot t^2$$

$$\sqrt{\frac{1}{5}} = t$$

$$x = 4 \cdot \frac{1}{5} = \frac{4}{5}$$

Bu soruyu boş bırakan öğretmen adayı oranı ise ön testte % 40,91 ve son testte % 22,73'dür.

Deney grubu öğretmen adayları bu soruya ön testte % 4,35, son testte % 30,43 oranında doğru cevap vermişlerdir. Doğru cevap veren öğretmen adaylarının tümü ön testte hareket denklemlerinden yararlanırken, son testte öğretmen adaylarının % 26,08'i hareket denklemlerini, % 4,35'i hareket grafiklerini kullanarak doğru sonucu elde etmiştir (İBT D8 son test).

karşılaştırılması amaçlanmıştır. Bu soruya ön ve son testlerde öğretmen adayları tarafından verilen cevaplar kategorilendirilerek Tablo 20’de sunulmuştur.

Tablo 20. Deney ve kontrol grubu öğretmen adayları tarafından İBT testinin 9. sorusuna ön test ve son testte verilen cevapların kategori, frekans ve yüzdeleri

Kategoriler	Göstergeler	Kontrol Grubu Ön Test		Deney Grubu Ön Test		Kontrol Grubu Son Test		Deney Grubu Son Test	
		N	%	N	%	N	%	N	%
(3)	Yatayda alınan yolları eşitleyerek doğru sonuca ulaşma	6	27,27	7	30,43	8	36,36	12	52,17
(2)	Hızlara değerler verip birbiriyle kıyaslama	1	4,54	-	-	-	-	-	-
	Hızlar arasındaki bağıntının bir tarafını sabit 2 sayısı ile çarpma	1	4,54	1	4,35	1	4,54	1	4,35
	Hızları büyüklük olarak kıyaslama ($v_1 > v_2$)	4	18,18	5	21,74	2	9,09	5	21,74
	Uygun bağıntıyı bulup sürelerin aynı olduğunu dikkate almama	3	13,6	-	-	1	4,54	-	-
(1)	Yatayda alınan mesafeler arasında eksik bağıntı oluşturma	1	4,54	-	-	-	-	3	13,04
	Her iki hızı bileşenlerine ayırma	1	4,54	-	-	2	9,09	-	-
	Hızlardan birini diğerinin iki katı olarak düşünme	-	-	-	-	1	4,54	-	-
	Her iki hızın eşit olduğunu düşünme	-	-	3	13,04	2	9,09	-	-
	Hızları büyüklük yönünden ters olarak kıyaslama ($v_1 < v_2$)	-	-	2	8,69	-	-	1	4,35
	Hız değerini bileşenlerine yanlış ayırma	-	-	2	8,69	3	13,6	-	-
	Hızların oranlarını $\tan\alpha$ 'ya eşit olduğunu düşünme	-	-	-	-	-	-	1	4,35
(0)	Herhangi bir cevap vermeme	5	22,73	3	13,04	2	9,09	-	-
Toplam		22	99,94	23	99,98	22	99,94	23	100

Tablo 20’den de görüldüğü gibi düzlemde hareket eden iki hareketlinin yatay mesafelerde aldıkları yolların sorulduğu soruda kontrol grubundan ön testte % 27,27 ve son testte % 36,36’lık bir öğretmen adayı oranı iki hareketlinin yatay hız bileşenleri ile yatayda aldıkları mesafeleri eşitleyerek aralarındaki ilişkiyi doğru olarak ortaya koymuşlardır. Bu grupta kısmen doğru cevap veren öğretmen adayları ön testte % 48,86 ve son testte % 18,18’dir. Bu kategoride cevap veren öğretmen adayları hareketlilerin hızlarını büyüklük sırasına göre sıralamış, sürelerin aynı olduğunu dikkate almadan eşitlikleri ortaya koymuş veya uygun denklemi bulduktan sonra eşitliğin bir tarafını 2

katsayısı ile çarpmışlardır. Aşağıda İBT son testte uygun bağıntıyı bulup sürelerin aynı olduğunu dikkate almayan K1 öğretmen adayına ait cevap yer almaktadır.

$$V_2 \cdot L_T (\text{K cisminin havada kalma süresi}) = V_1 \cdot \cos \alpha \cdot L_T (\text{K cisminin havada kalma süresi})$$

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{L_T}{L_T} \cdot \cos \alpha$$

Yanlış cevap veren öğretmen adaylarının oranı ön testte % 9,09, son testte % 36,32 oranındadır. Yanlış cevap veren öğretmen adaylarının hataları yanlış hareket denklemlerini kullanmalarına bağlı olarak uygun olmayan ifadelerin ortaya çıkmasından kaynaklanmaktadır. İBT son testte hızların eşit olduğunu düşünen K16'ya ait örneğe yer verilmiştir.

$$V_1^2 = V_{01}^2 - 2ax \quad 0 = V_{01}^2 - 2ax$$

$$V_2^2 = V_{02}^2 - 2ax \quad 0 = V_{02}^2 - 2ax$$

$$2ax = V_{01}^2$$

$$2ax = V_{02}^2$$

$$V_{02}^2 = V_{01}^2$$

Soruyu boş bırakan öğretmen adayı oranı da ön testte % 22,73, son testte % 9,09'dur.

Tablo 20'de görüldüğü gibi deney grubu öğretmen adaylarında her iki hareketli için uygun eşitliği elde eden öğretmen adayı oranı ön testte % 30,43, son testte % 52,17'dir. Bu grupta kısmen doğru cevap veren öğretmen adayı oranı ön testte % 26,09, son testte de % 26,09 olarak ortaya çıkmıştır. Kısmen doğru cevap veren öğretmen adaylarının büyük çoğunluğu (ön testte ve son testte % 21,74) hareketlilerin hızlarını büyüklük olarak kıyaslamışlardır. İBT son testte hızları büyüklük olarak kıyaslayan D2 kodlu öğretmen adayına ait örnek bulunmaktadır.

$$x = \frac{V_1^2 \sin^2 \theta}{g} = \text{dikey atış}$$

$$x = V_2 \cdot t \Rightarrow \text{yatay atış}$$

$$x = V_2 \cdot \frac{V_{0y}}{2g}$$

$$V_2 = \sqrt{\frac{x \cdot 2g}{V_{0y}}}$$

formüllere göre $V_2 > V_1$ $\sqrt{\frac{x \cdot g}{\sin^2 \theta}} = V_1$

Bunlar dışında kısmen doğru cevap veren öğretmen adayları doğru sonucu bulduktan sonra eşitliğin bir tarafını 2 katsayısı ile çarpmıştır. Yanlış cevap veren öğretmen adaylarının oranı ise ön testte % 30,42, son testte % 21,74 olarak ortaya çıkmıştır. Ön testte en sık karşılaşılan hatalar her iki hareketlinin hızını eşit olarak düşünme, hızları büyüklük yönünden ters olarak kıyaslama ve hız değerlerini yanlış olarak bileşenlerine ayırma şeklinde iken, son testte yatayda alınan mesafeler arasında yanlış bağıntı kurma, hızları

büyüklik yönünden ters olarak kıyaslama ve hızların oranının $\tan\alpha$ 'ya eşit olduğunu düşünme şeklindedir. Aşağıda İBT son testte hız oranlarının $\tan\alpha$ 'ya eşit olduğunu ifade eden D5'e cevap yer almaktadır.

$$\begin{aligned} x &= v_1 \cdot \cos\theta \cdot t \\ y &= v_1 \cdot \sin\theta \cdot t \\ \frac{y}{x} &= \frac{v_1 \cdot \sin\theta \cdot t}{v_1 \cdot \cos\theta \cdot t} \\ \frac{y}{x} &= \frac{\sin\theta}{\cos\theta} = \tan\theta \end{aligned}$$

Bu soruyu boş bırakan öğretmen adaylarının oranı ön testte % 13,04 olurken son testte soruyu cevapsız bırakan öğretmen adayı yoktur.

İşlemsel sorular testinin onuncu sorusu düzlemde hareket ünitesinin dairesel hareket konusunda öğretmen adaylarının anlamalarını belirlemek için oluşturulmuştur. Soruda öğretmen adaylarının merkezci ve teğetsel ivmeyi fark ederek bunlar arasındaki ilişkiyi görmeleri amaçlanmıştır. Bu soruya ön ve son testlerde öğretmen adayları tarafından verilen cevaplar kategorilendirilerek Tablo 21'de sunulmuştur.

Tablo 21. Deney ve kontrol grubu öğretmen adayları tarafından İBT testinin 10. sorusuna ön test ve son testte verilen cevapların kategori, frekans ve yüzdeleri

Kategoriler	Göstergeler	Kontrol Grubu Ön Test		Deney Grubu Ön Test		Kontrol Grubu Son Test		Deney Grubu Son Test	
		N	%	N	%	N	%	N	%
(3)	Açısal ve teğetsel ivmeyi bulup vektörel olarak toplama	-	-	-	-	-	-	1	4,35
(2)	Açısal ivmeyi bulma	-	-	1	4,35	3	13,6	3	13,04
	Toplam ivmenin açısal ve teğetsel ivmelerin toplamı olduğunu yazma	-	-	-	-	-	-	1	4,35
	Teğetsel ivmeyi hesaplama	-	-	1	4,35	1	4,54	5	21,74
(1)	Sarkacın periyot formülünden yer çekimi ivmesini çekme	1	4,54	1	4,35	9	40,91	5	21,74
	İvmenin her yerde aynı olduğunu ifade etme	1	4,54	1	4,35	-	-	-	-
	İvmenin hız ile zıt yönde olduğunu yazma	-	-	2	8,69	1	4,54	-	-
	Hız ile ivmenin aynı yönde olduğunu belirtme	-	-	-	-	3	13,6	-	-
	Newton'un temel kanunu ile cismin ağırlığını eşitleyip ivmeyi çekme	2	9,09	1	4,35	-	-	1	4,35
	İvmeyi kinetik enerjiye eşitleme	1	4,54	-	-	-	-	-	-
	İvmenin maximum ve sola doğru olduğunu belirtme	1	4,54	-	-	-	-	-	-
(0)	Herhangi bir cevap vermeme	16	72,73	16	69,56	5	22,73	7	30,43
Toplam		22	99,98	23	100	22	99,92	23	100

Tablo 21'den de görüldüğü gibi bir hareketlinin açısal ve teğetsel ivmesinin toplamının sorulduğu soruya ön testte ve son testte kontrol grubundan hiçbir öğretmen adayı doğru cevap verememiştir. Aynı grup içerisinde kısmen doğru cevap veren öğretmen adaylarına bakıldığında ön testte yine hiçbir öğretmen adayı kısmen doğru cevap veremezken, son testte öğretmen adaylarının % 18,14'ü kısmen doğru cevap vermiştir. Bu öğretmen adaylarından % 13,6'sı hareketlinin açısal ivmesini bulurken % 4,54'ü hareketli için teğetsel ivmeyi bulmuşlardır. Yanlış cevap veren öğretmen adaylarını ön testte % 27,25 ve son testte % 50,05'tir. Bu şekilde cevap veren öğretmen adaylarının en sık yaptıkları yanlış ön testte % 9,09 ile Newton'un temel kanunu ile cismin ağırlığını eşitleyip yer çekimi ivmesini buradan yalnız bırakmak ve son testte karşılaşılan yanlış olarak ise % 40,91 ile sarkacın periyodu formülünden yer çekimi ifadesini yalnız bırakmak olduğu görülmüştür. Bu soruyu boş bırakan öğretmen adayı yüzdesi ön testte % 72,73 ve son testte % 22,72'dir.

Aynı soruya deney grubu öğretmen adayları içerisinde hiçbir öğretmen adayı ön testte doğru cevap vermezken son testte öğretmen adaylarının % 4,35'i bu soruyu doğru cevaplamıştır. Aşağıda İBT son testte açısal ve teğetsel ivmenin toplamını bulan D8'e ait örnek bulunmaktadır.

$$a_1 = \frac{v^2}{r} \quad g = \frac{a}{\sin \theta} \quad a_2 = g \cdot \sin \theta$$

$$\vec{a}_1 + \vec{a}_2 = \sqrt{\left(\frac{v^2}{r}\right)^2 + (g \cdot \sin \theta)^2}$$

Kısmen doğru cevap veren öğretmen adayları ön testte % 8,7 ve son testte % 39,13'tür. Bu kategoride yer alan öğretmen adayları açısal ivme veya teğetsel ivmeyi hesaplarken, son testte bu öğretmen adaylarının % 13,04'ü açısal ivmeyi, % 4,35'i toplam ivmenin teğetsel ve açısal ivmelerin toplamı olduğunu ve % 21,74'ü de teğetsel ivmeyi hesaplamışlardır. Bu grupta yanlış cevap veren öğretmen adayları ön testte % 21,74 ve son testte % 26,09'dur. Yanlış cevap veren öğretmen adayları ön testte sarkacın periyot formülünden yer çekimi ivmesini hesaplamaya çalışmış, Newton'un hareket kanunlarından temel prensibini cismin ağırlığına eşitleyerek ivmeyi çekmiş veya ivmenin her yerde aynı olduğunu ifade etmişlerdir (İBT D19 son test).

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

$$T^2 = 4\pi^2 \cdot \frac{l}{g}$$

$$g = \frac{4\pi^2 \cdot l}{T^2}$$

Son testte ise yanlış cevap veren öğretmen adaylarının büyük bir oranı (% 21,74) basit sarkacın periyot formülünden yer çekimi ivmesini yalnız bırakırken az bir oran (% 4,35) ise Newton'un temel prensibi ile cismin ağırlığını birbirine eşitleyerek ivme ifadesini yalnız bırakmıştır. Bu soruyu deney grubu içerisinde boş bırakan öğretmen adayı oranı ön testte % 69,56 ve son testte % 30,43 olarak tespit edilmiştir.

İBT'nin on birinci sorusu düzlemde hareket ünitesinin dairesel hareket konusunda öğretmen adayı anlamalarını belirlemek için hazırlanmıştır. Soruda belirli bir açı ile hareket eden bir cismin merkezci ivmesinin öğretmen adayları tarafından ortaya koyulması amaçlanmıştır. Bu soruya ön ve son testlerde öğretmen adayları tarafından verilen cevaplar kategorilendirilerek Tablo 22'de sunulmuştur.

Tablo 22. Deney ve kontrol grubu öğretmen adayları tarafından İBT testinin 11. sorusuna ön test ve son testte verilen cevapların kategori, frekans ve yüzdeleri

Kategoriler	Göstergeler	Kontrol Grubu Ön Test		Deney Grubu Ön Test		Kontrol Grubu Son Test		Deney Grubu Son Test	
		N	%	N	%	N	%	N	%
(3)	Bu kategoriye cevap veren olamamıştır	-	-	-	-	-	-	-	-
(2)	Ekvatordaki hızı bulma, 60" enlemini dikkate almama	-	-	-	-	1	4,54	3	13,04
(1)	Açısal ivmeyi dikkate alma	4	18,18	2	8,69	2	9,09	1	4,35
	Çizgisel ivmeyi dikkate alma	1	4,54	2	8,69	6	27,27	4	17,39
	Dünyanın dönme periyodunu dikkate alarak ivmeyi bulmaya çalışma	1	4,54	1	4,35	1	4,54	3	13,04
(0)	Herhangi bir cevap vermeme	16	72,73	18	78,26	12	54,54	12	52,17
Toplam		22	99,99	23	99,99	22	99,98	23	99,99

Tablo 22'den de görüldüğü gibi işlemsel sorular testinde yer alan bu soruya kontrol grubu öğretmen adaylarından hiçbiri ön ve son testte doğru cevap verememişlerdir. Kontrol grubu içerisinde aynı soruya kısmen doğru cevap veren öğretmen adayı ön testte yer almazken, son testte % 4,54 oranında doğru cevap veren öğretmen adayı bulunmaktadır. Kısmen doğru cevap veren öğretmen adayı hareketlinin ekvatorunda kazandığı ivmeyi hesaplamıştır. Yanlış cevap veren öğretmen adayları ön testte % 27,26 son testte % 40,9'dur. Öğretmen adaylarının yaptıkları yanlışlar; hareketi açısal ivme formülünü kullanarak çözme, çizgisel ivme formülünü kullanarak çözme ve hareketi basit sarkaç hareketine benzeterek sonuca ulaşmaya çalışma şeklindedir. Bu soruyu kontrol

grubu içerisinde ön testte boş bırakan öğretmen adayı yüzdesi ön testte % 72,73 ve son testte % 54,54'tür.

Aynı soruyu deney grubu içerisinde hiçbir öğretmen adayı ön testte ve son testte cevaplayamamıştır. Soruya ön testte kısmen doğru cevap veren öğretmen adayı olmazken son testte % 13,04 oranında doğru cevap verme yüzdesi vardır. Soruyu bu şekilde yanıtlayanlar ekvator da bulunan bir hareketlinin ivmesini hesaplayabilmiş ancak 60 derece enleminde bulunan hareketlinin ivmesini hesaplayamamışlardır (İBT D10 son test).

$$a = \frac{4\pi r^2}{T^2}$$

$$a = \frac{4 \cdot 3,14 \cdot 10^6 \text{ m}}{(60 \text{ s})^2}$$

Yanlış cevap veren öğretmen adaylarının oranı ön testte % 21,73, son testte % 34,78'dir. Yanlış cevap verenler genellikle açısal ivme ve çizgisel ivme formüllerini kullanarak sonuca ulaşmaya çalışmıştır, son testte en fazla yanlış oranı ise % 17,39 ile çizgisel ivme formülünü kullanma ve sonrasında %13,04 oran ile dünyanın dönüşünü basit sarkaç hareketine benzeterek sarkacın periyodunun hesaplanması formülünü kullanmak şeklindeki cevaplardır. Aşağıda İBT son test D11 kodlu öğretmen adayının cevabı bulunmaktadır.

$$a = \frac{2 \cdot 1,11 \cdot r}{60}$$

$$a = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 10^6}{2 \cdot 60 \cdot 20} = \frac{64 \cdot 10^6}{460} = \frac{16 \cdot 10^6}{100} = \frac{4 \cdot 10^3}{10} = \frac{2 \cdot 10^3}{5}$$

Bu soruyu ön testte % 78,26, son testte % 52,17 oranında öğretmen adayı boş bırakmıştır.

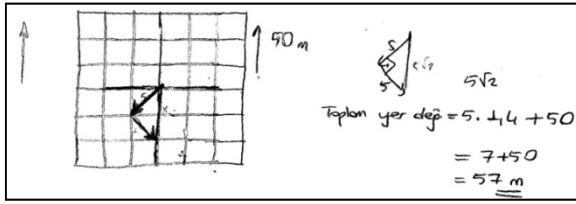
İBT'nin on ikinci sorusu düzlemde hareket ünitesinin göreceli hareket konusuna yönelik olarak hazırlanmıştır. Soruda belirli doğrultularda hareket eden bir hareketlinin toplam yer değiştirmesinin vektörel olarak ölçülmesi amaçlanmıştır. Soruya ön ve son testlerde öğretmen adayları tarafından verilen cevaplar kategorilendirilerek Tablo 23'de sunulmuştur.

Tablo 23. Deney ve kontrol grubu öğretmen adayları tarafından İBT testinin 12. sorusuna ön test ve son testte verilen cevapların kategori, frekans ve yüzdeleri

Kategoriler	Göstergeler	Kontrol Grubu Ön Test		Deney Grubu Ön Test		Kontrol Grubu Son Test		Deney Grubu Son Test	
		N	%	N	%	N	%	N	%
(3)	Hareketlinin yer değiştirmesini ve yönünü vektörel olarak doğru hesaplama	9	40,91	5	21,74	7	31,82	13	56,52
(2)	Hareketlinin yer değiştirmesini bulma ancak yönünü yanlış ifade etme veya etmeme	1	4,54	2	8,69	8	36,36	3	13,04
	Cismin yönünü doğru ifade etme ancak gemi içindeki hareketi ve geminin yönünü aynı yönde düşünme	2	9,09	1	4,35	-	-	3	13,04
	Gemi içindeki yer değiştirmeyi bulma ancak toplam yer değiştirmeyi bulamama	-	-	2	8,69	-	-	1	4,35
(1)	Vektörleri yanlış çizme ve toplamada hata yapma	3	13,6	8	34,78	6	27,27	2	8,69
	Sadece cebirsel işlemler kullanma	2	9,09	2	8,69	-	-	-	-
	Hareket formüllerini kullanma	-	-	-	-	-	-	1	4,35
(0)	Herhangi bir cevap vermeme	5	22,73	3	13,04	1	4,54	-	-
Toplam		22	99,96	23	99,98	22	99,99	23	99,99

Tablo 23'den de görüldüğü gibi Gemi içerisinde bulunan bir hareketlinin yer değiştirmesinin sorulduğu soruyu kontrol grubu öğretmen adaylarının % 40,91'i ön testte, % 31,82'si son testte hareketlinin yer değiştirmesini vektörel olarak toplayarak ve yönünü bularak doğru cevaplamışlardır. Kısmen doğru cevap veren öğretmen adaylarının oranı ön testte % 13,63, son testte % 36,36'dır. Ön testte % 9,09'luk öğretmen adayı oranı gemi içindeki hareketi geminin hareketiyle aynı yönde düşünmüş ancak gemi içindeki vektörel ifadeleri doğru olarak hesaplamıştır. % 4,54'lük öğretmen adayı oranı ise hareketlinin yer değiştirmesini vektörel olarak hesaplarken yönünü belirtmemiştir. Son testte ise kısmen doğru cevap veren öğretmen adaylarının tamamı hareketlinin yer değiştirmesini bulmuş ancak yönünü yanlış ifade etmiş veya etmemiştir. Bu soruya yanlış cevap veren öğretmen adaylarının oranı ön testte % 22,69, son testte % 27,27'dir. Soruya yanlış cevap verenler ön testte vektörleri yanlış çizmiş ve buna bağlı olarak ta vektörel toplamda hata yapmış veya sadece cebirsel matematik işlemleri kullanarak soruyu çözmeye çalışmışlardır. Son testte yanlış cevap veren öğretmen adaylarının tamamı hareketlinin yer değiştirme vektörlerini yanlış çizmiş ve yanlış vektörel toplamlarda bulunmuşlardır. Bu soruyu ön testte kontrol grubu içerisinde boş bırakan öğretmen adaylarının oranı % 22,73, son testte % 4,54'tür.

Deney grubunda aynı soruyu ön testte doğru olarak yanıtlayanlar % 21,74, son testte ise % 56,52'dir. Kısmen doğru cevaplayan öğretmen adayı oranı ön testte % 21,73 ve son testte % 30,43'dür. Bu kategoride cevap veren öğretmen adayları hareketlinin yer değiştirmesini bulmuş ancak yönünü yanlış ifade etmiş veya etmemişler, cismin yönünü doğru ifade etmiş ancak geminin yönünü ve gemi içerisindeki hareketlinin yönünü aynı yönlü olarak belirtmişler veya gemi içindeki yer değiştirmeyi bulmuş ancak toplam yer değiştirmeyi bulamamışlardır. Aşağıda İBT son testte toplam yer değiştirmeyi bulan ancak yönü belirtmeyen D19 öğretmen adayına ait cevap yer almaktadır.



Deney grubu içerisinde yanlış cevap veren öğretmen adayları ön testte % 43,47, son testte % 13,04 oranındadır. Bu kategoride ön testte yapılan hatalar; hareketlinin vektörlerini yanlış çizerek yanlış vektörel işlemler yapma ve sorunun çözümünde cebirsel işlemleri kullanma iken son testte hareketlinin yer değiştirme vektörlerini yanlış ifade edip bu doğrultuda yanlış işlemler yürütme ve sorunun çözümünde hareket denklemlerini kullanma şeklindedir. Bu grup içerisinde ön testte % 13,04 oranında bir öğretmen adayı soruyu boş bırakırken son testte hiçbir öğretmen adayı soruyu boş bırakmamıştır.

İBT'nin on üçüncü sorusu düzlemde hareket ünitesinin göreceli hareket konusuna yönelik öğretmen adaylarının işlemsel becerilerini belirlemek için hazırlanmıştır. Soruda bir nehirde hareket eden bir hareketlinin cosinüs teoriminden yararlanılarak suya göre hızının ölçülmesi amaçlanmıştır. Bu soruya ön ve son testlerde öğretmen adayları tarafından verilen cevaplar kategorilendirilerek Tablo 24'de sunulmuştur.

Tablo 24. Deney ve kontrol grubu öğretmen adayları tarafından İBT testinin 13. sorusuna ön test ve son testte verilen cevapların kategori, frekans ve yüzdeleri

Kategoriler	Göstergeler	Kontrol grubu ön test		Deney grubu ön test		Kontrol grubu son test		Deney grubu son test	
		N	%	N	%	N	%	N	%
(3)	Cosinus teoremini kullanıp doğru sonuca ulaşma	-	-	-	-	-	-	3	13,04
(2)	Cosinus teoremini kullanıp işlem hatası yapma	-	-	-	-	1	4,54	1	4,35
	Cosinus teoremini kullanıp açıları yanlış belirleme	-	-	-	-	-	-	2	8,69
(1)	Görelî hıza uygun olarak her bir hızı bileşenine ayırma	7	31,82	3	13,04	7	31,82	9	39,13
	Dik üçgen oluşturarak karşı kıyıya ulaşma hızını hesaplama	1	4,54	-	-	-	-	-	-
	Hızları bileşenlerine ayırıp bunları cebirsel olarak toplama veya çıkarma	2	9,09	6	26,08	6	27,27	7	30,43
	Hız değerlerini skaler olarak toplama veya çıkarma	2	9,09	1	4,35	-	-	-	-
(0)	Herhangi bir cevap vermeme	10	45,45	13	56,52	8	36,36	1	4,35
Toplam		22	99,99	23	99,99	22	99,99	23	99,99

Tablo 24'den de görüldüğü gibi kontrol grubu öğretmen adaylarının hiçbiri ön ve son testte doğru sonuca ulaşamamışlardır. Aynı grup içerisinde yine ön testte hiçbir öğretmen adayı kısmen doğru cevap veremezken öğretmen adaylarının % 4,54'ü cosinus teoremini kullanmış ancak işlem hatası yapmıştır. Bu soruya yanlış cevap veren öğretmen adaylarının oranı ön testte % 54,54 ve son testte % 59,09 olarak tespit edilmiştir. Bu kategoride cevap veren öğretmen adaylarında ön testte en sık karşılaşılan yanlış % 31,82'lik oranla her bir hızı bileşenlerine ayırıp bırakmadır, bu öğretmen adayları ayrıca ön testte dik üçgen oluşturarak karşı kıyıya ulaşma hızını hesaplamaya, hızı bileşenlerine ayırıp cebirsel olarak toplama veya çıkarmaya ve hız değerlerini tıpkı skaler değerler gibi toplayıp çıkarmaya çalışmışlardır. Aynı grubun % 31,82'si her bir hızı bileşenlerine ayırıp bırakmış veya hızı bileşenlerine ayırıp cebirsel olarak toplayıp veya çıkarmıştır. İBT ön testte hızları bileşenlerine ayıran K3 öğretmen adayına ait örnek aşağıda yer almaktadır.

Jere göreina = $U_0 + U_k$

$$9 \text{ m/s} = U_k \cdot \frac{82}{100} - 3 \text{ m/s}$$

$$12 \text{ m/s} = U_k \cdot \frac{82}{100}$$

$$\frac{1200 \text{ m/s}}{82} = U_k$$

Bu soruya kontrol grubu öğretmen adaylarının ön testte % 45,45 ve son testte % 36,36'lık bir oranı hiçbir açıklama yapmamıştır.

Aynı soruya ön testte deney grubu öğretmen adaylarının hiçbiri doğru cevap vermezken son testte % 13,04 oranında öğretmen adayı grubu cosinus teoremini kullanarak doğru sonucu elde etmişlerdir. İBT son testte Cosinus teoreminden yararlanarak doğru sonuca ulaşan D10 öğretmen adayına ait örnek aşağıda sunulmuştur.

$$x^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cdot \cos 20$$

$$x^2 = 3^2 + 9^2 - 2 \cdot 3 \cdot 9 \cdot \cos 20$$

$$x^2 = 9 + 81 - 54 \cdot 0,94$$

$$x^2 = 90 - 50,76$$

$$x^2 = 39,24$$

$$x = 6,3$$

Bu grupta kısmen doğru cevap veren öğretmen adayı ön testte yokken, son testte % 4,35'lik bir oran cosinüs teoremin kullanmış ancak işlem hatası yapmış, % 8,69'luk bir oran ise cosinus teoreminde açıları yanlış hesaplayarak toplamda % 13,042lik oranı oluşturmuştur. Deney grubu içerisinde soruyu yanlış cevaplayanlar ön testte % 43,47, son testte % 69,56'dır. Deney grubu öğretmen adaylarının yaptığı yanlışlar hızları bileşenlerine ayırıp bu şekilde bırakma veya bileşenlerine ayırdıktan sonra cebirsel olarak toplama veya çıkarma ve hız değerleri ile skaler büyüklükler gibi işlemler yapma şeklindedir. Bu soruyu deney grubu içerisinde ön testte % 56,52 ve son testte % 4,35 oranında bir öğretmen adayı soruyu boş bırakmıştır.

Özetle deney ve kontrol grubu öğretmen adaylarının aldıkları toplam puanların grafiksel olarak incelenmesinden her iki grupta yer alan öğretmen adaylarının da başarılarında artış olduğu ortaya çıkmıştır. Çalışmada sadece kontrol grubunda yer alan bir öğretmen adayının son test puanı ön test puanından düşük çıkmıştır.

Kontrol grubu öğretmen adaylarının son testten aldıkları ortalama puanlar 20,27, deney grubu öğretmen adaylarının son testten aldıkları ortalama puanlar ise 23,09 olarak

bulunmuştur. Ayrıca alınan notlar üzerinden yapılan istatistiksel işlemler sonucunda deney grubu öğretmen adayları lehine anlamlı bir fark olduğu belirlenmiştir. Çalışma içerisinde soruların ayrıntılı analizi incelendiğinde ise deney grubu öğretmen adaylarının daha başarılı olduğu ortaya çıkmıştır.

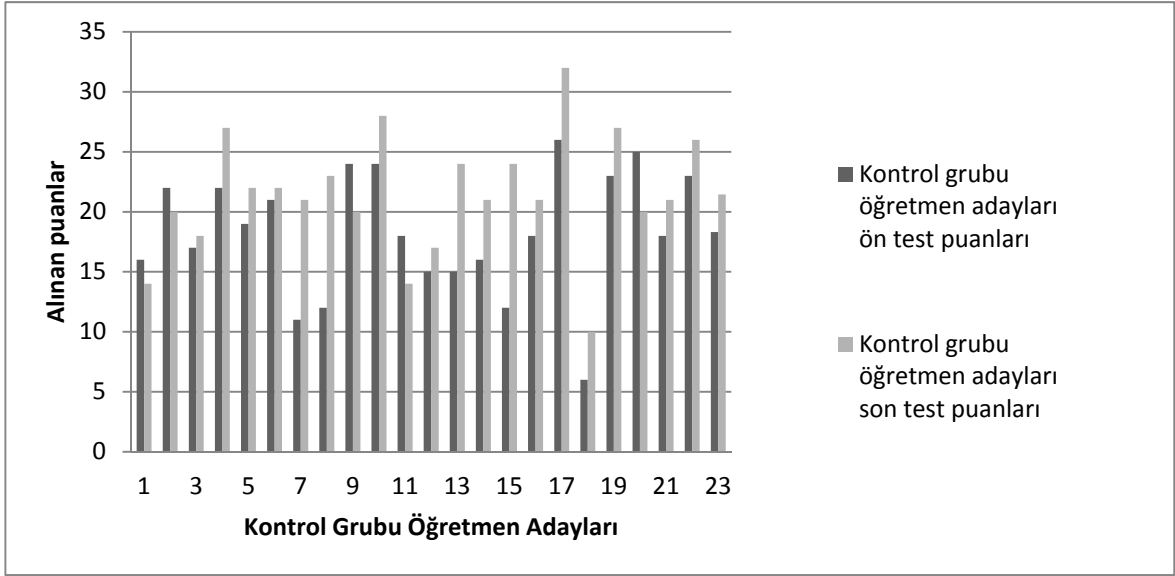
3.2. Kavramsal Anlama Testinden Elde Edilen Bulgular

Bu kısımda KAT'ın çalışma öncesinde deney ve kontrol gruplarına ön test olarak ve deney grubuna hazırlanan materyalin uygulanması sonrası ve kontrol grubunun derslerini geleneksel yöntemle yürütmesi sonrasında son test olarak uygulanmasından elde edilen verilerin ayrıntılı olarak sunumuna yer verilmiştir.

Kısımın ilk aşamasında deney ve kontrol grubu öğretmen adaylarının elde ettikleri toplam puanların karşılaştırmalı olarak ön ve son testten aldıkları puanlar doğrultusunda grafikleştirilip sunulmasına ve gerekli açıklamaların yapılmasına yer verilmiştir.

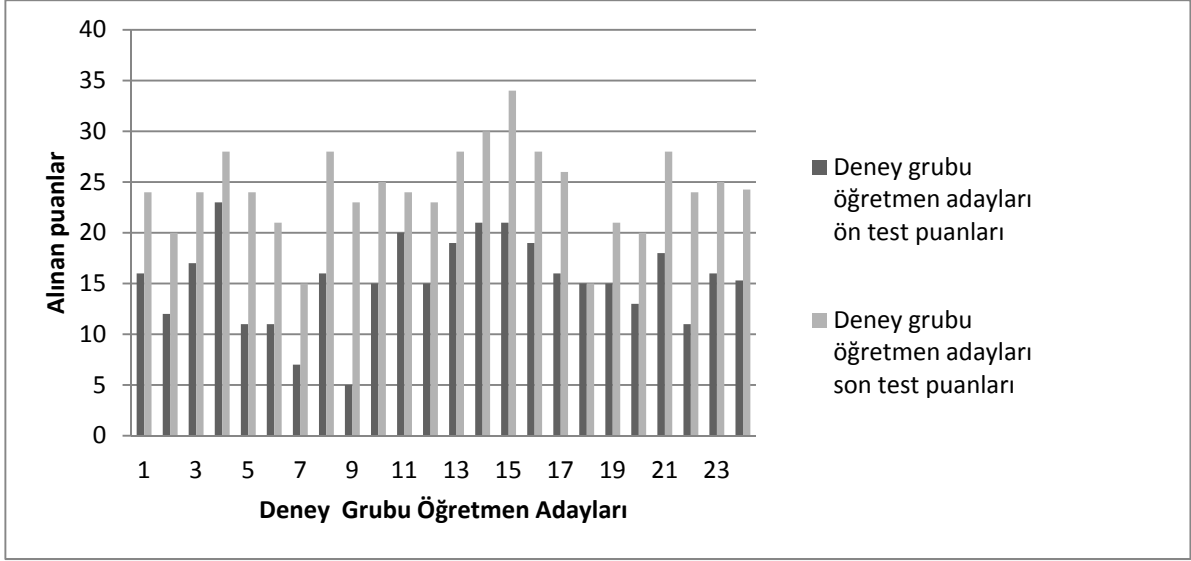
Sonraki kısımda istatistiksel işlemler kullanılmış ve deney ve kontrol gruplarının KAT'nden aldıkları puanlar değerlendirilmiştir. Bu kısımda her bir öğretmen adayı grubunun ortalama puanları, düzeltilmiş puanları, standart sapmaları ve karşılaştırmalı olarak ANCOVA puanları açıklanmıştır.

KAT'nin analizinin son kısımda ise elde edilen verilerin ayrıntılı analizi yapılmıştır. Bunun için her bir öğretmen adayı grubunun cevapları incelenmiş (Ek. 17. Deney ve Kontrol Grubu Öğretmen Adayları Tarafından KAT Ön ve son Testinden Alınan Puanlar) ve tekrar eden puanlar frekanslaştırılarak tablolar haline dönüştürülmüştür. Elde edilen tablolarda doğru, kısmen doğru, yanlış ve boş kategorilerine verilen cevapların yüzdelik değerlerine de ulaşılmaktadır. Bölüm içerisinde ayrıntılı olarak verilen cevaplarda gerekli görülen noktalarda öğretmen adayı alıntıları ile de elde edilen bulgular desteklenmiştir.



Şekil 18. Kontrol grubu öğretmen adaylarının KAT'nin ön ve son testinden aldıkları puanların karşılaştırmalı olarak grafikleştirilmesi

Şekil 18'de de görüldüğü gibi kontrol grubu öğretmen adaylarının KAT'in ön testi ve son testinden aldıkları toplam puanların karşılaştırmalı olarak sunulduğu grafikte ön testte alınan puanlar içerisinde en yüksek puan 26'dır. Aynı grup içerisinde ön testte alınan en düşük puan ise 6 puan olarak tespit edilmiştir. Kontrol grubunun son test puanlarına bakıldığında ise son testte en yüksek puan 32 puanla K17 öğretmen adayına aittir. En düşük puan ise 10 puan ile ön testte de en düşük puanı alan K18 öğretmen adaylarıdır. Çalışmada iki öğretmen adayının ön test puanları son test puanlarından daha düşüktür. Bu öğretmen adaylarından bir tanesi ön testten 16, son testten 14 puan alırken diğer öğretmen adayı ön testten 22, son testten 20 puan almıştır. Ön test ve son test puanları arasındaki en büyük fark 12 puan olarak tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarının KAT'in ön testinden aldıkları puanların ortalaması 18,32, son testinden ise 21,45'dir.



Şekil 19. Deney grubu öğretmen adaylarının KAT'ın ön ve son testinden aldıkları puanların karşılaştırmalı olarak grafikleştirilmesi

Deney grubu öğretmen adayları içerisinde en düşük puanın ön testte 5, aynı test içerisinde en yüksek puanın ise 23 puan olduğu görülmektedir. Öğretmen adayları tarafından son testte alınan puanlara bakıldığında en düşük puan 15, en yüksek puan ise 34 olarak tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarından hiçbirinin ön test puanları son test puanlarından yüksek değil iken, bir öğretmen adayının ön test son test puanları eşit olmuştur. Öğretmen adayı ön testten ve son testten 15 puan almıştır. Alınan ön ve son test puanları arasındaki en büyük fark ön testte 5, son testte 23 puan alan ve 18 puanlık bir fark oluşturan D9 öğretmen adayına aittir. Öğretmen adaylarının ön testten aldıkları puanların ortalaması 15,30, son testten aldıkları puanların ortalaması ise 24,26'dır.

Öğretmen adaylarının KAT'dan ön test ve son testte aldıkları puanlar üzerinde tanımlayıcı istatistiksel analizler yapılmıştır. KAT'nin ön test ve son testinden alınan öğretmen adayı puanlarına ilişkin istatistiksel sonuçlar aşağıda verilmiştir.

Tablo 25. KAT puanlarının deney ve kontrol gruplarına göre betimsel istatistikleri

Grup	Ortalama	Düzeltilmiş Ortalama	Standart Sapma
Kontrol	21,45	20,52	5,04
Deney	24,26	25,15	4,44
Ortalama	22,89	-	4,90

Tablo 25’de görüldüğü gibi kontrol grubu örneklemini içerisinde bulunan 22 öğretmen adayının KAT son test puanlarının ortalaması 20,52 ve standart sapması 5,04 olurken deney grubu içerisinde bulunan 23 öğretmen adayının aynı test puanlarının ortalaması 25,15, standart sapması 4,44’dür. Buna göre kontrol grubu öğretmen adaylarının düzeltilmiş ortalama puanları 20,52 ve deney grubu öğretmen adaylarının düzeltilmiş ortalama puanları ise 25,15 olarak bulunmuştur. Tablo 25’e bakılarak deney grubu öğretmen adaylarının son test ortalama puanlarının kontrol grubu öğretmen adaylarından yüksek olduğu söylenebilir.

Tablo 26. KAT’a göre düzeltilmiş ortalama puanların gruba göre ANCOVA sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	Anlamlılık Düzeyi
Ön test	367,36	1	367,36	25,69	,000
Grup	219,02	1	219,02	15,32	,000
Hata	600,53	42	14,30	-	-
Toplam	24632,00	45	-	-	-

ANCOVA sonuçlarına göre deney ve kontrol gruplarının son test puanları arasında anlamlı bir fark bulunmuştur ($F_{(1,42)} = 15,32$, $p < 0,001$). Başka bir ifade ile deney grubunda yer alan öğretmen adaylarının KAT’daki başarı durumları kontrol grubuna göre daha fazladır.

Bu durumda kontrol grubunun son test puanları ($\bar{X}_{\text{kontrol}} = 21,45$, standart sapma =5,04) deney grubunun son test puanlarından ($\bar{X}_{\text{deney}} = 24,26$, standart sapma=4,44) anlamlı düzeyde düşük çıkmış ve yapılan uygulamanın etkili olduğu görülmüştür.

İzleyen kısımda KAT sorularının ayrıntılı analizi yapılmıştır. Bunun için öğretmen adayları tarafından verilen cevaplar öncelikle doğru, kısmen doğru, yanlış ve cevapsız kategorilerine ayrılmış, ardından bu kategoriler içerisinde tekrar eden alt cevaplar gruplandırılmıştır. Oluşturulan tablolarda cevaplar frekans ve yüzdeler olarak ifade edilmiştir. Tablo sonlarında her bir sorunun ayrıntılı açıklaması yapılmış ve gerekli görülen yerlerde direkt öğretmen adayı cevap alıntıları ile bulgular desteklenmiştir.

KAT’nin birinci sorusu doğrusal hareket ünitesinin hız ve sürat konusunda öğretmen adaylarının kavramsal anlamalarını belirlemek için hazırlanmıştır. Soru öğretmen adaylarının hız ve sürat arasındaki farkları ortaya koyabilmeleri ve hız ve sürat kavramalarını nasıl algıladıklarını belirlemek amacıyla sorulmuştur. Bu soruya ön ve son

testlerde öğretmen adayları tarafından verilen cevaplar kategorilendirilerek Tablo 27’de sunulmuştur.

Tablo 27. Deney ve kontrol grubu öğretmen adayları tarafından KAT’nin 1. sorusuna ön test ve son testte verilen cevapların kategori, frekans ve yüzdeleri

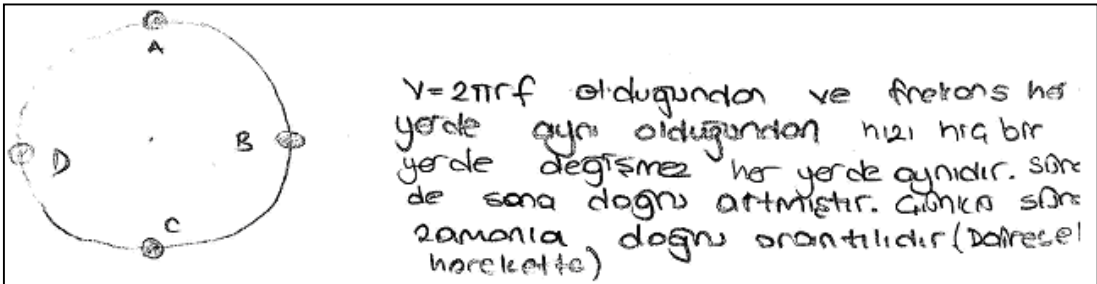
Kategoriler	Göstergeler	Kontrol Grubu Ön Test		Deney Grubu Ön Test		Kontrol Grubu Son Test		Deney Grubu Son Test	
		N	%	N	%	N	%	N	%
(3)	Uygun sürat ve hız formülleri yazıp doğru yorumlarda bulunma	1	4,54	2	8,69	7	31,82	15	65,22
(2)	Sadece sürati ve tanımını açıklama	2	9,09	1	4,35	1	4,54	3	13,04
	Sadece ortalama hızı ve tanımını açıklama	-	-	-	-	6	27,27	1	4,35
(1)	Yanlış ortalama hız formülleri belirtme	2	9,09	-	-	-	-	-	-
	Ortalama hızın değişmediğini belirtme	3	13,6	5	21,74	1	4,54	-	-
	Hız ve süratin ilişkili kavramlar olduğu için ikisinin de değişmediğini yazma	4	18,18	2	8,69	1	4,54	1	4,35
	Hızın önce azalıp, sonra artıp, tekrar azaldığını yazma	1	4,54	-	-	-	-	-	-
	Süratin azalıp hızın sabit kaldığını ifade etme	1	4,54	-	-	-	-	-	-
	Süratin artıp hızın sabit kaldığını belirtme	3	13,6	3	13,04	2	9,09	1	4,35
	Süratin değişken olup hızın sabit kaldığını belirtme	-	-	1	4,35	-	-	-	-
	Süratin sıfır olduğunu yazma	-	-	-	-	1	4,54	1	4,35
	Sürat ve hızın arttığını yazma	-	-	-	-	1	4,54		
(0)	Herhangi bir cevap vermeme	5	22,73	9	39,13	2	9,09	1	4,35
Toplam		22	99,91	23	99,99	22	99,97	23	100

Tablo 27’den de görüldüğü gibi dairesel bir pist çevresinde hareket eden bir hareketlinin hız ve sürat değişiminin sorulduğu soruda kontrol grubu içerisinde soruyu ön testte doğru olarak yanıtlayan öğretmen adayı oranı % 4,54, son testte % 31,82 olarak belirlenmiştir. Bu soruyu ön testte kısmen doğru cevaplayan % 9,09’luk öğretmen adayı oranının tamamı sürat değişimini ifade etmiş ve tanımını yapmıştır. Son testte kısmen doğru cevaplayan % 31,81’lik öğretmen adayından % 4,54’ü sürat ve değişimini açıklarken % 27,27’si ortalama hızın nasıl değiştiğini açıklamış ve ortalama hızı tanımlamıştır. KAT son testte Ortama hızı doğru tanımlayan K20 kodlu öğretmen adayına ait cevap“*Sürat= Alınan yol/ Geçen Zaman Hız = Yerdeğiştirme/Geçen Zaman,*

Öğrencinin sürati hareketi boyunca artmıştır. Ama hızı önce artmış daha sonra azalmaya başlamıştır ve sonunda sıfır olmuştur.” şeklindedir.

Soruya aynı grup içerisinde ön testte yanlış cevap veren öğretmen adayı oranı % 63,55, son testte % 59,06 olmuştur. Yanlış cevap veren öğretmen adayları ön testte yanlış ortalama hız formülleri yazmış, ortalama hızın hareket süresince değişmediğini belirtmiş, hız ve süratin ilişkili kavramlar olduğu için ikisinin de değişmediğini yazmış, hızın azalıp artıp sonra tekrar azaldığını ifade etmiş ve süratin artıp hızın sabit kaldığını düşünmüştür. Son testte ise ortalama hızın değişmediğini, hız ve süratin ilişkili kavramlar olduğu için değişmeyeceğini, süratin artıp hızın sabit kaldığını, süratin sıfır olduğunu ve hız ve süratin arttığını yazmışlardır. KAT’da son testte hız ve süratin ilişkili kavramlar olduğu için değişmediğini belirten K20 öğretmen adayı “ $x=v.t$ $V=2\pi r/t$, $yol=Çevre=2\pi r$. Yol ve zaman değişmediği için Ortalama süratte sabitti. Çünkü hız değişmemiştir.” İfadesini yazmıştır. Bu soruyu kontrol grubu öğretmen adayları içerisinde boş bırakan öğretmen adayı oranı ön testte % 22,73, son testte % 9,09’ dur.

Soruyu deney grubu içerisinde doğru cevaplayan öğretmen adayı oranı ön testte % 8,69, son testte % 65,22 olmuştur. Bu soruda ön testte kısmen doğru cevap veren öğretmen adayı oranı % 4,35’dir ve bu grupta yer alan öğretmen adayları süratin hareket süresince değişimini ve tanımını doğru olarak yazmıştır. Son testte soruyu kısmen doğru cevaplayan % 17,39’lük öğretmen adayı oranından % 13,04’ü sürati tanımlamış ve sürat değişimini ifade etmiş, % 4,35’i ise ortalama hızın değişimini belirtmiş ve ortalama hız tanımını yapmışlardır. Soruyu deney grubu içerisinde yanlış cevaplayan öğretmen adayı ön testte % 47,82, son testte % 13,05’dir. Ön testte yanlış cevaplayan öğretmen adayları ortalama hızın değişmediğini, sürat ve hızın ilişkili kavramlar olduğu için ikisinin de değişmeyeceğini, süratin artıp hızın sabit kalacağını, süratin sıfır olacağını ve sürat ve hızın arttığını yazmışlardır. KAT ön testte süratin artıp hızın sabit kaldığını belirten D7’ye ait örnek aşağıda yer almaktadır.



Son testte verilen yanlış cevaplar her birinde % 4,35'lik oranlar ile; hız ve süratin ilişkili kavramlar olduğu için ikisinin de değişmediğini yazma, süratin artıp hızın sabit kaldığını belirtme ve süratin sıfır olduğunu belirtme şeklindedir. Deney grubu içerisinde bu soruyu boş bırakan öğretmen adayları ön testte % 39,13, son testte % 4,35'dir.

KAT'nin ikinci sorusu doğrusal hareket ünitesinin hız ve sürat konusunda öğretmen adaylarının kavramsal anlamalarını ortaya koymak için sorulmuştur. Soru, sabit hız ve sürat kavramları arasındaki ilişkinin öğretmen adayları tarafından nasıl algılandığını ortaya çıkarmak amacını taşımaktadır. Bu soruya ön ve son testlerde öğretmen adayları tarafından verilen cevaplar kategorilendirilerek Tablo 28'de sunulmuştur.

Tablo 28. Deney ve kontrol grubu öğretmen adayları tarafından KAT'ın 2. sorusuna ön test ve son testte verilen cevapların kategori, frekans ve yüzdeleri

Kategoriler	Göstergeler	Kontrol Grubu Ön Test		Deney Grubu Ön Test		Kontrol Grubu Son Test		Deney Grubu Son Test	
		N	%	N	%	N	%	N	%
(3)	Her iki seçeneğe doğru cevap verme ve uygun açıklamada bulunma	4	18,18	1	4,35	5	22,73	4	17,39
(2)	Sadece bir cismin hızı değişmesine rağmen sabit bir sürati olabileceğini açıklama	2	9,09	4	17,39	4	18,18	1	4,35
	Sadece bir cismin sürati değişmesine rağmen sabit bir hızı olamayacağını açıklama	3	13,6	4	17,39	8	36,36	3	13,04
(1)	Her iki durumun da yol sürtünmesinden kaynaklanabileceğini belirtme	1	4,54	-	-	-	-	-	-
	Süratteki değişimin hızı etkileyebileceğini ancak hızdaki değişimin sürati etkileyemeyeceğini belirtme	5	22,73	8	34,78	5	22,73	13	56,52
	Yola bağlı olarak bir cismin hızı değişmesine rağmen sabit bir sürati olamayacağını ifade etme	2	9,09	1	4,35	-	-	-	-
	Yola bağlı olarak bir cismin sürati değişmesine rağmen sabit bir hızı olabileceğini belirtme	-	-	1	4,35	-	-	-	-
	Sadece sürat ve hız formüllerini yazma	-	-	-	-	-	-	1	4,35
(0)	Herhangi bir cevap vermeme	5	22,73	4	17,39	-	-	1	4,35
Toplam		22	99,96	23	100	22	100	23	100

Tablo 28'den de görüldüğü gibi iki alt seçeneği olan ve sürat ve hız ile ilgili kavramların sorulduğu soruya kontrol grubu içerisinde ön testte % 18,18, son testte % 22,73 oranında doğru cevap vardır. Kısmen doğru cevap veren öğretmen adayları

içerisinde (% 22,69) birinci seçenek için doğru, ikinci seçenek için yanlış veya boş cevap veren öğretmen adayları ön testte % 9,09, son testte % 13,6'dır. İkinci seçenek için ise bu oran ön testte % 13,6 son testte % 36,36'dır. Soruyu yanlış cevaplayan öğretmen adayları ön testte %, 36,36, son testte % 22,73 olarak tespit edilmiştir. Bu soruyu yanlış cevaplayanların büyük bir bölümü (% 22,73) ön testte sürattaki değişimin hızı etkileyebileceğini ancak hızdaki değişimin sürati etkileyemeyeceğini belirtmişlerdir. Ayrıca yola bağlı olarak bir cismin hızının değişmesine rağmen süratinin sabit olamayacağını ifade etmiş ve her iki durumun da yol sürtünmesi ile mümkün olabileceğini düşünmüşlerdir. Son testte ise yanlış cevap veren öğretmen adaylarının tamamı sürattaki değişimin hızı etkileyebileceğini ancak hızdaki değişimin sürati etkileyemeyeceğini belirtmişlerdir. KAT son testte sadece hız değişmesine rağmen sabit sürat olabileceğini açıklayan öğretmen adayının cevabı aşağıdaki gibidir.

“a) Olabilir. Sabit bir sürat artışı varsa sabit hız olur. Artış sürekli a ivmesi ile olursa araç sabit hızla gider. b) Sürat hız değişiminden etkilenir. Sürat değişince hız sabit kalabilir ama hız değişince sürat sabit kalmaz.” (KAT, K9, son test)

Deney grubu içerisinde soruyu doğru cevaplayan ön testte % 4,35, son testte % 17,39'luk bir oran vardır. Bu soruyu kısmen doğru cevaplayanların oranı ön testte % 34,78, son testte % 17,09'dur. Kısmen doğru cevap veren öğretmen adaylarının ön testte % 17,39'u sadece bir cismin hızının değişmesine rağmen süratinin sabit olacağını açıklarken, % 17,39'u ise sadece bir cismin sürati değişmesine rağmen sabit bir hızı olmayacağını açıklamıştır. Soruyu ön testte yanlış cevaplayan % 43,48 oranındaki öğretmen adayından % 34,78'i sürattaki değişimin hızı etkileyebileceğini ancak hızdaki değişimin sürati etkileyemeyeceğini düşünmüştür. Yine ön testte % 4,35 oranında bir öğretmen adayı oranı yolun durumuna bağlı olarak bir cismin hızı değişirse süratinin sabit olamayacağını, % 4,35'de yolun durumuna bağlı olarak bir cismin süratinin değişmesine rağmen hızının sabit olabileceğini belirtmiştir. Son testte yanlış cevap öğretmen adaylarının büyük bir bölümü (% 56,52) sürattaki değişimin hızı etkileyebileceğini ancak hızdaki değişimin sürati etkileyemeyeceğini ifade ederken, % 4,35'i ise sadece hız sürat formüllerini yazmıştır.

“a) doğrudur. İlk başta sürati değiştiğinde ivmeli hareket yapar. Daha sonra o süratle devam ederse sabit hızla gider. $F=m.a$, $x=v.t$ b) Yanlıştır. Cismin hızı değişirse ivmesi de değişir. İvme değişirse sabit bir süratle devam edemez” (KAT D18 son test).

Soruyu aynı grup içerisinde ön testte % 17,34 oranında öğretmen adayı yüzdesi boş bırakırken son testte soruyu boş bırakan öğretmen adayı oranı % 4,35'dir.

KAT'nin üçüncü sorusu doğrusal hareket ünitesinin hız ve sürat ile sabit ivmeli hareket konularını içermektedir. Soru öğretmen adaylarının sabit ivmeli ve sabit hızlı iki hareketli arasındaki ilişkiyi algılamalarını belirleme amacını taşımaktadır. Bu soruya ön ve son testlerde öğretmen adayları tarafından verilen cevaplar kategorilendirilerek Tablo 29'da sunulmuştur.

Tablo 29. Deney ve kontrol grubu öğretmen adayları tarafından KAT'nin 3. sorusuna ön test ve son testte verilen cevapların kategori, frekans ve yüzdeler

Kate-goriler	Göstergeler	Kontrol Grubu Ön Test		Deney Grubu Ön Test		Kontrol Grubu Son Test		Deney Grubu Son Test	
		N	%	N	%	N	%	N	%
(3)	Her iki hareketli için uygun eşitlikleri belirtme ve hızları oranlama	1	4,54	-	-	1	4,54	3	13,04
	Her iki hareketlinin grafiğini çizerek doğru sonuca ulaşma	-	-	-	-	-	-	1	4,35
(2)	Hareketlilerin sabit hızlı ve sabit ivmeli hareketler olduğunu belirtme ancak hızlarını kıyaslamama	1	4,54	-	-	2	9,09	1	4,35
	Otomobilin ivmeli, kamyonun sabit hızlı hareket yaptığını belirtme ancak hızları büyüklük yönüyle kıyaslama	-	-	-	-	5	22,73	8	34,78
(1)	Otomobilin hızlı olduğu için kamyonu geçtiğini yazma	10	45,45	3	13,04	1	4,54	1	4,35
	Yanlış veya uygun olmayan hareket denklemleri ortaya koyma	1	4,54	1	4,35	5	22,73	6	26,08
	Kamyonun hızının otomobilin hızından fazla olacağını ifade etme	1	4,54	1	4,35	-	-	-	-
	Karşılaştıklarında hızlarının eşit olduğunu belirtme	1	4,54	5	21,74	2	9,09	2	8,69
	Hızları hakkında yorum yapılamayacağını yazma	-	-	2	8,69	-	-	-	-
(0)	Herhangi bir cevap vermeme	7	31,82	11	47,83	6	27,27	1	4,35
Toplam		22	99,97	23	100	22	99,99	23	99,99

Tablo 29'dan da görüldüğü gibi sabit hız ve sabit ivme kavramlarını içeren soruya kontrol grubu öğretmen adayları ön testte ve son testte %4,54 oranında doğru cevap vermişlerdir. Soruyu doğru yanıtlayanların tamamı her iki hareketli için hareket denklemlerini yazarak elde ettikleri eşitlikler vasıtasıyla iki hareketlinin hızlarını oranlamışlardır. Soruyu kısmen doğru cevaplayan öğretmen adayı oranı ön testte % 4,54, son testte % 31,82'dir. Ön testte kısmen doğru cevap veren öğretmen adayları

hareketlilerin birinin sabit hızlı, diğerinin sabit ivmeli olduğunu fark etmiş ancak hızlarını kıyaslayamamışlardır. Son testte aynı durumu fark eden öğretmen adayı oranı % 9,09 olurken, otomobilin sabit ivmeli, kamyonun sabit hızlı olduğunu açıklayıp hızları büyüklük olarak kıyaslayan öğretmen adayı oranı % 22,73'dür. Soruyu yanlış cevaplayan öğretmen adayı oranı ön testte % 59,07, son testte % 31,82'dir. Bu kategoride cevap verenler ön testte büyük bir oranda (% 45,45) otomobilin hızlı olduğu için kamyonu geçtiğini yazmıştır. Ayrıca yine ön testte yanlış veya uygun olmayan hareket denklemleri ile sonuca ulaşma, kamyonun hızının otomobilin hızından fazla olacağını belirtme ve karşılaştıklarında hızlarının eşit olduğunu yazma şeklinde yanlış cevaplar vermişlerdir. Son testte ise en sık karşılaşılan yanlış cevap; uygun olmayan veya yanlış hareket denklemlerinin kullanılması (%22,73) şeklinde iken diğer yanlış cevaplar; karşılaştıklarında hızlarının eşit olacağını düşünme ve otomobilin hızlı olduğu için kamyonu geçtiğini yazma şeklindedir. Otomobilin hızlı olduğu için kamyonu geçtiğini ifade eden bir öğretmen adayına ait örnek

“Otomobil kamyonu kavuştuğu için hızını arttırmış olup, kamyonun daha hızlı hareketine devam eder” şeklindedir (KAT, K17, son test).

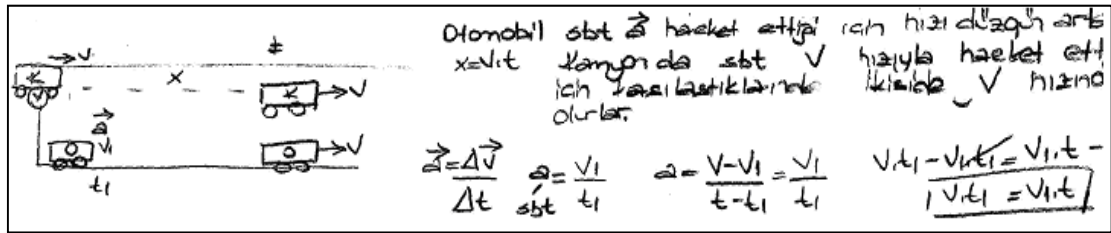
Soru ön testte % 31,82, son testte % 27,27 oranında bir öğretmen adayı tarafından boş bırakılmıştır.

Soruya deney grubu içerisinde ön testte hiçbir öğretmen adayı doğru cevap vermezken, son testte % 17,39 oranında öğretmen adayı doğru cevap vermiştir. Son testte % 13,04 oranında öğretmen adayı hareket denklemlerini kullanarak doğru sonucu bulmuş, % 4,35 oranda öğretmen adayı ise iki hareketlinin hareket grafiklerini kullanarak doğru sonucu elde etmiştir. KAT son testinde hareketliler için uygun denklemlerini yazarak doğru sonuca ulaşan D15 öğretmen adayına ait cevap aşağıda yer almaktadır.

Handwritten student work for a physics problem. The diagram shows two vehicles, a truck and a car, moving towards each other on a road. The truck is on the left, moving right with velocity v_0 and acceleration $a=0$. The car is on the right, moving left with velocity v_0 and acceleration a . The distance between them is labeled "mesafe". The student has written "NOT: Tekrar karşılaşılan noktada için alınan mesafeler eşittir. yani kamyon için $\Rightarrow X = v_0.t \Rightarrow v_0.t = x$ " and "otomobil için $\Rightarrow X = v_0.t + \frac{1}{2} a.t^2 \Rightarrow X = \frac{a.t^2}{2}$ ". The student also writes " $v_0 = a.t$ " and " $v = \frac{a.t}{2}$ ". A box contains the answer "cevap 3. soru için $2v_0 = v_{\text{otomobil}}$ " and "NOT: 3. soruda A17 B".

Deney grubu içerisinde ön testte soruyu kısmen doğru cevaplayan bulunmazken son testte bu kategoride yer alan % 39,13 oranındaki öğretmen adayından % 34,78'i otomobilin

sabit ivmeli kamyonun sabit hızlı hareket yaptığını belirtmiş ve hızları büyüklük yönüyle kıyaslamıştır. % 4,35 oranda öğretmen adayı ise otomobilin sabit ivmeli, kamyonun sabit hızlı olduğunu göstermiş ancak hızları yönünden herhangi bir kıyaslamada bulunmamıştır. Soruyu ön testte % 52,17 oranında, son testte % 39,12 oranında öğretmen adayı yanlış cevaplamıştır. Ön testte yapılan yanlışlar; otomobilin hızlı olduğu için kamyonu geçtiğini yazma, yanlış veya uygun olmayan hareket denklemleri kullanma, kamyonun hızının otomobilin hızından fazla olacağını ifade etme, karşılaştıklarında hızlarının eşit olduğunu belirtme ve hızları hakkında yorum yapılamayacağını düşünme şeklinde iken son testte en çok karşılaşılan yanlış cevap; % 26,08 oran ile yanlış veya uygun olmayan hareket denklemlerinin kullanılmasıdır. ayrıca deney grubunda karşılaşılan diğer yanlış cevaplar karşılaştıklarında hızlarının eşit olduğunu ve otomobilin hızlı olduğu için kamyonu geçtiğini ifade etme şeklindedir. KAT ön testinde her iki hareketlinin eşit hızda olduğunu ifade eden D18 öğretmen adayına ait cevap aşağıda yer almaktadır.



Deney grubu içerisinde ön testte soruyu % 47,83, son testte % 4,35'lik bir öğretmen adayı oranı boş bırakmıştır.

KAT'nin dördüncü sorusu doğrusal hareket ünitesinin hız konusunda öğretmen adaylarının kavramsal anlamalarını belirlemek için oluşturulmuştur. Soruda anlık hız ve ortalama hız kavramlarının algılanması ile bu kavramlar arasındaki bağlantı ve ilişkilerin ortaya koyulmasını öğretmen adaylarının nasıl ayırt ettiklerini belirlemek amaçlanmıştır. Bu soruya ön ve son testlerde öğretmen adayları tarafından verilen cevaplar kategorilendirilerek Tablo 30'da sunulmuştur.

Tablo 30. Deney ve kontrol grubu öğretmen adayları tarafından KAT'nin 4. sorusuna ön test ve son testte verilen cevapların kategori, frekans ve yüzdeleri

Kategoriler	Göstergeler	Kontrol Grubu Ön Test		Deney Grubu Ön Test		Kontrol Grubu Son Test		Deney Grubu Son Test	
		N	%	N	%	N	%	N	%
(3)	Uygun işlemleri ve açıklamaları yapıp doğru sonuca ulaşma	4	18,18	6	26,08	12	54,54	13	56,52
(2)	Sadece B aracının üst geçidin altındaki anlık hızının 20m/s'yi geçtiğini ve B aracının kazaya neden olduğunu bulma	3	13,6	1	4,35	1	4,54	4	17,39
	Sadece B aracının üst geçidin altındaki anlık hızının 20m/s'yi geçtiğini bulma	1	4,54	-	-	-	-	-	-
	Sadece B aracının ortalama hızını hesaplama	1	4,54	1	4,35	-	-	1	4,35
	Sadece B aracının ortalama hızını ve B aracının hız limitini aştığı için kazaya neden olduğunu belirtme	7	31,82	2	8,69	3	13,6	3	13,04
	B aracının ortalama hızını ve üst geçidin altındaki anlık hızının 20m/s'yi geçtiğini bulma	-	-	3	13,04	1	4,54	1	4,35
	B aracının ortalama hızını, üst geçidin altındaki anlık hızının 20m/s'yi geçtiğini bulma ve B aracının kazaya neden olduğunu belirtme	-	-	-	-	-	-	1	4,35
(1)	Sadece A aracın suçlu olduğunu belirtme	2	9,09	5	21,74	2	9,09	-	-
	Yolun hız limitini alarak B aracının ortalama hızını hesaplama	-	-	1	4,35	1	4,54	-	-
	B aracının anlık hızının tahmin edilemeyeceğini ve A aracının kazaya neden olduğunu belirtme	-	-	1	4,35	-	-	-	-
	Kazanın trafik işaretlerinin olmamasından kaynaklandığını belirtme	-	-	1	4,35	-	-	-	-
(0)	Herhangi bir cevap vermeme	4	18,18	2	8,69	2	9,09	-	-
Toplam		22	99,95	23	99,99	22	99,94	23	100

Tablo 30'dan da görüldüğü gibi kontrol grubu öğretmen adaylarından ön testte bu sorunun tüm şıklarını cevaplayan öğretmen adayı oranı % 18,18, son testte % 54,54 olarak tespit edilmiştir. Bu soruya kısmen doğru cevap verenler ön testte % 54,5, son testte % 22,68'dir. Soruyu kısmen doğru cevaplayanlar ön testte en çok (% 31,82) B aracının ortalama hızını bulmuş ve kazaya B aracının neden olduğunu belirlemiştir. Ön testte verilen diğer kısmen doğru cevaplarda ise % 13,6 ile B aracının üst geçidin altında anlık hızının 20m/s'yi geçtiğini bulma ve kazaya B aracının neden olduğunu belirtme, (% 13,6) sadece B aracının üst geçidin altındaki anlık hızının 20m/s'yi geçtiğini bulma (% 4,54) ve

Soruyu yanlış cevaplayan öğretmen adayı oranı ön testte % 34,79 olurken son testte soru hiçbir öğretmen adayı tarafından yanlış cevaplanmamıştır. Yanlış cevap veren öğretmen adaylarının ön testteki cevapları A aracının suçlu olduğunu belirtme, yolun hız limitini alarak B aracının ortalama hızını hesaplama, B aracının anlık hızının tahmin edilemeyeceğini ve A aracının kazaya neden olduğunu belirtme ve kazanın trafik işaretlerinin olmamasından kaynaklandığını ifade etme şeklindedir. “*Trafik işaretleri olmadığı için kontrollü olmalıydı. Karşı taraftan gelen olduğu için hızını azaltmalıydı*” (KAT, D9, ön test). Soruyu boş bırakan öğretmen adayı oranı ön testte % 8,69 olurken son testte hiçbir öğretmen adayı soruyu boş bırakmamıştır.

KAT'nin beşinci sorusu doğrusal hareket ünitesinin serbest düşme hareketi konusundaki kavramsal ilişkileri içermektedir. Soruda öğretmen adaylarının aşağıdan yukarı düşey atış ve serbest düşme hareketlerini nasıl algıladıklarını belirlemek amaçlanmıştır. Bu soruya ön ve son testlerde öğretmen adayları tarafından verilen cevaplar kategorilendirilerek Tablo 31’de sunulmuştur.

Tablo 31. Deney ve kontrol grubu öğretmen adayları tarafından KAT'nin 5. sorusuna ön test ve son testte verilen cevapların kategori, frekans ve yüzdeleri

Kategoriler	Göstergeler	Kontrol Grubu Ön Test		Deney Grubu Ön Test		Kontrol Grubu Son Test		Deney Grubu Son Test	
		N	%	N	%	N	%	N	%
(3)	Hareketlilere değer vererek sonucu yorumlama	2	9,09	2	8,69	1	4,54	3	13,04
	Her iki hareketli için hareket denklemlerini yorumlayarak sonuca ulaşma	3	13,6	-	-	5	22,73	4	17,39
(2)	Hareketlilere uygun değerleri verip yüksekliklerini ifade etme ancak yorumlayamama	1	4,54	-	-	-	-	-	-
	Uygun hareket denklemlerini kullanıp yorumlayamama	1	4,54	1	4,35	1	4,54	1	4,35
(1)	Her iki hareketlinin eşit yollar aldıklarını belirtme	4	18,18	11	47,83	8	36,36	9	39,13
	Yanlış veya uygun olmayan hareket denklemleri yazma	4	18,18	2	8,69	3	13,6	1	4,35
	h/2 noktasının altında bir yerde karşılaşacaklarını hesaplama	2	9,09	-	-	1	4,54	1	4,35
	Her iki hareketlinin sadece şekillerini çizme	1	4,54	2	8,69	-	-	3	13,04
(0)	Herhangi bir cevap vermeme	4	18,18	5	21,74	3	13,6	1	4,35
Toplam		22	99,94	23	99,99	22	99,91	23	100

Tablo 31'den de görüldüğü gibi düşey atış ve serbest düşme hareketi yapan iki hareketlinin aynı sürede aldıkları mesafelerin karşılaştırıldığı soruya, kontrol grubu öğretmen adayları ön testte % 22,69 oranında, son testte % 27,27 oranında doğru cevap vermişlerdir. Ön testte doğru cevap veren öğretmen adaylarının % 13,6'sı her iki hareketlinin hareket denklemlerini yorumlayarak, % 9,09'u ise her iki hareketliye değerler vererek elde ettikleri sonuçları kıyaslayıp doğru sonucu elde etmişlerdir. Son testte ise % 4,54 oranında öğretmen adayı her iki hareketliye değer verip sonucu bulurken % 22,73 oranındaki öğretmen adayı hareket denklemlerini yorumlayıp doğru sonuca ulaşmıştır. Soruyu kısmen doğru cevaplayan öğretmen adayı oranı ön testte % 9,08, son testte % 4,54'tür. Ön testte kısmen doğru cevap veren öğretmen adayları her iki hareketlinin hareket denklemlerine değerler vermiş ancak sonucu yorumlayamamış veya uygun hareket denklemlerini belirtmiş ancak sonucu yorumlamada hata yapmışlardır. Son testte verilen cevaplarda kısmen doğru cevap veren öğretmen adayı oranını ise hareket denklemlerini kullanıp sonucu yorumlayamama oluşturmaktadır. Soruyu yanlış cevaplayan öğretmen adayı oranı ön testte % 49,99, son testte % 54,5'dir. Ön testte yapılan yanlışlar; her iki hareketlinin eşit yollar aldıklarını belirtme, yanlış veya uygun olmayan hareket denklemleri yazma, $h/2$ noktasının altında bir yerde karşılaşacaklarını hesaplama, her iki hareketlinin sadece şekillerini çizme iken son testte en fazla yapılan yanlış % 36,36 ile her iki hareketlinin eşit yollar aldıklarını ifade etme şeklindedir. Bunun dışında son testte yapılan yanlışlar; yanlış hareket denklemleri yazma ve $h/2$ noktasının altında bir yerde karşılaşacaklarını belirtme şeklindedir. KAT son testte hareketlilerin $h/2$ 'nin altında bir noktada karşılaşacaklarını ifade eden D7 öğretmen adayına ait cevap aşağıda yer almaktadır.

Toplar $h/2$ yüksekliğinin biraz daha altında karşılaşırlar
 çünkü aşağı inen biraz daha hızlı iner. Aynı hızla karşılaşırlar
 olsalardı $h/2$ de karşılaşırlardı ama yavaş inen hızlı aşağı
 için karşılaşma noktaları biraz daha aşağıdadır.

Soruyu kontrol grubu içerisinde boş bırakan öğretmen adayı oranı ön testte % 18,18, son testte % 13,6 olarak tespit edilmiştir.

Deney grubu içerisinde ön testte doğru cevap veren öğretmen adaylarının tümü (% 8,69) her iki hareketliye değer vererek sonuca ulaşmışlardır. Son testte ise % 13,04'lük orandaki öğretmen adayı değer vererek sonuca ulaşırken, % 17,39'lük orandaki öğretmen adayı her iki hareketli için hareket denklemlerini yorumlayıp doğru sonucu elde etmiş ve

toplama da son testte % 30,43 oranında öğretmen adayı soruyu doğru cevaplamıştır. KAT son testte hareketlilere değerler vererek doğru sonuca ulaşan D8 öğretmen adayına ait cevap aşağıda yer almaktadır.

5. Bir top v_0 hızıyla yukarı doğru atılıyor, bu top tam tepe noktasına ulaştığında ikinci bir top daha v_0 hızıyla aynı yönde yukarı doğru fırlatılıyor. Topun çıkabileceği maksimum yükseklik h olduğuna göre bu topların yolun neresinde karşılaştıklarını $h/2$ yüksekliğiyle kıyaslayarak nedenleriyle birlikte açıklayınız.

Açıklama:

$v_0 = 20 \text{ m/s}$ olsun
 $g = 10 \text{ m/s}^2$ olsun.

$v = v_0 + g \cdot t$
 $20 = 10 \cdot t$
 $t = 2 \text{ sn}$ çıkış süresi

Karşılaştıkları noktada:
 $h_1 = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot t^2$
 $h_2 = 20 \cdot t - \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot t^2$
 $h = h_1 + h_2 = 20 = 20 \cdot t$
 $t = 1 \text{ sn}$
 $h = 20 \text{ m}$

$h_1 = v_0 \cdot t + \frac{1}{2} g \cdot t^2$
 $h_1 = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 1 = 5 \text{ m}$
 $h_2 = 15 \text{ m}$

$h_2 = 15 \text{ m}$ yerdan $\frac{3h}{4}$ kadar yukarıya gidiyor.

Topun çıkabileceği maksimum yükseklik $2h$ olduğuna göre bu topların yolun neresinde karşılaştıklarını $h/2$ yüksekliğiyle kıyaslayarak nedenleriyle birlikte açıklayınız.

Soruyu ön testte ve son testte kısmen doğru cevaplayan öğretmen adayı oranı % 4,35'dir. Bu kategoride cevap veren öğretmen adayları iki hareketli için de hareket denklemlerini belirtmiş ancak sonucu doğru olarak yorumlayamamışlardır. Deney grubu içersinde soruyu yanlış cevaplayan öğretmen adayı yüzdesi ön testte % 65,21, son testte ise % 60,87'dir. Ön testte en çok verilen yanlış cevap % 47,83 oran ile her iki hareketlinin eşit yollar aldıklarını ifade etme şeklinde iken bunlar dışında ön testte yanlış cevap kategorisinde yer alan cevaplar; yanlış veya uygun olmayan hareket denklemleri yazma ve sadece harekete ait şekil çizmedir. Son testte yanlış cevaplarda en yüksek oranı % 39,13 ile yine her iki hareketlinin aldıkları yolların eşit olarak düşünülmesi gelmektedir. KAT ön testte yolun tam ortasında karşılaşılabileceklerini ifade eden D3 öğretmen adayına ait cevap aşağıda yer almaktadır.

Topun max yükseklikte hızı sıfır olur ve aşağı doğru inmeye başladığında ilk hızıyla aşağı iner. v_1 topu tam inen v_2 topu atılmıştır. Yani ilk hızları birbirine eşit ve biri aşağı iniyor biri yukarı çıkıyor. Böylece $h/2$ noktasında karşılaşırlar.

$v_1 = v_0 - g \cdot t$ $v_2 = v_0 + g \cdot t$

Son testte bu cevap dışında verilen yanlış cevaplar ise; % 4,35 oranında yanlış hareket denklemlerinin kullanılması, % 4,35 oranında $h/2$ 'nin altında bir noktada karşılaşılabileceklerini düşünülmesi ve % 13,04 oranında her iki hareketlinin sadece hareket şeklinin çizilmesi şeklindedir. Soruyu boş bırakan öğretmen adayı oranı ön testte % 21,74, son testte ise % 4,35'dir.

KAT'nin altıncı sorusu doğrusal hareket ünitesinin serbest düşme hareketi konusunu içermektedir. Soruda öğretmen adaylarının yer çekimi ivmesinin yere düşüş hızı ve düşme

süresi üzerindeki etkilerini nasıl algılarını ortaya çıkarmak amaçlanmıştır. Bu soruya ön ve son testlerde öğretmen adayları tarafından verilen cevaplar kategorilendirilerek Tablo 32’de sunulmuştur.

Tablo 32. Deney ve kontrol grubu öğretmen adayları tarafından KAT’ın 6. sorusuna ön test ve son testte verilen cevaplar

Kategoriler	Göstergeler	Kontrol Grubu Ön Test		Deney Grubu Ön Test		Kontrol Grubu Son Test		Deney Grubu Son Test	
		N	%	N	%	N	%	N	%
(3)	Yere düşme sürelerini ve düşüş hızlarını doğru sıralama	3	13,6	3	13,04	10	45,45	19	82,61
(2)	Hızları doğru sıralama ancak yere düşme sürelerini yanlış sıralama veya sıralamama	8	36,36	3	13,04	6	27,27	1	4,35
	Yere düşme sürelerini doğru sıralama, ancak yere düşüş hızlarını yanlış sıralama veya sıralamama	5	22,73	4	17,39	1	4,54	1	4,35
(1)	Tüm süreleri ve hızları kendi içinde birbirine eşit düşünme	2	9,09	3	13,04	-	-	-	-
	Sadece hareket formüllerini yazma	2	9,09	2	8,69	1	4,54	1	4,35
	Yere düşme sürelerini ve düşüş hızlarını ters sıralama	1	4,54	4	17,39	2	9,09	1	4,35
	Hareketin limit hıza ulaşacağını ifade etme	-	-	-	-	1	4,54	-	-
	Düşme sürelerini ters sıralama ve düşme hızlarını eşit düşünme	-	-	1	4,35	1	4,54	-	-
(0)	Herhangi bir cevap vermeme	1	4,54	3	13,04	-	-	-	-
Toplam		22	99,95	23	99,98	22	99,97	23	100

Tablo 32’den de görüldüğü gibi yer çekimi ivmesinin değiştiği ortamlarda cisimlerin düşme sürelerinin ve düşüş hızlarının karşılaştırıldığı soruyu kontrol grubunda ön testte % 13,6, son testte % 45,45 oranında öğretmen adayı doğru cevaplamıştır. Aynı grup içerisinde soruyu kısmen doğru cevaplayanların oranı ön testte % 59,09, son testte % 31,84 tür. Bu kategori içerisinde yere düşüş hızlarını doğru sıralayıp düşme sürelerini yanlış sıralayan veya sıralamayan öğretmen adayı oranı ön testte % 36,36 iken son testte % 27,27’dir, yere düşme sürelerini doğru sıralayıp düşme hızlarını yanlış sıralayan veya sıralamayan öğretmen adayı oranı ise ön testte % 22,73, son testte ise % 4,54 olarak tespit edilmiştir. Soruyu yanlış cevaplayan öğretmen adayı oranı ön testte % 22,72, son testte % 22,71’dir. Yanlış cevap veren öğretmen adaylarının ön testte verdikleri cevaplar; tüm

süreleri ve hızları kendi içinde birbirine eşit düşünme, yere düşme sürelerini ve düşüş hızlarını ters sıralama ve sadece hareket formüllerini yazma şeklinde iken, son testte verilen cevaplarda ise; sadece hareket formüllerini belirtme, hareketin limit hıza ulaşacağını ifade etme, düşme sürelerini ters sıralama ve düşme hızlarını eşit düşünme şeklindedir. Soruyu boş bırakan öğretmen adayları ise ön testte % 4,54 iken son testte hiçbir öğretmen adayı soruyu boş bırakmamıştır.

Aynı soru deney grubu içerisinde ön testte % 13,04, son testte % 82,61 oranında öğretmen adayı tarafından doğru olarak cevaplanmıştır. Soruyu ön testte kısmen cevaplayan öğretmen adayı oranı % 30,43, son testte % 8,7'dir. Bu kategoride cevap veren öğretmen adaylarından % 13,04'ü ön testte, % 4,35 ise son testte yere düşme hızlarını doğru sıralamış ancak düşme sürelerini yanlış sıralamış veya sıralamamıştır. Yine aynı kategoride ön testte % 17,39, son testte ise % 4,35 oranındaki öğretmen adayı yere düşme sürelerini doğru sıralamış, düşme hızlarını ise yanlış sıralamış veya sıralamamıştır. KAT ön testte cisimlerin yere düşme sürelerini doğru olarak sıralayan D16 öğretmen adayına ait cevap aşağıda sunulmuştur.

h_1
 $v_1 = g \cdot t_1$
 $\frac{2g \cdot 1}{2g}$

h_2
 $v_2 = g \cdot t_2$
 $\frac{g \cdot 2\sqrt{2}}{2\sqrt{2}g}$

h_3
 $v_3 = g \cdot t_3$
 $\frac{2g}{2g}$

$h_1 = h_2 = h_3$
 $\frac{2g \cdot t_1^2}{2} = \frac{g \cdot t_2^2}{2} = \frac{g \cdot t_3^2}{2}$
 $g \cdot t_1^2 = g \cdot t_2^2 = g \cdot t_3^2$
 $t_1 = t_2 = t_3$
 $t_3 > t_2 > t_1$ dir.

Soru ön testte % 43,47 oranında, son testte % 8,7 oranında öğretmen adayı tarafından yanlış cevaplanmıştır. Ön testte yanlış cevap veren öğretmen adaylarının yaptıkları yanlışlıkların başında; % 17,39'luk oranlar yere düşme sürelerini ve düşüş hızlarını ters sıralama gelirken, bunun dışında ön testte verilen yanlış cevaplar; tüm süreleri ve hızları kendi içinde birbirine eşit sıralama, sadece hareket formüllerini yazma, ve düşme sürelerini ters sıralama ve düşme hızlarını eşit olarak yazma şeklinde iken son testte; %4,35'lik oranlarla sadece hareket formüllerini yazma ve yere düşme sürelerini ve düşüş hızlarını ters sıralama bu kategoriyi oluşturmaktadır. KAT ön testte yere düşme sürelerini ters ve düşme hızlarını eşit sıralayan D17'ye ait cevap aşağıda bulunmaktadır.

a) iki katı g yer çekimi
 b) dünyada
 c) çekim kuvveti dünyadaki yarısı

yere düşme süreleri ta 1/2 g
 → çünkü yer çekimi etkisiyle yere düşme süreleri orantılıdır. yerçekimi fazla olan yerde cisim daha çabuk yere düşer.
 yere düşme hızları da aynıdır.

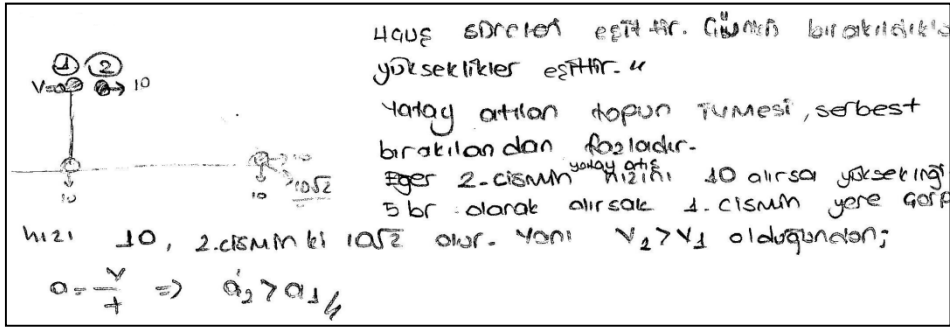
Soruyu ön testte % 13,04 oranında öğretmen adayı boş bırakırken son testte hiçbir öğretmen adayı soruyu cevapsız bırakmamıştır.

KAT'ın yedinci sorusu doğrusal hareket ve düzlemde hareket ünitelerinin serbest düşme ve düzlemde sabit ivmeli hareket konularını içermektedir. Soruda düşey olarak ilk hızsız bırakılan bir cisim ile belirli bir yükseklikten yatay doğrultuda belirli bir ilk hız ile fırlatılan iki cismin uçuş sürelerinin ve ivmelerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır. Bu soruya ön ve son testlerde öğretmen adayları tarafından verilen cevaplar kategorilendirilerek Tablo 33'de sunulmuştur.

Tablo 33. Deney ve kontrol grubu öğretmen adayları tarafından KAT'ın 7. sorusuna ön test ve son testte verilen cevaplar

Kategoriler	Göstergeler	Kontrol Grubu Ön Test		Deney Grubu Ön Test		Kontrol Grubu Son Test		Deney Grubu Son Test	
		N	%	N	%	N	%	N	%
(3)	Uçuş sürelerini ve ivmelerini doğru kıyaslama ve uygun açıklamaları yapma	1	4,54	1	4,35	7	31,82	6	26,08
(2)	Uçuş sürelerini doğru, ivmelerini yanlış kıyaslama veya kıyaslamama	12	54,54	4	17,39	7	31,82	5	21,74
	İvmelerini doğru, uçuş sürelerini yanlış kıyaslama veya kıyaslamama	1	4,54	2	8,69	1	4,54	3	13,04
(1)	Yatay atış hareketi yapanın serbest düşme hareketi yapan cisimden sonra düşeceğini ve serbest düşme hareketi yapan cismin daha büyük ivmesi olacağını belirtme	2	9,09	1	4,35	2	9,09	2	8,69
	Yatay atış hareketi yapanın serbest düşme hareketi yapan cisimden sonra düşeceğini ifade etme	1	4,54	1	4,35	-	-	2	8,69
	Her iki hareketlinin sadece şekillerini çizme	3	13,6	-	-	-	-	-	-
	Yatay atış hareketi yapanın serbest düşme hareketi yapan cisimden sonra düşeceğini ve serbest düşme hareketi yapan cismin daha küçük ivmesi olacağını belirtme	1	4,54	5	21,74	1	4,54	1	4,35
	Her iki hareketlinin şekillerini çizme ve yanlış veya uygun olmayan formüller yazma	-	-	2	8,69	1	4,54	4	17,39
(0)	Herhangi bir cevap vermeme	1	4,54	7	30,43	3	13,6	-	-
Toplam		22	99,93	23	99,99	22	99,95	23	99,98

Tablo 33'den de görüldüğü gibi yatay hareket ve serbest düşme hareketi yapan hareketlilerin uçuş sürelerinin ve ivmelerinin sorulduğu soruyu kontrol grubu öğretmen adaylarının ön testte % 4,35'i, son testte % 31,82'si her iki değişkeni de doğru ifade edip uygun açıklamaları yapmıştır. Soruyu kısmen doğru cevaplayan öğretmen adayları ön testte % 59,08, son testte % 36,36'dır. Ön testte % 54,54, son testte % 31,82 öğretmen adayı uçuş sürelerini doğru kıyaslamış ancak ivmeleri yanlış sıralamış veya sıralamamıştır. KAT ön testte uçuş sürelerini doğru, ivmelerini yanlış kıyaslayan K21 öğretmen adayına ait cevap aşağıda yer almaktadır.



Hava sürtünmesi eşittir. Gücün bırakıldığı yükseklikler eşittir. "

Yatay atılan topun düşmesi, serbest bırakılan dan farklıdır.

Eğer 2. cismin hızını 10 alırsa yüksekliği 5 bir olarak alırsak 1. cismin yere göre hızı 10, 2. cismin ki $10\sqrt{2}$ olur. Yani $v_2 > v_1$ olduğundan;

$a = -g \Rightarrow a_2 > a_1 //$

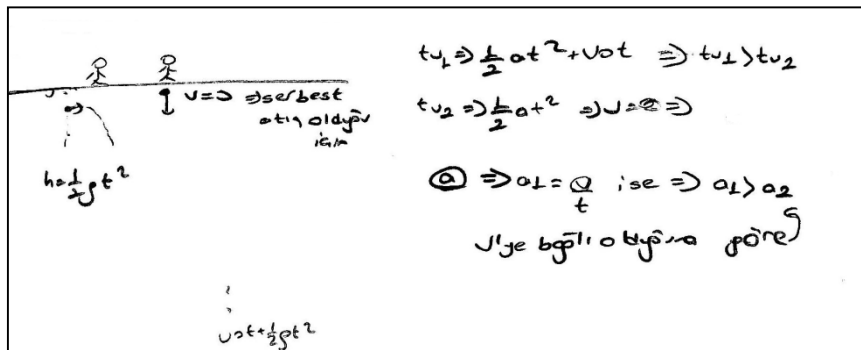
Yine ön testte % 4,54, son testte % 4,54 öğretmen adayı da ivmeleri doğru kıyasladığı halde uçuş sürelerini yanlış kıyaslamış veya kıyaslamamıştır. Yanlış cevap veren öğretmen adayları ön testte % 22,68, son testte % 9,08'dir. Ön testte yanlış cevap kategorisinde en çok rastlanan cevap % 13,6'lık bir oran ile hareketlilerin sadece şekillerini çizip hiçbir açıklamada bulunmamaktır. Bunun dışında verilen yanlış cevaplar ise yatay atış hareketi yapan cismin serbest düşme hareketi yapan cisimden sonra düşeceğini ve serbest düşme hareketi yapan cismin daha küçük ivmesi olacağını düşünceleridir. Son testte verilen yanlış cevaplar; yatay atış hareketi yapan cismin serbest düşme hareketi yapan cisimden sonra düşeceğini ve serbest düşme hareketi yapan cismin daha küçük ivmesi olacağını düşünceleri ve hareketlilerin şekillerini çizip yanlış veya o hareketliler için kullanılmayacak formüllerin yazılması şeklindedir.

KAT son testte serbest düşme hareketi yapan cismin daha erken düşeceğini ve ivmesinin daha büyük olacağını ifade eden K2 öğretmen adayına ait cevap aşağıdaki gibidir.

"Direkt olarak bırakılan top daha çabuk yere düşer. Çünkü yer çekimi ona irdet etki ediyor. Yatay olarak bırakılan daha fazla uçar ama daha geç düşer. Dik olarak atılan topun ivmesi daha büyüktür" (K2, KAT, son test)

Soruyu boş bırakan öğretmen adayı yüzdesi de ön testte % 4,54, son testte % 13,6'dır.

Tablo 33’de görüldüğü gibi deney grubu öğretmen adayları tarafından soruyu doğru çözen öğretmen adayı yüzdesi ön testte % 4,35, son testte % 26,08’dir. Soruyu kısmen doğru cevaplayanların oranı ise ön testte % 26,08, son testte % 34,78 olarak tespit edilmiştir. Ön testte % 17,39, son testte ise % 21,74 öğretmen adayı yere düşme sürelerini eşit olarak ifade etmiş ancak ivmelerinin farklı olduğunu belirtmiş, % 8,69 oranında öğretmen adayı ön testte, % 13,04 oranında öğretmen adayı ise son testte ivmelerin eşit olduğunu ve yer çekimi ivmesi ile aynı olacağını belirtmiş ancak yere düşme sürelerini yanlış kıyaslamış veya kıyaslamamıştır. Soru ön testte % 39,13, son testte ise yine % 39,13 oranında öğretmen adayı tarafından boş bırakılmıştır. Ön testte ve son testte verilen yanlış cevaplara bakıldığında; yatay atış hareketi yapan hareketlinin serbest düşme hareketi yapandan sonra düşeceğini ve serbest düşme hareketi yapan cismin daha büyük ivmesi olacağını belirtme ön testte % 4,35, son testte % 8,69 oranında, yatay atış hareketi yapan hareketlinin serbest düşme hareketi yapan cisimden sonra düşeceğini ve serbest düşme hareketi yapan cismin daha küçük ivmesi olacağını ifade etme ön testte % 4,35 ve son testte % 8,69 oranında, yatay atış hareketi yapan cismin serbest düşme hareketi yapan cisimden sonra düşeceğini ve serbest düşme hareketi yapan cismin daha küçük ivmesi olacağını belirtme ön testte % 21,74 ve son testte % 4,35 oranında ve her iki hareketlinin şekillerini çizip ve yanlış veya uygun olmayan formüller yazma ön testte % 8,69 ve son testte 17,39 oranındadır. KAT ön testte serbest düşme hareketi yapan cismin düşme süresinin ve ivmesinin fazla olacağını belirten D19 öğretmen adayına ait cevap aşağıda yer almaktadır.



Soru ön testte % 30,43 oranında boş bırakılırken, son testte hiçbir öğretmen adayı tarafından boş bırakılmamıştır.

KAT’ın sekizinci sorusu doğrusal ve düzlemde hareket ünitelerinin serbest düşme ve düzlemde sabit ivmeli hareket konularını içermektedir. Bir önceki soruya benzer olarak bu soruda da düşey olarak ilk hızsız bırakılan bir cisim ile belirli bir yükseklikten yatay

doğrultuda, yatayda belirli bir ilk hız ile fırlatılan iki cismin kütle ve yatayda alınan yola bağlı olarak uçuş sürelerinin değişip değişmediğinin öğretmen adayları tarafından nasıl algılandığını ölçmek amaçlanmıştır. Bu soruya ön ve son testlerde öğretmen adayları tarafından verilen cevaplar kategorilendirilerek Tablo 34’de sunulmuştur.

Tablo 34. Deney ve kontrol grubu öğretmen adayları tarafından KAT’ın 8. sorusuna ön test ve son testte verilen cevaplar

Kategoriler	Göstergeler	Kontrol Grubu Ön Test		Deney Grubu Ön Test		Kontrol Grubu Son Test		Deney Grubu Son Test	
		N	%	N	%	N	%	N	%
(3)	İki kütle aynı anda yere düşeceğini nedenleriyle açıklama	12	54,54	6	26,08	13	59,09	14	60,87
(2)	İki kütle aynı anda yere düşeceğini belirtme ancak hiçbir neden ifade etmeme	-	-	3	13,04	1	4,54	-	-
(1)	Her üç durumun da olabileceğini belirtme	1	4,54	-	-	-	-	-	-
	Kütlesi büyük olan cismin (m_1) daha önce düşeceğini yazma	2	9,09	3	13,04	-	-	-	-
	Yatay atılan cismin (m_1) ilk hızı olduğu için daha erken düşeceğini belirtme	3	13,6	6	26,08	3	13,6	5	21,74
	m_2 kütle sine direkt yer çekimi etki ettiği için daha erken düşeceğini belirtme	2	9,09	1	4,35	-	-	-	-
	Sadece düşeyde daha kısa yol alacağı için (m_2) kütle sine daha erken düşeceğini yazma	-	-	2	8,69	2	9,09	4	17,39
	Yanlış veya uygun olmayan hareket denklemlerini kullanma	-	-	-	-	1	4,54	-	-
(0)	Herhangi bir cevap vermeme	2	9,09	2	8,69	2	9,09	-	-
Toplam		22	99,95	23	99,97	22	99,95	23	100

Tablo 34’de görüldüğü gibi soruyu kontrol grubundan ön testte % 54,54, son testte % 59,09 öğretmen adayı doğru cevaplamıştır. Soruyu ön testte hiçbir öğretmen adayı kısmen doğru cevaplayamazken son testte % 4,54 oranında öğretmen adayı iki kütle aynı anda yere düşeceğini belirtmiş ancak hiçbir neden belirtmemiştir. Soruyu ön testte % 36,32, son testte % 27,23 öğretmen adayı yanlış cevaplamıştır. Yanlış cevap veren öğretmen adaylarının ön test cevapları; % 4,54 oranında her üç durumun da olabileceğini belirtme, % 9,09 oranında kütlesi büyük olan cismin (m_1) daha önce düşeceğini yazma, % 13,6 oranında yatay atılan cismin (m_1) ilk hızı olduğu için daha erken düşeceğini belirtme ve % 9,09 oranında m_2 kütle sine direkt yer çekimi etki ettiği için yere daha erken düşeceğini

ifade şeklinde iken son testte verilen cevaplar; % 13,6 oranında yatay atılan cismin (m_1) ilk hızı olduğu için yere daha erken düşeceğini düşünme, % 9,09 oranında düşeyde daha kısa yol alacağı için (m_2) kütlelerinin yere daha erken düşeceğini yazma ve % 4,54 oranında yanlış hareket denklemleri kullanma şeklindedir. Soru ön testte ve son testte % 9,09 kadarlık bir öğretmen adayı tarafından cevapsız bırakılmıştır.

Deney grubu öğretmen adayları içerisinde ön testte % 26,08, son testte % 60,87 oranında doğru cevaplanmıştır. Kısmen doğru cevap veren öğretmen adayları içerisinde ön testte % 13,04 oranında öğretmen adayı iki kütle için aynı anda yere düşeceğini belirtip hiçbir açıklama yapmamış ve kısmen doğru cevap verenler kategorisinde yer almıştır, soruya son testte kısmen doğru cevap veren öğretmen adayı bulunmamaktadır. Yanlış cevap veren öğretmen adayı oranı ön testte % 52,16, son testte % 39,13'dür. Ön testte bu kategoride en fazla verilen yanlış cevap yatay atılan cismin (m_1) ilk hızı olduğu için daha erken düşeceğini belirtme (% 26,08) iken bunu kütleleri büyük olan cismin (m_1) daha önce düşeceğini düşünme (% 13,04), sadece düşeyde daha kısa yol alacağı için (m_2) kütlelerinin daha erken düşeceğini ifade etme (% 8,69) ve m_2 kütlelerine direkt yer çekimi etki ettiği için daha erken düşeceğini yazma (% 4,35) takip etmektedir. KAT ön testte m_2 kütlelerinin daha erken yere düşeceğini belirten D6 öğretmen adayının açıklaması aşağıdaki gibidir.

“a) Yanlıştır., b) Doğrudur, m_2 'nin ilk hızı olmadığı ve düşey harekete ettiği için m_2 daha önce düşer. c) Yanlıştır. Hızları ve atış şekilleri farklı olduğu için aynı zamanda yere düşmezler” (D6, KAT, ön test)

Son testte verilen cevaplarda yatay atılan cismin (m_1) ilk hızından dolayı daha erken düşeceğini belirtme % 21,74 ile en çok oranı oluştururken, bunun dışında verilen cevap ise % 17,39 ile düşeyde daha kısa yol alacağı için (m_2) kütlelerinin daha erken düşeceğini ifade etme şeklindedir. KAT son testte m_1 kütlelerinin daha erken yere düşeceğini belirten D20 aşağıdaki gibi açıklamada bulunmuştur.

“a) Doğrudur. İki kütle için de yüksekliği aynı fakat yere düşme süreleri farklıdır. m_1 kısa sürede düşer. b) Yanlıştır. m_2 'nin yere düşme süresi daha uzundur. c) aynı yükseklikte olmalarına rağmen biri eğik atış biri serbest düşme ile bırakılıyor ve yere düşme süreleri de aynı olmadığından iki kütle aynı anda yere düşmez” (D20, KAT, son test)

Soru deney grubu içerisinde ön testte % 8,69 oranında boş bırakılırken, son testte soruyu boş bırakan öğretmen adayı yoktur.

KAT'ın dokuzuncu sorusu düzlemde hareket ünitesinin eğik atış hareketi konusunda öğretmen adaylarının kavramsal anlamalarını ortaya koymak için hazırlanmıştır. Soruda günlük hayatta karşılaşılan durumlara bağlı olarak eğik atış hareketinin olup olmadığının

öğretmen adayları tarafından nasıl algılandığının ortaya koyulması amaçlanmıştır. Bu soruya ön ve son testlerde öğretmen adayları tarafından verilen cevaplar kategorilendirilerek Tablo 35’de sunulmuştur.

Tablo 35. Deney ve kontrol grubu öğretmen adayları tarafından KAT’ın 9. sorusuna ön test ve son testte verilen cevaplar

Kategoriler	Göstergeler	Kontrol Grubu Ön Test		Deney Grubu Ön Test		Kontrol Grubu Son Test		Deney Grubu Son Test	
		N	%	N	%	N	%	N	%
(3)	Doğru seçeneği uygun nedenle açıklama	4	18,18	1	4,35	3	13,6	4	17,39
(2)	Doğru seçeneğin ve bir veya birkaç seçeneğin parabolik yol izleyebileceğini belirtme	8	36,36	8	34,78	7	31,82	13	56,52
(1)	Yanlış olan bir veya birkaç seçeneğin parabolik yol izleyeceğini ifade etme	7	31,82	9	39,13	8	36,36	4	17,39
	Hareketliler için kesin bir şey söylenemeyeceğini belirtme	-	-	1	4,35	-	-	1	4,35
(0)	Herhangi bir cevap vermeme	3	13,6	4	17,39	4	18,18	1	4,35
Toplam		22	99,96	23	100	22	99,96	23	100

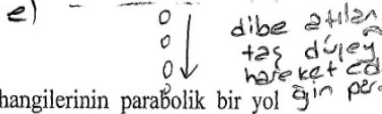
Tablo 35’den de görüldüğü gibi parabolik yol izleyebilecek hareketlilerin yollarının sorulduğu soruya kontrol grubu içerisinde ön testte % 18,18, son testte % 13,6 oranında öğretmen adayı doğru cevabı nedeni ile birlikte açıklamıştır. Ön testte % 36,36, son testte ise % 31,82 oranında öğretmen adayı kalkıştan birkaç dakika sonra motorları arızalanan roketi ve bunun yanında başka seçenekleri de işaretlemişler ve açıklamalarda bulunmuşlardır. Kontrol grubunda % 31,82 oranında öğretmen adayı ön testte, % 36,36 oranında öğretmen adayı ise son testte uygun olmayan seçenekleri işaretlemiş ve bunların parabolik yol izleyeceklerini açıklamışlardır. Soru, ön testte % 13,6, son testte % 18,18 oranında öğretmen adayı tarafından boş bırakılmıştır.

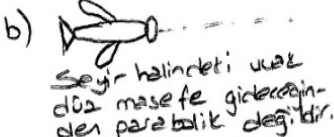
Soru deney grubu öğretmen adayları tarafından ön testte % 4,35, son testte % 17,39 oranında doğru cevaplanmıştır. Doğru seçeneği doğru nedeniyle açıklayan ve bunun yanında yanlış olan bir veya birkaç seçeneği de işaretleyip açıklayan öğretmen adaylarının oranı ön testte % 34,78, son testte % 56,52’dir. KAT son testte a, c ve d seçeneklerinin parabolik yol izleyeceğini belirten D8 öğretmen adayına ait cevap aşağıda yer almaktadır.

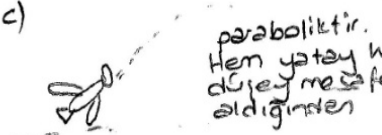
9. Aşağıda yer alan hareketli cisimlerden hangisinin yada hangilerinin parabolik bir yol için parabolik hareket ettiğini nedenleriyle birlikte açıklayınız.

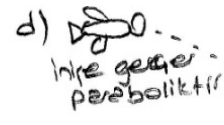
a) Rastgele doğrultuda herhangi bir yöne fırlatılan bir top
b) 10000 ft yükseklikteki seyir halindeki bir jet uçağı
c) Rampayı terk eden bir roketin çıkışı
d) Kalkıştan birkaç dakika sonra motorları arızalanan bir roket
e) Bir havuzun dibine doğru atılan taş

Açıklama:

a)  #paraboliktir. hem yatay hem düşey yol aldığından #parabolik olmayabilir. sadece yatay veya düşey hareket.

b)  Seyir halindeki uçak düz mesafe gireceğinden parabolik değildir.

c)  paraboliktir. Hem yatay hem düşey mesafe aldığından

d)  inire gittiği paraboliktir.

Soru ön testte % 43,48, son testte % 21,74 öğretmen adayı tarafından yanlış cevaplanmıştır. Yanlış cevap veren öğretmen adaylarının % 39,13'ü ön testte, % 17,39' u ise son testte yanlış seçeneklerin bir veya bir kaçını işaretlemiş ve bu doğrultuda açıklamalarda bulunmuşlardır. % 4,35 öğretmen adayı ise ön ve son testte hareketlilerin durumları için kesin bir şey söylenemeyeceğini ifade etmiştir. Soru ön testte % 17,39, son testte % 4,35 öğretmen adayı tarafından cevapsız bırakılmıştır.

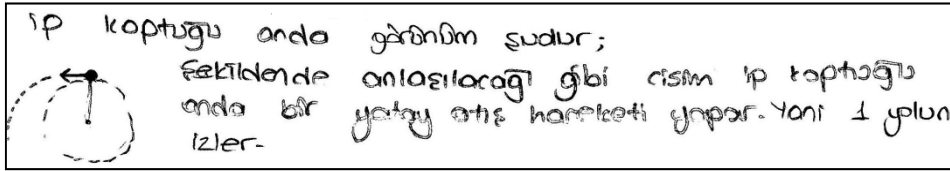
KAT'ın onuncu sorusu düzlemde hareket ünitesinin dairesel hareket konusundaki öğretmen adaylarının kavramsal anlamalarını belirlemek için oluşturulmuştur. Soruda dairesel hareket yapan bir hareketliye etki eden merkezci ve teğetsel ivmenin öğretmen adayları tarafından algılanmasını belirlemek amaçlanmıştır. Bu soruya ön ve son testlerde öğretmen adayları tarafından verilen cevaplar kategorilendirilerek Tablo 36'da sunulmuştur.

Tablo 36. Deney ve kontrol grubu öğretmen adayları tarafından KAT'ın 10. sorusuna ön test ve son testte verilen cevaplar

Kategoriler	Göstergeler	Kontrol Grubu Ön Test		Deney Grubu Ön Test		Kontrol Grubu Son Test		Deney Grubu Son Test	
		N	%	N	%	N	%	N	%
(3)	Cismin (2) yolunu izleyeceğini ve bunun nedenini açıklama	4	18,18	3	13,04	5	22,73	7	30,43
(2)	Cismin (2) yolunu izleyeceğini belirtme ancak nedenini açıklamama	-	-	1	4,35	-	-	-	-
	Teğetsel ivmenin etkisiyle cismin (1) veya (2) yollarından birini izleyebileceğini belirtme	-	-	1	4,35	-	-	1	4,35
(1)	Cismin (1) yolunu izleyeceğini belirtme ancak herhangi bir açıklamada bulunmama veya bir neden ortaya koyamama	5	22,73	6	26,08	3	13,6	1	4,35
	Cismin bir ilk hızı olduğu için (1) yolunu izleyeceğini belirtme	5	22,73	4	17,39	7	31,82	1	4,35
	Cismin dairesel bir yörünge izleyeceği belirtilerek (1) yolunu takip edeceğini belirtme	-	-	1	4,35	2	9,09	4	17,39
	Merkezkaç kuvvetinin etkisinden dolayı cismin (1) yolunu izleyeceğini belirtme	-	-	1	4,35	-	-	-	-
	Cismin eylemsizliğini koruyacağını belirterek (1) yolunu izleyeceğini yazma	1	4,54	-	-	-	-	-	-
	Cismin dairesel hareket yaptığı için (3) yolunu izleyeceğini belirtme	1	4,54	-	-	-	-	-	-
	Merkezkaç kuvveti ve hareketlinin hızının bileşkesi olarak (3) yolunu izleyeceğini yazma	2	9,09	2	8,69	1	4,54	-	-
	Merkezkaç kuvvetinin etkisiyle (3) yolunu izleyeceğini ifade etme	-	-	1	4,35	-	-	2	8,69
	Merkezkaç kuvvetinin etkisiyle (4) yolunu izleyeceğini yazma	1	4,54	-	-	1	4,54	1	4,35
	Eğik atış hareketinden dolayı (4) yolunu izleyeceğini belirtme	1	4,54	1	4,35	1	4,54	1	4,35
	Cismin belirli bir ilk hızı olduğu için (4) yolunu izleyeceğini yazma	2	9,09	-	-	1	4,54	4	17,39
	Merkezkaç kuvvetinin etkisiyle (5) yolunu izleyeceğini belirtme	-	-	1	4,35	-	-	1	4,35
(0)	Herhangi bir cevap vermeme	-	-	1	4,35	1	4,54	-	-
Toplam		22	99,98	23	100	22	99,94	23	100

Tablo 36'dan da görüldüğü gibi soruyu kontrol grubundan ön testte % 18,18, son testte % 22,73 oranında öğretmen adayı (2) yolunu izleyeceğini doğru nedeni ile açıklamıştır. Soru kontrol grubunda bulunan hiçbir öğretmen adayı tarafından kısmen

doğru olarak cevaplanmamıştır. Yanlış cevap օđretmen adayları օn testin % 81,8, son testin % 72,67 oranını içermektedir. օn testte yanlış cevap veren օđretmen adaylarından % 50'si hiçbir neden ifade etmeden, eylemsizliğini koruyacağı veya belirli bir ilk hızı olduğu için (1) yolundan gideceğini, % 13,63'ü dairesel hareket yaptığı veya merkezkaç kuvveti ve hareketlinin hızının bileşkesi alınarak (3) yolunu takip edeceğini ve % 18,17'si merkezkaç kuvvetinin etkisi, eğik atış hareketi veya belirli bir ilk hızı olduğu için (4) yolunu izleyeceğini ifade etmişlerdir. Son testte % 54,51'i hiçbir neden veya açıklama ortaya koymadan, ilk hızı olduğu veya dairesel hareket yaptığı için (1) yolunu takip edeceğini, % 4,54'ü merkezkaç kuvveti ve hareketlinin hızının bileşkesi olarak (3) yolunu izleyeceğini, % 13,62'si ise merkezkaç kuvvetinin etkisi, eğik atış hareketi veya belirli bir ilk hızı olduğu için (4) yolunu izleyeceğini yazmışlardır. KAT օn testte ip koptuktan sonra cismin 1 yolunu izleyeceğini ifade eden K21'e ait cevap aşağıda yer almaktadır.



Soru օn testte hiçbir օđretmen adayı tarafından cevaplanmamış bırakılmazken son testte % 4,54 oranında օđretmen adayı tarafından cevapsız bırakılmıştır.

Tablo 36'da grldğ gibi deney grubunda օn testte % 13,04, son testte % 30,43 օđretmen adayı hareketlinin (2) yolunu izleyeceğini ve bunun hareketlinin merkezcil ivmesinin ortadan kalkması ile sadece teğetsel ivmenin etkisi altında olacağını ifade etmişlerdir. Kismen doğru cevap veren օđretmen adayları օn testin % 8,7 ve son testin % 4,35'ini oluşturmaktadır. օn testte օđretmen adayları hareketlinin (1) yolunu izleyeceğini hiçbir neden belirtmeden veya teğetsel ivmenin etkisiyle (1) veya (2) yolunu izleyebileceğini yazmış, son testte ise sadece teğetsel ivmenin etkisi ile (1) veya (2) yolundan birini izleyeceğini belirtmişlerdir. Deney grubu içerisinde օn testte soruyu yanlış cevaplayanların oranı % 73,91, son testte yanlış cevaplayanların oranı ise % 65,22'dir. օđretmen adayları օn testte % 52,17 oranında hiçbir neden belirtmeden veya açıklama yapmadan, bir ilk hızı alacağı, dairesel yrnđe izleyeceği veya merkezkaç kuvvetinin etkisinde kalacağı için (1) yolunu, % 13,04 oranında merkezkaç kuvveti ve hareketlinin hızının bileşkesi veya merkezkaç kuvvetinin etkisi ile (3) yolunu, % 4,35 oranında eğik atış hareketi gibi bir yol izleyebileceği için (4) yolunu ve % 4,35 oranında merkezkaç kuvvetinin etkisi ile (5) yolunu takip edeceğini belirtirken, son testte % 26,09 oranında hiçbir neden belirtmeden, belirli bir ilk hızı olduğu veya dairesel bir yrnđe izleyeceği

için (1) yolunu, % 8,69 oranında merkezkaç kuvvetinin etkisi ile (3) yolunu izleyeceğini, % 26,09 oranında öğretmen adayı ise merkezkaç kuvvetinin etkisi, eğik atış hareketi veya cismin belirli bir ilk hızından dolayı (4) yolunu izleyeceğini ve % 4,35 oranında ise merkezkaç kuvvetinin etkisi ile (5) yolunu izleyeceğini yazmışlardır. KAT son testte ip koştuktan sonra hareketlinin 5 yolunu izleyeceğini belirten D19'un cevabı aşağıdaki gibidir.

“5 yolunu takip eder. Çünkü bu top dönerken oluşan birçok kuvvet vardır. Bunlardan biriside merkezkaç kuvvetidir. Bu kuvvet dışarı doğru (zıt) dengeleyici bir kuvvettir. Kopan ipi etkisiyle dışa doğru dik bir şekilde ilerler” (D19, KAT, son test)

Bu soruyu deney grubunda ön testte % 4,35 öğretmen adayı boş bırakırken son testte hiçbir öğretmen adayı cevapsız bırakmamıştır.

KAT'nin on birinci sorusu düzlemde hareket ünitesinin dairesel hareket konusunda öğretmen adaylarının kavramsal anlamalarını ortaya koymak için hazırlanmıştır. Soruda dairesel yörüngede hareket eden hareketlilerin çizgisel hızı algılamalarını açıklamak amaçlanmıştır. Bu soruya ön ve son testlerde öğretmen adayları tarafından verilen cevaplar kategorilendirilerek Tablo 37'de sunulmuştur.

Tablo 37. Deney ve kontrol grubu öğretmen adayları tarafından KAT'ın 11. sorusuna ön test ve son testte verilen cevaplar

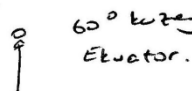
Kategoriler	Göstergeler	Kontrol Grubu Ön Test		Deney Grubu Ön Test		Kontrol Grubu Son Test		Deney Grubu Son Test	
		N	%	N	%	N	%	N	%
(3)	Uygun kıyaslamayı doğru neden vererek açıklama	12	54,54	10	43,48	13	59,09	14	60,87
(2)	Ekvatordaki kişinin hızının fazla olduğunu belirtme ancak hiçbir neden yazmama	1	4,54	1	4,35	2	9,09	1	4,35
(1)	Kutuplara doğru dünyanın hızı arttığı için 60° enleminde bulunan kişinin hızının fazla olduğunu ifade etme	4	18,18	2	8,69	2	9,09	3	13,04
	Küçük çapta hızın daha fazla olacağını belirterek 60° enleminde bulunan kişinin hızının fazla olduğunu yazma	2	9,09	3	13,04	2	9,09	1	4,35
	Kutuplarda yer çekiminin fazla olacağını ifade ederek 60° enleminde bulunan kişinin hızının fazla olduğunu belirtme	-	-	1	4,35	-	-	-	-
	Her iki kişinin hızlarının eşit olduğunu ancak dönme sayılarının farklı olduğunu yazma	-	-	1	4,35	1	4,54	--	-
(0)	Herhangi bir cevap vermeme	3	13,6	5	21,74	2	9,09	4	17,39
Toplam		22	99,95	23	100	22	99,99	23	100

Tablo 37’de görüldüğü gibi kontrol grubu içerisinde ön testte % 54,54 ve son testte % 59,09 oranında öğretmen adayı farklı enlemlerde bulunan kişilerin çizgisel hızlarını doğru nedeni ile birlikte açıklamıştır. Soruda ön testte % 4,54, son testte 9,09 öğretmen adayı, ekvatorda bulunan kişinin hızının daha fazla olduğunu belirtmiş ancak hiçbir neden ortaya koymamış ve kısmen anlama kategorisinde yer almıştır. Ön testte % 27,27 son testte % 22,72 öğretmen adayı tarafından soru yanlış cevaplanmıştır. Yanlış cevap veren öğretmen adaylarının % 18,18’i ön testte, % 9,09’u son testte kutuplara doğru dünyanın hızı arttığı için 60° enleminde bulunan kişinin hızının fazla olduğunu yazmış, % 9,09 ön testte ve son testte küçük çapta hızın daha fazla olması gerektiğini belirterek 60° enleminde bulunan kişinin hızının fazla olduğunu, % 4,54 oranında öğretmen adayı ise son testte her iki kişinin hızlarının eşit olduğunu ancak dönme sayılarının farklı olduğunu ifade etmişlerdir. KAT ön testinde küçük çapta hızın daha fazla olacağını belirten K15 öğretmen adayına ait cevap aşağıda yer almaktadır.

“ Ekvatordakinin hızı daha az olur. Çünkü kutuplardaki hız daha fazladır. Ekvatorun çapı daha fazla kutupların daha az, böylece kutuptaki daha hızlıdır” (K15, KAT, ön test)

Soru ön testte % 13,6 ve son testte 9,09 öğretmen adayı tarafından boş bırakılmıştır.

Aynı soru deney grubu öğretmen adayları tarafından ön testte % 43,48 ve son testte % 60,87 oranında doğru cevaplanmıştır. Öğretmen adaylarının % 4,35’i hem ön testte hem de son testte ekvatordaki kişinin hızının daha fazla olacağını belirtmiş ancak hiçbir açıklama yazmadıkları için kısmen doğru cevap verenler kategorisinde yer almışlardır. Soru ön testte % 30,43, son testte % 17,39 öğretmen adayı yanlış cevaplamıştır. Ön testte yanlış cevap veren öğretmen adaylarının cevapları; kutuplara doğru dünyanın hızı arttığı, küçük çapta hızın daha fazla olacağı veya kutuplarda yer çekiminin fazla olacağından dolayı 60° enleminde bulunan kişinin hızının daha çok olduğunu ve her iki kişinin hızlarının eşit olduğunu ancak dönme sayılarının farklı olduğunu yazma şeklinde iken, son testte kutuplara doğru dünyanın hızı arttığı için veya küçük çapta hızın daha fazla olacağı için 60° enleminde bulunan kişinin hızının fazla olduğunu ifade etme şeklindedir. KAT ön testte yerçekimi ivmesinin etkisiyle ekvatordaki kişinin hızının daha az olacağını belirten D17’ye ait cevaba aşağıda yer verilmiştir.



Ekvatordan uzaklaştıkça yer çekimi değişir.
 60° kuzeydeki daha hızlıdır, Ekvatordakinin hızı daha azdır.

Soru deney grubu öğretmen adaylarınca ön testte 21,74 ve son testte % 17,39 oranında cevapsız bırakılmıştır.

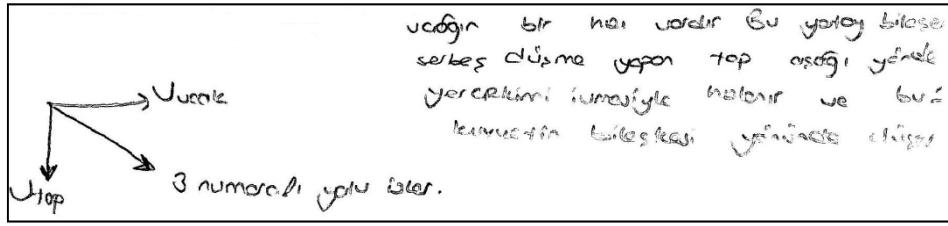
KAT'ın on ikinci sorusu düzlemde hareket ünitesinin göreceli hareket konusuna uygun olarak hazırlanmıştır. Soruda göreceli hareket yapan bir hareketlinin gözlemci tarafından görülmesi ve bu durumun nasıl gerçekleştiğinin açıklanması amaçlanmaktadır. Bu soruya ön ve son testlerde öğretmen adayları tarafından verilen cevaplar kategorilendirilerek Tablo 38'de sunulmuştur.

Tablo 38. Deney ve kontrol grubu öğretmen adayları tarafından KAT'ın 12. sorusuna ön test ve son testte verilen cevaplar

Kategoriler	Göstergeler	Kontrol Grubu Ön Test		Deney Grubu Ön Test		Kontrol Grubu Son Test		Deney Grubu Son Test	
		N	%	N	%	N	%	N	%
(3)	(4) yolunu izleyeceğini ve bunun doğru nedenini açıklama	8	36,36	6	26,08	5	22,73	12	52,17
(2)	(4)yolunu izleyeceğini belirtme ancak hiçbir açıklamada bulunmama	-	-	3	13,04	1	4,54	-	-
(1)	Görelî hızdan dolayı cismin (1) yönünde gideceğini belirtme	12	54,54	8	34,78	13	59,09	8	34,78
	Uçağın hızı ve cismin ağırlığının bileşkesi olarak (3) yolunu izleyeceğini yazma	2	9,09	1	4,35	3	13,6	-	-
	Yer çekiminin etkisiyle (2) yolunu izleyerek dik olarak aşağı düşeceğini belirtme	-	-	5	21,74	-	-	3	13,04
(0)	Herhangi bir cevap vermeme	-	-	-	-	-	-	-	-
Toplam		22	99,99	23	99,99	22	99,96	23	99,99

Tablo 38'de görüldüğü gibi kontrol grubu öğretmen adaylarının % 36,36'sı ön testte, % 22,73'ü son testte (4) yolunu izleyeceğini belirtmiş ve doğru açıklamayı ifade ettiği için doğru cevap kategorisinde yer almışlardır. Ön testte kısmen doğru cevap veren öğretmen adayı bulunmazken, son testte öğretmen adaylarının % 4,54'ü (4) yolunu izleyeceğini belirtmiş ancak hiçbir neden belirtmediği için kısmen doğru cevap kategorisinde yer almıştır. Soruya yanlış cevap veren öğretmen adayları ön testin % 63,63'lük oranını, son testin % 72,69'lük oranını oluşturmaktadır. Soruyu yanlış cevaplayanların % 54,54'ü ön testte, % 59,09'u son testte göreceli hızdan dolayı (1) yolunu izleyeceğini, % 9,09'u ön testte, % 13,6'sı ise son testte uçağın hızı ve cismin ağırlığının bileşkesini vektörel olarak

toplayarak (3) yolunu izleyeceğini ifade etmiştir. KAT son testte cismin 3 yolunu izleyeceğini belirten K2'ye ait cevap aşağıda yer almaktadır.



Kontrol grubu içerisinde hiçbir öğretmen adayı soruyu cevapsız bırakmamıştır.

Deney grubu öğretmen adayları tarafından soru % 26,08 oranla ön testte, % 52,17 oranla son testte doğru olarak cevaplanmış ve gerekli açıklamalar yapılmıştır. Deney grubu öğretmen adaylarından ön testte % 13,04'ü (4) yolunu izleyeceğini belirtmiş ancak hiçbir açıklamada bulunmadığı için kısmen doğru cevap kategorisinde yer almıştır. Soruyu son testte kısmen doğru olarak cevaplayan öğretmen adayı bulunmamaktadır. Soruya yanlış cevap veren öğretmen adayları ön testte % 60,87, son testte % 47,82 oranındadır. Öğretmen adaylarının % 34,78'i ön testte ve son testte göreceli hızdan dolayı (1) yolunu izleyeceğini belirtirken, % 21,74 oranında ön testte ve % 13,04 oranında son testte yer çekiminin etkisi ile (2) yolunu izleyerek aşağı düşeceğini yazmış ve ön testte % 4,35'i uçağın hızı ve cismin ağırlığının bileşkesi olarak (3) yolunu izleyeceğini belirtmiştir. KAT son testte cismin (1) yolunu izleyeceğini belirten D 19 öğretmen adayının açıklaması aşağıdaki gibidir.

“ Gözlemci topu 1 yönünde gidiyormuş gibi görür. Çünkü uçak hareketine devam eder ve bıraktığı topu geride bırakır. Dışarıdan gözlemleyen topu gerisinde görecektir” (D19, KAT, son test)

Soruyu deney grubu içerisinde ön testte ve son testte cevapsız bırakan öğretmen adayı bulunmamaktadır.

Özetle KAT'ne kontrol grubu öğretmen adaylarının ön test puanlarının ortalaması 18,32, deney grubu öğretmen adaylarının ön test puan ortalaması 15,30'dur. Son test puanlarında ise kontrol grubu öğretmen adaylarının ortalama puanları 21,45, deney grubu öğretmen adaylarının ortalama puanları ise 24,26 olarak bulunmuştur. bu değerlerde de görüldüğü gibi deney grubu öğretmen adaylarının ön test ortalama puanları kontrol grubundan düşük olmasına rağmen son testte ortalama puanlar daha yüksek çıkmıştır.

Her iki grup üzerine yapılan istatistiksel işlemler incelendiğinde ise çalışmada yapılan ANCOVA testi sonuçlarında deney grubu öğretmen adayları lehine anlamlı bir farklılık ortaya çıkmıştır. Çalışmada yer alan KAT'ın ayrıntılı analiz bölümünde ise deney

grubu öğretmen adaylarının kontrol grubu öğretmen adaylarına oranla soruları daha ayrıntılı analiz ettikleri ve soru çözme oranlarının daha yüksek olduğu ortaya çıkmıştır.

Katılımcı öğretmen adaylarından uygulama sonrası 10 kişi ile yürütülen mülakatlarda uygulamaların öğrenmelerini ve başarılarını nasıl etkilediği hakkındaki görüşleri alınmış izleyen kısımda analiz sonucu elde edilen bulgular sunulmuştur.

Tablo 39. Öğretmen adaylarının başarıları konusundaki görüşleri

	D17	D15	D9	D13	D4	D14	D8	D12	D5	D16
Başarı	Arttı	Olumlu	Anlama arttı	Ezber yok	Anlamlılık	Arttı	Anlamlı	Aynı	Arttı	Olumlu
Kalıcılık	Unutmama	Kalıcılık	-	Kalıcı öğrenme	Nedenleri ile anlama	Kalıcı öğrenme	Kolay unutmama	Arttı	Ezber yok	-
İçselleştirme	Kavramları özümseme	Problemi anlayarak çözme	Özümseme	-	-	-	-	Mevcut bilgilere yenilerini ekleme	-	-
İlişkilendirme	Matematik ile ilgilide artma	Dersi ilişkilendirme	İlişkilendirerek somutlaştırma	-	-	Matematik ile ilişki	İşlem kolaylığı işlem hızı	Matematik-le bağlantı	-	-

Mülakat yürütülen 10 deney grubu öğretmen adaylarından biri hariç (D12) tamamı (D17, D15, D9, D13, D4, D14, D8, D5 ve D16) fizik dersini daha iyi anladıklarını ve başarılarının arttığını ifade etmişlerdir. D12 öğretmen adayı ise fizik başarısında herhangi bir değişme olmadığını belirtmiştir. Etkinliklerin fizik dersini öğrenmeye katkısı ile ilgili katılımcıların görüşleri incelendiğinde; matematiksel modelleme etkinlikleri konuların daha iyi kavranmasına yardımcı olduğunu, özellikle “kalıcılık”, “içselleştirme” ve “ilişkilendirme” alanlarında katkı sağladığını belirtmişlerdir.

Kalıcı öğrenmenin sağlandığını düşünen D5, D8, D12, D14, D15 ve D17 öğretmen adayları öğrendiklerinin akıllarında daah çok kaldığını söylemişlerdir.

“Nereden geldiğini bilmek unutmama neden oluyor. Artık formülü tam formülü tam hatırlamıyorum. Şuradan geliyor deyip baştan onun nereden geldiğini bulabiliyorum ve formülü ele geçirebiliyorum. Ezber yerine akılda daha kalıcı oluyor ve daha kullanışlı oluyor.” (D17, Son mülakat)

“Başta zorlandım açıkçası. Ama sonraki konularda çok güzel olduğuna inandım. Kendim çıkardıkça sevmeye başladım. Kendim bir şeyleri yerine koydukça formüllere dayalı değil bulmaya dayalı olduğunu anladım. Bazı formülleri unutabiliyordum ama şimdiki yaptığımızda hepsi aklımda. Unutmuyorum. Unutsam bile bulabiliyorum...”

...Şimdi aklımda unuttuğum bir şey yok fazla. Bilgilerim bu şekilde bende daha uzun süre kalıcı olacak. Diğerleri geçici olacak ezberleyeceğim, unutacağım ama böyle yaptığımızda her an yaptığım sayfa, yaptığım soru, sonraki gerekli değişkenler, ihmal edilecek değişkenler, neden ihmal ettik hep aklıma geliyor.” (D8, Son mülakat)

“Formülü ezberden çok kendimiz bulmaya çalışıyoruz kendimiz öğreniyoruz. Böylece formül daha akılda kalıcı oluyor ve zaten sanırım formülü bulduktan sonra bir iki soru o formüle dayalı oluyordu böylece birazda formüllere nasıl yaklaşacağımız konusunda bir bilgi edinmiş gibi olduk.” (D5, Son mülakat)

“Aklımda daha çok kalıyor. Hani ezber yapacağım zaman hemen unutuyorum. Çünkü ezber “belli bir süre akılda kalan şeydir”. Ama kendim yaptığım zaman, bir şeyi gördüğüm zaman o daha çok aklımda kalıyor. Dersler böyle gitse tabi ki daha iyi olur. O yüzden ben sözel dersleri sevmiyorum. Ezberi sevmediğim için dersler böyle işlense tabi ki daha iyi olur... Ben bizim daha şanslı olduğumuzu düşünüyorum. Çünkü şimdi hiçbir hareket sorusunu kaçıracağımı düşünmüyorum. Formülleri artık ezberlemiyorum kendim çıkartıyorum. Biraz belki uzun sürebilir türevden, integralden... ama sonuçta artık unutmam. Yine ÖSS’ye girsem artık yaparım.” (D14, Son mülakat)

D4, D8 ve D13 öğretmen adayları artık ezbere gerek duymadıklarını ifade etmişlerdir.

“Önceden formülü sadece bir yerde kullanıyorduk. Ama şimdi nereden geldiğini biliyorum nasıl çıkarılabileceğini anladım. O yüzden daha ilgili olduk” (D4, Son mülakat)

“İlk başta dersin bu şekilde yürütülmesinin pek yararı olmadığını düşünüyordum. Ama kendimizin bir şeyleri çıkartmamız nereden geldiğini bilmemizle çok daha iyi olduğunu anladım. Şimdi ezber yerine neyin nereden geldiğini bildiğim için unutsam bile nasıl çıkaracağımı biliyorum artık. Matematiksel olarak türevden, integralden yaptığımız ispatlarla hem matematikle bağlantılı olduğunu hem de neyin nereden geldiğini biliyoruz. Daha iyi oldu, daha iyi anladık. Hep ezber yaptığım için daha önceden, bunu fark edebiliyorum artık.” (D13, Son mülakat)

D16 öğretmen adayı başarısının arttığını ve matematiksel modelleme aşamalarını kullanmanın öğrenmeye katkısı olduğunu belirtmiştir.

Öğretmen adaylarının etkinliklerde içeriğin daha iyi kavramalarına yardımcı olduğunu ifade ettikleri diğer bir nokta ise öğrenilenin içselleştirilmesi olmuştur. D9 ve D17 öğretmen adayları kavramları daha iyi özümstediklerini belirtmişlerdir.

“Aslına bakarsanız bu şekilde yürütülen derslerin bana katkısı oldu. Çünkü matematiksel işlem yaptığımda hem daha zevkli oluyor hem de mantık olarak kavramları özümstedim için kendimi de iyi hissediyorum” (D17, Son mülakat)

D17 öğretmen adayı derinlemesine öğrenmenin gerçekleştiğini ve modelleme aşamalarının buna katkı sağladığını, D12 öğretmen adayı ise mevcut öğrendiği bilgilerle yeni ifadeler keşfedip bunları çözebileceğini ve D15 öğretmen adayı problemleri anlayarak çözebildiğini belirtmiştir.

“Herhangi bir problemi kendimizin bulması bu şekilde öğrenmemi arttırdığını düşünüyorum. Sizin bize ipucu vererek öyle formülleri kendimizin bulması o kaniyi sağlıyordu. Şuna eminim ki tek başına çalıştığım zaman rahatça anlayabileceğim. Eskisine göre çok daha rahat olacağım.” (D15, Son mülakat)

Öğretmen adaylarının etkinliklerin daha iyi öğrenmelerine yardımcı olduğunu ifade ettikleri son alan olan ilişkilendirmede D12, D14, D15 ve D17 öğretmen adayları matematikle ilişkilendirme sayesinde konuları daha iyi anladıklarını söylemişlerdir.

“Formülleri kendimizin bulması kendimize bir öz güven sağlıyor. Bide matematikle fiziği de ilişkilendirdiğimiz zaman iki dersi birden de sevmiş oluyoruz zaten. Arada bir bağ kuruyoruz. Hem de bu bizim anladığımızı gösteriyor” (D15, Son mülakat)

“Karşıma yine o soru veya o tür sorular çıktığında yapıyorum artık. Hem de o an soruyu çözerken de ondan zevk alıyorum. Hani kafamı çalıştırmak hoşuma gidiyor. O yüzden matematik zaten fenden ayrılmaz bir yapı bu yönüyle artık ikisini daha iyi öğrendim” (D17, Son mülakat)

D9 öğretmen adayı ilişkilendirme ile fiziği daha somut bulduğunu, D8 öğretmen adayı ise etkinliklerin matematikle birleşmesi sayesinde işlem hızı ve işlem kolaylığı sağladığını belirtmiştir.

“Önceleri hiç yoktu fiziğe ilgim ama yavaş yavaş oluşmaya başlıyor. Çalıştıkça dersi zevkli hale getirdikçe ya da matematikle birleşince daha güzel hale geliyor. İlgili hale geliyor.” (D8, Son mülakat)

“Fizik daha önceden soyut geliyordu ne bileyim fizikle matematik çok ayrı kavramlar gibi geliyordu ama şimdi ikisi birbiriyle bütün oluşturdu. Daha zevk alarak işledik dersleri” (D9, Son mülakat)

Özetle çalışma ile öğretmen adayları başarılarında bir artış olduğunu düşünmektedirler. Başarılarında artış olduğunu düşünen öğretmen adayları çalışma yardımı ile öğrendiklerinin daha kalıcı olduğunu, konuları içselleştirdiklerini ve diğer alanlarla ilişkilendirme ile daha iyi öğrendiklerini söylemişlerdir.

3.2. Matematiksel Modelleme Kullanılan Derslerin Öğretmen Adaylarının İlgileri Üzerine Etkisi

Öğretmen adaylarının derse olan ilgilerinin incelendiği bu kısımda son mülakat verilerinden ve gözlem verilerinden elde edilen bulgular analiz edilerek sunulmuştur.

Tablo 40. Öğretmen adaylarının derse olan ilgileri hakkındaki görüşleri

	D17	D15	D9	D13	D4	D14	D8	D12	D5	D16
Kişisel ilgi	Modeli çözerken zevk alma	İki dersi sevme, Çözüm için çabalama	Zevk alma	Derse bağlanma	-	Matematik sayesinde fiziği sevme	Gittikçe ilgili olma	Matematik ile ilişkisinin ilgiye katkısı, Fiziğe ilgi de artma	İlgide gittikçe artma,	-
Durumsal ilgi	Çalışmayı ilginç bulma	-	-	-	Etkinlikleri güzel bulma	-	-	-	-	Eski derslere göre daha iyi bulma

Mülakat yürütülen öğretmen adaylarının tamamı etkinlikler sayesinde derse olan ilgilerinin arttığını belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarının bazıları (D5, D8, D9, D17, D15, D12, D13, D14) bu derse ilgilerinin gittikçe değiştiğini ve artık bu durumun başarılarını da etkilediğini söyleyerek kişisel bir ilgilerinin olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmada D5 ve D8 öğretmen adayları derse ilgilerinin gittikçe arttığını, D9 ve D17 öğretmen adayları modeli çözerken bundan zevk aldıklarını, D15 öğretmen adayı etkinlikler sayesinde iki dersi de sevdiğini ve artık çözüm için uğraştığını, D12 ve D14 öğretmen adayları matematikle ilişkilendirme ile fiziği daha çok sevdiklerini, ayrıca yine D12 öğretmen adayı fiziğe olan ilgisinin arttığını ve D13 öğretmen adayı etkinliklerin derse bağlanmasına yardımcı olduğunu ve daha azimli olduğunu belirtmişlerdir.

“İlginç geldi. Çünkü şimdiye kadar yaptığım için hep ezberliyorduk. Özellikle de fizikte formüller veriliyordu ben ona göre yapıyordum, şimdi böyle bir yöntem çok ilginç geldi. İlgimi çekti. Biraz ilginç geldi hakikaten. Hani ben bir şey bilmeden sizin verdiğiniz kâğıtlarda bir şey yoktu. Bir şey yoktu görünürde. Ama onlardan bir şeyler çıkartmaya çalışıyorsun. O aslında zevkli ama yapabilene zevkli. Yani ilk başta yapamamıştım zaten. İlk birkaç çalışmada ondan sonra yapmaya başladım. Yani yaptıkça zevk aldım aslında. Hoşuma gitti çalışmak, kendim yapmak hoşuma gitti.” (D12, Son mülakat)

“İntegralle türevi zaten çok seviyorum. Fiziği çok fazla sevmem ama onlarla ilişkili olunca daha zevkli buldum yani matematiksel olduğu için. Tabii ki ilgim arttı ona da.” (D14, Son mülakat)

“Sevme açısından fizikten biraz uzaktım. Anlayarak yapmam ve bir şeyleri ortaya koymama fiziğe bağlanmama sebep oldu. Bir soruyu çözerken uğraşırım artık. Önceden bir şeyi yapamıyorum deyip bir kenara atıyordum, ama şimdi bir şeylere uğraşmam gerektiğini, uğraşırsam yapabileceğimi düşünüyorum” (D13, Son mülakat)

Gözlem verilerinde öğretmen adaylarının kişisel ilgileri incelendiğinde üçüncü derste derse ilgilerinin arttığını ifade etmişlerdir. Öğretmen adayları bu durumu sınıf içerisinde yaptıkları konuşmalarda belirtmişlerdir. Adaylar ders içerisinde matematiksel modellemeye uygun soruları çözenin kendilerine ilginç geldiğini söylemişlerdir. Dördüncü derste soruları çözebildikçe derslerde daha ilgili davranmıştır. Etkinlikleri daha kısa sürede tamamlamalarıyla soruları çözebilmişlerdir. Öğretmen adaylarının öz güven kazandıkları ve buna bağlı olarak dersi daha ilgi ile dinledikleri belirlenmiştir. Öğretmen adayları bu derste soruları çözdüklerini, soruları çözenin kendilerine güven kazandırdığını, buna bağlı olarak ta dersten zevk aldıklarını yapılan sınıf içi konuşmalarda ifade etmişlerdir. Beşinci derste çok fazla çaba gösterdiklerini ders içerisinde sürekli aktif olduklarını ve bu durumun kendilerini yordüğünü dile getirmişlerdir. Ders içerisinde

öğretim elemanına derste çok gayret gösterdiklerini ifade etmişlerdir. Ancak bunun onların daha ilgili olmalarını sağlamada katkısı olduğu gözlenmiştir. Gözlem verilerinde tıpkı mülakat verilerinde olduğu gibi ilerleyen aşamalarda derse olan ilgilerinin arttığı görülmüştür.

Öğretmen adaylarının bir kısmı (D4, D16 ve D17) ise derse olan ilgilerinin materyalin uygulanmasından kaynaklanan kısa süreli, durumsal bir ilgi olduğu belirlenmiştir. D17 öğretmen adayı çalışmanın ilginç geldiğini, D4 öğretmen adayı etkinlikleri güzel bulduğunu, D16 öğretmen adayı derslerin bu şekilde yürütülmesini eski derslere göre daha güzel olduğunu belirtmiştir.

“Eğer direkt dersi işlemiş olsaydık, tahtaya geçip formülleri vermiş olsaydınız bu ezber olmuş olacaktı ve çoğu şeyi unutacaktım. Bende aynı şekilde çalışacaktım, ezberleyerek. Ama bu daha iyi geldi bana” (D17, Son mülakat)

Gözlem verilerinde öğretmen adaylarının durumsal ilgileri incelendiğinde ilerleyen ders sürecinde dersi sevmelerine rağmen başarı konusunda kaygılarının olduğunu belirtmişlerdir. Bu durumu sınıf içerisinde yaptıkları konuşmalarda kontrol grubunun normal ders işlediklerini ancak kendilerinin ders işlemediklerini söyleyerek belirtmişlerdir. Altıncı derste derse ilgili ve ilgisiz olan grupların tamamıyla birbirinden ayrıldığı görülmüştür. Ders içerisinde ilgili gruplar derse ilgi göstermiş ve soruları çözmeye grup üyeleri ile birlikte sürekli çalışmışlardır. Ancak ders sürecinde ilgisiz olan öğrencileri ise Ders içi uygulamanın son bölümlerinde ise isteksiz grupların tümüyle dersten koptuğu belirlenmiştir.

Özetle; uygulamalar sürecinde mülakat yürütülen öğretmen adaylarının bir kısmının (D5, D8, D9, D17, D15, D12, D13, D14) derse olan ilgilerinin gittikçe arttığı ve bu konuda kişisel bir ilgi geliştirdikleri belirlenmiştir. Benzer olarak sınıf içi gözlemlerde de öğretmen adaylarının soruları daha kısa sürede ve başarı ile tamamlamaları ile ders sürecindeki ilgilerinin de gittikçe arttığı gözlenmiştir. Bazı öğretmen adayları (D4, D16 ve D17) ise materyalin uygulanmasından kısa süreli durumsal bir ilgi göstermişlerdir. Bu öğretmen adayları çalışmanın yeni ve ilginç olduğu için dersi sevdiklerini belirtmişlerdir.

3.3. Öğretmen Adaylarının Fizik Dersi İle Diğer Alanları İlişkilendirmesi

Bu kısımda öğretmen adayları tarafından fizik dersi ile ilişkilendirilen diğer branşlar incelenmiştir. Çalışmada öğretmen adaylarının ön bilgilerinin belirlenmesi amacı ile

öncelikle ön mülakat verilerinden yararlanılmış, ardından çalışma sürecindeki ilişkilendirdikleri alanların ortaya koyulması için gözlem verileri kullanılmış ve son olarak uygulamalar sonucunda ilişkilendirdikleri disiplinlerin belirlenmesi için son mülakat verileri analiz edilerek sunulmuştur.

Ön mülakat, gözlemler ve son mülakatlardan elde edilen veriler analiz edildiğinde öğretmen adaylarının Fizik dersinin ilişkili olduğu alanları, günlük hayat, matematik, mühendislik, coğrafya, tarih, edebiyat ve kimya dersleri olarak gördükleri belirlenmiştir.

Tablo 4.1. Ön mülakatlarda öğretmen adaylarının fizik dersi ile ilişkili olduğunu belirttiği alanlar

	K17	D19	D8	K14	K3	D3	K5	D18
Günlük hayat	Öğretmenler tarafından günlük hayatla ilişkili verilen örnekler, derste karşılaşılan durumlar	Basınç, Basit aletler	Elektrik, Kısa devreler, Kısa Kaldıraçlar	Elektriklenme	Basınç, Bağlı hareket	Basınç- Kar erimesi	-	Fotoelektrik olay
	Bilimsel gezide madde deneyimleri	-	-	-	-	-	-	-
	Yıllık ödevler	-	-	-	Yıllık ödevlerdeki araştırma ile	-	-	-
	Karşılaşılan durumlara ilişkin ilişkilerde çakarsamalarda bulunmalar	-	Günlük hayatta fiziği görme	-	-	-	Hareket ve günlük hayat bağlantısı	-
Matematik	Tüm konularda kullanılan matematik	-	-	-	Sayılar, dört işlem	Sayılar, dört işlem	Dört işlem	Üslü, köklü, rasyonel sayılar, dört işlem
	Belirli ünitelerde kullanılan matematik	Fizik- trigonometri ilişkisi, Hız problemleri	Sarkaç-köklü sayılar, Hız problemleri	Hız problemlerinde türev, elektrik dört işlem	Basit türev, açların sinüs, kosinüs değerleri	Momentum- eğik düzlemde trigonometri	Türevin fiziksel yorumu	-
	Kullanılmayan matematik bilgisi	Analitik geometri	-	-	-	-	-	-
Diğer branşlar	İlişkili branşlar	-	-	-	Coğrafya	Elektrik mühendisliği	-	Kimya

Ön mülakatlarda fizik dersinin *günlük hayat* ile ilişkilendirilmesi incelendiğinde; öğretmen adaylarının ilişkilendirme deneyimleri; 1) “öğretmenleri tarafından verilen günlük hayatla ilişkilendirilmiş örnekler ve derslerde karşılaştıkları durumlar” (K3, K14, K17, D8, D19, D3 ve D18), 2) “bilimsel gezilerdeki deneyimler” (K17), 3) “yıllık ödevler” (D19) ve 4) “karşılaştıkları durumlara ilişkin çıkarsamalarda bulunmalar” (D8 ve D19) olmak üzere dört tema altında değerlendirilmiştir. Derste karşılaşılan durumlar ve öğretmenler tarafından verilen örnekler incelendiğinde bunların, öğrencilerin günlük hayatta karşılaşılan durumları merak edip öğretmenlerine sordukları, öğretmenlerin derslerde konu anlatırken kullandıkları ilişkili örnekleri ve ders kitabı veya yardımcı materyallerde karşılaşılan durumları içerdiği görülmüştür. Bilimsel gezilere katılan öğretmen adayı gördüğü bilgilerin aklında daha kalıcı olduğunu düşünmektedir. Yıllık ödevler yardımı ile günlük hayatla kurulan ilişkide adaylar verilen bir konunun günlük hayattaki kullanımını araştırmışlardır. Günlük hayatlarında karşılaştıkları durumlardan çıkarımlar yapan öğretmen adayları çevrelerinde karşılaştıkları durumları incelemiş ve bunları fizik ile ilişkilendirmiş olduklarını ifade etmişlerdir.

“Erzincan’da da çok yağmur yağıyor mesela. Ses çıktığı zaman başlıyorum saniyeleri saymaya. Babam diyor ne yapıyorsun. “Baba kaç kilometre uzakta olduğunu şimdi hesaplayacağım” diyorum. Işık çıktığı anda saniye saymaya başlıyorum ve kaç km uzakta olduğunu buluyorum. Bu askerde öğretiliyormuş herhalde askerlere öğretiliyormuş. Mesela ışık çıktı ondan sonra ses gelecek gök gürültüsü olacak.... Film izledim bu yaz alacakaranlık diye çok hoşuma gitti o film. Çok hızlı hareket ediyorlar. Orada bir beysbol sahnesi var. Beysbol sahnesi vurdu bir ses bir hız falan dedim acaba durdursam hesaplayabilir miyim hızımı? Öyle heyecanlanmışım ki o sahnede hani hoşuma bide havada çarpıştılar. Acaba hızı ne diye düşündüm.” (D19, Ön mülakat)

Tablo 42. Öğretmen adaylarının günlük hayat ile ilişkilendirme konusundaki görüşleri

	D17	D15	D9	D13	D4	D14	D8	D12	D5	D16
Günlük Hayat	Derste verilen örnekler	Kullanılan örnekler	Örneklerden esinlenme	Derste kullanılan örnekler	-	Kullanılan etkinlikleri görme	Etkinlikleri fark etme	Derste verilen örnekleri görme	Derste verilen örnekler	Derste verilen örnekler
	Ders dışı çıkarımlar	Yeni örneklerle ilişkilendirme	Günlük hayatta fiziki görme	-	Günlük hayat fiziki ilişkisi görme	Yeni örneklerle ilişkilendirme	Çevreyi fark etme	Yeni örnekleri fark etme	-	-
	Önceki yaşantı ile ilişki	Lisede verilen bilgiler	-	Lisede öğrenilen bilgiler	-	-	-	-	Önceki karşılaşılan örnekler	-
Matematik	Tekrar	Tekrar etme	Tekrar	-	-	Hatırlama	İşlem hızı	-	-	Pratik yapma
	Başarı	İlişkilendirerek anlama, Tekrar matematik çalışma	Daha iyi anlama	İlişkilendirme, Anlamlandırma	İlişkilendirerek anlama	Anlamlandırma	Anlama	-	-	Nedenleri anlama
Diğer Branşlar	İlişkili alanlar	-	-	-	-	Coğrafya	-	-	-	-

Son mülakatlarda günlük hayat ile ilişkilendirme konusunda öğretmen adayları üç temel alan içerisinde bağlantı kurmuşlardır. Bunlar; 1) derste verilen örnekler, 2) ders dışı kendileri çıkarım yaparak ve 3) önceki yaşantılarında öğrendikleri bilgilere dayanarak fizik ile günlük hayatın ilişkilendirilmesi olarak belirlenmiştir. Derste gördükleri etkinlikleri D17, D25, D9, D13, D14, D8, D12, D5, ve D16 öğretmen adayları günlük hayatlarında da görmüş ve bunları gördükleri durumlar ile ilişkilendirdiklerini ifade etmişlerdir.

“Farklı örneklerden gittik hep. Mesela balerinler üzerinden gittik. Çitalar üzerinden gittik, çatıya çıkan birisi üzerinden gittik. Hani böyle olunca günlük yaşantıdaki olaylar örnek verilince bu defa ben günlük yaşamımda karşılaşıncı onlarla ha bu buradan geliyor şu şuradan geliyor diyebiliyorum. Öyle çağrışımlar yapıyor bana” (D5, Son mülakat)

“Mesela hani biz fiskeyle ilgili bir çalışma yapmıştık. Geçen Akçaabat’ta Fatih parkına gittim. Oturdum fiskeyeleri izliyorum. Aklımda su çıkıyor en yükseğe, sonra tekrar iniyor. Ben orada canlandırıyorum, işte biz bunu yapmıştık diyorum. Demek ki çıkabileceği maksimum yükseklik var orda duruyor, hızı sıfır oluyor tekrar aşağı iniyor” (D8, Son mülakat)

“Fizikte oldu. Artık ilişkilendirebiliyorum. Çünkü örnek gösteriyoruz. Sonuçta örnekler üzerinden gittik. Özellikle bebek atma olayı çok hoşuma gitmişti. Onlarda ilişkilendirme oldu tabii ki. Sorsanız şimdi örnek çıkarabilirim o yüzden. Yeni durumları fark edebilirim. Fiskeyelerde mesela onlarda da o konularda da örnek çıkarabilirim” (D12, Son mülakat)

“Geçenlerde foruma otobüsle giderken o ilk çalışmamızda ışıklar vardı. Trafik ışıklarına gözüm takıldı, onların yanma sıklıklarına baktım. Tabiki de mutlaka gündelik hayatta ilgimi çekiyor. O an aklıma geliyor çünkü” (D17, Son mülakat)

Çalışmada bazı öğretmen adayları (D4, D8, D9, D12, D14 ve D15) ise sadece derste verilen örnekle ilgili değil aynı zamanda kendilerinin fark ettikleri günlük yaşamdan olayları da fizik dersi ile ilişkilendirmiş olduklarını belirtmişlerdir.

“...yürürken kolumuzu sallayarak yürüyoruz ya basit sarkaç hareketi yapıyoruz diyorum kendi kendime. Daha sonra inşaatlarda çalışanları görüyorum. Makaralarla yük kaldırıyorlar yukarı doğru. Işık, trafik ışıklarını görüyorum. Yeşil dalga etkinliği geliyor aklıma. Şekillendiriyorum. Yavaş yavaş hep fizikte oluşuyor aklımda” (D8, Son mülakat)

“Sema dönüşü, en son gördüğümüz çalışmada, düzgün dairesel harekette aklıma geldi. Birbiriyle bağdaştırdım yani. Sorduğunuz sorularda da bu vardı zaten günlük hayatta nerede kullanıyorsunuz diye. Voleybolda manşet hareketi vardı. Eğik atış vardı orada” (D9, Son mülakat)

Modelin doğrulanması aşaması yardımı ile D12 öğretmen adayı bilgilerini yeni ve farklı durumlara uyarlamayı öğrendiğini belirtmiştir.

“Farklı durumlara uyarlayabilirim diye düşünüyorum. Artık çevremde gördüğüm durumları da bu olaylarla ilişkilendirip anlamlandırabiliyorum. Aklımda kaldı bu yapılan çalışmalar.” (D12, Son mülakat)

Öğretmen adaylarından bazıları (D14) derslerde öğrendiklerini günlük hayat ve diğer konular ile ilişkilendirerek farklı boyutları ile düşünebildiğini, bazıları ise (D5 ve D15) artık modelleme aşamalarını günlük yaşamda da kullanılabilir olduklarını ifade etmişlerdir.

“Artık her olayda burada hangi fizik olayı var diye düşünüyoruz. Luna parka gittiğimizde balerini görmüştük düzgün dairesel hareket diyoruz. Sonra halamlara gitmişim. Eski bir saat burada basit sarkaç var diyorum. Periyodunu hesapladık. Tabii ki günlük hayata bakıyoruz” (D14, Son mülakat)

Çalışmada D5, D13 ve D15 öğretmen adayları önceki yaşantılarında karşılaştıkları durumları ifade ederek bu konuları günlük hayat ile ilişkilendirebildiklerini söylemişlerdir.

“Lisedeki derslerde virajlı yollar vardı. Yolculuk yaparken hangi değişkenlere nelerin etki ettiğini düşünüyorum şimdi, orada hangi değişkeni neden kullandığımızı anlıyorum” (D5, Son mülakat)

“Lisede gördüğümüz fizikte virajda dönmeleri düşünüyorum şimdi, ne kadar hızla dönmeliyiz burayı, yada eğim ne kadar olmalı” (D15, Son mülakat)

Öğretmen adaylarının fizik dersi ile günlük hayatı ilişkilendirmeleri alanında elde edilen bulgulara yer verildikten sonra, takip eden kısımda matematik dersi ile fizik dersini ilişkilendirmeleri üzerine elde edilen bulgulara yer verilmiştir. Bu kısımda öncelikle ön mülakat verilerinden Fizik dersinde matematiğin kullanımı ve hangi konularda ne tür matematik bilgilerinin kullanıldığının sorulduğu sorulara verilen cevaplara ait bulgulara yer verilmiştir.

Öğretmen adayları, fizik konularının tamamında ortak olarak kullanıldığını ifade ettikleri konular “dört işlem” ve “sayılar” olduğu ortaya çıkmıştır. Bazı öğretmen adayları (D3, D18, K3, K5, K17) dört işlemin fizik konularının tamamında kullanıldığını söylemişlerdir.

“Bence fazla yok. Fiziğin konularını öğrendikten sonra matematiğin de dört işlemini çok iyi bir şekilde bildikten sonra gereksiz. Fizikte de işte harekette karşılaşıyoruz. Yani sonuçta dört işlem yani hemen hemen her yerde karşılaşıyoruz.” (K5, Ön mülakat)

Fizik dersinde sıklıkla kullanılan bir diğer matematik ünitesi olarak sayılar ifade edilmiştir. K3 öğretmen adayı bu üniteden fizik derslerinde yararlandığını söylerken, D18 öğretmen adayı üslü, köklü ve rasyonel sayılarla fizik derslerinde karşılaştıklarını ve D3 öğretmen adayı fizik işlemlerinde sıklıkla sayıların kullanıldığını belirtmiştir.

“Sayılar falan hep içine giriyor temel kavramların içine giriyor. Mesela sayılar, onları iyice bildikten sonra fiziğe başlamak gerekiyor. Yoksa çok zaman kaybedersin çözerken. Temel olmazsa olmuyor yani. Hemen yıkılır bina yani.” (D3, Ön mülakat)

Öğretmen adaylarının bazı fizik ünitelerinde kullandıklarını düşündükleri matematik bilgileri türev, sayılar, dört işlem, hız problemleri ve trigonometri olarak ifade edilmiştir. Çalışmada K3 öğretmen adayı basit türevin fizikte kullanıldığını, K14 öğretmen adayı hız sorularında türevden yararlandığını ve K17 öğretmen adayı türevin fiziğe yardımcı olduğunu belirtmiştir. Bunun yanında K5 ve K14 öğretmen adayları türevin fiziksel yorumunun kullanımını ile fizik ve matematik arasında bağlantı olduğunu söylemişlerdir.

“Matematiğin bir konusu vardı yine bu türevde türevin zamana göre alınması orada fizik biraz girmişti olaya başka yok. Pek de bir şey yapmadık orada aslında. İşte ivme idi galiba zamanın türevini alıp ivmeyi mi buluyorduk bir şeyler yapıyorduk. Tam hatırlamıyorum ama orada kullanmıştık başka yerde yok. Kullanmadık matematikte fiziği.” (K5, Ön mülakat)

D8 öğretmen adayı yaylarda ve basit sarkaçta köklü sayıları kullandıklarını K14 öğretmen adayı dört işlemde elektrik ünitesinde yararlandığını düşünmektedir.

“Elektrikte paralel seri bağlamalarda hesaplamalar yapıyorduk. Bir şeyler vardı. Dirençlerini falan hesaplıyorduk. Orada matematik. Dört işlem kullanılıyordu.” (K14, Ön mülakat)

Trigonometrinin fizik derslerindeki kullanımını belirten K3 öğretmen adayı açılarının sinüs ve kosinüs değerlerinin fizikte yer aldığını, D3 öğretmen adayı momentum ve eğik düzlemde bu konuların kullanıldığını ve D19 öğretmen adayı trigonometriden fizik derslerinde yararlandığını söylemişlerdir.

“Momentumda oluyordu. Mesela kosinüs, sinüs. Eğik düzlemler var ya hani onlarda alfa açılarını alıyoruz karşı komşu oranları onlarda çok ihtiyaç. Tanjantın karşı bölü komşu mu hipotenüs mü olduğunu bilmezsen eğik düzlemin açısını bulamazsın. Özellikle bazı konularda baya bir yararlanıyorduk. Mesela dinamikte de çok kullanıyorduk trigonometriyi. Mesela eğik düzlem olduğu zaman orada genellikle çok kullanıyorduk.” (D3, Ön mülakat)

D8 ve D19 öğretmen adayları problemler ünitesinden hız problemleri ile fizikte yer alan hareket ünitesinin ortak olduğunu belirtmiştir.

“Mesela denemelerde hız sorusu çıkıyordu matematikte hız problemleri çıkıyordu. Ben onu fizikten yapmayı tercih ediyordum. Yada fizikte hız sorusu çıkıyorsa bazen de matematikten yapmayı tercih ediyordum. Demek ki aynı.” (D19, Ön mülakat)

Yukarıda belirtilen ilişkili alanlar dışında D19 öğretmen adayı analitik geometri dersinin yüksek öğretimde fizik derslerinde kullanılacağını duymuş, ancak bu matematik ünitesinin hangi konularda nasıl kullanılacağına dair bir bilgisi olmadığını ifade etmiştir.

Gözlem verilerinde Fizik dersinin öncelikle öğretmen adayları tarafından *Matematik* ile ilişkilendirildiği gözlenmiştir. Öğretmen adaylarının matematik ile ilişkilendirmede ya modeli formüleleştirirken matematikle bağlantı kurduğu veya temel matematik bilgilerini kullanma düzeyinde ilişkilendirme yaptıkları ortaya çıkmıştır. “Matematikselsel modelin

formüle edilmesinde” öğretmen adaylarının uygulamaların ilk derslerinde matematiksel model oluşturma konusunda yeterli bilgiye sahip olmadıkları ve bu nedenle bir matematiksel model oluşturmakta zorlandıkları gözlenmiştir. Öğretmen adayları ilk derste matematiksel bir model oluşturmak yerine gerçek dünya problemini bir soru olarak düşünmüş ve soru çözmeye çalışmışlardır. İkinci derste öğretim elemanı tarafından sorulan yönlendirici soruların modeli ortaya koymalarına ve uygulamalarına yardımcı olduğu görülmüştür. Üçüncü derste öğretmen adaylarının modeli ortaya koyabilmeleri için bazı matematik bilgilerini hatırlatmak gerektiği görülmüştür. Modelin formüle edilmesi ile ilgili olarak en son beşinci derste matematiksel formülü ortaya koymada zorlandıkları, matematikle bağlantı kuramadıkları gözlenmiştir.

Temel matematiksel bilgilerinin kullanımında son etkinliklere doğru öğretmen adaylarının temel matematiksel bilgileri daha rahat kullanarak çözüme ulaştıkları görülmüştür. Öğretmen adaylarının dördüncü derste diferansiyel ifadelerini kolaylıkla ortaya koyarken integral bilgilerini kullanmakta zorlandıkları görülmüştür. Son üç derste ise matematiksel ifade formülleri rahatlıkla kullandıkları görülmüştür. Altıncı derste tüm ders boyunca matematikten rahatlıkla yararlanabildikleri belirlenmiştir. Yedinci derste öğretim elemanı tarafından hiçbir hatırlatmada bulunmadan öğretmen adaylarının grup arkadaşları ile tartışarak matematiksel işlemler ile fizik arasında rahatlıkla bağ kurarak sonuca ulaştıkları görülmüştür. Sekizinci derste ise sayıları çok rahat kullanarak matematiksel işlemleri yürüttükleri ve matematikle ilgili teorik bilgileri öğretim elemanın yardımı olmadan kolayca kullanabildikleri belirlenmiştir.

Son mülakatlarda öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu fen bilgisi ile matematik arasında bağlantıdan bahsetmişlerdir. D8, D9, D14, D15 ve D16 öğretmen adayları fen bilimleri ile ilişkilendirilebilecek en uygun dersin matematik olduğunu söylemişlerdir.

Öğretmen adayları fizik dersleri yardımı ile matematikte yer alan konularda başarılarının arttığını veya tekrar yapma imkanı bulduklarını belirtmişlerdir. Derslerin bu şekilde yürütülmesi ile başarılarında artış olduğunu düşünen öğretmen adayları, dersin matematiği daha iyi anlamalarına, daha rahat ilişkilendirme yapabilmelerine katkı sağladığını belirtmişlerdir.

D9, D15 ve D17 öğretmen adayları önceki bilgilerini tekrar ettiklerini düşündüklerini belirtmişlerdir.

“Zaten matematikte bildiğimiz şeyleri uyguladık. Bu sefer fizikte bunları uygulayınca fizik daha zevkli geldi çünkü matematiği çok seviyorum” (D9, Son mülakat)

“Pratik yapıyoruz gibi oluyor. Formüllerde matematiği kullanıyoruz karşı tarafa geçiriyoruz sayılarla uğraşıyoruz. Mutlaka fiziğin matematiğe faydası oldu. O yüzden tabii ki de doğru.” (D17, Son mülakat)

“Sürekli işlem yapıyoruz. İşlem kolaylığı artıyor. Hızım artıyor. Sonuçta aynı şeyleri sürekli tekrarlıyorum. Matematikte bence her şeyden önemlisi dört işlem. Dört işlemde hata yapmamak biz onu sürekli tekrarlıyoruz. Yerine koyuyoruz çekiyoruz alıyoruz” (D8, Son mülakat)

D14 öğretmen adayı önceki bilgilerini hatırladığını, D8 öğretmen adayı işlem hızının arttığını ifade etmiştir.

Başarıların arttığını ifade eden öğretmen adayları ilişkilendirme ve anlayıp daha iyi anlamlandırma konularında fiziğin matematiğe katkısını belirtmişlerdir. Çalışmada D4, D13, D15 ve D17 öğretmen adayları derslerde matematikle ilişkinin önemini vurgulamıştır.

“Türevden integralden yaptığımız o ispatlarla hani hem bağlantı olduğunu gördük hemde neyin nereden geldiğini biliyoruz. Daha iyi oldu yani. Ben pek integral bilmiyordum. Bu çalışma sayesinde öğrenmiş oldum. İlk anlamamıştım sonradan bir bakınca öğrenmiş oldum. İntegrali özellikle daha iyi öğrenmemi sağladı. Ben onlara hep bir kalıp gözüyle bakıyordum. Bağlantılı değil de sanki bir kalıpmış gibi. Ama bağlantılı olduğunu gördüm” (D13, Son mülakat)

“Zaten fizik ve matematik iç içe olduğu için birisi olmayanıca diğeri de olmuyor bence. O yüzden matematiksel işlem yapıp fizikle matematiği birleştirdiğimde hem fizikle bağlantısı olduğunu görüyorum hem de ürkmüyorum. Sonuçta bildiğim bir şeylerle bağlantılı olduğunu biliyorum ve ona göre hareket ediyorum. Fizik sayesinde hem fiziği hem de matematiği anlıyorum.” (D17, Son mülakat)

“Türevi yada integrali tekrar çalışmak zorunda kaldık. Konuları hatırladık. Fizikte matematiği gördük. Bide fizikle bağdaştırınca fiziği de matematiği de daha iyi anlamaya başladık” (D15, Son mülakat)

D15 öğretmen adayı çalışmalarla matematiği daha iyi anladığını ve tekrar matematik çalıştığını söylemiştir. D9, D13, D14 ve D8 öğretmen adayları matematiği daha iyi anlamlandırdıklarını belirtmişlerdir.

“Trigonometri, kosinüs teoremini kullandık. Türevi kullandık ,integrali kullandık, limiti kullandık. Yani hepsi zaten ileride göreceğimiz dersler olduğu için bize bir ön bilgi de oldu hepsinden önemlisi. Onları matematikten önce işlemiş olduk” (D8, Son mülakat)

“İkisini bir arada kullandığımızda daha kalıcı oldu. Mesela şimdi fizikte gördüğümüz hız zaman problemlerini matematikte gördüğümüzde formül karmaşası oluyordu ama ikisi de şimdi aynı. Birbiri içine kattık, yoğurduk” (D9, Son mülakat)

Çalışmada öğretmen adayları tarafından fizik konuları ile ilişkilendirilen diğer alanlar incelenmiş ve bu alanlara ait bulgulara aşağıda yer verilmiştir. Ön mülakatlarda öğretmen adayları fiziğin elektrik mühendisliği (K17 ve D3), coğrafya (K3) ve kimya (K17, D18) alanları ile ilişkilendirebileceğini belirtmişlerdir.

Son mülakatlarda, fizik dersi ile ilişkilendirilebilecek bir başka ders olarak coğrafya ifade edilmiştir. D14 öğretmen adayı her iki derste de ilişkili alanlar olduğunu ve bu alanlardan yararlanarak kendisinin bir ilişkilendirmede bulunduğunu belirtmiştir.

“Bir yazılı yapmıştınız ya dünya ile ilgili sorular vardı. Orada ben hep coğrafyadan yararlanıp yazmıştım yanıtları. Kutuplara doğru gidildikçe çap küçülüyor. Coğrafyadan bence yararlanılabilir bazı konularda” (D14, Son mülakat)

Özetle; öğretmen adayları tarafından fizik derslerinde ilişkilendirilen alanlar günlük hayat, matematik, mühendislik, coğrafya ve kimya olarak belirlenmiştir. Ön mülakatlarda fizik dersi; önceki derslerde karşılaşılan durumlar, öğretmenler tarafından verilen örnekler, bilimsel geziler, yıllık ödevler ve günlük yaşamdaki durumlardan çıkarımlar yapılarak günlük hayatla ilişkilendirilmiştir. Son mülakatlarda ise günlük hayat ile ilişkilendirme; derste karşılaşılan durumları günlük yaşamda görme, derste öğrenilen durumları günlük yaşamda yeni ve farklı durumlara uyarlama ve geçmiş yaşantıda öğrenilen bilgileri kullanarak günlük hayatla bağlantı kurma şeklindedir.

Ön mülakatlarda D3, D18, K3, K5, K17 öğretmen adayları sıklıkla kullanılan matematik konularını sayılar ve dört işlem olarak ifade ederken, bazı fizik ünitelerinde karşılaşılan matematik konularını ise; türev (K3, K5, K14, K17), trigonometri (K3, D3, D19), sayılar (D8), dört işlem (K14) ve hız problemleri (D8, D19) olarak belirtmişlerdir. D19 öğretmen adayı fizik derslerinde henüz karşılaşmadığı ancak ileriki derslerde yer alabileceğini düşündüğü matematik konusu olarak analitik geometriyi belirtmiştir. Uygulamalar sürecinde öğretmen adayları matematiksel modeli formüleştiren matematikten yararlanmışlar ve temel matematik bilgilerini süreç boyunca kullanmışlardır. Çalışma sonunda ise öğretmen adayları önceki matematik bilgilerini tekrar ettiklerini, bu sayede işlem hızlarının arttığını ve fizik sayesinde matematiği de daha iyi anlamlandırdıklarını ifade etmişlerdir.

3.4. Öğretmen Adaylarının Matematiksel Modelleme Yapabilme Becerilerindeki Gelişim

Öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yapabilme becerilerindeki gelişimin incelendiği çalışmanın bu bölümünde, ilk olarak uygulamalar yapılmadan önce öğretmen adayları ile yapılan mülakatların analizinden soru çözümede kullandıkları yöntemler belirlenmiştir. İzleyen kısımda, deney grubu öğretmen adaylarının matematiksel modelleme ile ilgili geliştirilmiş ve uygulanmış etkinliklerden aldıkları puanlar, her bir etkinliğe ait ortalama puanlar, matematiksel modelleme etkinlikleri arasındaki geçişler ve matematiksel modellemenin her bir aşamasındaki durumlar ve süreç içerisindeki matematiksel modelleme yapabilme becerilerindeki gelişimler ile ilgili bulgular sunulmaktadır.

3.4.1. Çalışma Öncesinde Öğretmen Adaylarının Soru Çözümünde Kullandıkları Yöntemler

Çalışmanın bu kısmının ilk aşaması olan ön mülakatlardan elde edilen verilerin analizi sonucunda öğretmen adaylarının soru çözümlerinde kullandıkları yöntemlere ilişkili ortaya çıkan bulgular sunulmuştur.

D8 öğretmen adayı kendisinin özel bir yöntem geliştirmediğini, ama öğretmenleri tarafından önerilen ipuçlarını kullandığını, K17 ve D19 öğretmen adayları problem çözümede ara işlemleri yapmayarak kısaltma yaptıklarını ifade etmişlerdir. K17 öğretmen adayı soruları çözerken özel bir yöntem geliştirdiğini aşağıda yer alan alıntıda gibi belirtmiştir.

“Kısaltma yapardım yada o kadar uzun yola gitmezdim. Yeri geldiği zaman direkt formülü yazarak çözerdim ama hani hiçbir formülüm yoksa kendi pratik bir yolum illa vardı. Mesela bir soruda hoca diyelim bir sürü tahtayı doldurmuş. Ama eve gidip düşündüğüm zaman ben bunu bu kadar uzun yapmasam da nasıl yapsam diye düşündüğümde kendime has bir kestirme bir yol bulmuştum. Bunu da tavsiye ettiğim zamanlar da oluyordu. Eğer tutarlı bir yolsa ara işlemleri atlıyordum.” (K17, Ön mülakat)

D19 öğretmen adayı soruyu çözmeye başlamadan önce soruda verilenleri, soru çözümünde kullanılabilecek formülleri ve birimleri bir tarafa yazdığını ve sonra sorunun çözümüne geçtiğini ifade etmiştir.

“Öncelikle verileri bir sol tarafa yazıyorum. Verilerle birlikte birimleri de yazıyorum. Sonra muhakkak yani formülü yazıyorum. Formüle hemen sayıların kendisini yerleştirmiyorum. Önce formülün kendisini yazıyorum. Sonra yerleştiriyorum. Çok düzenli olduğu için daha çabuk oluyor daha pratik oluyor.” (D19, Ön mülakat)

D8 öğretmen adayı hız problemlerinde grafik ve şekil çizdiğini belirtmiştir.

“Mesela çıkan soru problem yöntemiyle öncelikle basit olabilir ama daha çok basit yöntemlerden gidiyorum ben... problem olduğunda yol-zaman grafiği çizme ...Öncelikle şekil çiziyordum. Daha sonra işlem sırasına göre işte birinci basamak hızının hesaplanması, mesela ikinci basamak mesela iki şehir arasındaki uzaklık ne kadar...” (D8, Ön mülakat)

D3 ve D18 öğretmen adayları problemi anlayana kadar okuduklarını, anlayamadıkları kısımları ise öğretmen veya arkadaşlarına sorduklarını ifade etmişlerdir.

Özetle yürütülen ön mülakatlarda öğretmen adayları, öğretmenleri tarafından önerilen ipuçlarını kullandıklarını (K17, D19), bazı özel yöntemler geliştirdiklerini (K17), verilenleri, konu ile ilgili formülleri ve birimleri bir tarafa yazdıklarını (D19), hız problemlerinde şekil ve grafik çizdiklerini (D8), soruyu anlayan kadar okuduklarını (D3, D18) ve anlayamadıkları kısımları öğretmenleri veya arkadaşlarına danıştıklarını (D3, D18) belirtmişlerdir.

3.4.2 Öğretmen Adaylarının Matematiksel Modelleme Etkinliklerinden Elde Ettikleri Puanlar

Çalışmada öncelikle her bir etkinlik için öğretmen adaylarının aldıkları puanlar belirlenen bir dereceli puanlama anahtarı vasıtası ile değerlendirilmiş ve elde ettikleri puanlar hesaplanmıştır. Daha sonra bu puanlar yüzlük sisteme çevrilerek aşağıda yer alan Tablo 43’de sunulmuştur.

Tablo 43. Uygulamaya katılan öğretmen adaylarının her bir etkinlikten aldığı puanlar

	1. Etkinlik	2. Etkinlik	3. Etkinlik	4. Etkinlik	5. Etkinlik	6. Etkinlik	7. Etkinlik	8. Etkinlik
D1	63,8	70	72,7	73,3	93,3	85,2	96,6	95,8
D2	72,2	66,6	69,6	76,6	90	-	-	-
D3	58,3	76,6	42,4	83,3	90	96,3	96,6	91,6
D4	47,2	60	-	66,6	73,3	85,2	76,6	87,5
D5	58,3	70	-	93,3	76,6	74,1	90	91,6
D6	66,6	70	81,8	-	83,3	85,2	83,3	100
D7	54,7	60	-	53,3	80	74,1	83,3	87,5
D8	66,6	66,6	88,4	66,6	96,6	88,8	100	100
D9	44,4	53,3	87,8	70	90	81,5	90	83,3

Tablo 43'nin devamı

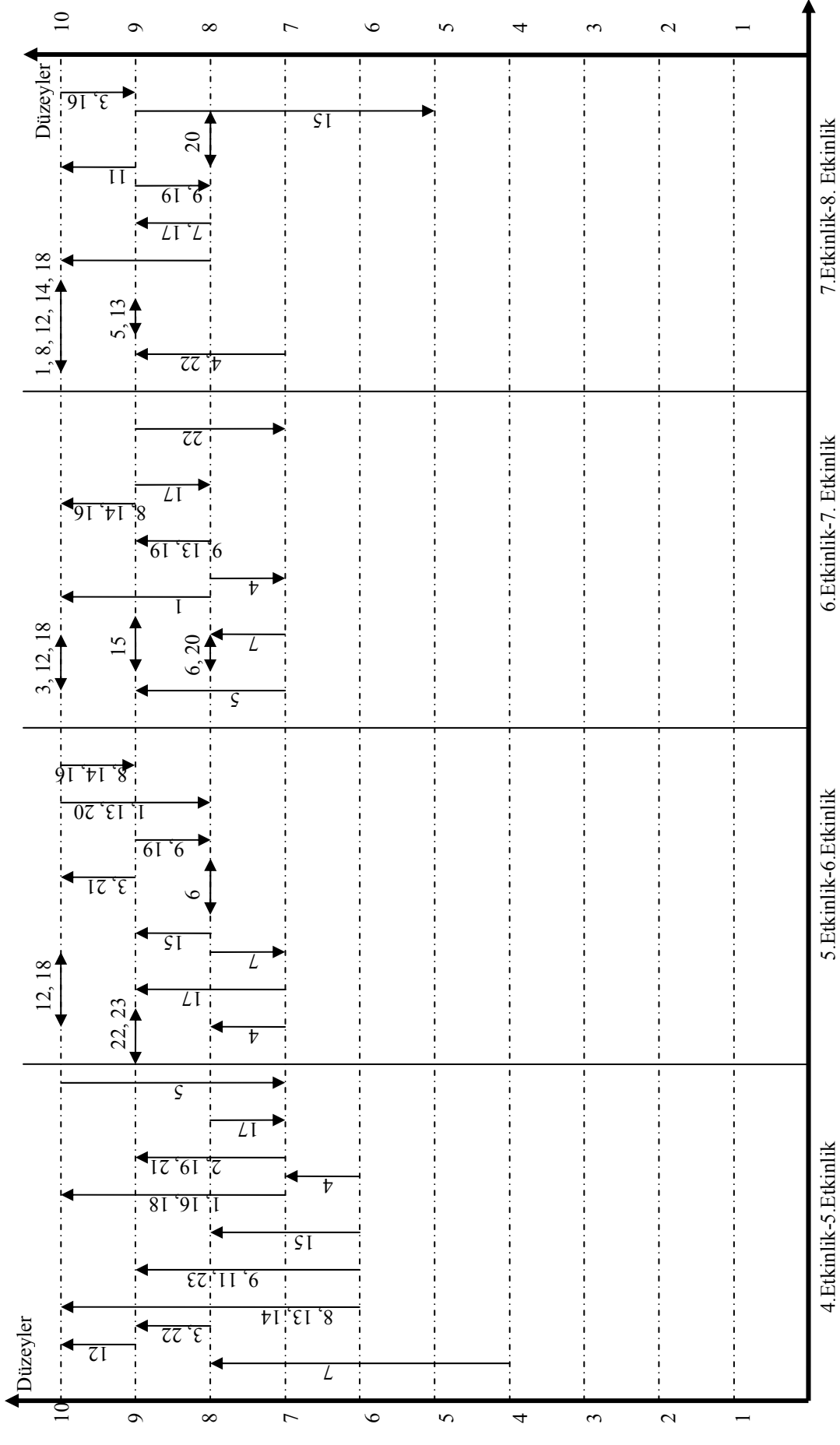
D10	52,7	60	78,7	-	86,6	-	-	-
D11	66,6	66,6	-	70	90	-	90	95,8
D12	54,7	73,3	69,6	90	93,3	96,3	100	100
D13	61,1	53,3	78,7	70	93,3	85,2	90	87,5
D14	50	70	87,8	66,6	100	92,5	96,6	100
D15	52,7	60	54,5	70	80	88,8	86,6	62,5
D16	30,5	73,3	78,7	76,6	100	88,8	93,3	91,6
D17	52,7	56,6	66,6	80	76,6	88,8	83,3	87,5
D18	58,3	73,3	84,8	73,3	96,6	96,3	96,6	95,8
D19	66,6	76,6	-	76,6	90	85,2	90	83,3
D20	69,4	70	78,7	-	93,3	81,5	83,3	83,3
D21	50	63,3	-	76,6	86,6	96,3	-	-
D22	55,5	66,6	69,6	80	86,6	88,8	76,6	87,5
D23	55,5	66,6	57,5	70	86,6	88,8	-	-
\bar{X}	57,02	66,20	73,40	74,13	88,37	87,38	89,61	90,11

Tablo 43 incelendiğinde 1, 2 ve 5. etkinliklere öğretmen adaylarının tamamı katılırken, diğer etkinliklere bazı adayların katılmadığı belirlenmiştir. 17 kişi ile en az katılımın 3. etkinlikte olduğu görülmektedir. Tüm uygulamalar sürecinde elde edilen en düşük puan 1. etkinlikte 30,5 ile D16 öğretmen adayına aittir. Uygulamalar sürecinden elde edilen puanlar incelendiğinde en yüksek puanın 100 puan olduğu görülmektedir, bu puan 5. etkinlikte D14 ve D16, 7. etkinlikte D8 ve D12 ile 8. etkinlikte D6, D8, D12 ve D14 öğretmen adayları tarafından elde edilmiştir. Etkinliklerin her birinden alınan ortalama puanlar incelendiğinde ise en düşük puan 57,02 ile 1., en yüksek puan ise 90,11 ile 8. etkinliğe aittir. Etkinliklerden alınan ortalama puanlarda ilk etkinlikten başlayarak son etkinliklere doğru sürekli bir artış olduğu görülmektedir.

3.4.3. Öğretmen Adaylarının Matematiksel Modelleme Etkinlikleri Arasındaki Geçişleri

Öğretmen adaylarının modelleme yapabilme becerilerindeki gelişimin incelenmesi için 10 düzey belirlenmiş ve bu düzeyler için önceki ve sonraki etkinlik arası geçişler incelenmiştir. Bunun için belirlenen düzeyler arasında öğretmen adaylarının etkinliklerde geçişini gösteren Şekil 20 oluşturulmuştur.

Şekil 20'nin devamı



Şekil 20 incelendiğinde 1. etkinlikte en fazla yığılmanın 4 düzeyinde, 2. etkinlikte 6 düzeyinde, 3. etkinlikte 7 düzeyinde, 4. etkinlikte 6 düzeyinde, 5. etkinlikte 9 düzeyinde, 6. etkinlikte 9 düzeyinde, 7. etkinlikte 10 düzeyinde ve 8. etkinlikte 9 düzeyinde olduğu görülmektedir. Etkinlikler arası geçişler incelendiğinde ise, öğretmen adaylarının aşamalar arasında gittikçe üst düzeylere çıktıkları belirlenmiştir. Öğretmen adayları bazı uç noktalar hariç ortalama olarak 1. etkinlik ile 2. etkinlik arası geçişlerde 3 ile 7 düzeyi arasında yer alırken, 2. etkinlikle 3. etkinlik arası geçişlerde 4 ile 8, 3. etkinlik ile 4. etkinlik arası geçişlerde 6 ile 8, 4. etkinlik ile 5. etkinlik arası geçişlerde 6 ile 10, 5. etkinlik ile 6. etkinlik arası geçişlerde 7 ile 10, 6. etkinlik ile 7. etkinlik arası geçişlerde 7 ile 10 ve 7. etkinlik ile 8. etkinlik arası geçişlerde 8 ile 10 düzeyleri arasında değişen geçişler göstermişlerdir.

3.4.4. Öğretmen Adaylarının Matematiksel Modelleme Aşamalarındaki Durumları

Çalışmanın bu bölümünde, öğretmen adaylarının matematiksel modelleme aşamalarındaki gelişimleri incelenmiştir (Ek 15. Öğretim Materyallerinden Öğretmen Adayları Tarafından Elde Edilen Puanlar). Öğretmen adaylarının bu aşamadaki gelişimleri matematiksel modelleme etkinliklerinin analiz edilmesiyle belirlenmiş ve aşağıda yer alan Tablo 44’de modelleme aşamalarına ait ortalama puanlara yer verilmiştir.

Tablo 44. Modelleme aşamalarında tüm öğretmen adayları tarafından alınan ortalama puanlar

	1. etkinlik	2. etkinlik	3. etkinlik	4. etkinlik	5. etkinlik	6. etkinlik	7. etkinlik	8. etkinlik
Gerçek Dünya Problemi	1,89	1,84	2,26	2,07	2,69	2,75	2,66	2,62
Kabullenmelerin Yapılması	1,99	2,55	2,27	2,42	2,74	2,7	2,74	2,55
Matematiksel problemi çözme	0,91	1,74	2,53	2,45	2,69	2,7	2,52	2,89
Çözümü yorumlama	1,89	2,30	2,35	2,27	2,82	2,62	2,68	2,84
Modeli doğrulama	1,64	1,91	1,86	1,91	2,45	2,37	2,84	2,79

Tablo 44'den de görüldüğü gibi etkinlikler sürecinde incelenen öğretim materyalinde öğretmen adaylarının tüm aşamalarda ilk iki etkinlikteki ortalama puanları oldukça düşüktür. Ancak sonraki etkinliklerde her bir aşamada alınan ortalama puanlarda belirgin artışın olduğu görülmektedir.

Tablo 44 incelendiğinde 3. etkinlikte en düşük ortalama puanın gerçek dünya problemi aşamasında alındığı anlaşılmaktadır. Buna karşın 6. etkinlikte en yüksek ortalama puan yine aynı aşamadan elde edilmiştir. Öğretmen adaylarının etkinlikler sürecinde gerçek dünya probleminde aşamalar boyunca elde ettikleri puanlarda artış olduğu görülmektedir. Çalışmada gerçek dünya problemi aşamasında elde edilen ortalama puanlar 1.84 ile 2,75 arasında değişen değerler almıştır.

Yürütülen son mülakatlarda öğretmen adayları matematiksel modelleme aşamalarında en beğendikleri bölümlerin *gerçek dünya problemi* ve *kabullenmelerin yapılması* aşamalarının olduğunu ifade etmişlerdir. Gerçek dünya problemi aşamasında çalışmada D5 öğretmen adayı eğitimlerinin her aşamasında bu bölümleri kullanılabileceklerini ve D16 öğretmen adayı ise bu aşamanın eğitici olduğunu söylemiştir. Gerçek dünya probleminde D14 ve D17 öğretmen adayları problemin anlaşılmasının önemli olduğunu belirtmişlerdir.

“En başta problemi kendinize göre ifade edin diyor ya orada o aşamayı yapmadan formülü bulamıyoruz. Mesela biz kağıdı elimize aldığımızda formülü çözelim diye düşünüyoruz. O an aklımıza bir şey gelmiyor ama ondan önceki o iki üç soruyu [ilk iki aşama] yapınca en azından bir fikrimiz oluyor ona göre hareket ediyoruz.” (D17, Son mülakat)

Kabullenmelerin yapılması aşamasında yürütülen gözlemlerde üçüncü derste öğretmen adaylarının kabullenmeleri yapmaları konusunda ilk derse göre daha başarılı oldukları görülmüştür. Beşinci derste değişkenleri sembolleştirmede zorlanmışlardır. Yedinci ve sekizinci derste değişkenleri belirleme konusunda çok fazla sıkıntı yaşamadıkları ve bunları rahatlıkla ifade edebildikleri, yedinci derste ayrıca gerekli ve ihmal edilebilir değişkenleri nedenleri ile birlikte kolaylıkla belirleyip gerekli açıklamaları rahatça yaptıkları tespit edilmiştir. Kabullenmelerin belirlenmesi konusunda sınıf tartışmalarının önemli bir yeri olduğu ortaya çıkmıştır.

Öğretim materyalinden elde edilen bulgular da gözlem verilerini desteklemektedir. Tablo 44'den de görüldüğü gibi öğretmen adayları tarafından 2 ve 3. etkinlikte, aşamalardan alınan puanlara göre en düşük puanın kabullenmelerin yapılması aşamasından alındığı, buna karşın 8. etkinlikte alınan en yüksek puanının yine aynı

aşamada olduğu görülmektedir. Bu etkinlikler dışında ise öğretmen adayları diğer aşamalardan alınan ortalama puanlara yakın puanlar elde etmişlerdir.

Uygulamalardan sonra ise kabullenmelerin yapılması aşamasının önemini D9 ve D14 öğretmen adayları değişkenlerin belirlenmesinin problemi çözmeye olan yardımından dolayı vurgulamışlardır.

“Bu bana çok ilginç bir yöntem geldi. Daha önceden soruyu okuyorduk. Elimde ne var t değeri var h var buradan v’yi yada başka bir şeyi bulmamız gerek diye düşünüyorduk. Ama şimdi neler etkili acaba sürtünme kuvveti etkili olabilir mi? ... hatta şimdi soruları bile çözerken arıyoruz parantez içine almış mı? Ben bundan sonra dikkatlice bakacağım sürtünmeyi ihmal edin diyecek mi? ihmal edilenler gerekli değişkenler, onlara bakacağım” (D14, Son mülakat)

Matematiksel modelin formülleştirilmesinde yürütülen gözlemlerde öğretmen adaylarının ilk derslerde zorlandığı ortaya çıkarken sonraki derslerde özellikle uygulamaların son derslerinde etkinlikleri rahatlıkla yaptıkları görülmüştür. Öğretmen adaylarının üçüncü derste ders kitabı ve diğer kaynakları kullanmakta yetersiz olduğu gözlenmiştir. Oysa yedinci uygulamada herhangi bir teorik açıklama yapılmadan öğretmen adayları matematiksel formülü bulmuşlardır.

Gözlem verilerinde *matematiksel problemi çözmeye* ilk derste matematiksel model oluşturmada öğretmen adaylarının zorlandığı belirlenmiştir. Tablo 44’den de görüldüğü gibi 1, 2 ve 7. etkinliklerde alınan en düşük ortalama puan matematiksel problemi çözmeye aşamasında ortaya çıkmıştır. 6. etkinlikte öğretmen adaylarının grup içi ve sınıf tartışmaları yardımı ile matematiksel ifadeyi buldukları görülmüştür. 7 ve 8. etkinliklerde ise artık herhangi bir açıklamada bulunmadan ve sınıf tartışmalarına çok fazla gerek kalmadan öğretmen adaylarının matematiksel modeli rahatlıkla ortaya koydukları tespit edilmiştir. Tablo 44 incelendiğinde de 3, 4 ve 8. etkinliklerde alınan en yüksek ortalama puanlar matematiksel problemi çözmeye aşamasından elde edilmiştir. Bunun yanında ilerleyen derslerde matematiksel problemi çözmeye aşamasında elde edilen ortalama puanlarda gittikçe artış olduğu da görülmektedir.

Uygulamalar sonunda matematiksel problemi çözebilme ile D13 öğretmen adayı günlük yaşantısında da karşılaştığı durumları çözeceğini, D5 öğretmen adayı yeni formülleri bulabileceğini, D16 öğretmen adayı formüllerde sonuca ulaşmaktan zevk aldığını ve D4 ile D9 öğretmen adayları ise formülleri kendilerinin bulmalarının kalıcılığı arttırdığını söylemişlerdir.

“Önceden lisede direkt formülü verip nerede kullandığımıza bakmadan problemin üzerinde uygulamaya çalışıyorduk ama sizin verdiğiniz hikayeden yola çıkarak formülü kendimiz bulduk. Daha sonra nerede kullandığımızı öğrendik. Değişkenler vardı, onlar çok kalıcı oldu. Soruların insan hayatına uygulanabilirliği o hep daha fazlaydı. O bakımdan iyi oldu.” (D9, Son mülakat)

Çözümü yorumlama aşaması ikinci derste modeli oluşturmaya oranla daha kısa sürede tamamlanmış ve öğretmen adaylarının bu aşamayı daha rahat yaptıkları gözlenmiştir. Tablo 44 incelendiğinde alınan ortalama puanlarda 5. etkinlikte en yüksek puan çözümü yorumlama aşamasındadır. Bu aşamada alınan ortalama puanlar 1,89 ile 2,84 arasında değişmektedir.

Gözlem verilerinden *modelin doğrulanması* aşamasını öğretmen adaylarının model oluşturmaya oranla daha kolay cevapladıkları görülmüştür. İkinci derste tartışmaların yardımı ile öğretmen adaylarının modelin doğrulanmasını daha rahat ifade edebildikleri belirlenmiştir. Üçüncü derste bu aşamanın bir önceki etkinliğe göre daha uzun süre aldığı görülmüştür. Dördüncü derste ise modelin yeni durumlara uyarlanmasında öğretmen adaylarının daha başarılı olduğu ve birbiriyle ilişkili soruları kısa sürede tamamladıkları tespit edilmiştir. Buna karşın özellikle son etkinliklerde matematiksel problemi çözme aşamasından sonraki aşamaların çok önemsenmediği tespit edilmiştir.

Tablo 44’den de görüldüğü gibi 3, 4, 5 ve 6. etkinliklerde öğretmen adayları tarafından alınan en düşük ortalama puanların modelin doğrulanması aşamasına ait olduğu görülmektedir. Çalışma sürecinde alınan ortalama puanlarda sadece 7. etkinlikte en yüksek puan modeli doğrulama aşamasında elde edilmiştir. Bu uygulamalar dışında yürütülen etkinliklerde alınan puanların ise diğer aşamalarda elde edilen ortalama puanlara yakın değerler olduğu görülmektedir. Uygulamalar sonunda ise modelin doğrulanması aşamasında yer alan günlük hayata uyarlama bölümünün önemli olduğu D9 öğretmen adayı tarafından vurgulanmıştır.

Modelleme aşamaları arasında geçişleri ve modellemenin kendi içerisindeki aşamaları ilerleyen etkinliklerde öğretmen adaylarının daha kısa sürede ve anlayarak tamamladıkları görülmüştür. Beşinci derste öğretmen adaylarının aşamaları kolayca yaptıkları, altıncı ve yedinci derslerde öğretmen adaylarının aşamaları daha kısa sürede tamamladığı görülmüştür.

3.4.5. Öğretmen Adaylarının Matematiksel Modelleme Yapabilme Becerilerindeki Gelişimleri

Uygulamalar sürecinde bulunan tüm öğretmen adaylarına ait modelleme aşamalarındaki ortalama puanlar ve ders içi gözlemlere ait bulgular sunulduktan sonra çalışmanın bu kısmında öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yapabilme becerilerindeki gelişimini daha geçerli bir şekilde ortaya koyabilmek için sadece bütün etkinliklere katılan 12 öğretmen adayının öğretim materyallerinin analizinden elde edilen bulgular sunulmuştur.

1. Gerçek Dünya Problemi

Matematiksel modellemeye uygun olarak yürütülen derslerde öğretim materyalinin ilk aşaması gerçek dünya problemi ile başlamaktadır. Bu aşamada öğretmen adaylarından öncelikle gerçek dünya problemini tanımaları istenmiştir. Bunun için genellikle etkinliklerde problemi kendi cümleleri ile ifade etmeleri ve problem durumuna uygun bir şekil çizimleri beklenmiştir.

Gerçek dünya probleminin ilk aşaması olan problemi yeniden ifade etmede, uygulamalar sürecinde yalnızca ilk etkinlikte 1 öğretmen adayı “0” puan almıştır. “1” puan alan öğretmen adayları incelendiğinde 1 etkinlikte 2, 2. etkinlikte 5, 3. etkinlikte 1 ve 4. etkinlikte 2 öğretmen adayı tarafından bu puanın alındığı tespit edilmiştir. 4. etkinlikten sonra yer alan etkinliklerde ise hiçbir öğretmen adayı “1” puan almamıştır. Bu alanda “1” puan alan öğretmen adayları gerçek dünya problemini tam olarak anlayamamış ve problemi ifade ederken istenenleri yanlış olarak belirtmişlerdir. Aşağıda problemi kendi cümleleri ile ifade edip “1” puan alan öğretmen adaylarına ait cevaplar yer almaktadır.

“Kırmızı ışığın yanma süresi uzadıkça ışıpta bekleyen sürücülerin sabırsızlanması ve sinirlenmesine yol açmaktadır. Ana cadde gibi trafiğin ve yolların yoğun olarak bulunduğu yerlerde ışık sayısı fazla değil, bekleme süresi fazla olmalıdır” (D9, 1. etkinlik)

“Bilim insanının problemi çitanın aldığı yolu, hız değerini bulmak. Verilen değişkenler zaman ve yol” (D8, 2. etkinlik)

“Su seviyesinden belirli bir yüksekten yukarı fırlatılan suyun yaptığı eğik atış hareketi” (D13, 4. etkinlik)

Uygulamalar sürecinde problemin öğretmen adayları tarafından yeniden ifade edilmesinde 1. etkinlikte 7, 2. etkinlikte 5, 3. etkinlikte 6, 4. etkinlikte 8, 5. etkinlikte 4, 7. etkinlikte 3 ve 8. etkinlikte 2 öğretmen adayı tarafından “2” puan alınmıştır. Bu kategoride gerçek dünya problemini ifade edenler problem durumunun bir kısmını doğru ifade

etmekle birlikte bazı noktaları eksik olarak bırakmışlardır. Aşağıda problemi kendi cümleleri ile ifade edip “2” puan alan bazı öğretmen adaylarına ait cevaplar yer almaktadır.

“Suyun dikeyde aldığı yoldan bahsediyor. Fıskiyenin tam tepesinde maksimum yüksekliğe ulaşip diğer yolun yarısını da eşit sürede aldığını anlatıyor” (D8, 4. etkinlik)

“Attığımız adımları basit sarkaç gibi düşünüp hızı ve toplam ivmenin değerini bulacağız” (D22, 7. etkinlik)

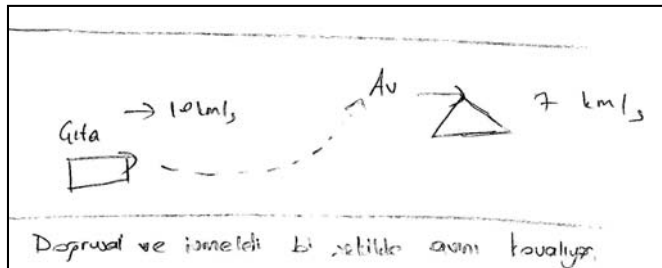
“filmlerde kullanılan küçük bir alanda yapılan çekimde kameranın açısı sayesinde arabanın uzun bir yol gidiyor gibi görünmesine neden olan faktörleri bulacağız” (D22, 8. etkinlik)

Problemi tanıma aşaması 1. etkinlikte 2, 2. etkinlikte 2, 3. etkinlikte 5, 4. etkinlikte 2, 5. etkinlikte 8, 6. etkinlikte 12, 7. etkinlikte 9 ve 8. etkinlikte 10 öğretmen adayı tarafından tam ve doğru olarak açıklanmış ve öğretmen adayları bu aşamadan “3” puan almışlardır. Aşağıda “3” puan alan bazı öğretmen adaylarına ait cevaplar yer almaktadır.

“Hareket eden bir su damlacığının su borusunu terk ettikten sonra tekrar suya çarpacağı süre içerisinde havada ne kadar kaldığını bulmamız ifade ediliyor” (D18, 4. etkinlik)

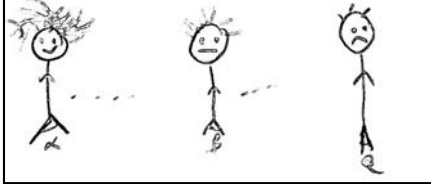
“Balerinlerin yaptığı hareketin eğik atış hareketine benzediğini ve balerinlerin aldıkları yollar arasındaki ilişki sonucunda düşeyde alabileceği maksimum yükseklik ile yatayda aldıkları yol arasında bir ilişki olduğunu ispatlamamız istenmektedir” (D1, 6. etkinlik)

Matematiksel modelleme etkinliklerinde gerçek dünya probleminde öğretmen adaylarından problem durumunu kendi cümleleri ile ifade etmeleri istendikten sonra problem durumuna uygun bir şekil çizmeleri beklenmiştir. Tüm etkinliklere katılan öğretmen adaylarının çalışmaları incelendiğinde “0” puan sadece 1. etkinlikte 1 öğretmen adayı tarafından alınmıştır. “1” puan 1. etkinlikte 2, 2. etkinlikte 5, 3. etkinlikte 1, 4. etkinlikte 4 ve 7. etkinlikte 2 öğretmen adayı tarafından elde edilmiştir. Bu kategoride cevap veren öğretmen adaylarının problem durumunu yansıtmayan şekiller çizdikleri belirlenmiştir. Bu konuda bazı yanlış cevaplar aşağıda yer almaktadır. Örneğin aşağıda 2. etkinliğe ait olan D8 öğretmen adayının cevabında çitanın doğrusal bir yolda ilerlemesi istenirken aday tarafından çizilen şekilde çitanın parabolik bir yol izlediğinin çizildiği görülmektedir. Ayrıca çitanın konum-zaman değerleri verilmesine karşın öğretmen adayı tarafından çizilen şekilde çita ve ava ait hız değerleri yer almaktadır.



(D8, 2. etkinlik, şekil çizme)

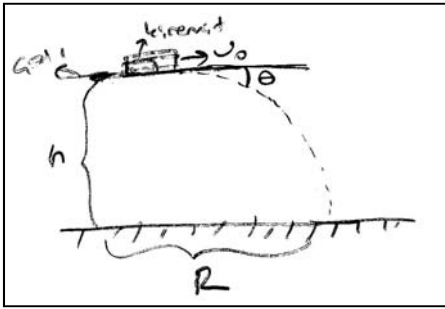
7. etkinlikte gerçek dünya problemi için oluşturduğu şekilde “1” puan alan D22 öğretmen adayının aynı doğrultu boyunca yürüme hareketi yapan bir hareketliye ait farklı zamanlardaki durumu ile ilişkili şekil çizdiği görülmektedir. Oysa balerin sığrama hareketi yaparken parabolik bir yol takip etmesi gerekmekte ve şekil çiziminde bu durumun belirtilmesi beklenmektedir.



(D22, 7. etkinlik, şekil çizme)

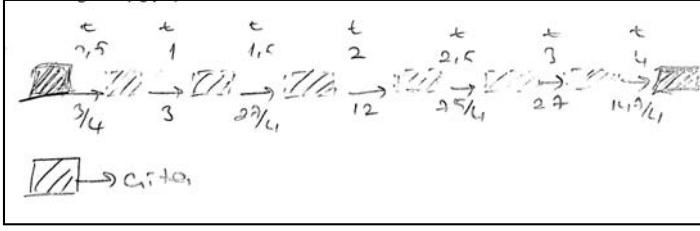
Şekil çizme kısmında “2” puan alınan kısmen doğru cevaplar incelendiğinde şeklin bir kısmının doğru çizilmiş ancak tamamının doğru bir şekilde ifade edilemediği belirlenmiştir. Bu kategoride cevap veren öğretmen adayları 1. etkinlikte 6, 2. etkinlikte 3, 3. etkinlikte 7, 4. etkinlikte 4, 5. etkinlikte 4, 6. etkinlikte 2, 7. etkinlikte 1 ve 8. etkinlikte 5 kişidir. İzleyen kısımda kısmen doğru cevap veren öğretmen adaylarının verdiklerine cevaplara ait bazı örnekler yer verilmiştir.

Aşağıda yer alan örnekte “2” puan alan D1 öğretmen adayına ait 5. etkinlikte yer alan şekil bulunmaktadır. Aday tarafından cismin başlangıçta düşeyde ilk hızının olmadığı şekil çizilmiş olmasına rağmen cismin hem yatayda hem de düşeyde bir hızı olması gerekmektedir.

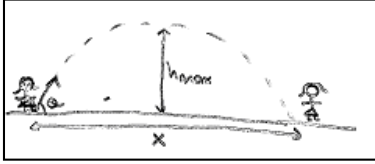


(D1, 5. etkinlik, şekil çizme)

Gerçek dünya probleminde doğru şekil çizen öğretmen adayları ise 1. etkinlikte 3, 2. etkinlikte 4, 3. etkinlikte 4, 4. etkinlikte 4, 5. etkinlikte 8, 6. etkinlikte 10, 7. etkinlikte 9 ve 8. etkinlikte 7 kişi olarak tespit edilmiştir. Bu öğretmen adaylarına ait verilen cevaplardan bazı örnekler aşağıda yer almaktadır.



(D1, 2. etkinlik, şekil çizme)



(D9, 6. etkinlik, şekil çizme)

Özetle matematiksel modelleme etkinliklerinin ilk aşaması olan gerçek dünya problemi aşamasında öğretmen adaylarından problemi daha yakından tanımaları için gerçek dünya problemini kendi cümleleri ile ifade etmeleri ve gerçek dünya problemine uygun bir şekil çizmeleri beklenmiştir. İncelenen öğretim materyallerinde 4. etkinlikten sonraki hiçbir etkinlikte adayların “1” puan almadıkları belirlenmiştir. “1” puan alan adayların yaptıkları yanıtlar ise gerçek dünya problemini anlamamaları ve buna bağlı olarak ta problem durumunda neyin ifade edildiğini, neyin istendiğini yazamamalarından kaynaklanmıştır. “2” puanın tüm etkinliklerde alınan bir puan olduğu görülmüştür. Bu kategoride yer alan öğretmen adaylarının yaptıkları yanıtlar ise problem durumunu tamamıyla ifade edememe, istenenlerin bir kısmını belirtmeme ve tüm problem durumunu yansıtamama şeklinde olmuştur. Etkinlikler sürecinde gerçek dünya probleminin tanınması bölümünde 5, 6, 7 ve 8. etkinliklerde doğru cevap veren adaylarının sayısının yüksek olduğu belirlenmiştir.

Problem durumunun uygun olarak çizilen şekillerde “1” puan alan öğretmen adaylarının problem durumunu ifade eden bir şekil çizmedikleri ve problem durumundan farklı bir durumu ifade eden şekil ortaya koydukları belirlenmiştir. “2” puan alan öğretmen adaylarının problem durumunun bir kısmını şekil üzerinde doğru ifade etmekle birlikte problem durumunda ifade edilen bazı noktaları belirtmedikleri veya yanlış çizdikleri ortaya çıkmıştır. Uygulamalarda problemin tanınması bölümünde olduğu gibi bu bölümde de 5, 6, 7 ve 8. etkinliklerde doğru cevap veren adaylarının sayısının yüksek olduğu görülmüştür.

2. Kabullemelerin Yapılması

Matematiksel modelleme etkinliklerinde bir sonraki aşama kabullenmelerin yapılması aşamasıdır. Bu aşamada öğretmen adayları gerekli ve ihmal edilebilir değişkenleri

belirlemekte ve gerçek dünya probleminin çözümü için uygun kabullenmeleri oluşturmaktadırlar. Kabullenmelerin yapılması aşamasında gerekli değişkenlerin belirlenmesinde tüm uygulamalara katılan öğretmen adaylarından yalnızca ilk etkinlikte 1 öğretmen adayı “0” puan almıştır. “1” puan alan öğretmen adayları 4. etkinlikte 1 ve 8. etkinlikte 1 kişidir. “2” puan alan öğretmen adayları 1. etkinlikte 10, 2. etkinlikte 11, 3. etkinlikte 10, 4. etkinlikte 4, 5. etkinlikte 2, 6. etkinlikte 4, 7. etkinlikte 2 ve 8. etkinlikte 2 kişidir. Değişkenleri doğru olarak ifade edip “3” puan alan öğretmen adayları ise 1. etkinlikte 1, 2. etkinlikte 1, 3. etkinlikte 2, 4. etkinlikte 4, 5. etkinlikte 10, 6. etkinlikte 8, 7. etkinlikte 10 ve 8. etkinlikte 9 kişi olarak belirlenmiştir.

Tablo 45. Öğretmen adayları tarafından belirtilen gerekli değişkenler

	Öğretmen adayları tarafından ifade edilen, etkinliklerde yer alan gerekli değişkenler	Öğretmen adayları tarafından ifade edilen, etkinliklerde kullanılacağı düşünülen ancak gerekli olmayan değişkenler
1. etkinlik	Aracın limit hızı (11) Işıkların yanma süresi (9) İki trafik lambası arası mesafe (11)	Yol ayrımları, viraj ve yokuşlar (4) Yolun yapısı (3), Trafik yoğunluğu (2) Diğer araçların trafik kurallarına uyması (2) Hava şartları (1) Yol ayrımlarındaki trafik lambaları (1) Aracın uzunluğu (1)
2. etkinlik	Çitanın hızı (11) Çitanın aldığı yol (7)	Ormanın açıklık durumu (1) Hava koşulları (4) Avın hızı (9) Avın kaçtığı yön (4) Yer şekilleri (6) Çitanın enerjisi (1)
3. etkinlik	Yükseklik (12) Yerçekimi ivmesi (8) Geçen süre (3)	Bebeğin kilosu (2) Zaman aralıkları (4) Bebeğin yere çarpma hızı (6) Hava sürtünmesi (2) Hava direnci (2)
4. etkinlik	Damlacığın havada kalma süresi (7) Suyun çıkış hızı (10) Yerçekimi ivmesi (6) Damlacığın çıkabileceği maksimum yükseklik (6)	Damlacığın yere çarpma hızı (6) Suyun basıncı (2) Hava şartları (1) Borunun uzunluğu (2)
5. etkinlik	Cismin ilk hızı (12) Cismin yerden yüksekliği (10) Yerçekimi ivmesi (11) Cismin düşme açısı (10)	Cismin yatayda aldığı yol (4) Cismin havada kalma süresi (7) Cismin düştüğü andaki hızı (2) Rüzgar (1)
6. etkinlik	Balerinin çıktığı maksimum yükseklik (11) Yerçekimi ivmesi (8) Balerinin yatayda aldığı yol (9) Balerinin ilk hızı (8) Balerinin atlama açısı (8) Balerinin havada kalma süresi (8)	Balerinin ağırlığı (1)

Tablo 45'in devamı

7. etkinlik	Yerçekimi ivmesi (11) Bacaklar arası açı (10) Ayağın hızı (12) Açısal ivme (6) Teğetsel ivme (3)	Bacak uzunluğu (11) Periyot (1)
8. etkinlik	Otomobilin hızı (11) Kameranın hızı (10) Otomobil ve kamera arasındaki açı (10) Otomobil ve kameranın yönü (6)	Otomobil ve kameranın ivmesi (2) Yerçekimi ivmesi (1) Otomobil ve kameranın aldığı yol (1)

Tablo 45'de de görüldüğü gibi öğretmen adayları tarafından ifade edilen gerekli değişkenler incelendiğinde özellikle ilk üç etkinlikte gerekli değişkenler kategorisine uygun olmayan değişkenlerin sayısının oldukça fazla olduğu görülmektedir. Bazı etkinliklerde belirtilen gerekli değişkenler (3. etkinlikte yükseklik, 5. etkinlikte cismini ilk hızı, 7. etkinlikte ayağın hızı) tüm öğretmen adayları tarafından ifade edilmiştir. Gerekli değişkenlerin bir kısmı çoğu öğretmen adayı tarafından ifade edilmesine karşın bazı gerekli değişkenlerin (3. etkinlikte geçen süre, 7. etkinlikte teğetsel ivme) çok az öğretmen adayı tarafından belirtildiği görülmektedir. Buna karşın problem durumu için gerekli olmayan bazı değişkenler (2. etkinlikte avın hızı, 7. etkinlikte bacak uzunluğu) ise birçok öğretmen adayı tarafından gerekli değişken olarak düşünülmüştür.

Tüm etkinliklere katılan öğretmen adaylarına ait ihmal edilebilir değişkenler incelendiğinde 1. etkinlikte 3 ve 8. etkinlikte 2 öğretmen adayı "0" puan almıştır. "1" puan alan öğretmen adayları 1. etkinlikte 1, 2. etkinlikte 2, 5. etkinlikte 1 ve 6. etkinlikte 1 kişi olarak belirlenmiştir. Öğretmen adayları tarafından ihmal edilebilir değişkenlerin belirlenmesi alanında alınan "2" puanlar incelendiğinde 1. etkinlikte 6, 2. etkinlikte 8, 3. etkinlikte 3, 4. etkinlikte 3 ve 6. etkinlikte 1 öğretmen adayı tarafından elde edilmiştir. Aynı aşamada "3" puan 1. etkinlikte 2, 2. etkinlikte 2, 3. etkinlikte 9, 4. etkinlikte 9, 5. etkinlikte 11, 6. etkinlikte 10, 7. etkinlikte 12 ve 8. etkinlikte 10 öğretmen adayı tarafından alınmıştır.

Tablo 46. Öğretmen adayları tarafından belirtilen ihmal edilebilir değişkenler

	Öğretmen adayları tarafından ifade edilen etkinliklerde yer almayacak ihmal edilebilir değişkenler	Öğretmen adayları tarafından ifade edilen ancak etkinliklerle ilişkisi olmayan değişkenler	Öğretmen adayları tarafından ifade edilen etkinliklerde kullanılacağı ihmal edilebilir olarak düşünülen ancak ihmal edilmeyecek değişkenler
1. etkinlik	Rüzgarın yönü (6) Sürtünme kuvveti (5), Yaya geçitleri (3) Diğer araçların trafikteki durumu (1)	İklim (6) Yolun yapısı (5) Yokuşlar (1)	Işıkların yanma süresi (1)
2. etkinlik	Çıtanın enerjisi (3) Orman sıklığı (5) İklim (4) Yön (2)	Çıtanın büyüklüğü (4) Yer şekilleri (5) Av durumu (4) Çıtanın yaşı (1) Çıtanın ayak uzunluğu (2)	-
3. etkinlik	Bebeğin boyu (5) Bebeğin ilk hızı (2) Bebeğin ilk konumu (3) Bebeğin ağırlığı (6) Hava sürtünmesi (5)	Çarşafın büyüklüğü (3) Rüzgar yönü (3)	-
4. etkinlik	Rüzgarın yönü (3) Rüzgarın şiddeti (2) Hava sürtünmesi (8) Suyun basıncı (2) Suyun borudan çıkış hızı (1) Damlacığın kütlesi (2) Borunun uzunluğu (2) Hava koşulları (3)	Borunun kesiti (6)	Yerçekimi ivmesi (2)
5. etkinlik	Cismin büyüklüğü (2) Cismin ağırlığı (8) Etki eden sürtünme kuvveti (7) Cismin kütlesi (4) Hava koşulları (3)	Havanın nem oranı (1)	Bina yüksekliği (1) Yerçekimi ivmesi (1)
6. etkinlik	Ağırlık (11) Ayak mesafesi (2) Sürtünme kuvveti (8)	-	Yerçekimi ivmesi (2) Havada kalma süresi (1)
7. etkinlik	İki adım arası mesafe (9) Zaman (7) Periyot (5) Alınan yol (7) Bacak uzunluğu (1) Yerin sürtünmesi (2)	Ayağın büyüklüğü(1) Ayak ağırlığı (1)	-
8. etkinlik	Otomobil ve kamyonun ivmesi (7) Otomobil ve kamyonun aldığı yollar (7) Cisimlerin hareket süreleri (4) Yerin sürtünme katsayısı (1)	Yolun yapısı (2)	-

Tablo 47 incelendiğinde öğretmen adayları tarafından ifade edilen ihmal edilebilir değişkenlerin üç kategori altında toplandığı görülmüştür. Adaylar tarafından verilen cevaplar 1) problem durumu için ihmal edilebilir değişkenler, 2) problem durumu ile ilişkisi olmayan değişkenler ve 3) problem durumunda gerekli olan ancak öğretmen adayları tarafından ihmal edilebilir değişkenler olarak kategorilendirilmiştir. İhmal edilebilir değişkenler incelendiğinde bazı ihmal edilebilir değişkenlerin (4. etkinlikte hava sürtünmesi, 5. etkinlikte cismin ağırlığı, 6. etkinlikte ağırlık ve 7. etkinlikte iki adım arası mesafe) birçok öğretmen adayı tarafından belirtildiği görülmektedir. Belirtilen ihmal edilebilir değişkenlerde ilk üç etkinlikte problem durumu ile ilişkisi olmayan değişken sayısının fazla olduğu görülmektedir. İhmal edilebilir değişkenler kategorisinde son dört etkinlikte, problem durumu ile ilişkisi olmayan değişkenler ve problem durumunda gerekli olan ancak öğretmen adayları tarafından ihmal edilebilir değişkenler olarak nitelendirilen kategorilerde belirtilen değişken sayısı azalmıştır.

Uygulamalar sürecinde yalnızca ilk üç etkinlikte öğretmen adaylarından problemin çözümü için uygun kabullenmelerin yapılması istenmiştir. Bu etkinliklerden yalnızca 1. etkinlikte 1 öğretmen adayı “0” puan almıştır. 1. etkinlikte 1, 2. etkinlikte 8 ve 3. etkinlikte 2 öğretmen adayı “1” puan alırken, “2” puan alan öğretmen adayları 1. etkinlikte 10, 2. etkinlikte 8 ve 3. etkinlikte 9 kişi olmuştur. Uygun kabullenmelerin yapılmasında 2. etkinlikte 4 ve 3. etkinlikte 1 öğretmen adayı “3” puan elde etmiştir.

Tablo 47. Öğretmen adayları tarafından problemin çözümü için ifade edilen kabullenmeler

	Öğretmen adayları tarafından ifade edilen uygun kabullenmeler	Öğretmen adayları tarafından ifade edilen ancak uygun olmayan kabullenmeler
1.etkinlik	Yolun belirli bir hız limitinin olduğu (9) Diğer araçların trafikte herhangi bir aksama oluşturmadığı (5) Duran tüm araç yolun yarısına geldiğinde belirli bir hız limitine ulaştığı (3)	Süratin önemli olmadığı (1)
1.etkinlik	Duran araçların yola başladığında belirli bir hız limitine ulaştığı (1) Yolun engebeli olmadığı (1) Hareketlilerin hızlarının değil süratlerinin önemli olduğu (5) Işıklarının belirli yanma sürelerinin olduğu (1) Işıkların belirli aralıklarla konulması (1)	-

Tablo 47'in devamı

2. etkinlik	Çıtanın belirli bir süre sonra maksimum hız ulaştığı (3) Çita ile ceylan arasında bir mesafe olduğu (2) Sürtünmenin olmadığı (1) Çita ve ceylanın aynı yönde olduğu (2) Yer şekillerinin düzgün olduğu (4) Çıtanın ceylanı gördüğü anda ilk hızının sıfır olduğu (2)	Çıtanın 5 saniyede maksimum hıza ulaştığı (2) Çıtanın dakikada 200 m yol aldığı (1) Çita ile av arasındaki mesafenin 150 m olduğu (1) Çıtanın ceylanı gördüğü andaki hızının 50m/s olduğu (1) Çıtanın adımlarının 2,5m olduğu (1)
3. etkinlik	Yerçekimi ivmesinin sabit olduğu (6) Hava sürtünmesinin olmadığı (12) Mevsim şartları ve rüzgarın ihmal edildiği (1) Yüksekliğin sabit olduğu (3) Bebeğini ilk hızının sıfır olduğu (6) Çarşafın zeminde aynı hizada olduğu (1)	Bebeğin ağırlığının ihmal edildiği (4) Bebeğin 1 saniyede belirli oranda yol aldığı (3)

Tablo 47'de de görüldüğü gibi ilk üç etkinlikte yer alan kabullenmeler aşaması incelendiğinde ilk etkinlikte sadece bir öğretmen adayının “süratin önemli olmadığını” belirttiği görülmektedir. 2. etkinlikte problem durumu ile ilişkisi olmayan kabullenmelerin oldukça fazla belirtildiği, 3. etkinlikte ise problem durumu ile ilişkisi olmayan sadece iki değişkenin belirtildiği görülmektedir. Uygun kabullenmeler incelendiğinde ise 1. etkinlikte yer alan yolun belirli bir hız limitinin olduğu ve 3. etkinlikte bulunan hava sürtünmesinin olmadığı kabullenmelerinin çoğu öğretmen adayı tarafından ifade edildiği tespit edilmiştir.

Özetle öğretmen adayları tarafından ortaya koyulan gerekli değişkenler incelendiğinde yalnızca 1 ve 4. etkinliklerde 1 öğretmen adayının “1” puan aldığı belirlenmiştir. Adayların belirttikleri gerekli değişkenlerin yanında ihmal edilebilir bazı değişkenleri de gerekli değişken olarak düşündükleri görülmesine karşın 5, 7 ve 8. etkinliklerde bu sayı azalmıştır. Adayların 2. etkinlikte hiç birinin “zaman” değişkenini gerekli bir değişken olarak düşünmediği ve 3. etkinlikte yalnızca 3 öğretmen adayının “zaman”ı gerekli değişken olarak belirttikleri ortaya çıkmıştır. Bunun yanında 7. etkinlikte 6 öğretmen adayının açısız ivmeyi gerekli değişken olarak belirtmesine karşın yalnızca 3 öğretmen adayının teğetsel ivmeyi gerekli bir değişken olarak belirtmiştir. Gerekli değişkenlerde 2. etkinlikte çıtanın ivme, hız ve konumunu belirten bir fonksiyonun bulunması istenmesine karşın 9 öğretmen adayı tarafından avın hızının gerekli değişken olarak görülmüştür, bunun yanında 7. etkinlikte bir adımın toplam ivmesinin sorulduğu soruda 11 öğretmen adayı bacak uzunluğunu gerekli değişken olarak ifade etmiştir.

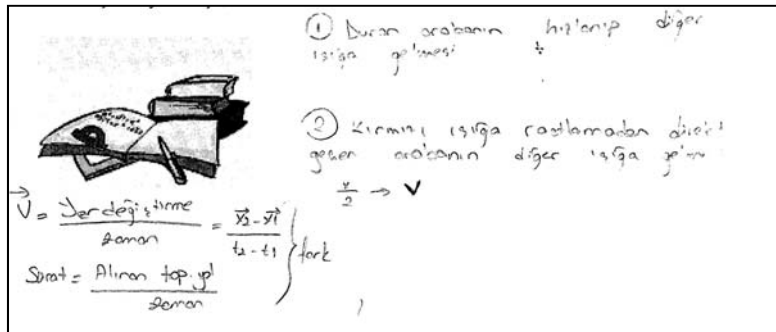
Uygulamalar sürecinde ihmal edilebilir değişkenler incelendiğinde öğretmen adayları tarafından 2. etkinlik dışında tüm etkinliklerde sürtünmenin ihmal edileceği belirtilmiştir. Adaylar tarafından 1, 2, 3, 4 ve 5. etkinliklerde ifade edilen değişkenin iklim (hava koşulları, rüzgar, nem oranı...) olduğu görülmektedir. Cisimlerin ağırlığının ihmal edileceği 3, 5, 6 ve 7. etkinliklerde belirtilirken, hareket süresinin önemli olmadığı 1, 6, 7 ve 8. etkinliklerde ifade edilmiştir. Bunlar dışında etkinliklerde gerekli bir değişken olarak kullanılacak olan yerçekimi ivmesi ise 4, 5 ve 6. etkinliklerde adaylar tarafından ihmal edilebilir bir değişken olarak belirtilmiştir.

Uygun kabullenmelerin yapılması bölümünde öğretmen adaylarının bir önceki aşamada belirtilen sürtünmeye yönelik benzer kabullenmelerinin olduğu görülmektedir. Sürtünmenin olmadığını 2 ve 3. etkinliklerde ifade eden öğretmen adayları, ayrıca yer şekillerinin de ihmal edildiğini 1 ve 2. etkinliklerde belirtmişlerdir.

3. Matematiksel Problemin Çözümü

Matematiksel modelleme etkinliklerinde yer alan bir sonraki aşama matematiksel problemin çözümüdür. Yürütülen uygulamalarda tüm etkinliklere katılan öğretmen adaylarına ait çalışmalar incelendiğinde 1. ve 2. etkinliklerde 1 öğretmen adayının “0” puan aldığı belirlenmiştir. “1” puan alan öğretmen adayları 1. etkinlikte 11, 2. etkinlikte 2, 4. etkinlikte 1 ve 8. etkinlikte 1 kişi olarak tespit edilmiştir. Etkinliklerin matematiksel problemi çözme aşamasında 1. etkinlikte öğretmen adayları ya açıklamalarda bulunup uygun olmayan hareket denklemlerini ifade etmiş (D1, D3, D9, D12, D14, D15, D17) yada sayı değerleri kullanmak isteyerek soru çözmeye çalışmışlardır (D8, D13, D16, D18, D22).

Bu aşamada D14 öğretmen adayı 1. etkinlikte istenilen süre konusunda açıklamada bulunmuş ve kırmızı ışığın yanma süresini hız ve sürat arasındaki farkı belirtmiştir.



① Duran arabanın hızlanıp diğer ışığa gelmesi

② Kırmızı ışığa rastlamadan diğer geçen arabanın diğer ışığa gelmesi

$$V = \frac{\text{Yerdeğiştirme}}{\text{Zaman}} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$$

$$\text{Sürat} = \frac{\text{Alınan top. y}}{\text{Zaman}}$$

fark

(D14, 1. etkinlik, matematiksel problemin çözümü)

1. etkinlikte “1” puan alan D9 öğretmen adayı sabit ivmeli ve sabit hızlı hareketlerin her ikisinde de aynı hareket denklemlerini kullanmış ve uygun olmayan denklemleri kullandığı için bu kategoride yer almıştır.

İ. durum = Arac. 1. lambada kırmızı babetleyip yası. 1.2. yandığında harekete başlaması:

$$\frac{x_1}{t_1} = v \quad t_1 = \frac{x_1}{2v} \quad (\text{yolun yarısında limit hız ulaşması})$$

$$\frac{x_2}{t_2} = v \quad t_2 = \frac{x_2}{2v} \quad (\text{yolun yarısını limit hızda bitirme})$$

$$\frac{v \cdot 0}{2} = \frac{v}{2} \Rightarrow \frac{v \cdot v}{2}$$

$$\frac{x}{v} = t_1 \quad \left. \begin{array}{l} \frac{x}{v} = t_2 \end{array} \right\} t_1 + t_2$$

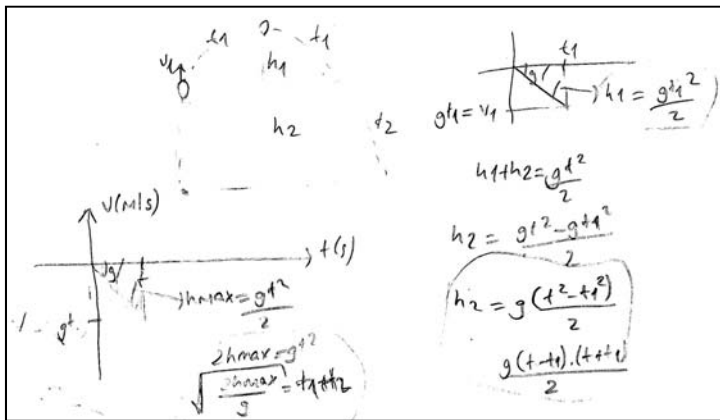
(D9, 1. etkinlikteki matematiksel problemin çözümü)

“1” puan alan öğretmen adayları 2. etkinlikte de soru çözme eğilimi göstermişlerdir (D12, D13). Adaylar bu etkinlikte çitanın belirli aralıklarla verilen konum ve zaman değerleri ile hareket formüllerini kullanarak mevcut problemi çözmeye çalışmışlardır.

2. etkinlikte öğretmen adaylarından konum, hız ve ivmenin zamanın bir fonksiyonu olarak ifade edilmesi beklenirken D12 öğretmen adayı konum ve zaman değerlerini yazıp “ $x = v \cdot t$ ” hareket denklemini bu değerlerle ilişkilendirmiştir. Burada öğretmen adayından hareketliye ait $x = 3t^2$ olan konum, $v = 6t$ olan hız ve $a = 6$ olan ivme fonksiyonlarını bulması beklenmektedir.

4. etkinlikte “1” puan alan D16 öğretmen adayı matematiksel modellemeyi grafikten yararlanarak çözmeye çalışmıştır. 4. etkinlikte D16 öğretmen adayı düşey atış hareketi yapan bir su damlacığının süresini hareket grafiğini çizerek bulmak istemiştir. Ancak aday süre yerine çıkış ve inişteki aldığı yolu hesaplamıştır. Çalışmanın bu bölümünden

öğretmen adayından $T = \frac{v_0}{g} \left(1 + \sqrt{1 + \frac{2gh}{v_0^2}} \right)$ ifadesini bulması beklenmektedir.



(D16, 4. etkinlik, matematiksel problemin çözümü)

Uygulamalar sürecinde son olarak 8. etkinlikte 1 öğretmen adayı “1” puan almıştır. Burada öğretmen adayı gerçek dünya probleminin çözümünde diferansiyel eşitlikleri kullanmıştır. 8. etkinlikte “1” puan alan D13 öğretmen adayı bağıl hareket formülünü yazmış ve bu formülde zamana bağlı olarak diferansiyel olarak işlemi bitirmiştir. Oysa çalışmanın bu bölümünde öğretmen adayından kosinüs teoremini kullanarak vektörel değeri bulmaları beklenmektedir.

$$v_B = v_A - v \quad r_B = r_A - R \quad \frac{dr_B}{dt} = \frac{dr_A}{dt} - \frac{R}{dt} \quad v_B = v_A - v \quad \frac{dv_B}{dt} = \frac{dv_A}{dt} - \frac{dv}{dt}$$

” (D13, 8. etkinlik, matematiksel problemin çözümü)

Matematiksel problemin çözümünde “2” puan alan öğretmen adayları 2. etkinlikte 7 kişidir. Bu adaylardan bir kısmı (D1, D3, D14, D15, D16, D17) türevden yararlanarak yol denkleminin $x = 3t^2$ olduğunu bulmuş ancak hız ve ivme ifadelerini bulamamışlardır. Bu kategorideki yalnızca 1 öğretmen adayı (D22) hareket denklemlerini kullanmayı düşünmüş ve ivme değerini hesaplamıştır. 2. etkinlikte D22 öğretmen adayı sabit ivme ile hareket eden çitanın herhangi bir zamanda verilen konum ve zaman değerlerini kullanarak ivme değerine ulaşmıştır. Oysa çalışma sonucunda öğretmen adayından hareketliye ait $x = 3t^2$ olan konum ve $v = 6t$ olan hız fonksiyonlarını bulması beklenmektedir.

Handwritten work for D22: $x = \frac{1}{2} a t^2$ → sabit ivmeyle hesaplıyor
 $\frac{3}{4} = \frac{1}{2} a \frac{1}{4}$
 $a = 6$

(D22, 2. etkinlik, matematiksel problemin çözümü)

3. etkinlikte kısmen doğru cevap veren öğretmen adayları (D2, D9, D13, D15, D17, D22) diferansiyel eşitliklerden yararlanarak hız değerinin nasıl bulunacağını elde etmiş ancak yüksekliğin nasıl hesap edildiğini ortaya koyamamışlardır. Burada öğretmen adayının $h = 1/2 vt^2$ ifadesini bulması beklenmektedir.

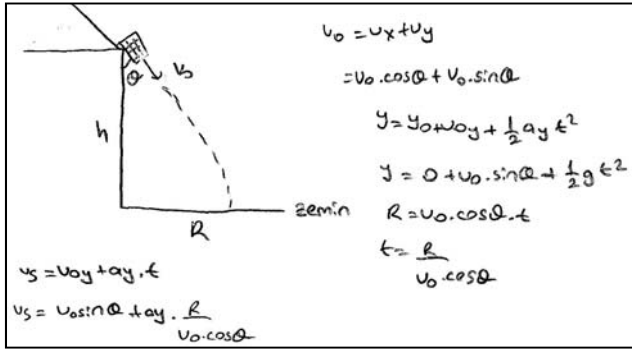
Handwritten work for D19: $\int a dt = \frac{dv}{dt}$
 $\int g dt = v$
 $\int v dt = \frac{dx}{dt}$
 $h = \frac{1}{2} g t^2$
 $a = \frac{dv}{dt}$
 $v = gt$
 $a = \frac{d^2y}{dt^2}$
 $\frac{d^2y}{dt^2} = \int \int \left(\frac{d^2y}{dt^2} \right) dt dt$

(D19, 3. etkinlik, matematiksel problemin çözümü)

4. etkinlikte kısmen doğru cevap verip “2” puan alan öğretmen adayları (D13, D14, D22) işlem hatası yapmışlardır. D14 öğretmen adayı matematiksel problemin çözümüne uygun hareket denklemleri ile başlamış ancak ilerleyen aşamalarda işlem hatası yaparak doğru sonucu elde edememiştir. Buna karşın etkinlikte uygun işlemler sonucunda

$$T = \frac{v_0}{g} \left(1 + \sqrt{1 + \frac{2gh}{v_0^2}} \right)$$
 ifadesinin oluşturulması beklenmektedir.

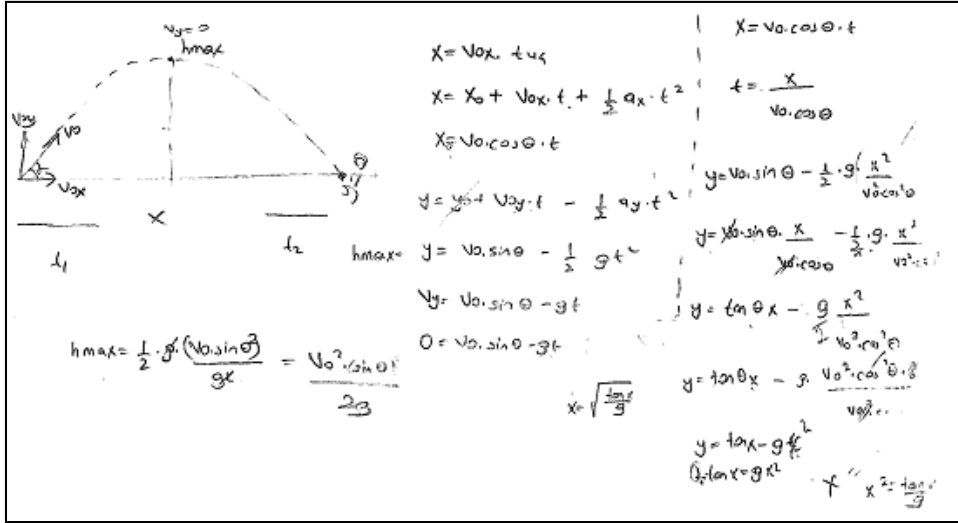
5. etkinlikte kısmen doğru cevap verip “2” puan alan öğretmen adayları matematiksel problemin çözümünde belirli bir kısma kadar gelip sonrasında yürütmeye hata yapmışlardır. D9 öğretmen adayı 5. etkinlikte başlangıçta tuğlanın hızını bileşenlerine ayırmış ancak sonrasında hız değerlerini toplayamamıştır. Oysa gerekli işlemler yapıldık sonra çalışma sonucunda son hızın $v = \sqrt{v_0^2 + 2gh}$ şeklinde bulunması beklenmektedir.



$v_0 = v_x + v_y$
 $= v_0 \cdot \cos \theta + v_0 \cdot \sin \theta$
 $y = y_0 + v_{0y} t + \frac{1}{2} a_y t^2$
 $0 = 0 + v_0 \cdot \sin \theta t + \frac{1}{2} g t^2$
 $R = v_0 \cdot \cos \theta \cdot t$
 $t = \frac{R}{v_0 \cdot \cos \theta}$
 $v_y = v_{0y} + a_y \cdot t$
 $v_y = v_0 \cdot \sin \theta + a_y \cdot \frac{R}{v_0 \cdot \cos \theta}$

(D9, 5. etkinlik, matematiksel problemin çözümü)

6. etkinlikte D8, D13 ve D15 öğretmen adayları uygun hareket denklemleri ile gerçek dünya problemini çözmeye başlamış ancak doğru sonuca ulaşamamışlardır. 6. etkinlikte D8 öğretmen adayı matematiksel formülün oluşturulması için uygun hareket denklemlerini kullanmış ancak sonrasında işlem hatası yaptığı için doğru sonucu elde edememiştir. Oysa öğretmen adayından çalışma sonucunda $H/R = 1/4 \tan \theta$ şeklinde bir ifadenin bulunması beklenmektedir.



(D8, 6. etkinlik, matematiksel problemin çözümü)

7. etkinlikte kısmen doğru cevap verip “2” puan alan öğretmen adaylarından D13 ve D22 yalnızca radyal ivmeyi hesaplarken, D15 ve D16 matematiksel problemin çözümünde yalnızca teğetsel ivmeyi hesaplamışlardır. Matematiksel problemin çözümü aşamasında 2. etkinlikte 2, 3. etkinlikte 6, 4. etkinlikte 8, 5. etkinlikte 10, 6. etkinlikte 9, 7. etkinlikte 8 ve 8. etkinlikte 11 öğretmen adayı doğru sonuca ulaşmış ve “3” puan elde etmiştir.

Özetle matematiksel problemin çözümü aşaması incelendiğinde öğretmen adaylarının ilk etkinlikten itibaren aşamalı olarak bu bölümden aldıkları puanlarda bir artış olduğu görülmektedir. Adaylar ilk etkinlikte sadece “0” ve “1” puan alırken, bu aşama 5. etkinlikte 10, 6. etkinlikte 9, 7. etkinlikte 8 ve 8. etkinlikte ise 11 öğretmen adayı tarafından doğru olarak cevaplanmıştır. “1” puan alan öğretmen adayları tarafından modelin doğrulanması aşamasında yapılan yanlışlar incelendiğinde 1 ve 8. etkinliklerde uygun olmayan hareket denklemlerinin kullanıldığı, 1 ve 2. etkinlikte problem durumunda verilen değişkenleri kullanarak soru çözmeye çalıştıkları ve 4. etkinlikte uygun olmayan hareket denklemlerinden yararlandıkları görülmüştür. Bu aşamaya kısmen doğru cevap veren öğretmen adayları 2, 3 ve 7. etkinliklerde gerçek dünya probleminde istenilenlerin bir kısmını bulabilmiş ve 4, 5 ve 6. etkinliklerde ise işlem hatası yaptıkları için bu kategoride yer almışlardır.

4. Çözümü Yorumlama

Matematiksel modelleme etkinliklerinin bir sonraki aşaması olan çözümü yorumlama aşamasında 1. etkinlikte öğretmen adaylarına üç soru yöneltilmiştir. Birinci soruda 3 öğretmen adayı “1”, 8 öğretmen adayı 2, 1 öğretmen adayı 3 puan, 2. soruda 1 öğretmen adayı 0, 3 öğretmen adayı 1, üç öğretmen adayı 2, 5 öğretmen adayı 3 puan ve 3. soruda 8

öğretmen adayı 1, 1 öğretmen adayı 2 ve 3 öğretmen adayı 2 puan almıştır. 1. soruda öğretmen adaylarının yaptıkları yanlışlar incelendiğinde işlem hatasından veya yanlış formül kullanmalarından kaynaklanan hatalar yaptıkları görülmüştür.

“ $v = a.t$ $x = v.t$ $x = a.t^2$ ”(D16, 1. etkinlik, çözümü yorumlama)

2. etkinlikte çözümü yorumlama aşamasında bir soru yer almaktadır. Bu aşamada sorulan sorudan 2 öğretmen adayı “1”, 5 öğretmen adayı “2” ve 5 öğretmen adayı “3” puan almıştır. Soruya yanlış cevap veren öğretmen adayları yanlış hareket denklemleri kullanmışlardır. “2” puan alan öğretmen adayları konum, hız veya ivme değerlerinin birini veya ikisini hesap etmişlerdir.

$x = 3t^2$	$t = 5$	$x = v \cdot t$	$a = \frac{v}{t}$
$x = 75 \text{ m}$		$75 = v \cdot 5$	$a = \frac{15}{5}$
		$v = 15 \text{ m/s}$	$a = 3$

(D9, 2. etkinlik çözümü yorumlama)

3. etkinlikte çözümü yorumlama aşamasında iki soru bulunmaktadır. Bu sorulardan birincisi incelendiğinde 1 öğretmen adayı “0”, 1 öğretmen adayı “1”, 4 öğretmen adayı “2” ve 6 öğretmen adayı “3” puan, ikincisi incelendiğinde ise 1 öğretmen adayı “0” puan, 1 öğretmen adayı “1” puan, 5 öğretmen adayı “2” puan ve 5 öğretmen adayının “3” puan aldığı görülmüştür. İlk soruda “1” veya “2” puan alan öğretmen adayları uygun olmayan veya yanlış hareket denklemlerini kullanırken, ikinci soruda yanlış veya kısmen doğru cevap veren öğretmen adayları 1/2 ve/veya 1/8. saniyelerdeki aldığı yol veya konum değerlerini hesaplayamamışlardır.

$v = 2,45 \text{ m/s}$	$g = 9,8$	$v = a \cdot t$	$x = v \cdot t$
$a = ?$	$a = v \cdot g$	$2,45 = 9,8 \cdot t$	$x = 2,45 \cdot 0,25$
$x = ?$	$a = 9 = 9,8$	$t = 0,25 \text{ s}$	$x = 0,6125 \text{ m}$
$t = ?$			

(D1, 3. etkinlik, çözümü yorumlama)

4. etkinlikte çözümü yorumlama aşamasında iki soru yer almaktadır. İlk sorudan 2 öğretmen adayı “1”, 2 öğretmen adayı “2” ve 8 öğretmen adayı “3” puan, ikinci sorudan 1 öğretmen adayı “1”, 2 öğretmen adayı “2” ve 9 öğretmen adayı “3” puan elde etmiştir. Bu aşamaya öğretmen adayları tarafından verilen cevaplar incelendiğinde adaylardan D16 hariç tamamının derste elde ettikleri formülle değil eski yaşantılarındaki formülleri

kullanarak sonuca ulaştıkları görülmüştür. D16 öğretmen adayının ise hareket grafiklerinden yararlanarak doğru sonuca ulaştığı belirlenmiştir.

$$h_{\max} = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{(19,6)^2}{2 \cdot (9,8)} = \frac{384,16}{19,6} = 19,6 \text{ m}$$

(D9, 4. etkinlik, çözümü yorumlama)

5. etkinlikte çözümü yorumlama aşamasında iki soru bulunmaktadır. İlk sorudan 1 öğretmen adayı "2" puan, 11 öğretmen adayı "3" puan alırken ikinci soruya tüm öğretmen adayları doğru cevap vermişlerdir. Bu aşamada doğru cevap veren öğretmen adayları D16 öğretmen adayı hariç tüm öğretmen adayları bir önceki aşama olan matematiksel modelin formülleştirilmesi aşamasında elde ettikleri formülü kullanarak sonuca ulaşmışlardır. D16 öğretmen adayı ise hareket grafiklerini kullanarak doğru sonucu elde etmiştir.

$$v = \sqrt{v_0^2 + 2gh}$$

$$v = \sqrt{100 + 2 \cdot 10 \cdot 10}$$

$$v = \sqrt{100 + 200}$$

$$v = \sqrt{300} = 10\sqrt{3} = 10 \cdot 1,73 = 17,3 \text{ m/s}$$

(D8, 5. etkinlik, çözümü yorumlama)

6. etkinlikte çözümü yorumlama aşamasında iki soru yer almaktadır. İlk soru incelendiğinde 1 öğretmen adayı "1", 1 öğretmen adayı "2" ve 10 öğretmen adayı "3" puan almıştır. İkinci soruda ise 1 öğretmen adayı "1", 3 öğretmen adayı "2" ve 8 öğretmen adayı "3" puan elde etmiştir. Bu aşamada öğretmen adaylarının tamamı bir önceki aşama olan matematiksel modelin formülleştirilmesi aşamasında elde ettikleri formülü kullanmışlardır. Kısmen doğru cevap veren adaylar ise işlem hatası yapmışlardır.

$$h_{\max} = \frac{v_0^2 \cdot \frac{1}{4}}{2 \cdot 9,8}$$

$$9,70 = \frac{10^2 \cdot \frac{1}{4}}{20}$$

$$x = v_0 \cdot \cos \theta \cdot t$$

$$x = 10 \cdot \cos 30 \cdot 2,7148$$

$$x = (10 \cdot 0,866) \cdot 2,7148$$

$$x = 23,5148$$

$$v^2 = 100 + 20 \cdot 1,2755$$

$$v^2 = 125$$

$$v = \sqrt{125}$$

$$v = 11,1803$$

(D8, 6. etkinlik, çözümü yorumlama)

7. etkinlikte çözümü yorumlama aşamasında üç soru yer almaktadır. İlk soru tüm öğretmen adayları tarafından doğru olarak cevaplanmıştır. İkinci soruda 2 öğretmen adayı "2", 10 öğretmen adayı "3" puan elde etmiştir. Üçüncü soruda ise 2 öğretmen adayı "0", 2 öğretmen adayı "1", 8 öğretmen adayı "3" puan almıştır. Çalışma sürecinde ikinci soruda

kısmen doğru cevap veren öğretmen adaylarının üçüncü sorunun ikinci soru ile ilişkili olması nedeni ile bu soruda yanlış cevap kategorisinde yer almışlardır.

8. etkinlikte çözümü yorumlama aşamasından 3 öğretmen adayı “2”, 9 öğretmen adayı “3” puan elde etmiştir. Bu aşamada kısmen doğru cevap veren öğretmen adaylarının önceki yaşantılarında karşılaştıkları bağıl hareket formüllerini kullandıkları tespit edilmiştir.

Özetle bu aşamada öğretmen adayları tarafından elde edilen puanlar incelendiğinde ilk etkinliklerde adayların oldukça düşük puanlar almasına karşın ilerleyen etkinliklerde elde ettikleri puanlarda artış olduğu belirlenmiştir. Çözümü yorumlama aşamasında “1” puan alan tüm adaylar incelendiğinde bu adayların hepsinin yanlış hareket denklemleri kullanmaları sonucunda bu puanı elde ettikleri tespit edilmiştir. “2” puan alan öğretmen adaylarına ait cevaplar incelendiğinde ise 1. etkinlikte 8 ve 6. etkinlikte 3 öğretmen adayının yürüttükleri işlemlerde hata yapıkları, 4. etkinlikte 2 öğretmen adayının uygun hareket denklemlerini kullandıktan sonra işlemleri yarıda bıraktıkları, 2. etkinlikte 5, 3. etkinlikte 5 ve 7. etkinlikte 2 öğretmen adayının çözümü yorumlama aşamasında istenilenlerin bir kısmını bulabildiği, 3. etkinlikte 4 öğretmen adayının ($x = a.t^2$) ve 8. etkinlikte 3 öğretmen adayının ($v_{bağıl} = v_{cisim} - v_{gözlemci}$) yanlış hareket denklemleri kullandıkları belirlenmiştir. Bu aşamada da diğer aşamalarda olduğu gibi etkinlikler ilerledikçe elde edilen puanlarda ilerleme belirlenmiştir.

Uygulamalar sürecinde 1, 2, 3, 4 ve 6. etkinliklerde öğretmen adaylarının çözümü yorumlama aşamasında yer alan soruyu çözerken bir önceki aşama olan matematiksel problemin çözümü aşamasında elde ettikleri formüller yerine, genel hareket denklemlerini kullandıkları ve bu nedenle daha uzun işlemler yaparak doğru sonuca ulaştıkları belirlenmiştir.

5. Modelin Doğrulanması

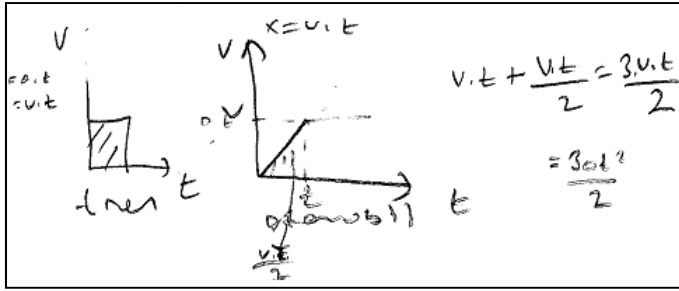
Matematiksel modelleme etkinliklerinin bir diğer aşaması modelin doğrulanması aşamasıdır. Bu aşamada ilk olarak öğretmen adaylarına modeli gerçek dünyaya veya yeni ve farklı durumlara uyarlamaları ile ilgili sorular yöneltilmiştir. Modelin gerçek dünyaya uyarlaması ile ilgili sorular 2, 4, 5, 6, 7 ve 8. etkinliklerde yer almıştır. Uygulamalar sürecinde 2. etkinlik incelendiğinde bu aşamada tüm öğretmen adaylarının “3” puan aldığı tespit edilmiştir. 4. etkinlikte 1 öğretmen adayı “0”, 5 öğretmen adayı “1”i 1 öğretmen adayı “2”, 5 öğretmen adayı “3” puan, 5. etkinlikte 1 öğretmen adayı “2”, 11 öğretmen adayı “3” puan 6. ve 7. etkinlikte tüm öğretmen adaylarının “3” puan ve 8. etkinlikte 1

öğretmen adayı “2” ve 11 öğretmen adayı “3” puan almıştır. Öğretmen adayları 2. etkinlikte “asansörlerde” (D1, D3, D8, D9, D12, D14, D16, D17, D18, D22), “araçlarda” (D9, D13, D14, D16, D17, D18, D22), “hareketli cisimlerde” (D8) “trafikte” (D1, D3, D8, D9, D12, D14, D16, D18), “yürüyüş yaparken” (D1, D3, D8, D9, D12, D16, D17, D18), “otoyollarda” (D15, D17), “fizik derslerinde” (D9, D13), 4. etkinlikte oluşturdukları modeli gerçek dünyada “fiskiyelerden çıkan suyun havada kalma süresinde” (D12, D13, D15, D16, D22) “yapay şelalelerde” (D17), “inşaat yapımlarında” (D16), “askeri araçlarda” (D15), “top sektirmede” (D3, D12), “istop oynarken” (D12) kullanılacağını, 5. etkinlikte “balkondan düşen saksıda” (D1, D16), “uçaktan bırakılan cisimde” (D1, D3, D8, D12, D13, D14, D15, D16, D18), “su kaydıraklarında” (D13, D17), “yamaç paraşütünde” (D13, D17), “lunaparklardaki araçlarda” (D16), 6. etkinlikte “zıplayan kurbağalarda” (D1, D9, D12, D13), “atılan füzelerde” (D13), “futbolda top atmada” (D8, D9, D12, D13, D14, D15, D17, D18), “atletizmde” (D17), “voleybolda manşet atışlarında” (D3, D9, D12, D17), “askeriyede top atışlarında” (D1, D15, D16), “basketbol maçlarında” (D3, D15, D16), “yüzücülerin havuza atlamasında” (D15, D16), “balerinlerde” (D15, D16), “balinalarda” (D16), “kangurunun zıplamasında” (D9), “tavşanın sıçramasında” (D1), 7. etkinlikte “çekiç atmada” (D1, D3, D12), “lunaparklardaki balerinlerde” (D1, D3, D8, D12, D14, D18), “lunaparklardaki ahtapotlarda” (D1, D12), “pervanelerde” (D8, D9, D15, D18), “rüzgar gülünde” (D8, D9, D13, D16), “sema dönüşlerinde” (D9, D15), “dönme dolaplarda” (D9, D13, D15, D16), “gülle atmada” (D13, D14, D16, D18), ve “power rangers filminde” (D16), 8. etkinlikte “yolculuk yaparken” (D1, D3, D8, D12, D13, D14), “filmlerde” (D1, D3, D8, D12, D14, D15, D18), “kavşaklarda” (D8, D15, D17), “otobüste” (D8), “futbol maçında çapraz koşu yaparken” (D13, D22), “araba yarışlarında” (D14), “playstation oyunlarında” (D22) ve “trafikte” (D15, D16, D17, D18, D22) modelin gerçek dünyadaki örneklerini gördüklerini söylemişlerdir.

Modelin doğrulanması aşamasında modelin yeni ve farklı durumlar için uyarlanması ve genişletilmesi ile ilgili sorular yer almaktadır. Bu aşamada 1. etkinlikte üç soru yer almaktadır. Bu aşamanın ilk sorusunda sürat, hız ve ivme ilişkisi sorulmuştur. Soruda öğretmen adaylarında 9 kişi “1” puan, 3 kişi “2” puan almıştır. 1 puan alan öğretmen adayları hız ve ivme ilişkisini yanlış açıklarken 2 puan alan D1 ve D8 öğretmen adayları sürat hız ilişkisini, D14 öğretmen adayı da sürat hız ilişkisini doğru olarak açıklamışlardır.

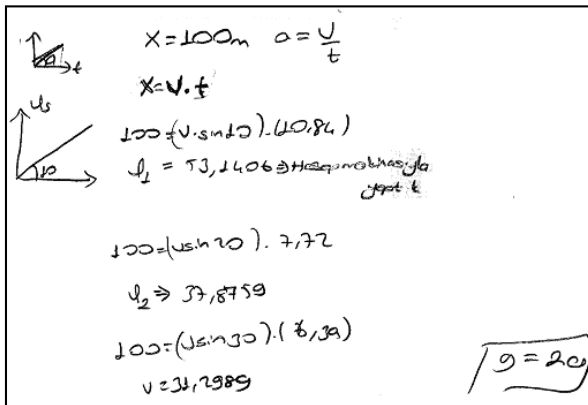
“ivme ile hız doğru orantılıdır. Başlangıç noktasına geri dönmezse hepsi doğru orantılıdır. Başlangıç noktasına geri dönerse sürat artar veya sabit kalırken hız ve ivme de azalır, sıfırlanabilir.”(D13, 1. etkinlik, modelin doğrulanması)

1. etkinliğin ikinci sorusunda 1 öğretmen adayı “0”, 3 öğretmen adayı “1”, 5 öğretmen adayı “2” ve 3 öğretmen adayı “3” puan almıştır. Üçüncü soruda ise 9 öğretmen adayı “1”, 3 öğretmen adayı “2” puan almıştır. Yanlış cevap veren D1, D3, D8, D12, D16, ve D18 öğretmen adayları uygun olmayan hareket grafiklerini kullanırken D9, D14 ve D17 öğretmen adayları yanlış hareket denklemlerini kullanmışlardır.



(D18, 1. etkinlik, modelin doğrulanması)

2. etkinlikte modelin doğrulanması aşamasında iki soru bulunmaktadır. İlk sorudan 10 öğretmen adayı “2”, 1 öğretmen adayı “3” puan elde etmiştir. İkinci sorudan 1 öğretmen adayı “0”, 1 öğretmen adayı “1”, 3 öğretmen adayı “2” ve 7 öğretmen “3” puan almıştır. İlk soruda “2” puan alan öğretmen adayları hareketin üç durum ile açıklanabileceğini belirtmemişlerdir. İkinci soruda yanlış cevap veren öğretmen adayı hareket için uygun olmayan hareket denklemlerini kullanmış, kısmen doğru cevap veren öğretmen adayları ivme ile hız arasında belirli bir ilişki olduğunu bulmuş ancak ivmeyi veren ifadeyi ortaya koyamamışlardır.



(D17, 2. etkinlik, modelin doğrulanması)

3. etkinlikte modelin doğrulanması aşamasında üç soru yer almaktadır. İlk soruda 2 öğretmen adayı “0”, 2 öğretmen adayı “1”, 5 öğretmen adayı “2” ve 3 öğretmen adayı “3”

puan elde etmiştir. 2. soruda 1 öğretmen adayı “0”, 3 öğretmen adayı “1” ve 7 öğretmen adayı “3” puan, 3. soruda 1 öğretmen adayı “0” puan, 2 öğretmen adayı “1” puan, 6 öğretmen adayı “2” puan ve 3 öğretmen adayı “3” puan elde etmiştir. Uygulamalarda “1” puan alan öğretmen adayları istenen hız ve yol değerlerinin bulunması için belirli sayı değerlerinin olması gerektiğini ifade etmişlerdir.

“Saniyeyi bilmemiz gerekir hangi saniyeyi bulmamız isteniyorsa diğer zaman aralıklarını çıkardığımızda o saniyeyi buluruz. $h = 1/2gt^2$ x’i bulduğumuz zaman t’yi bildiğimiz için V’ye geçeriz.”(D12, 3. etkinlik, modeli yorumlama)

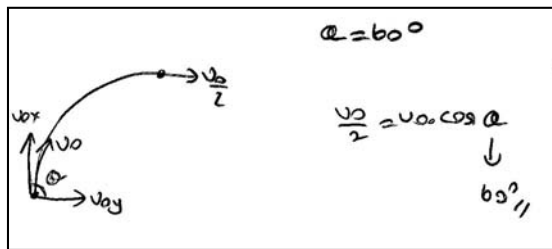
Doğru cevap veren öğretmen adayları belirli saniyelerdeki konum ve hız değerlerinin birbirinden çıkarılması ile doğru sonucun elde edilebileceğini belirtmişlerdir.

Örneğin t_1 sn t_2 diyelim.
 2. sn t_2 " "
 Buradan aldığı yol $h_2 = \frac{1}{2} \cdot g \cdot (t_2)^2 - \frac{1}{2} \cdot g \cdot (t_1)^2$
 $= \frac{1}{2} \cdot g \cdot ((t_2)^2 - (t_1)^2) = \frac{1}{2} \cdot g \cdot (t_2 - t_1) \cdot (t_2 + t_1)$
 $V = g \cdot (t_1)$ $V = g \cdot (t_2)$

(D12, 3. etkinlik, modelin doğrulanması)

3. soruda yanlış cevap veren öğretmen adaylarından bir tanesi uygun hareket denklemlerini, diğeri ise uygun hareket grafiklerini kullanamamıştır. Kısmen doğru cevap veren öğretmen adayları yer çekimi ivmesini 10m/s^2 olarak bulmuş ancak serbest düşme ivmesini bulmak için bir ifade geliştirmemişlerdir.

4. etkinlikte modelin uygulanması aşamasında yöneltilen sorudan 2 öğretmen adayı “2” puan 10 öğretmen adayı “3” puan almıştır. Bu aşamada “2” puan alan öğretmen adayları başlangıç noktasında yatay hızın $V_0/2$ olacağını bulmuş ancak cismin 60° ’lik bir açı ile fırlatıldığını bulamamışlardır.



(D9, 4. etkinlik, modelin doğrulanması)

5. etkinlikte modelin uygulanması aşamasında sorulan iki sorudan birincisinde 1 öğretmen adayı “1”, 5 öğretmen adayı “2”, 6 öğretmen adayı “3” puan, ikincisinde 8 öğretmen adayı “2”, 4 öğretmen adayı “3” puan almıştır. Uygulamalar sürecinde her iki

soruya da kısmen doğru cevap veren öğretmen adayları doğru hareket denklemleri ile başlamış ancak işlem hatası yapmış veya işlemleri tamamlamışlardır.

$$X = v_{0x} \cdot t$$

$$v = v_0 \sin \theta + g \cdot t$$

$$\frac{X}{v_{0x}} = t$$

$$v = v_0 \sin \theta + g \cdot \frac{X}{v_{0x}}$$

$$v - v_0 \sin \theta = \frac{g \cdot X}{v_{0x}}$$

$$\frac{v_{0x} (v - v_0 \sin \theta)}{g} = X$$

(D12, 5. etkinlik, modelin doğrulanması)

Yere düşme hızı sabit. Yatay hızı da sabit olur. $v_x = u \cdot \cos \theta$

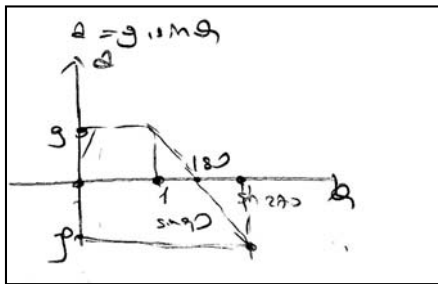
$$v_y = u \sin \theta + g \cdot t$$

$$v = \sqrt{u^2 \cdot \cos^2 \theta + (u \cdot \sin \theta + g \cdot t)^2}$$

(D18, 5. etkinlik, modelin doğrulanması)

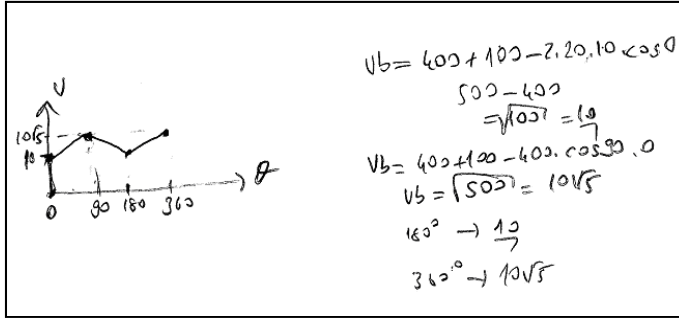
6. etkinlikte yer alan modelin doğrulanması aşamasında 1 öğretmen adayı “1”, 11 öğretmen adayı “2” puan elde etmiştir. “1” puan elde eden öğretmen adayı yanlış hareket denklemlerini kullanmış, “2” puan elde eden öğretmen adayları ise işlem hatası yapmışlardır.

7. etkinlikte modelin doğrulanması aşamasında 3 öğretmen adayı “2”, 9 öğretmen adayı “3” puan almıştır. “2” puan alan öğretmen adayları istenen grafiğe uygun değerleri bulmuş ancak grafiği doğru olarak çizememişlerdir. Bu soruda öğretmen adaylarının sinüs değerine bağlı olarak sinüs dalga fonksiyonuna benzer bir grafik çizmeleri beklenmiştir.



(D3, 7. etkinlik, modelin doğrulanması)

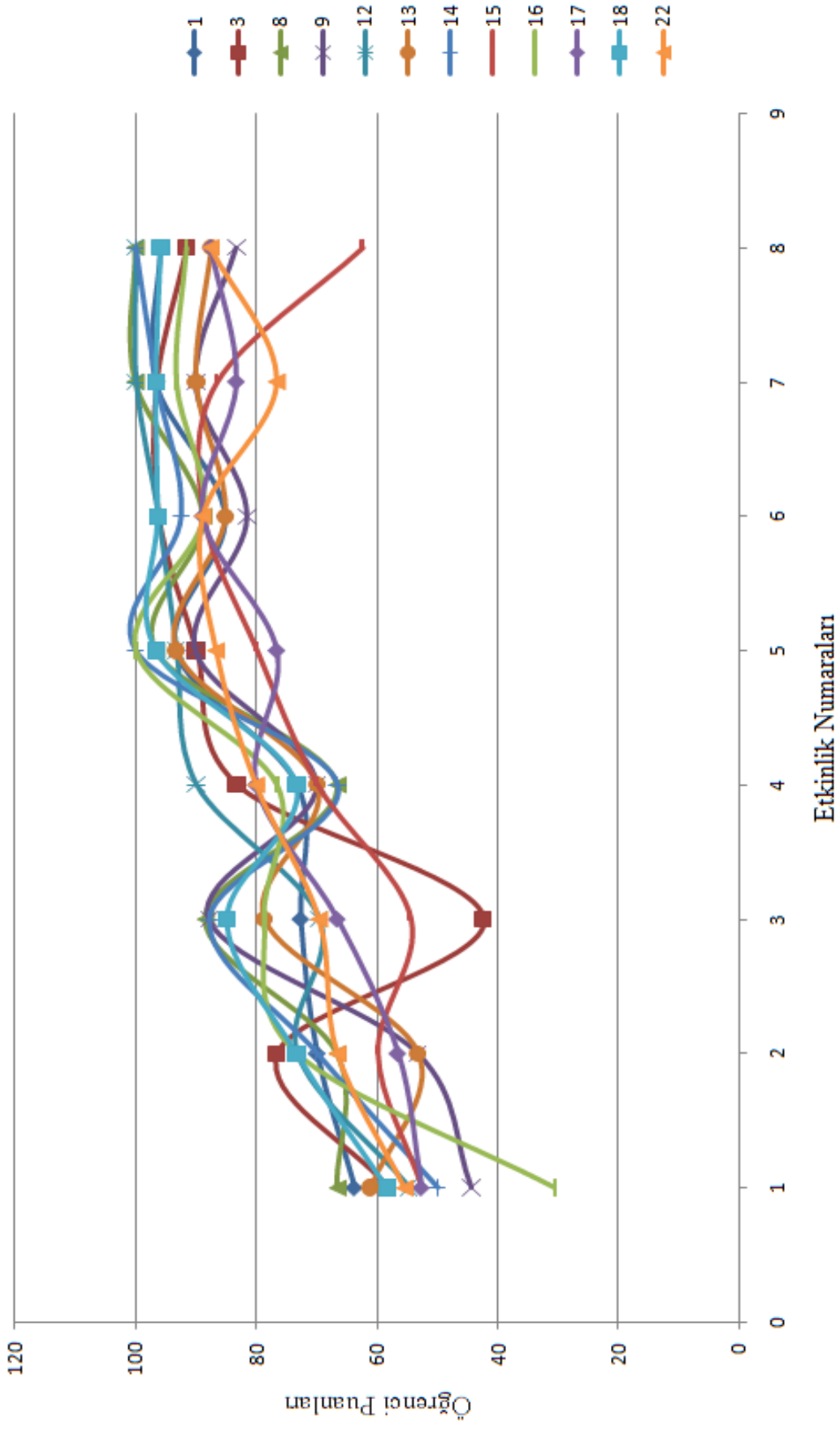
8. etkinlikte modelin doğrulanması aşamasında 5 öğretmen adayı “2” puan, 7 öğretmen adayı “3” puan almıştır. Bu aşamada 2 puan alan öğretmen adayları modelin doğrulanması aşamasında istenen grafiği tam ve doğru olarak çizememişlerdir.



(D16, 8. etkinlikte modelin doğrulanması)

Özetle matematiksel modelin doğrulanması aşamasında “1” puan alan öğretmen adayları incelendiğinde 1 ve 2. etkinliklerde bu kategoride yer alan adayların tümünün yanlış açıklamalarda bulunduğu, yine 1. etkinlikte 6, 3. etkinlikte 1 öğretmen adayının yanlış hareket grafikleri çizdikleri 3. etkinlikte 3, 3 ve 6. etkinliklerde 1 öğretmen adayının yanlış hareket denklemlerini kullandıkları ve 3. etkinlikte 2 öğretmen adayının sayı değerleri olmadan ifadenin çözülemeyeceğini belirttikleri için bu kategoriye dahil edilmişlerdir. “2” puan alan öğretmen adayları tarafından oluşturulan kısmen doğru cevaplarda 1. etkinlikte 3 öğretmen adayının gerekli açıklamaların bir kısmını ifade ettikleri, 1. etkinlikte 2, 2. etkinlikte 3, 3. etkinlikte 6 ve 4. etkinlikte 2 öğretmen adayının istenilenlerin bir kısmını belirttikleri, 5 ve 6. etkinliklerde işlem hatası yaptıkları veya istenilenlerin bir kısmını ifade ettikleri ve 7. etkinlikte 2, 8. etkinlikte 5 öğretmen adayının uygun değerleri bulmalarına karşın trigonometrik değerlere bağlı bir grafik çizimi yapamadıkları belirlenmiştir.

Tüm etkinliklere katılan öğretmen adaylarının her bir modelleme aşamasına verdikleri cevaplar ayrıntılı olarak incelendikten sonra her bir etkinlik için öğretmen adaylarının gelişimi belirlenmiştir. Bunun için tüm etkinliklere katılan öğretmen adaylarının her bir etkinlikten aldığı puan ve bunlar arasındaki gelişim grafiksel olarak sunulmuş ve ardından öğretmen adaylarının etkinliklerden aldığı puanlar açıklanmıştır.



Şekil 21. Tüm etkinliklere katılan öğretmen adaylarına ait gelişim grafiği

Şekil 21 incelendiğinde D1, D3, D8, D9, D12, D13, D14, D15, D16, D17 ve D18 öğretmen adaylarının tüm etkinliklere katıldığı görülmektedir. İlk etkinlikte en düşük düzeyde olan D16 öğretmen adayının bu etkinlikten 30,5 puan aldığı belirlenmiştir. Öğretmen adayının bu etkinlikte gerçek dünya problemi, kabullenmelerin yapılması ve matematiksel problemin çözümü aşamalarından “0” puan elde ettiği tespit edilmiştir. Buna karşın aynı öğretmen adayı diğer etkinliklerde ortalama düzeylerde notlar almıştır. 1. etkinlikte öğretmen adaylarının notları 30,5 ile 66,6 arasında değişmektedir. Öğretmen adaylarının aynı etkinlikte aşamalardan aldıkları puanların genellikle “1” ve “2” puan olduğu belirlenmiştir. Bu etkinlikte modelleme aşamalarından “3” puan uygun kabullenmelerin yapılması, matematiksel problemin çözümü aşamaları ile ve modelin uygulanması aşamasındaki bazı sorularda alınamamıştır. 2. etkinlikte öğretmen adayları 53,3 ve 76,6 arasında değişen aralıklarda notlar almışlardır. 2. etkinlikte 76,6 olan öğretmen adayının notu 3. etkinlikte 42,4’e düşmüştür. Aynı öğretmen adayının matematiksel problemin çözümünden sonraki aşamalardan “0” puan aldığı tespit edilmiştir. Bu etkinlikte 12 kişilik öğretmen adayı grubu içerisinde alınan en yüksek notun 88,4 olmuştur. Bu etkinlikte öğretmen adaylarının notları 70 ile 80 puan arasında yer almaktadır. 4. Etkinlikte 70 ile 90 arasında yığılmanın olduğu dikkat çekmektedir. Bu etkinlikte alınan en düşük not 66,6’dır. 5. etkinlikte notların düzgün bir şekilde yükseldiği Şekil 21’den de anlaşılmaktadır. Bu etkinlikte öğretmen adayı notları 100 puana kadar çıkmaktadır. Aynı etkinlikte alınan en düşük öğretmen adayı puanı ise D17 öğretmen adayına ait 76,6 puandır. Yine aynı etkinlikte puanı düşen sadece bir öğretmen adayı vardır. 6. Etkinlikte tüm etkinliklere katılan öğretmen adaylarının puanlarının 81,5 ve 96,3 arasında değiştiği görülmektedir. Bu etkinlikte 100 puan alan öğretmen adayı bulunmamaktadır. 7. etkinlikte D17 ve D22 öğretmen adaylarının puanları düşmüştür. Etkinlikte en düşük puan 76,6 ile D22 öğretmen adayına aittir. Etkinlikte notlar 80 ve 100 arasındadır. 8. etkinlikte en düşük puan D15 öğretmen adayına ait olan 62,5 puandır. Bu aşamada öğretmen adayı uygun kabullenmelerin yapılması aşamasında yer alan gerekli ve ihmal edilebilir değişkenleri boş bıraktığı için “0” puan almıştır. Etkinlikte D9 ve D15 öğretmen adaylarının notlarında bir önceki uygulamaya göre düşüş görülmüştür. Bu etkinlikte öğretmen adaylarının notlarında 80 ve 100 arasında yığılma gösterdiği dikkat çekmektedir.

Öğretim materyali incelendiğinde öğretmen adaylarına ait notların ilk etkinlikte oldukça düşük olduğu görülmektedir. Ancak etkinlik numaraları arttıkça öğrenci notlarının

da artış gösterdiği görülmektedir. Etkinlikler için alınan ortalama puanlar 57,02'den 90,11'e çıkmıştır. Bu durum ortalama puanlar ve grafikler yardımı ile açık bir şekilde ortaya çıkmaktadır. Öğretmen adaylarının aşamalar sürecinde yükselmeleri düzey geçişleri açısından da görülmektedir. İlk etkinlikte en fazla yığılma 4 düzeyinde olurken, son üç etkinlikte sıra ile 9, 10 ve 9 düzeyleridir.

Modelleme aşamaları incelendiğinde ise bu aşamalarda uygun kabullenmelerin yapılmasında sınıf tartışmalarının önemli bir rolü vardır. İlk etkinliklerde teorik açıklamalara yer verilirken etkinlikler ilerledikçe öğretmen adayları kolaylıkla formülü ortaya koymuşlardır. Bu nedenle son etkinliklerde herhangi bir teorik açıklamaya gerek duyulmamıştır. Ayrıca son etkinliklere doğru aşamalar daha hızlı tamamlanmış ve öğretmen adayları etkinlikleri kavrayarak yapmışlardır. Bunun dışında modelleme aşamalarında dikkati çeken bir diğer nokta olarak etkinlikler ilerledikçe aşamaların tümünde meydana gelen gelişimdir. Öğretmen adayları ilk etkilikten itibaren gösterdikleri gelişimi kendileri de fark etmiş ve bu durumu belirtmişlerdir. Çalışmalar sürecinde öğretmen adaylarının trigonometrik fonksiyonların kullanımında zorlandıkları ve bu fonksiyonları grafiğe dönüştürmede bazı sıkıntılarla karşılaştıkları belirlenmiştir. Bunun yanında öğretmen adayları tarafından en sık kullanılan yanlış hareket denkleminin $x = a \cdot t^2$ olduğu belirlenmiştir. Etkinliklerde D16 öğretmen adayının genellikle tüm etkinliklerde matematiksel problemin çözümü, çözümün yorumlanması ve modelin doğrulanması aşamalarında hareket grafiklerini kullanarak sonuca ulaştığı görülmüştür. Aynı öğretmen adayı hareket grafiklerini kullanarak genellikle doğru veya kısmen doğru cevaplar elde etmiştir.

Tüm etkinliklere katılan öğretmen adaylarının etkinliklere ait notlarında da aynı yükselme dikkat çekmektedir. Öğretmen adaylarına ait not grafiğine bakıldığında arada yer alan küçük inişler veya yükselmeler dışında tüm öğretmen adaylarının notlarının yükseldiği dikkat çekmektedir.

3.5. Uygulamalar Süresince Karşılaşılan Zorluklar

Bu kısımda çalışma sürecinde öğretmen adaylarının yaşadıkları zorluklar ortaya koyulmuştur. Bunun için son mülakat ve gözlem verilerinden elde edilen bulgular analiz edilerek sunulmuştur.

Tablo 48. Uygulama sürecinde karşılaşılan zorluklar

Zorluklara yönelik oluşturulan kategoriler		Öğretmen adayları tarafından ifade edilen zorluklar
Modele yönelik zorluklar	Problemin çözümü	Bazı sorularda formülü bulmada sıkıntı yaşadığını belirtmiştir. (D17) Soruyu formülleştirme zorlandığını söylemiştir. (D9) Özellikle ilk etkinliklerin zor olduğunu bu etkinliklerde sıkıntı yaşadığını söylemiştir. (D13) Modelin formülleştirilmesinde zorlandığını belirtmiştir. (D4) Formülü bulmada sıkıntı yaşadığını ifade etmiştir. (D8) Formülün bulunmasında zorluk yaşandığını belirtmiştir. (D12) Formülü ortaya koymada zorlandıklarını söylemiştir. (D16)
	Kabullenmelerin yapılması	Kabullenmeleri belirlemede sıkıntı yaşadıklarını ifade etmiştir. (D14) Değişkenleri belirlemede zorlandıklarını söylemiştir. (D8)
	Gerçek dünya problemi	Problemi tanımada zorluklarla karşılaştıklarını belirtmiştir. (D9) Problemi tanıma anlamada bazı sıkıntılarının olduğunu söylemiştir. (D4)
Uygulamaya yönelik zorluklar		Etkili grup çalışması yapmadığını düşünmüştür. (D5)
Sorum yok		Herhangi bir sorunla karşılaşmadığını belirtmiştir. (D15)

Öğretmen adayları tarafından karşılaşılan zorluklar incelendiğinde bunları modele yönelik ve uygulamaya yönelik zorluklar olmak üzere iki temel başlık altında toplamak mümkündür. Çalışmada uygulamaya yönelik zorluklar incelendiğinde grup çalışması ve tartışmalar konularında zorluklar bulunmaktadır.

Grup çalışmalarında yaşanan zorluklarda grupların homojen bir şekilde dağılmamasından dolayı D5 ve D9 öğretmen adayları etkili grup çalışması yapamamayı belirtmiştir. Etkinlikler öğretmen adaylarının öğrenimlerinin birinci sınıf birinci dönemlerinin üçüncü haftasında başlamıştır. Bu aşamada adaylar sınıf arkadaşlarını tam olarak tanımamaktadırlar. Bu nedenle onlardan grup oluşturmaları istendiğinde sınıf arkadaşlarını tanımadıkları için gruplarını rasgele olarak belirlemişlerdir.

“Direkt gruplara ayrıldık, ama öğrencinin tanınıp eğitim düzeyinin ne durumda olduğu görülmeliydi. Mesela dört kişilik grup olduk diyelim ikisi daha az bilenlerden diğerleri de iyi kavramış olanlardan seçilmeliydi. Öyle birbirlerini dengelemeliydiler. Bazı gruplarımız vardı. Onlar çok katılamıyordu derslere. Ama bazılarımız da vardı çok iyiydi. Dört kişiysek ikisi iyi bilen ikisi de onlara oranla daha az bilen olmalıydı.” (D9, Son mülakat)

Gözlem verileri incelendiğinde ise grup çalışmalarında homojen olmayan grupların ortaya çıkması ve grup içi bölünmelerin yaşanması şeklinde zorluklar gözlenmiştir. Homojen olmayan grupların dağılımı ile ortaya çıkan sorunlar bazı grupların soruları daha erken bitirmesi ile ortaya çıkmıştır. Verilen süreden önce etkinliği tamamlayan öğretmen

adaylarının diğer grupları beklemeden aynı etkinliğin farklı aşamalarına geçtikleri gözlenmiştir. Bu durum özellikle 1 ve 3. etkinlikte ortaya çıkmıştır.

Çalışma sürecinde ortaya çıkan diğer bir sorun ise *grup içerisinde bölünmelerin yaşanması* şeklindedir. Grup üyelerinden bazı öğretmen adaylarının diğer arkadaşları ile çalışmak istememeleri, oturma düzeninde sıkıntılar yaşamaları ve belirli gruplardaki öğretmen adaylarının bireysel çalışma yapmak istemeleri çalışma içerisinde gözlenen grup içi zorluklar arasındadır. Öğretmen adaylarının ilk derste grup arkadaşları ile çalışmalarında oturma düzeninde zorlandıkları, dördüncü ve altıncı derste bireysel çalışma yapmak istedikleri ve bunun hızlarını düşürdüğünü ifade ettikleri gözlenmiştir.

Mülakat verilerinde belirtilmeyen ancak gözlem verilerinden ortaya çıkan bir başka zorluk tartışmalar konusundadır ve bunlar sınıf içi tartışmalar ve grup içi tartışmalar şeklinde ortaya çıkmıştır.

Grup içi tartışmalar konusunda uygulama sürecinin ilk yarısına kadar öğretmen adayları grup arkadaşları ile tartışma yapma konusunda çekingen davranmışlardır. Grup içi tartışmalarda özellikle birinci, 2 ve 3. etkinliklerde sıkıntılar ortaya çıkmıştır. Öğretmen adaylarının fikirlerini grup arkadaşları ile açık bir şekilde paylaşmadıkları gözlenmiştir. Örneğin D16 öğretmen adayı özellikle bu etkinliklerde grup arkadaşları ile tartışmadan oluşturduğu ifadeleri ve bulduğu sonuçları direkt öğretim elemanına göstermek istemiş ve bu sonuçları öğretim elemanı ile tartışmak istemiştir. Bunun dışında D4 öğretmen adayı özellikle 5 ve 6. etkinliklerde grup içi tartışmalarda grup arkadaşlarına katılmayıp etkinlikleri tek başına çözmek istemiştir.

Sınıf içi tartışmalarda uygulamaların ilk derslerinde süre konusunda sıkıntılarla karşılaşmıştır. Uzun süren sınıf içi tartışmalar ders süresinin uzamasına neden olmuş ve bu nedenle etkinliklerin beklenenden uzun sürede bitmesine neden olmuştur. Sınıf içi tartışmalarda ortaya çıkan uzun zaman kayıpları 1, 2 ve 4. etkinliklerde gözlenmiştir. Bu etkinliklerde gerekli ve ihmal edilebilecek değişkenlerin belirlenmesi alanında öğretmen adayları uzun süre sınıf içi tartışmalar yürütmüşlerdir. Bu konuda öncelikle uygun kabullenmelerin yapılmasından neyin kastedildiğini anlamadıkları için tartışmalarda bu alanı netleştirmeye çalışmışlardır.

Modele yönelik karşılaşılan zorluklarda gerçek dünya problemi, matematiksel problemin çözümü ve kabullenmelerin yapılması aşamalarıdır. Mülakatlarda öğretmen adayları *gerçek dünya probleminde* karşılaştıkları zorlukları problemi tanıma ve anlamada

olduğunu söylemişlerdir. D4 ve D9 öğretmen adayları problemi tanımada sıkıntı çektiklerini ifade etmişlerdir.

“İlk önce anlamada bir kere. Soruyu problemi anlamada. O problem ne söylüyor, neler ifade ediyor, ne anlama geliyor, onu anlamada güçlük çektik. Çünkü ilk defa karşılaştığımız bir durumdu. Onun formüllerini üretmede, oralarda bayağı bir zorlandık. Ama sonradan daha güzel oldu, anladık” (D4, Son mülakat)

Gerçek dünya problemi aşamasında gözlemlerden elde edilen verilerde öğretmen adaylarının karşılaştığı zorluklar ise üçüncü derste gerçek dünya problemini anlama aşamasındadır. Aynı derste özellikle gerçek dünya problemine ait hareketin şeklinin çizilmesi konusunda oldukça isteksiz davranmışlardır. Kendilerinin ressam olmadığını resim çizmenin resamlara ait bir özellik olduğunu belirterek bu aşamayı yapmak istememişlerdir. Materyalin uygulanmasının ilerleyen kısımlarında gerçek dünya problemini anlamadan diğer aşamalara geçmek istemişlerdir. Çalışmada 3, 5, 7 ve 8. etkinliklerde öğretmen adayları gerçek dünya problemini anlamadan direkt matematiksel problemi çözmeye odaklanmışlardır. Özellikle 7. etkinlikte yer alan adımlar etkinliğinde öğretmen adaylarının şekil çizme konusunda oldukça isteksiz davrandıkları gözlenmiştir.

Çalışmada modele yönelik karşılaşılan bir diğer zorluk olan kabullenmelerin yapılması aşamasında D8, D13 ve D14 öğretmen adayları sıkıntı yaşadıklarını belirtmişlerdir.

“Mesela ilk problemi çözmeye başladık, kendimiz kendi dilimizle yazdık. Şekli de kendimiz çizdik. Ama ondan sonra değişkenlere geldiğimiz zaman biz bazen farklı şeyler düşünebiliyorduk. Çevresel faktörleri kattık ama bazen çok saçma şeyler düşünüyorduk orada zorlandık ilk.” (D14, Son mülakat)

Gözlem verilerinde de *kabullenmelerin yapılması* aşamasında gerçek dünya probleminde karşılaşılan durumlarla ilişkili olaylar gözlenmiştir. İlk etkinlikte kabullenmelerin yapılması konusunda öğretmen adaylarının zorlandığı belirlenmiştir. Bu konuda kabullenme kelimesinin ne anlama geldiğini tam olarak kavrayamamış ve buna bağlı olarak ta kabullenmeleri net bir şekilde ifade edemedikleri gözlenmiştir. Birinci derste hangi kabullenmeleri kullanarak modeli çözecekleri konusunda kararsız kalmışlardır. Kabullenme kelimesinden neyin kastedildiğini de anlamadıkları için bu konuda oldukça sıkıntı yaşamışlardır. Bu aşamada gerçek dünya probleminde olduğu gibi kabullenmelerin yapılması aşamasında da öğretmen adayları ilerleyen etkinliklerde bu aşamayı yapmak konusunda isteksiz davranmışlardır. Çalışmada özellikle 4, 6 ve 8.

etkinliklerde öğretmen adaylarının bu bölümü yapma konusunda isteksiz olduğu gözlenmiştir.

Öğretmen adayları en büyük zorluğu matematiksel problemi çözmede yaşadıklarını söylemişlerdir. D4, D9, D13, D14, D12, D17 ve D16 öğretmen adayları formülün bulunması aşamasında gerçek dünya problemini çözmede çok zorlandıklarını belirtmişlerdir.

“En çok zorlandığımız yer problemi anlayıp ta formüle dökmeydi. Orasında zorluk çıktı. O formülü bulduktan sonra her şey kendiliğinden oturuyordu yerine. Bir tek formülleri bulma kısmı o hikayeye bağdaştırma kısmı biraz zordu. Ama en zevkli kısmı da oydu” (D9, Son mülakat)

“Problemin çözümünde zorlandık. Formülü çıkarmada zorlandık. Çünkü çıkaracağımız formül aslında çok basit. Hani bildiğimiz şeyler ama biz onu nasıl çıkaracağımızı bilmiyorduk. Onu öğrendik, orada biraz sıkıntı çektik ama oda ilk zamanlarda. Sonradan artık daha iyi yapabildik.” (D14, Son mülakat)

“Özellikle ilk üç yaptığımız alıştırmaya o formülleri çıkarmak çok değişik geliyordu bana. Direkt bildiğim formülü yazıyordum. Bu şekilde zorlanmıştım” (D13, Son mülakat)

Öğretmen adayları *matematiksel problemi çözme* aşamasında uygulamaların ilk ve ilerleyen kısımlarında bazı sıkıntılarla karşılaştıkları, ancak uygulamaların son birkaç bölümünde herhangi bir zorlukla karşılaşmadıkları gözlenmiştir. Bu bölümde ilk derste karşılaşılan zorluk öğretmen adaylarının modeli ortaya koyma aşamasındadır. Öğretmen adayları matematiksel bir model ortaya koymaktan ziyade soru çözerek sonuca ulaşmaya çalışmak istemişlerdir. Etkinliklerin sonraki bölümlerinde ise öğretmen adaylarında matematiksel bir formül ortaya koymak yerine soru çözme istekleri olmuştur. Üçüncü, dördüncü ve beşinci etkinliklerde öğretmen adayları soru cevap tekniğini kullanmak istemiş, bunun kendi başarıları açısından daha yararlı olacağını düşünmüş ve derslerin kontrol grubu ile aynı şekilde yürütülmesi konusunda öğretim elemanına ricada bulunmuştur.

Bu konu yürütülen son mülakatlarda öğretmen adayları tarafından belirtilmiş ve D5, D8 ve D12 öğretmen adayları uygulamalarda daha fazla soru çözülmesinden yana olduklarını belirtmişlerdir.

“Bulduğumuz formüllerin çözümünün sizin tarafınızdan yapılmasını isterim. Onaylanmasını isterim. Yanımıza tek tek gelmeniz uzun bir süre alabilir ama bütün gruplar bitirdikten sonra onun bir kez de tahtada gösterilmesini isterim. Önerim bu olur. Çünkü öyle olduğu zaman kesin sonuca nasıl ulaşılabilir onu biliriz.” (D5, Son mülakat)

“Öğrencilere sorular yöneltilsin bence. Hani çalışmalarda da var mesela. Tüm aşamalara yönelik daha çok soru yer alsın. Biraz daha aşama aşama çözülsün.” (D8, Son mülakat)

“Konu anlatılabilir ilk başta. Konu anlatımından sonra o konu hakkında lisede test çözeriz ya test yerine onların verilmesi olabilir. Hani en azından insanların kafasında bir şey var, biliyorlar bir şeyleri. Direkt verilmesi yerine bir ders boyunca konu anlatılıp verilmesi olabilir bence.” (D12, Son mülakat)

Özetle öğretim sürecinde modele ve uygulamaya yönelik zorluklar yaşanmıştır. Modele yönelik zorluklarda grup çalışmaları ve tartışmalar konusunda ilk derslerde bazı sıkıntılar yaşanmıştır. Grup içi çalışmalarda güçlükler grupların homojen bir şekilde dağılmamasından ve grup içi yaşanan durumlardandır. Uygulama sürecinde; tartışmalar sınıf içerisinde çok uzun süre almış ve bazı gruplarda öğretmen adayları fikirlerini birbirleri ile paylaşmamışlardır. Modele yönelik olarak öğretmen adayları gerçek dünya probleminde problemi tanıma, anlama ve şekil çizmede, kabullenmelerin yapılmasında mevcut kabullenmeleri belirleme, gerekli ve ihmal edilebilir değişkenleri ortaya koyma ve matematiksel modeli anlama aşamalarında zorluklarla karşılaşmışlardır.

4. TARTIŞMA

Bu bölümde, genel bilgiler bölümünde ifade edilen problem durumuna yönelik olarak elde edilen bulgular literatürde konu ile ilgili çalışmalardan elde edilen sonuçlarla ilişkilendirilerek tartışılmıştır. İlk kısımda, İBT ve KAT'dan öğretmen adaylarının başarılarına ilişkin bulgulara, ikinci kısımda öğretmen adaylarının derse olan ilgilerine, üçüncü kısımda adayların fizik ile diğer alanları ilişkilendirmelerine, dördüncü kısımda matematiksel modelleme yapabilme becerilerindeki gelişime ve beşinci kısımda uygulamalar sürecinde karşılaşılan zorluklara yönelik tartışmalar yürütülmüştür.

4.1. Matematiksel Modelleme Kullanılan Derslerin Öğretmen Adaylarının Başarıları Üzerine Etkisine Yönelik Tartışma

Bu kısımda, matematiksel modellemeye uygun olarak yürütülen derslerin öğretmen adaylarının başarılarına etkisi incelenmiştir. Bunun için öncelikle deney ve kontrol gruplarına uygulanan İBT ve KAT ön test ve son testinden elde edilen bulgulara, sonrasında başarıya yönelik öğretim sonucunda deney grubu öğretmen adaylarına ait mülakat ve gözlem bulgularına ait tartışmaya yer verilmiştir.

4.1.1. İşlemsel Başarı Testinden Elde Edilen Bulgulara Yönelik Tartışma

Çalışmanın öncesi ve sonrasında deney ve kontrol grubu öğretmen adaylarına uygulanan İBT'den alınan puanlar incelendiğinde deney ve kontrol grubunda yer alan öğretmen adaylarının puanlarının son testte arttığı görülmektedir (Şekil 16, Şekil 17). Deney ve kontrol grubu öğretmen adaylarının aldıkları puanların ortalaması incelendiğinde, İBT ön testinde adayların aldıkları puanlar ortalama olarak kontrol grubunda 11,68, deney grubunda 11,65 iken, son testte kontrol grubu öğretmen adaylarının puanlarının ortalaması 20,27, deney grubu öğretmen adaylarının puanlarının ortalaması ise 23,08 olarak tespit edilmiştir. Görüldüğü gibi her iki grupta da son testte bir artış olmasına karşın, deney grubu öğretmen adaylarının ortalama puanlarının kontrol grubu öğretmen adaylarından daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Uygulama sonucunda her iki grup arasında anlamlı bir farklılığın olup olmadığının belirlenmesi için deney ve kontrol grubunun İBT ön ve son testten aldıkları puanlara ANCOVA testi uygulanmıştır. Uygulanan istatistiksel işlemler sonucunda son test puanları arasında deney grubu lehine ($F_{(1,42)} = 5,48, p < 0,05$) anlamlı bir fark belirlenmiştir (Tablo 11). Bu durum deney grubu öğretmen adaylarının kontrol grubu öğretmen adaylarına göre işlemsel başarı yönünden doğrusal ve düzlemde hareket ünitelerinde başarılarının daha yüksek olduğunu göstermektedir. Buradan matematiksel modellemeye uygun olarak yürütülen derslerin öğretmen adaylarının işlemsel başarılarını arttırdığı söylenebilir. Bu nedenle öğretmen adaylarının matematiksel problemlere çözüm üretme, işlem bilgilerinin kullanma, model oluşturma gibi matematiksel işlem becerilerinin arttığı düşünülmektedir. Mevcut literatürde de matematiksel modelleme kullanılan derslerde öğrencilerin problemlere çözüm üretmelerinde ve başarılarında bir gelişme olduğu belirlenmiştir (Doer ve Tripp, 1999; Friesel ve Nicolakis, 2006; Barquero, Boch ve Gascón, 2007; Klymchuk vd., 2008; Blum ve Borromeo-Ferri, 2009; Heck, 2010).

İBT’de verilen doğru cevaplar incelendiğinde, doğrusal hareket ünitesi ile ilgili olan 2, 4, 5 ve 6. sorularda kontrol grubu öğretmen adaylarının deney grubuna oranla daha fazla doğru cevap verdiği, düzlemde hareket ünitesi ile ilişkili olan 7, 9, 10 12 ve 13. sorularda ise deney grubu öğretmen adaylarının doğru cevaplarının daha fazla olduğu görülmektedir. Bu durum Klymchuk vd. (2008)’un da ifade ettiği gibi öğrencilerin matematiksel modelleme sayesinde problem çözme başarılarında bir gelişme olduğunu göstermektedir. Son test sonuçları incelendiğinde, ortalama hızın sorulduğu 1. soruda, sabit ivmeli hareketin yer aldığı 4. soruda, serbest düşme hareketinin yer aldığı 5. soruda ve düşey atış hareketinin yer aldığı 6. sorularda kontrol grubu öğretmen adaylarının doğru cevap sayısının daha fazla olduğu belirlenmiştir. Anlık hızın sorulduğu 2. ve sabit ivmeli hareketin sorulduğu 3. sorularda deney grubu öğretmen adaylarının doğru cevap oranlarının daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca düşey atış hareketinin sorulduğu 7. soruda, eğik atış ve yatay atış hareketlerinin karşılaştırıldığı 9. soruda, teğetsel ve açısız ivmenin sorulduğu 10 ve 11. sorularda, yer değiştirmenin sorulduğu 12. soru ve göreceli hızın sorulduğu 13. sorularda deney grubu öğretmen adaylarının doğru cevap oranları kontrol grubundan daha fazladır. Bu başarının nedeninin Doerr ve Tripp (2009), tarafından da ifade edildiği gibi problem çözme ve farklı öğretim yaklaşımlarındaki gelişimlerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Yalnızca yatay atış hareketi ile ilgili sorunun sorulduğu 8. soruyu deney ve kontrol grubu öğretmen adayları yaklaşık olarak aynı oranda doğru

cevaplamışlardır. Bu katkı mevcut literatürle de ilişkili olarak, matematiksel modellemenin işlemsel becerilerin ve matematiği kullanmanın artmasına katkı sağladığı (Michelson, 2006; Zbiek ve Conner, 2006; Bergman- Årlebäck, 2009), öğrencilerin matematiksel modelleme yardımı ile soruları daha kolay çözdüğü ve matematikselleştirmeye yardımcı olduğu (Lin ve Yang 2005), ve öğrencilerin pratiklik kazanmalarına ve matematiği problemlerde daha iyi kullanmalarına katkıda bulunduğu (Friesel ve Nicolakis, 2006), şeklinde ifade edilen bulgularla paralellik göstermektedir.

İBT’de doğru sonucu bulan deney gurubu öğretmen adaylarına ait cevaplar incelendiğinde 1, 2 ve 3. soruların hem hareket denklemlerinden hem de matematiksel ifadelerden yararlanılarak çözüldüğü görülmektedir. Ancak konum zaman grafiğinden yararlanarak ortalama hızın hesaplanmasının beklendiği 1. soruda yalnızca bir öğretmen adayı matematikte kullanılan eğimden bahsetmiş ve bundan yararlanarak doğru sonuca ulaşmıştır. Herhangi bir zamandaki anlık hızın hesaplanmasının beklendiği 2. soruda doğru cevap türevden yararlanılarak veya hareket denklemleri kullanılarak elde edilmiştir. Bu soruya deney grubu içerisinde yer alan 2 öğretmen adayı türevden yararlanarak doğru sonuca ulaşırken, 2 öğretmen adayı da hareket denklemlerini kullanarak ulaşmıştır. Türev kullanılarak doğru sonuca ulaşılan bir başka soru 3. sorudur. Hareketlinin belirli sürelerdeki konum değerlerinin verilediği ve ivmesinin hesaplanmasının beklendiği bu soru türevden yararlanılarak deney grubunda yer alan 2 öğretmen adayı tarafından doğru olarak çözüldürken, 11 öğretmen adayı hareket denklemlerini kullanarak doğru sonucu elde etmiştir. Bu durumun nedenini Aksoy (2007), türevle ilgili sorularda öğrencilerin grafik okumada zorluklar yaşadıklarını ve grafikleri türevle ilişkilendiremediklerini, dolayısı ile ezberledikleri formülleri kullanmaları şeklinde açıklamaktadır. Benzer olarak Yıldız (2006)’da, türev konusunda yetenekli olan öğrencilerin bile formülleri ezberleme ve bunları mekanik bir şekilde kullanma eğiliminde olduklarını belirtmektedir. Bu nedenle Çetin (2009), matematik derslerinde de günlük yaşamla ilişkili türev örneklerinin verilmesinin öğrencilerin türev kavramını daha iyi kullanmalarına katkı sağlayacağını belirtmektedir.

İBT’de yer alan 13. soru cosinüs teoremi yardımı ile çözülmektedir. Bu soruya doğru cevap veren öğretmen adaylarının yalnızca deney grubu içerisinde yer aldığı tespit edilmiştir. Soruya kısmen doğru cevap veren öğretmen adayları cevapları ise cosinüs teoremini kullanıp işlem hatası yapma veya cosinüs teoremini kullanıp açılı yanlı hesaplama şeklide cevaplar vermişlerdir. Soru kontrol grubunda hiçbir öğretmen adayı

tarafından doğru olarak cevaplanmazken, aynı grupta bir öğretmen adayı tarafından kısmen doğru olarak cevaplanmıştır. Bu sorudaki kısmen doğru cevapların trigonometri ile ilgili konularda temel matematik kavramlarının tam olarak anlaşılmasından kaynaklanabileceği veya trigonometrik problemlerin çözümünde temel trigonometrik kavramlarla ilgili bilgi eksikliğinden olabileceği Gültekin (2010) tarafından elde sonuçla uyum içerisinde. Bunun yanında deney grubu öğretmen adaylarının matematiksel bilgi içeren bu soruyu kontrol grubu öğretmen adaylarına oranla daha kolay cevaplamaları matematiksel modelleme çalışmalarının öğrencilerin matematik bilgilerinde gelişmeye yardımcı olmasından kaynaklanabileceği yürütülen çalışmalarla da uyum içerisinde (Gross ve Knauer, 1982; Hickmann, 1987; Blomhøj ve Kjeldsen, 2007; Doruk, 2010).

İBT ön ve son testinde deney grubu öğretmen adaylarına ait doğru cevaplarda bazı öğretmen adaylarının hareket grafiklerini kullanarak doğru sonuca ulaştıkları belirlenmiştir. Bu süreçte de matematiksel ifadeleri kullanarak doğru sonucu elde eden öğretmen adaylarında olduğu gibi hareket grafiklerini kullanarak doğru sonucu elde eden öğretmen adaylarının sayısı oldukça düşüktür. İBT ön testte düzgün yavaşlayan hareket ivmenin sorulduğu 4. soruda deney grubu öğretmen adaylarından yalnızca biri hareket grafiklerini kullanarak doğru sonucu elde etmiştir. İBT son testte ise düzgün yavaşlayan hareketliye ait ivmenin sorulduğu 4. soruyu bir öğretmen adayı hareket grafiklerini kullanarak doğru olarak çözerken, aynı soruyu 14 öğretmen adayı hareket denklemlerinden yararlanarak çözmüştür. Serbest düşme hareketinde yüksekliğin sorulduğu 5. soruya deney grubundan bir öğretmen adayı hareket grafiklerini kullanarak doğru sonucu elde ederken, aynı gruptan 5 öğretmen adayı hareket denklemlerinde yararlanarak doğru sonuca ulaşmıştır. Ayrıca yatay atış hareketinde düşeyde alınan mesafenin sorulduğu 8. soruya ise yine deney grubu içerisinde yer alan bir öğretmen adayı hareket grafiklerini kullanarak ulaşırken 6 öğretmen adayı hareket denklemlerini kullanarak doğru sonucu elde etmiştir. Öğretmen adaylarının hareket grafiklerinden fazla yararlanmamaları grafik konusunda bazı eksikliklerinin olmasından kaynaklanabilir. Öğrencilerin kinematik grafikleri konusundaki eksikliklerini Uyanık (2007), grafikleri birbirinden ayırt edememeleri ve grafikleri hareketin resmi olarak düşünmeleri, alan/eğim/yükseklik karmaşasına sahip olmaları, Aydın (2007), öğrencilerin grafikleri okumada zorlandıklarını ve grafikler arası geçişlerde sıkıntılar yaşadıklarını, Kozhevnikov, Motes ve Hegarty (2007) öğrencilerin kinematik grafiklerinden doğru bir şekilde yararlanamadıklarını ve grafiği bir resim olarak nitelendirdiklerini, Eryılmaz ve Tatlı (2000) ve Hale (2000), kinematik grafiklerinde

yükseklik ve eğim ifadelerini karıştırdıklarını ve Bektasli (2006), grafiklerde ifade edilene anlayamamanın ve kinematik grafiklerini yorumlamalarının nedenlerinin matematik bilgilerine dayandığını ifade etmektedirler.

İBT’de kısmen doğru cevaplarda en önemli cevabın işlem hatası olduğu görülmektedir. Kısmen doğru cevap veren adayların bir bölümü uygun ifadeleri kullanmış ancak doğru sonuca ulaşamayarak işlem hatası yapmışlardır. Bu kategorideki öğretmen adaylarına ait cevaplar incelendiğinde ortalama hızın sorulduğu 1. soruda ön testte bir öğretmen adayı, son testte yedi öğretmen adayı grafik değerlerini yanlış okuduğu için doğru sonuca ulaşamamıştır. Konum ve zaman değerleri verilerek hareketlinin ivmesinin hesaplandığı 3. soruda ön testte bir öğretmen adayı hareket denklemleri yardımı ile doğru sonuca ulaşmak istemiş ancak işlem hatası yapmıştır. İşlem hatası yapılarak doğru sonuca ulaşılamayan diğer sorular ve deney grubu öğretmen adaylarının sayısı ise düzgün yavaşlayan harekette alınan yolun sorulduğu 4. soruda altı öğretmen adayı, düşey atış hareketinde havada kalma süresinin sorulduğu 7. soruda üç öğretmen adayı, yatay atış hareketinde düşeyde alınan mesafenin sorulduğu 8. soruda beş öğretmen adayı ve göreceli harekette göreceli hızın sorulduğu 13. soruda bir öğretmen adayı şeklindedir. Soru çözmeye karşılaşılan işlem hatalarının nedenini Özsoy ve Kemankaşlı (2004), bazı sorularda soruları iyi analiz edememekten kaynaklandığını belirtirken, Şandır, Ubuz ve Argün (2007), işlem zorluğundan olabileceğini, Baştürk (2009), öğretmen adaylarının içlerinde buldukları ortamdaki etkilenebileceklerini ve Birinci- Konur ve Pırasa (2010), bu durumun temel matematik bilgilerindeki eksikliklerden kaynaklanabileceğini ifade etmişlerdir.

Deney grubunda uygulanan İBT’de ön ve son testte en fazla karşılaşılan yanlış cevabın yanlış veya uygun olmayan hareket denklemlerinden kaynaklandığı belirlenmiştir. Bu bulgu ile benzer olarak Halloun ve Hestenes, (1985)’de çalışmalarında öğrencilerin yanlış veya uygun olmayan hareket denklemlerini kullandıklarını ifade etmiştir. Obaidat ve Malkawi (2009) yanlış veya uygun olmayan hareket denklemlerinin kullanım nedenini öğrencilerin rasgele cevaplar vermelerinden veya geçmiş deneyimlerinden kaynaklandığı şeklinde açıklamaktadır. Deney grubu içerisinde sorularda kullanılan yanlış veya uygun olmayan hareket denklemleri incelendiğinde; konum zaman grafiği verilerek anlık hızın sorulduğu 2. soruya ön testte bir, son testte iki öğretmen adayının uygun hareket denklemlerini kullanmadıkları görülmüştür. Bu durumu Halloun ve Hestenes, (1985), öğrencilerin hızın tanımını konumun zamana bölümü olarak düşünmelerinden dolayı anlık ve ortalama hız ifadelerini karıştırmaları olarak ifade etmektedir. Konum ve zaman

değerleri verilerek hareketlinin ivmesinin hesaplandığı 3. soruya ön testte sekiz, son testte dokuz öğretmen adayının kullandıkları hareket denklemleri nedeni ile yanlış cevap kategorisine dahil edildiği tespit edilmiştir. Bu konu ile ilişkili olarak Aksoy (2007), öğrencilerin grafik ve türev bilgilerini ilişkilendiremediklerini ifade etmektedir. Sabit ivme ile yavaşlayan hareketlinin aldığı yolun sorulduğu 4. soruya ön testte on iki, son testte iki öğretmen adayı yanlış veya uygun olmayan hareket denklemlerini kullanmışlardır. Benzer durumların kuvvet konusunda da görüldüğü ve kuvvetin ivme ile değil, hız ile doğru orantılı düşünüldüğü kavram yanılgısı belirlenmiştir (Eryılmaz ve Tatlı, 2000). Serbest düşme hareketinde yüksekliğin sorulduğu 5. soruya ön testte bir, son testte altı, eğik atış ve yatay atış hareketinde ilk hızların karşılaştırıldığı 9. soruya son testte üç öğretmen adayı yanlış veya uygun olmayan hareket denklemlerini kullanarak cevap vermişlerdir. Soruda yanlış veya uygun olmayan hareket denklemlerinin kullanılmasının adaylara 0,1s'de alınan yolun değerinin verilmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir, çünkü öğretmen adaylarının bir sonraki soruda hareketlinin yerçekimi ivmesinin 10m/s^2 olarak hesap edilen tam sayı değerlerinde yer alan zaman değerlerine göre yüksekliği hesap etmeye çalıştıkları belirlenmiştir. Bu sorular dışında sarkacın toplam ivmesinin sorulduğu 10. soruda, açısız ve teğetsel ivmenin vektörel toplamının hesaplanmasının beklenirken, ön testte bir, son testte beş öğretmen adayı sarkacın periyot formülünden yer çekimi ivmesini çekerek hesaplamaya çalışmışlardır. Mevcut literatürde de öğrencilerin açısız ivmeyi anlamakta zorlandıkları ifade edilmektedir (Gök, 2006). Bunun yanında basit sarkacın düzgün dairesel hareketin sunumunda iyi bir örnek teşkil edeceği belirtilmektedir (Czudkova ve Musilova, 2000). 13. soruda deney grubunda ön testte 9, son testte 16 öğretmen adayı uygun olmayan hareket denklemlerini kullanarak cevap vermiştir. Yanlış cevap veren öğretmen adaylarının cevapları, görelî hıza uygun olarak her bir hızı bileşenlerine ayırmak ve hızları bileşenlerine ayırıp, cebirsel olarak toplamak veya çıkarmak şeklindedir.

İBT'de ön testte deney ve kontrol grubunda tüm sorularda boş cevap kategorisinde yer alan öğretmen adaylarının olduğu belirlenmiştir. Son test İBT sonuçları incelendiğinde ise her iki grupta da azalma olmasına rağmen deney grubu öğretmen adaylarının boş cevap kategorisinde yer alan cevapların daha az olduğu dikkat çekmektedir. Son testte kontrol grubunda yer alan öğretmen adaylarına ait cevaplarda yalnızca 7. soruda, deney grubunda ise 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9 ve 12. sorularda cevapsız kategorisinde hiçbir öğretmen adayının yer almadığı belirlenmiştir. Başarılı modellemecilerin problemleri çözümede gayret göstermeleri ve çözüm için ısrarlı olmaları olarak tanımlanması (Justi ve Gilbert, 2002)

deney grubu öğretmen adaylarının modelleme sürecindeki başarılarının bir göstergesidir. (bkz. 4.2. Matematiksel Modelleme Kullanılan Derslerin Öğretmen Adaylarının İlgileri Üzerine Etkisine Yönelik Tartışma)

4.1.2. Kavramsal Anlama Testinden Elde Edilen Bulgulara Yönelik Tartışma

Bu kısımda, KAT'ın deney ve kontrol grubuna öğretim öncesi ve sonrasında uygulanmasında elde edilen bulgular literatürle ilişkilendirilerek tartışılmıştır. Uygulamalar öncesinde KAT deney ve kontrol gruplarına ön test olarak uygulanmış ve bu testlerde kontrol grubu öğretmen adaylarının puanlarının ortalaması 18,32, deney grubu öğretmen adaylarının ortalaması ise 15,30 olarak tespit edilmiştir. Elde edilen verilerden de görüldüğü gibi kontrol grubu öğretmen adaylarının ortalama puanları deney grubu öğretmen adaylarının ortalama puanlarından yüksektir. Uygulamalar sonunda aynı test her iki gruba tekrar uygulanmış ve burada kontrol grubu öğretmen adaylarının ortalama puanları 21,45, deney grubu öğretmen adaylarının ortalama puanları ise 24, 26 olarak tespit edilmiştir. Elde edilen verilerden de görüldüğü gibi uygulamalar öncesi kontrol grubu öğretmen adaylarının ortalama puanları daha yüksek olmasına rağmen uygulamalar sonunda deney grubu öğretmen adaylarının elde ettikleri ortalama puanların daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Öğretim materyalinin kavramsal anlamaya etkisinin araştırılması amacı ile deney ve kontrol grubu öğretmen adaylarının KAT'dan elde ettikleri puanlara ANCOVA testi uygulanmış ve deney grubu lehine ($F_{(1,42)} = 15,32$, $p < 0,001$) anlamlı bir fark bulunmuştur (Tablo 26). İstatistiksel işlemlerden de görüldüğü gibi deney grubu öğretmen adaylarının kavramsal başarıda kontrol grubu öğretmen adaylarına göre daha başarılı olduğu söylenebilir. Matematiksel modellemenin kavramsal anlamaya etkileri incelendiğinde bu çalışmada elde edilen bulgularla paralel olarak Doerr ve Tripp (1999), öğrencilerin kavramlar arası ilişkilendirmeyi sağladıklarını, Blomhøj ve Jensen (2003), modelleme etkinliklerinin kavramların açık ve anlaşılır şekilde anlaşılmasına yardımcı olduğunu, Maaß (2005), matematiksel modelleme yardımı ile öğrencilerin kavram yanlışlarını azalttıklarını ve mevcut kavramları yeniden yapılandırdıklarını, Zbiek ve Conner (2006), bu tür etkinliklerin kavramsal becerilerin gelişimine katkı sağladığını, kavramlarda derin anlamaları gerçekleştirdiğini ve bu sayede bilgiyi birleştirdiklerini ve bunlar arasındaki ilişkiyi analiz edebildiklerini, Blomhøj ve Kjeldsen (2007), bu tür etkinlikler ile kavramlar arası ilişkileri ve bunların uygulamalarını görebildiklerini, Munier

ve Merle (2009), öğrencilerin kavram yanlışlarını azalttığını, matematiksel modelleme etkinliklerinin öğrencilerin kavramları anlamalarına yardımcı olduğunu ifade ederken, Houston vd. (2010), matematiksel modellemenin kavram öğretimini katkısını belirtmiş, buna karşın ileri matematiksel kavramların öğretiminde dışarıdan bir uygulayıcının kavramları öğrencilere öğretmesi gerektiğini ifade etmiştir.

KAT'a verilen cevaplar incelendiğinde, genel olarak deney grubu öğretmen adayları tarafından verilen doğru cevapların kontrol grubu öğretmen adayları tarafından verilen doğru cevap sayısından fazla olduğu belirlenmiştir. KAT sorularında yalnızca sürat ve hız arasındaki ilişkinin sorulduğu 2. soru ve düşey atış ve yatay atış hareketlerinin karşılaştırıldığı 7. soruda kontrol grubu öğretmen adaylarının verdikleri doğru cevaplar daha fazladır. Yeni öğretim programlarında öğrencilerin öğretim programı sürecinde alışma aşamasında bazı zorluklarla karşılaştıkları bilinmektedir (Gökçek, 2008). Deney grubu öğretmen adayları tarafından verilen doğru cevaplar incelendiğinde sürat ve hız kavramlarının karşılaştırıldığı 1. soruda, sabit ivmeli hareket sürat ve hız kavramlarını içeren 3. soruda, serbest düşme hareketi ile ilgili olan 6. soruda ve göreceli hareketle ilgili 12. soruda deney grubu öğretmen adaylarının verdikleri doğru cevaplar ile kontrol grubu öğretmen adaylarının verdikleri doğru cevaplar arasında önemli fark olduğu dikkat çekmektedir. Doruk (2010)'da belirttiği gibi öğrenciler, matematiksel modelleme sayesinde kavramları anlamlandırarak, yerinde ve uygun olarak kullanıp bilgilerini kavramsallaştırmışlardır. Bunun yanında Doerr ve Tripp (1999) ve Munier ve Merle (2009)'in de belirttiği gibi modelleme sayesinde öğretmen adaylarının kavramları geliştirdiği görülmektedir.

Soruyu cevapsız bırakan öğretmen adayları incelendiğinde KAT son testte soruyu boş bırakan kontrol grubu öğretmen adaylarının daha fazla ve cevapsız kategorisinde hiçbir öğretmen adayının bulunmadığı soru sayısının deney grubunda daha az olduğu belirlenmiştir. Deney grubu öğretmen adaylarından 4, 6, 7, 8, 10 ve 12. sorularda cevapsız kategorisinde hiçbir öğretmen adayı yer almazken, kontrol grubunda yalnızca 6 ve 12. sorularda cevapsız kategorisinde hiçbir öğretmen adayı yer almamaktadır. Deney grubu öğretmen adaylarına ait cevapsız kategorisinde yalnızca 11. soruda dört öğretmen adayı yer alırken diğer sorularda birer öğretmen adayı bu kategoride bulunmaktadır. Bu nedenle matematiksel modelleme etkinliklerinin öğrencilerin soru çözüme çaba göstermelerine katkı sağladığı söylenebilir (Justi ve Gilbert, 2002).

KAT’da 1 ve 2. soru sürat ve hız kavramlarını içermektedir. 1. soruda hareketlinin sürat ve hız değerlerinin değişimi ayrı ayrı olarak incelenmesi beklenirken, 2. soruda hız ve sürat kavramları arasındaki ilişki sorulmuştur. İlk soruda deney grubu öğretmen adaylarından % 65,22’si, kontrol grubu öğretmen adaylarından % 31,48’i doğru cevap verirken, 2. soruya doğru cevap veren deney grubu öğretmen adayları % 17,39, kontrol grubu öğretmen adayları % 22,23 olarak belirlenmiştir. Yine 2. soruda kontrol grubu öğretmen adayları tarafından verilen kısmen doğru cevaplar da deney grubu öğretmen adaylarından daha fazladır (Tablo 28). 2. soruya yanlış cevap veren deney grubu öğretmen adaylarının sayısı da kontrol grubu öğretmen adaylarından fazladır. 1. soruda ise soruyu yanlış cevaplayan kontrol grubu öğretmen adaylarının sayılarının fazla olduğu belirlenmiştir (Tablo 27). Deney grubu öğretmen adaylarının soruyu kontrol grubu öğretmen adaylarından fazla oranda yanlış cevaplamaşının nedeni bu konuda ilk kez matematiksel modelleme uygulamaları ile karşılaşmalarından kaynaklanabilir. 1 ve 2. soruya verilen kısmen doğru cevaplar incelendiğinde bu kategoride verilen cevapların yalnızca hızın veya yalnızca sratın nasıl değiştiiğini açıklayan cevaplar olduğu görülmektedir. Kısmen doğru cevaplarda 1. soruda hızın veya sratın tanımı yapılmış ve dairesel bir pist etrafında değişimi doğru bir şekilde açıklanmış, 2. soruda ise bir seçenek ve açıklaması doğru olarak ifade edilmiştir. Yıldız vd. (2007) ve Bozdoğan ve Demirbaş (2009), benzer olarak bazı öğrencilerin hız ve sürat kavramlarının farklı kavramlar olduklarını ifade ettiklerini ancak her ikisinin tanımlarını tam olarak ortaya koyamadıklarını ifade etmişlerdir. 1. soruyu yanlış cevaplayan öğretmen adaylarına ait cevaplar incelendiğinde deney grubunda ön testte yar alan “ortalama hızın değişmediğini belirtme” ve “sratın değişken olup hızın sabit kaldığını belirtme” yanılgılarının son testte yer almadığı tespit edilmiştir. 2. soruda ise ön testte sürat ve hızın yol ile ilişkisinden bahsedilmiş ancak son testte böyle bir açıklama yer almamıştır. Bu durumu Eryılmaz ve Tatlı (2000), öğrencilerin üniversiteye başlamadan önce mekanik kavram yanılgılarının olması ve bu yanılgılarla mekanik derslerine başlamaları şeklinde açıklamaktadır. Bununla birlikte son testte bazı kavram yanılgılarının direnç gösterdiği ve deney grubu öğrencilerinde bulunduğu belirlenmiştir. Bu yanılgılarda temel olarak hız ve sürat kavramlarının birbirleri ile ilişkili olarak değişebileceği, her iki kavramın birbirleri yerine kullanıldığı ve sratın hız değeri gibi değişeceği ifade edilebilir. Benzer olarak Bozdoğan ve Demirbaş (2009) tarafından sürat ve hız kavramlarının algılamasının incelendiği

çalışmada bazı öğrencilerin sürat ve hız kavramlarını tam olarak kavrayamadıklarını ifade etmişlerdir.

Sabit hız ve sabit ivmeli hareketliler arasındaki ilişkinin sorulduğu 3. soruda öğretmen adaylarından iki hareketli arasında bir eşitlik bulmaları istenmiştir. Matematiksel modellemeyle ilişkili olarak bir eşitliğin sorulduğu bu soruda deney grubu öğretmen adaylarının verdikleri doğru cevap oranlarının kontrol grubu öğretmen adaylarından fazla olduğu belirlenmiştir (Tablo 29). Bu durum Lin ve Yang (2005) tarafından da ifade edildiği gibi matematiksel modellemenin matematikselleştirmeye katkısını göstermektedir. Soruyu doğru cevaplayan deney grubu öğretmen adaylarının büyük bir kısmı (%13.6) hareket denklemlerinden yararlanırken % 4,35 oranında öğrenci ise hareket grafiklerinden yararlanarak doğru sonucu elde etmiştir. Elde edilen bulgulardan öğretmen adaylarının grafik yardımı ile soru çözümün tercih etmedikleri görülmektedir (bkz. 4.1.1. İBT'den elde edilen bulgulara yönelik tartışma). Soruyu kısmen doğru cevaplayan öğretmen adaylarının sabit hızlı ve sabit ivmeli hareketleri ayırt ettikleri ancak uygun denklemleri ortaya koyamadıkları tespit edilmiştir. Bu kategoride cevap veren öğretmen adaylarının matematiksel modelleme çalışmalarında da kullanılan değişkenleri belirledikleri ancak matematiksel problemi çözemedikleri belirlenmiştir. Bu basamakla ilişkili olarak Bukova-Güzel ve Uğurel (2010), yürüttükleri çalışmada matematiksel problemin çözümünü kırılma noktası olarak ifade etmekte ve akademik başarıları iyi olan ve düşük olan öğrencilerin bu basamaktan sonra farklı puanlar aldıklarını belirtmektedirler. Soruyu yanlış cevaplayan öğretmen adaylarına ait cevaplar incelendiğinde bu kategoride yer alan cevapların sabit hızlı ve sabit ivmeli hareketlerin birbirleri yerine kullanılmasından veya sabit hızlı hareket ve hız terimlerini tam olarak anlayamamalarından kaynaklandığı belirlenmiştir. Ayrıca her iki grupta da verilen yanlış cevaplar incelendiğinde bu kategoride en fazla yanlış cevabın yanlış veya uygun olmayan hareket denklemlerinden kaynaklandığı belirlenmiştir. Burada bazı adaylar sabit hızlı ve sabit ivmeli hareket formüllerini doğru olarak kullanamamışlardır. Mevcut literatürde de elde edilen bulgularla paralel olarak Ivowi (1984) ve Tao ve Gunstone (1999) tarafından öğrencilerin sabit hızlı hareketle sabit ivmeli hareketi karıştırdıkları belirtilmiştir.

Ortalama hız ve anlık hız kavramlarının öğretmen adayları tarafından kavrama düzeylerinin incelendiği 4. soruda deney ve kontrol grubu öğretmen adaylarının oldukça yüksek düzeyde doğru cevap verdiği tespit edilmiştir (Tablo 30). Kısmen doğru cevap kategorisi incelendiğinde ortalama hız değerini hesaplayan deney grubu öğretmen

adaylarının kontrol grubu öğretmen adaylarından daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Kontrol grubu öğretmen adaylarının bu şekilde cevap vermeleri öğretmen adaylarının ortalama hız ve hız tanımlarını tam olarak anlayamamalarından kaynaklanabilir. Mevcut literatürde de öğrencilerin hız ve ortalama hız kavramlarını birbirleri yerine kullanılabildiği ifade edilmektedir (Yıldız vd., 2007). Kısmen doğru cevap kategorisi incelendiğinde bu kategorideki cevaplarda öğretmen adaylarının genellikle ortalama hız değerini hesapladıkları ancak anlık hız değerini hesaplayan öğretmen adaylarının sayısının az olduğu görülmektedir. Bu konuda mevcut kavram yanılgıları incelendiğinde öğrencilerin iki nokta arasındaki ortalama hızı anlık hız olarak ifade ettikleri mevcut literatür ile uyum içerisindedir (Aydın, 2007; Chiu, 2008). Soruda ön testte deney grubu içerisinde yanlış cevap kategorisinde öğretmen adayları yer almasına karşın son testte yanlış cevap kategorisinde hiçbir öğretmen adayı yer almamaktadır. Bu durum matematiksel modelleme çalışmaları ile öğrencilerin kavramsal anlamalarının arttığını ifade eden çalışmalarla uyum içerisindedir (Doerr ve Tripp, 1999; Blomhøj ve Jensen, 2003; Maaß, 2005; Zbiek ve Conner, 2006; Blomhøj ve Kjeldsen, 2007; Munier ve Merle, 2009).

Düşey atış ve serbest düşme hareketleri ile ilgili sorular 5 ve 6. sorulardır. Her iki sorunun da deney grubu öğretmen adayları tarafından kontrol grubu öğretmen adaylarından daha fazla oranda doğru olarak cevaplandığı tespit edilmiştir (Tablo 31, Tablo 32). Özellikle farklı yer çekimi ivmesinin yer aldığı ortamlarda zaman ve yere düşme hızlarının kıyaslandığı 6. soruya doğru cevap veren deney grubu öğretmen adaylarının kontrol grubu öğretmen adaylarından yaklaşık olarak iki kat fazla olduğu belirlenmiştir. Bu durumun nedeni Maaß (2006) ve Doruk (2010) tarafından öğrencilerin problem çözme sürecinde problemleri sürekli gözden geçirmeleri ve üst bilişsel düşünme becerilerine başvurabilmelerinden kaynaklanabileceği ifade edilmektedir. Kısmen doğru cevap veren kontrol grubu öğretmen adaylarında ise hız veya süreyi kıyaslamada herhangi birini kıyasladıktan sonra diğesinde hiçbir işlem yapmadan cevap verdikleri ortaya çıkmıştır. Bu cevap kontrol grubu öğretmen adaylarının olayların nedenlerini irdelemeden cevap vermelerinin bir nedeni olabilir. Bu sonuç mevcut literatür ile paralellik göstermektedir (Zbiek ve Conner, 2006). Serbest düşme ve düşey atış hareketlerinin karşılaştırıldığı bu sorularda öğretmen adayları tarafından aynı sürelerde aşağıdan yukarı yöne doğru düşey atış hareketi yapan cisim ile serbest düşme hareketi yapan cismin karşılaştıklarında eşit yol alacaklarını düşünmeleri yanlış cevap kategorisinde en fazla yer alan cevaptır. Öğretmen adaylarının bu şekilde cevap vermeleri düşey atış hareketinde tepe noktasına yaklaşan

cismin gittikçe hızının azalması ve serbest düşme hareketinin tersi olarak düşünülmesinden kaynaklanabilir.

Serbest düşme ve yatay atış hareketlerinin öğretmen adayları tarafından karşılaştırılması amacı ile sorulan 7 ve 8. sorular incelendiğinde 7. soruya doğru cevap veren öğretmen adaylarının sayısının kontrol grubunda daha fazla olmasına karşın 8. soruya doğru cevap veren öğretmen adaylarının deney grubunda daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Soru içerikleri incelendiğinde 7. soruda soru kökünde öğretmen adaylarından nedenlerinin vurgulanması istenmediği halde 8. soruda olayın nedenlerinin araştırılması beklenmektedir. Matematiksel modellemenin kavramlar arası ilişkili ve derin anlamaya etkisi (Zbiek ve Conner, 2006; Blomhøj ve Kjeldsen, 2007) ve öğrencilerin eğik atışla serbest düşme arasındaki ilişkide bazı yanlışların olduğu (Ivowi, 1984; Soner, 2006; Demirci, 2005; Obaidat ve Maklawi, 2009) düşünüldüğünde deney grubu öğretmen adayların olayların nedenlerinin sorulduğu 8. sorudaki başarılarının fazla olmasının nedeni anlaşılmaktadır. Sorularda yatay atış ve serbest düşme hareketi yapan hareketlilerin yere düşme sürelerinin, ivmelerinin veya uçuş sürelerinin karşılaştırılması beklenmektedir. Soruya verilen cevaplar incelendiğinde deney grubu öğretmen adaylarında ön testte görülen kavram yanlışlarından birisi kütlesi büyük olan cismin daha erken yere ulaşacağı ifade edilmesidir. Benzer olarak Gönen (2008), Bayraktar (2009), Presscot ve Mitcelmore (2009) tarafından yürütülen çalışmada bu tür bir yanlış tespit edilmiştir. Deney grubu öğretmen adaylarında ön testte görünen başka bir kavram yanılığı Halloun ve Hestenes (1985) tarafından yürütülen çalışmaya benzer olarak düşen nesnelere yer çekimi kuvvetinin eşit olarak etki etmeyeceği, boyutları veya hareket şekillerine göre farklı etkiyeceğinin ifade edilmesidir. Bazı deney grubu öğretmen adaylarının ön ve son testte yatayda belirli bir ilk hızı olanın ilk hızdan dolayı daha erken düşeceği veya daha az yol aldığı için serbest düşme hareketi yapan hareketlinin daha etken düşeceğini belirttikleri tespit edilmiştir. Mevcut literatürde Ivowi (1984) tarafından yürütülen çalışmada öğrencilerde belirli bir ilk hızı olduğu eğik atış hareketi yapan hareketlinin daha erken düşeceğine yönelik bir kavram yanılığı tespit edilmezken, serbest düşme hareketi yapan hareketlinin daha kısa yol aldığı için daha erken düşeceğine yönelik bir yanlış belirlenmiştir. Son testte verilen yanlışlı cevapların ön testte yer alan kavram yanlışlı cevaplardan az olduğu tespit edilmiştir.

Öğretmen adaylarından eğik atış hareketinin ve parabolün günlük hayattaki uygulamalarına ve örneklerine yönelik olarak sorulan KAT'ın 9. sorusuna verilen

cevaplar incelendiğinde deney grubu öğretmen adayları tarafından verilen doğru ve kısmen doğru cevapların kontrol grubu öğretmen adayları tarafından verilen cevaplardan daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Tablo 35). Bu durum matematiksel modelleme kullanılarak ilişkilendirilen derslerle deney grubu öğretmen adaylarının matematiği ve günlük yaşantılarında gördükleri durumları öğrendikleri dersler ile ilişkilendirmelerine yardımcı olmasına katkı sağlaması şeklinde ifade edilebilir (Zbiek ve Conner, 2006; Prins vd., 2009; Doruk, 2010), (bkz. 4.3. Öğretmen Adaylarının Fizik İle Diğer Alanları İlişkilendirmesine Yönelik Tartışma, bkz. 4.4. Öğretmen Adaylarının Matematiksel Modelleme Yapabilme Becerilerindeki Gelişime Yönelik Tartışma). Mevcut literatürde de öğrencilerin günlük yaşamla ilgili olarak hareketlilerin izleyeceği parabolik yollar hakkında bazı noktalarda yanlış veya uygun olmayan cevaplar verdikleri belirlenmiştir. Bu konuda; Presscot ve Mitcelmore (2005) tarafından hareket eden bir kar arabasından yukarı doğru fırlatılan bir cismin hareket yönünün sorulduğu soruya öğrencilerin çoğunun aşağıdan yukarı doğru fırlatılan bir cismin düzgün olarak yere düşeceğini ifade edilmiştir. Clement (1982)'de seyir halinde ilerleyen bir roketin motorları arızalandıktan sonra izleyeceği yolun sorulduğu soruya parabolik olmayan bir yol izleyebileceğini, düz bir şekilde roketin hareket etmesini beklediklerini rapor etmiştir.

KAT'ta yer alan 10 ve 11. sorular düzgün dairesel hareketle ilişkili olarak hazırlanmıştır (Tablo 36, Tablo 37). Her iki soruya verilen doğru ve kısmen doğru cevap kategorileri incelendiğinde bu kategorilerde yer alan öğretmen aday sayılarının yüksek olduğu tespit edilmiştir. Sorulara ait yanlış cevap kategorileri incelendiğinde öğretmen adaylarının kavram yanılgılı cevapları bulunmaktadır. Bu yanılgılarda 10. soruda deney grubunda yer alan bir öğretmen adayının merkezkaç kuvvetinin etkisi ile cismin (5) yolunu izleyeceği ifade edilmiştir. Bu durumla ilişkili olarak mevcut literatürde de bazı öğrencilerin düzgün dairesel harekette bir cismin ivmesinin daire merkezinin dışına doğru olduğunu ifade ettikleri tespit edilmiştir (Kuru ve Güneş, 2005). Öğretmen adayları tarafından aynı soruya verilen cevaplar incelendiğinde merkezkaç kuvvetinin etkisi nedeni ile 1 veya 4 yolunu izleyeceği belirtilmiştir. Bu tür bir yanılgıyı Soner (2006)'da yürüttüğü çalışmada ortaya koymuş ve öğrencilerin cismin eğrisel hareketinin ipten kurutulduktan belirli bir süre sonrasında kadar devam edeceğini ifade ettiklerini tespit etmiştir. Aynı cevaplarla ilişkili olarak Kızılcık ve Güneş (2006)'de öğrencilerin merkezci kuvvetin etkisi düzgün dairesel hareket bitsede devam edeceğini ifade ettiklerini belirlemiştir. 11. soruya verilen yanlış cevaplar incelendiğinde deney grubu öğretmen adaylarının bu

kategoride 60° enleminde bulunan kişinin buradaki hızın fazla olmasından dolayı çizgisel hızının daha fazla olacağını belirtmiştir. Ancak aynı konu ile ilişkili olarak mevcut literatür incelendiğinde İsen ve Kavcar (2006) öğrencilerin aynı ipe bağlı hareket eden merkezden uzaklıkları farklı cisimlerin çizgisel hızlarının eşit olarak düşündüklerini, Levin, Seigler ve Druyan, (1990) yanlış cevap kategorisinde yer alan öğrencilerin % 96'sının dünya üzerinde hareket eden hareketlilerin aynı mesafeyi aldıklarını düşündüklerini ifade etmişlerdir.

KAT'ta yer alan 12. soruya son testte doğru cevap veren deney grubu öğretmen adayları (% 52,17) kontrol grubu öğretmen adaylarından (% 22,73) oldukça fazladır. Soruyu kısmen doğru cevaplayan adaylar cismin izleyeceği yolu belirlemiş ancak hiçbir açıklamada bulunmamışlardır. Yanlış cevap kategorisi incelendiğinde deney grubu öğretmen adayları içerisinde en önemli yanlış cevabın görelî hızdan dolayı cismin (1) yönünde gidiyormuş gibi görülmesi oluşturmaktadır. Benzer olarak Soner (2006)'da bazı öğrencilerin serbest bırakılan cismin hareketini uçağın gerisine doğru düşündüklerini tespit etmiştir. Deney grubu öğretmen adayları tarafından ifade edilen başka bir kavram yanılgısı da cismin serbest düşme yapacağıdır. Bu sonuç Soner (2006) tarafından bulunan sonuçla uyum içerisinde.

Öğretmen adayları ile yürütülen mülakatlardan ortaya çıkan bulgular, bu uygulamanın öğrenmelerinde kalıcılığı arttırdığı, içselleştirmeyi sağladığı ve matematik ve günlük hayatla ilişkilendirme ile öğrenmelerini anlamlı hale getirdiğini ortaya koymaktadır. Kalıcı öğrenmenin gerçekleştiğini düşünen adaylar; konu ve kavramları unutmadıklarını, ezbere gerek duymadıklarını ve modelleme aşamalarını kullanmalarının öğrenmelerine katkısı olduğunu ifade etmektedirler. Konuları daha iyi içselleştirdiklerini düşünen adaylar kavramları daha iyi özümstediklerini, derinlemesine öğrenmenin gerçekleştiğini, mevcut bilgilerini yeni durumlara uyarladıklarını ve problemleri anlayarak çözdüklerini düşünmektedirler. Tanner ve Jones (2002), öğrencilere sorular sorduklarında içselleştirmelerine ve matematiksel modellemeyi daha iyi anlamalarına katkı sağladığını ifade ederken, yürütülen bu çalışmada öğretmen adaylarının içselleştirmeyi kendilerinin fark ettikleri ve bu sayede daha kalıcı öğrenme gerçekleştirdikleri düşünülebilir. Bunun yanında Perrenet ve Adan (2002), içselleştirmenin grup çalışmasının ve model hakkında karar alınması ile sağlandığını ifade etmektedirler. Öğretmen adayları, matematikle ilişkilendirmenin fizik dersini anlamaya yardımcı olduğunu, derslerde günlük hayat ve diğer disiplinlerle ilişkilendirme ile konuların somutlaştırıldığını, fizikte öğrenilen matematik bilgileri yardımı ile sorularda işlem hızının arttığını ve soruların daha kolay

çözüldüğünü ifade etmektedirler. Benzer olarak matematiksel modelleme etkinliklerinin matematikle daha kolay ilişki kurulmasına yardımcı olduğu (Perry ve Todder, 2009), matematiği ve diğer disiplinleri içerdiği için öğrenmeye olumlu katkı yaptığı (Ang, 2007) ifade edilmektedir.

4.2. Matematiksel Modelleme Kullanılan Derslerin Öğretmen Adaylarının İlgileri Üzerine Etkisine Yönelik Tartışma

Bu kısımda, matematiksel modelleme etkinlikleri ile yürütülen derslerin öğretmen adaylarının ilgilerini nasıl etkilediğine yönelik bulgular literatürle ilişkilendirilerek tartışılmıştır.

Yapılan araştırmalar durumsal ve kişisel olmak üzere iki tür ilginin olduğunu ortaya koymuştur (Schraw, Flowerday ve Lehman, 2001; Alev, 2010). Kişisel ilginin olumlu tutum geliştirmede katkısı düşünüldüğünde, matematiksel modellemenin derse olan kişisel ilgiye etkisi bilinmektedir (Fasletti ve Rodríguez, 2005). Öğretmenler başarılı modellemecileri kişisel ilgiye sahip, verilen görevi uygulamada ısrarcı, gayretli ve model oluşturmada ilgileri olan kişiler olarak ifade etmektedirler (Justi ve Gilbert, 2002). Uygulamalar sürecinde mülakat yürütülen D5, D8, D9, D17, D15, D12, D13, D14 öğretmen adayları derse olan ilgilerinin arttığını ve modelleme etkinlikleri sayesinde çevrelerinde karşılaştıkları olayları anlamaya çalıştıklarını ifade etmişlerdir. Böylece fiziğe karşı kişisel bir ilgi geliştirdikleri ifade edilebilir. Jiang ve Xie (2007)'ın çalışma sonuçlarıyla uyumlu şekilde bu çalışmada kişisel ilginin gelişmesine bağlı olarak öğrencilerin matematiksel modellemeye uygun yürütülen dersleri çok sevdiklerini ve beğendiklerini belirtmişlerdir. Uygulamalar sürecinde yer alan etkinlikler kişisel ilgisi gelişmiş bazı öğretmen adayları tarafından ilginç bulunmuştur. Benzer olarak Lim, Tso ve Lin (2009) öğrencilerin matematik dersinden hoşlandıklarını ve matematiksel modellemenin onlara ilginç geldiğini belirtmişlerdir. Uygulamalar sürecinde öğretmen adayları derse olan ilgilerinin aynı zamanda başarılarını da etkilediğini ve bu etkinlikler sayesinde derslerde daha başarılı olacaklarını ifade etmişlerdir. Çalışmalar sürecinde yürütülen gözlemlerde mülakat verileri ile ilişkili olarak sınıf içi gözlemlerde de öğretmen adaylarının soruları daha kısa sürede ve başarı ile tamamlamaları ile ders sürecindeki ilgilerinin de gittikçe arttığı belirlenmiştir. Yarinovsky ve Kangro (2009) dersteki başarı ile derse olan ilgi arasında belirlenen ilişkide; çevre dersinde yürütülen matematiksel

modelleme çalışmasında öğrencilerin çevre kirliliğine, biyolojik ve kimyasal süreçlere ilgilerinin arttığı, buna bağlı olarak ta dersi daha iyi anladıkları ve bu durumun ders süreci içerisindeki performanslarının artmasına da katkı sağladığını ifade etmiştir. Adaylar etkinlikler sürecinde soruları çözebildikçe güven kazandıklarını, çözüm için çaba gösterdiklerini ifade etmişlerdir. Başarılı modellemecilerin çözüme ulaşmada çaba göstermeleri gerektiği Justi ve Gilbert (2002) tarafından da belirtilmiştir. Bu durumun sonucu olarak ta gözlemlerde öğretmen adayları ilerleyen etkinliklerde derslerde daha fazla etkin davranmış ve uygulamalar için çaba göstermişlerdir.

D4, D16 ve D17 öğretmen adaylarında materyalin uygulanmasından kısa süreli durumsal bir ilgi göstermişlerdir. Bu öğretmen adaylarının çalışmanın yeni ve ilginç olmasından dolayı dersi sevdikleri anlaşılmıştır. Yürütülen kısa süreli bir çalışmada matematiksel modellemede öğrencilerin yeni bir konuyu öğrenmeye ve yeni bilgiler keşfetmeye olumlu baktıkları (Foley, 2009) ve matematiksel modelleme hakkında olumlu düşünceye sahip oldukları (Kaiser ve Schwarz, 2006) belirlenmiştir. Adaylar bu şekilde derslerin geleneksel yöntemlerle yürütülen derslere göre daha zevkli geçtiğini ve durumun dersi sevmelerine önemli bir katkı sağladığını belirtmişlerdir. Lim, Tso ve Lin (2009) öğrencilerin geleneksel derslere göre matematiksel modellemeye uygun olarak yürütülen dersleri daha ilginç bulduklarını belirtmişlerdir. Yürütülen gözlemlerde bazı öğretmen adaylarının ders sürecinde ilerleyen bölümlerde ilgilerinin azaldığı ve ders sonunda etkinliklere çok ilgi göstermedikleri gözlenmiştir. Buna karşın yürütülen son mülakatlarda hem fiziğe hem de matematiğe karşı olumlu baktıklarını ifade etmişlerdir. Kaiser (2005) öğrencilerin matematiğin değişik alanlardaki uygulamalarına ilgi gösterdiklerini ifade etmiştir. Adaylar etkinlikleri sevdiklerini ancak bazen ders işlemediklerini düşündüklerini ve modelleme aşamalarında bazı yerlerde çok zorlandıklarını söylemişlerdir. Klymchuk (2008) tarafından yürütülen çalışmada da öğrencilerin bazı zorluklarla karşılaşmalarına rağmen derse olumlu baktıkları ortaya çıkmıştır. Bu konu ile ilişkili olarak Kaiser ve Schwarz (2010) tarafından öğrencilerin kendilerini bazen yardım almayan, yönlendirilmeyen, güvensiz hissetmelerine rağmen modellemeye karşı olumlu düşündükleri belirlenmiştir. Yine öğretmen adayları ile yürütülen başka bir çalışmada adaylardan matematiksel modellemeye uygun ders etkinlikleri tasarımları istendiğinde adayların çoğunluğu matematiksel modellemeden zevk almalarına rağmen bazı öğretmen adayları problemin karmaşıklığı ve tüm değişkenler arasında bağlantı kurma yetenekleri nedeniyle endişeli oldukları belirlenmiştir (Lingefjård, 2002b). Kimya dersi ile

matematiksel modellemeye uygun olarak yürütülen bir başka çalışmada ise öğrencilerin çoğu modelleme sürecinde acemice davranmalarına, zorlanmalarına ve çözüme ulaşmada sıkıntı yaşamalarına rağmen kimya ünitelerine ilgi gösterdikleri ortaya çıkmıştır (Prins vd., 2009).

4.3. Öğretmen Adaylarının Fizik İle Diğer Alanları İlişkilendirmesine Yönelik Tartışma

Bu kısımda, yürütülen matematiksel modelleme etkinlikleri yardımı ile öğretmen adaylarının fizik ile diğer alanları ilişkilendirmelerine yönelik elde edilen bulgular tartışılmıştır.

Öğretmen adayları tarafından fizik dersleri ile ilişkilendirilen alanlar günlük hayat, matematik, mühendislik, coğrafya ve kimya olarak belirlenmiştir. Öğretmen adayları ön mülakatlarda fizik dersini günlük hayat, matematik, mühendislik, coğrafya ve kimya ile ilişkilendirirken, son mülakatlarda fizik dersi; günlük hayat, matematik ve coğrafya alanları ile ilişkilendirilmiştir. Mevcut literatürde de yürütülen çalışmalarda bu alanların birbiri ile ilişkilendirildiği uygulamalar görülmektedir (Aziz, 1988; Lankard, 1993; Ogunsola-Bandele, 1996; Steinberg, Wittmann ve Redish, 1997; Haynie ve Greenberg, 2001; Merrill, 2002; Tinker ve Thomson, 2003; West, Tooke ve Muller, 2003; Engstrom, Boulton, ve Wurzelbacher, 2004; Aydın ve Balım, 2005; Sorel, 2005; Ashmann, Zawojewski ve Bowman, 2006; Dede ve Yaman, 2006; Lyublinskaya, 2006; Reeder, 2007). Uygulama süreci başlamadan önce öğretmen adayları fizik dersini; önceki derslerde karşılaşılan durumlar, öğretmenler tarafından verilen örnekler, bilimsel geziler, yıllık ödevler ve günlük yaşamdaki durumlardan çıkarımlar yapılarak günlük hayatla ilişkilendirdiklerini ifade etmişlerdir. Yürütülen ön mülakatlarda yalnızca iki öğretmen adayının çevrelerinde gördükleri durumları fen bilimleri ile ilişkilendirerek açıkladıkları belirlenmiştir. Öğrencilerin günlük hayatta karşılaştıkları durumları fizik dersine uyarlayamamalarının nedeni, üniversiteye hazırlanan öğrencilerin kavram öğretiminden çok soru çözüme ile ilgilenmelerinden kaynaklandığı şeklinde ifade edilebilir (Alıcı-İsen ve Kavcar, 2006).

Yürütülen uygulamalardan sonra öğretmen adaylarının fizik dersini günlük hayat ile ilişkilendirmede farklı düzeylerde ilişkilendirme yaptıkları tespit edilmiştir. Derste öğrendikleri örnekleri günlük yaşamla ilişkilendiren öğretmen adayları, sınıf içerisinde

tartışılan veya karşılaştıkları günlük hayatla ilişkili durumları çevrelerinde gördüklerinde, bu durumları fizik konuları ile ilişkilendirebildiklerini belirtmişlerdir. Bu konuda öğretmen adaylarının ilk etkinlik olan yeşil dalga etkinliğinden itibaren günlük hayat problemi ile ilgili karşılaştıkları tüm örnekleri çevrelerinde gördüklerinde bunları düşündüklerini ve fizik dersi ile ilişkilendirdiklerini ifade etmişlerdir. Bu aşamada öğretmen adayları tarafından günlük yaşamla ilişkili örnekler farklılık göstermekle birlikte genellikle sürat ile ilgili olarak yeşil dalga etkinliğini, sabit ivmeli hareketle ilgili olarak çitaları, serbest düşme hareketi ile ilgili bebeklerin belirli bir yükseklikten serbest bırakılmasını, düşey atış hareketi ile ilgili fiskiye ve eğik atış hareketinin açıklandığı balerin etkinliğini ifade etmişlerdir. Benzer olarak Prins vd. (2009), matematiksel modellemenin günlük hayat ile ilişkilendirilmesinden yararlanılabileceğini ve bağlam temelli etkinliklere katkı sağlayacağını belirtmiştir. Derste öğrendikleri bilgiler ve günlük hayatla ilişkili durumlardan çıkarımlar yaparak yeni ve farklı olaylarla bunları ilişkilendiren öğretmen adayları aynı konuda derslerde verilen örnekler dışındaki durumlarla çevrelerinde karşılaştıklarını ve bunları fizik ile ilişkilendirmekten zevk aldıklarını ifade etmişlerdir. Bu kategoride verilen örnekler genellikle düzlemde hareket ünitesinde yer alan eğik atış hareketi ve düzgün dairesel hareket konuları ile ilişkilendirmişlerdir. Bu konuda voleybolda manşet hareketleri ve düzgün dairesel hareketi açıklarken sema dönüşleri ifade edilmiştir. Benzer olarak Doruk (2010), matematik derslerinde kullandığı modelleme etkinliklerinde öğrencilerin günlük hayat ile matematiği ilişkilendirmede başarılı olduklarını belirtmiştir. Matematiksel modellemenin katkısını Zbiek ve Conner (2006), gerçek dünya ile bağlantı kurmaya yardımcı, günlük yaşamdaki olayları anlama fırsatı sunan ve bu durumları özelleştirebilen bireylerin yetişmesine yardımcı olduğunu ifade etmektedir. Çalışma sonucunda verilen günlük hayatla ilişkili bazı örneklerde ise öğretmen adayları önceki yaşantılarında karşılaştıkları durumları belirtmiş ve bu olaylar üzerinden günlük hayat ile ilişkilendirme yaptıklarını söylemişlerdir. Bu konularda öğretmen adayları makaralar kullanılarak inşaatlarda yük taşınmasını veya virajlı yollarda araçların savrulmasını ifade etmişlerdir (bkz. 4.4. Öğretmen Adaylarının Matematiksel Modelleme Yapabilme Becerilerindeki Gelişime Yönelik Tartışma). Bu durum adayların geçmiş yaşantılarında da bazı durumları günlük yaşamla ilişkilendirdiklerini göstermektedir.

Öğretmen adayları ön mülakatlarda fizik dersinde sayılar ve dört işlemin tüm fizik konularında kullanıldığını belirtirken, hareket ünitesini türevle, yaylar ve basit sarkacı

sayılarla, elektrik ünitesini dört işlemle, momentum ve dinamik ünitelerini trigonometri ile hareket ünitesini hız problemleri ile ilişkilendirdiklerini ifade etmişlerdir. Bu durumun fizik dersinin öğretilmesinde matematiğin gerekliliğini ortaya koyduğu ve fizik, matematik bağlantısını vurguladığını göstermektedir. (Ogunsola-Bandele, 1996; Güzel 2004).

Son mülakatlarda öğretmen adayları fizik dersi ile ilişkili olan branşların en önemlisinin matematik olduğunu ifade etmişlerdir. Matematiğin kullanıldığı fizik dersi yardımı ile bazı öğretmen adayları fizik dersindeki başarılarının arttığını bu duruma matematikle ilişkilendirmenin katkı sağladığını, matematik bilgilerini tekrar ettiklerini, hatırladıklarını ve fizik derslerinde matematiği kullanmaları ile işlem hızlarının arttığını belirtmişlerdir. Matematiksel modellemenin matematiğe katkısı, öğrencilerin matematik bilgilerini kullanmaları ve bunlardan soru çözümede yararlanmaları (Gross ve Knauer, 1982), matematiği öğrenmeyi sağlaması (Doruk, 2010), matematiği farklı bir yoldan anlamaya fırsat sunduğu (Blomhøj ve Kjeldsen, 2007), matematik dersinin anlama ve kavranmasına yardımcı olduğu (Hickmann, 1987) şeklinde ifade edilmektedir. Matematiksel modellemenin öğrencilerin fizik ile matematik arasında güçlü bir bağ olduğunu fark etmelerine katkı sağladığı bilinmektedir (Sağlam-Arslan ve Arslan, 2010).

Gözlem bulgularında ise matematiksel modelin formüleleştirilmesi aşamasında matematik bilgilerinden yararlandıkları görülmüştür. Lingefjärd (2002b), öğrencilerin matematik bilgilerinin geliştiğini gözlemlediğini belirtmiştir. Adaylar uygulama sürecinin ilk derslerinde matematiksel bilgileri kullanmakta ve yorumlamakta zorlanırken ilerleyen etkinliklerde temel matematik bilgilerini kolaylıkla kullanabilmiş ve matematiksel formülü ortaya koyabilmişlerdir. Adayların üçüncü etkinlik olan ilginç gelenekte diferansiyel ifadelerini kullanırken integralle ilgi bilgilerde zorluklarla karşılaştıkları, eğik atış hareketi ile ilgili olarak düşen kiremit etkinliğinde, düşey atış hareketi ile ilgili olarak balerin etkinliğinde, düzgün dairesel hareketle ilgili olarak adımlar etkinliğinde ve göreceli hareketle ilgili olarak film hileleri etkinliklerinde matematiksel ifadeleri rahatlıkla kullanıp, formülleri kolayca ortaya koyabildikleri belirlenmiştir. Özellikle uygulamalar süreci içerisinde eğik atış hareketinin yer aldığı balerinler, düzgün dairesel hareketin yer aldığı adımlar ve göreceli hareketin yer aldığı film hileleri adlı etkinliklerde öğretmen adaylarının öğretim elemanın hiçbir yönlendirmesi olmadan yalnızca grup içi tartışmalarla doğru sonuca ulaştıkları tespit edilmiştir. Kullanılan matematik sayesinde öğretmen adaylarının başarılarındaki gelişme dikkate alındığında Perry ve Todder (2009), öğrencilerin matematiksel modelleme ile matematiksel bir dil geliştirdiklerini ve motivasyon sağlamış

bireylerin rehberine ihtiyaç duymadan kolaylıkla matematiksel modelleri çözebileceklerini, Ang (2007), bu durumunun matematik öğrenmek için iyi bir fırsat sağladığını ve matematiğin farklı disiplinlerle ilişkilendirilmesinin buna katkı sağlayabileceğini ve Tanner ve Jones (2002), matematiksel modelleme etkinliklerinin öğrencilerin matematiksel düşünme becerilerini geliştirdiğini ifade etmektedir.

4.4. Öğretmen Adaylarının Matematiksel Modelleme Yapabilme Becerilerindeki Gelişime Yönelik Tartışma

Bu kısımda, öğretmen adaylarının uygulamalar sürecinde matematiksel modelleme etkinliklerindeki gelişimlerine ait bulgular literatürle ilişkilendirilerek sunulmuştur.

Öğretmen adaylarının uygulamalar başlamadan önce soru çözmeye kullandıkları stratejiler incelenmiştir. Bunun için belirlenen öğretmen adaylarına geçmiş yaşantılarında soru çözerken kullandıkları yöntemlere yönelik sorular yöneltilmiştir. Yürütülen bu mülakatlarda K17 ve D19 öğretmen adayları, öğretmenleri tarafından soru çözümünde önerilen bazı ipuçlarından yararlandıklarını, K19 öğretmen adayı soru çözerken kendisinin bazı pratik yollar keşfettiğini ve bunların kullanıldığını, D19 öğretmen adayının konu ile ilgili formülleri ve soru içerisinde verilen değişkenlerle bunlara ait birimleri not aldığını, D8 öğretmen adayı özellikle hız problemlerinde soruyu çözmeden önce soruya ait şekil ve grafik çizdiğini, D3 ve D18 öğretmen adayları soruya başlamadan önce soruyu anlamaya çalıştıklarını ve bunun için de soruyu anlayana kadar okuduklarını ve D3 ve D18 öğretmen adayları da soruları çözerken anlamadıkları kısımlarla karşılaştıklarında bunları öğretmenleri veya arkadaşlarına sorduklarını belirtmişlerdir. Problem çözme stratejileri incelendiğinde öğrencilerin soru çözmeye yukarıda bahsedilen problem çözme stratejileri ve bunlarla ilişkili stratejiler geliştirdikleri ifade edilebilir (Altun ve Arslan, 2006; Çalışkan, Selçuk ve Erol, 2006; Yazgan, 2007; Gök, 2008; Öztürk, 2009; Gök ve Silay, 2010).

Uygulamalar süreci içerisinde öğretmen adaylarının etkinliklerden elde ettikleri toplam puanlar incelendiğinde elde edilen puanlarda yüzlük sistemde 30,5 ile 100 arasında bir değişimin olduğu görülmektedir. Adaylar ilk etkinlikten itibaren elde ettikleri puanlarda bir gelişim göstermişlerdir. Bu gelişim ilk etkinliklerden başlayarak ilerleyen etkinliklere doğru bir yükselme şeklindedir. Bu durum her bir aşamadan elde edilen ortalama puanlarda da görülmektedir. Adaylar 1. etkinlikten 57,02, 2. etkinlikten 66,20, 3.

etkinlikten 73,40, 4. etkinlikten 74,13, 5. etkinlikten 88,37, 6. etkinlikten 87,38, 7. etkinlikten 89,61 ve 8. etkinlikten 90,11 olarak belirlenen ortalama puanlar almışlardır. Aynı durum etkinlikler sürecinde belirlenen seviyelerle öğretmen adaylarının bu seviyeler arası geçişlerinde de görülmektedir. Öğretmen adaylarının Şekil 20'den de görüldüğü gibi genel olarak etkinlikler arasında sürekli bir atış gösterdikleri ve 5-6 ve 7-8. etkinlik arası geçişlerde 7 ile 10 ayrıca 8-8. etkinlik arası geçişte ise 8 ile 10 seviyesi arasında değişimler gösterdiği anlaşılmaktadır. Buna karşın yine Şekil 20'den anlaşılacağı gibi 1 ve 2. etkinlik arasında ortalama olarak 3 ile 7 düzeyleri arasında yer aldığı ve bu düzeylerin gittikçe geliştiği anlaşılmaktadır. Özer-Keskin (2008)'de öğretmen adaylarının matematiksel modelleme etkinliklerinde son etkinliklerde alınan puanların ilk etkinlikte alınan puanlara göre daha yüksek olduğunu bunun matematik bilgi ve becerilerinin gelişiminden kaynaklandığını ifade etmiştir.

Öğretmen adaylarının matematiksel modelleme etkinliklerinden elde ettikleri puanlar ve etkinlikler arası gelişimlerinden elde edilen bulgularına ait tartışmaya yer verildikten sonra matematiksel modelleme aşamalarının ayrıntılı analizinden elde edilen bulgular tartışılmıştır.

Gerçek dünya problemi aşamasının ilk bölümü olan *problemi tanıma* bölümünde öğretmen adaylarından öncelikle problemi kendi cümlelerini kullanarak ifade etmeleri ve ardından gerçek dünya probleminde ifade edilen duruma uygun bir şekil çizmeleri beklenmiştir. Çalışma sürecindeki etkinlikler incelendiğinde bu aşamada yer alan sorulardan ilk dört etkinlikte yanlış cevap verildiği bundan sonra yer alan dört etkinlikte ise öğretmen adaylarının kısmen doğru veya doğru cevap verildiği tespit edilmiştir. Etkinlikler sürecinde yanlış cevap veren öğretmen adaylarına ait cevaplar incelendiğinde problemi yeniden ifade eden öğretmen adayları gerçek dünya problemini anlamadığı için problem durumunda belirtileni ve çalışma sonucunda istenenleri tam olarak ifade edemediklerinden dolayı bu kategoriye dahil edilmişlerdir. Bu durumun bir nedenini Sağlam, Altun ve Aşkar (2009), öğrencilerin problemi yeniden ifade etmeyi zaman kaybı olarak görmelerinden kaynaklandığı ifade etmişlerdir. Kısmen doğru cevap veren öğretmen adayları ise problem durumunu tam olarak ifade edememiş istenenlerin bir kısmı yazılmış ve problem durumunu tam olarak yansıtacak ifadeler yer vermiştir (sayfa 178). Mousoulides vd. (2007), bazı öğrencilerin problem durumunu anladıklarını ancak verilenleri ifade etmekte zorlandıklarını belirtmiştir. Maull ve Berry (2001), öğrencilerin problemi anlamakta zorluk yaşamamalarının nedenini ders süreci içerisinde öğrencilere tüm özellikleri dikkate almaları

konusunda vurgu yapmalarına bağlarken, Özer-Keskin (2008), matematik öğretmen adaylarının Polya'nın problem çözme aşamalarında yer alan problemi anlama aşamasını kullandıkları için kolaylıkla gerçek dünya problemini açıkladıklarını belirtmektedirler. Bukova-Güzel ve Uğurel (2010), ders süreci içerisinde öğrencilerin problemi anlamada herhangi bir zorlukla karşılaşmadıklarını bu nedenle adaylarında başarılarında farklılaşmayı sağlayacak bir aşama olarak görülmediğini belirtmektedir. Son etkinliklerde öğretmen adaylarının elde ettikleri puanlardaki artışı Bergman-Ärlebäck (2009) ve English (2003)'ün de belirttiği gibi matematiksel modellemenin öğrencilerin okuma ve yazma becerilerine katkısından kaynaklandığı düşünülmektedir. *Gerçek dünya problemi* aşamasının ikinci bölümü olan *şekil çizme* bölümünde gerçek dünya problemine ait çizilen şekillerde adayların yaptıkları yanlışlar, problemin yeniden ifade edilmesinde olduğu gibi problem durumunu yansıtacak bir şeklin oluşturulmaması ve problem durumu dışında farklı bir durumu ifade eden bir şeklin çizilmesi şeklinde iken kısmen doğru cevaplara ait şekillerde problem durumunu yansıtacak şeklin bir kısmının doğru çizilmesine karşın bazı noktaların göz ardı edildiği ve buna bağlı olarak çizilmediği veya yanlış çizildiği belirlenmiştir (s. 173). Şekil çizme konusunda yaşanan zorlukların nedenleri incelendiğinde Blomhøj ve Kjeldsen (2007), tarafından farklı noktalara odaklandıkları, Kara, Erduran-Avcı ve Çekbaş (2008), tarafından öğrencilerin bilmedikleri kavramlarla ilgili şekilleri çizmedikleri, Ikahata (2007), tarafından bazı öğrencilerin uygun şekli çözümlerle ilişkili olmadığı veya önemli olmadığını düşündükleri ve Temiz ve Kızılcık (2006), tarafından öğrencilerin anlamada güçlük çektikleri için şekil çizemedikleri belirtilmiştir. Ders sonunda yürütülen mülakatlarda da öğretmen adayları gerçek dünya probleminin öneminden bahsetmiş, bu aşamanın kendilerinin problem durumunu anlamalarına katkısını vurgulamışlardır. Sağlam, Altun ve Aşkar (2009), öğrencilerin problem çözümlerinde şekil çizmelerinin nedenini soruyu daha iyi anlamak ve şekille özetlemek olarak ifade etmişlerdir. Uygulamalarda gerçek dünya probleminin hem problemin yeniden tanınması hem de probleme uygun şekil çizilmesi bölümlerinden 5, 6, 7 ve 8. etkinliklerde doğru cevap veren adaylarının sayısının yüksek olduğu belirlenmiştir. Pantziara, Gagatsis ve Elia (2009), sorularda şekil çizen öğrencilerin çözüm stratejileri geliştirdikleri, bilişsel performanslarının arttığı, ayrıca şekil çiziminin problem durumunu kolaylaştırdığını ve soruyu bir hiyerarşi doğrultusunda çözmeye yardımcı olduğunu ortaya koymuştur. Benzer olarak Diezmann (2002), problem yapısını temsil eden şekillerin sonuca ulaşmaya yardımcı olduğunu, Parasuk ve Beyranedand (2010), şekil çizimi ile

öğrencilerin problemi daha iyi anladıklarını ve Nunokawa (2006), bu sayede derinlemesine anlamının gerçekleştiğini belirtmiştir.

Öğretim materyalinin ikinci aşaması *kabullenmelerin yapılması* aşamasından oluşmaktadır. Bu aşamada öğretmen adayları, gerçek dünya probleminin çözümü için gerekli ve ihmal edilebilir değişkenleri belirlemekte ve uygun kabullenmelerini ortaya koymaktadırlar.

Gerekli değişkenler bölümünde öğretmen adayları tarafından belirlenen gerekli değişkenler incelendiğinde 1 ve 4. etkinliklerde birer öğretmen adayının yanlış cevap kategorisinde yer aldığı tespit edilmiştir. Kabullenmelerin yapılması aşamasında, öğretmen adaylarından problem durumu ile ilgili değişkenlerin istenmesinin ardından gerekli değişkenlerin belirlenmesi beklenmiştir. Adaylar gerekli değişkenleri belirlerken bazı ihmal edilebilir değişkenleri de gerekli değişken olarak kabul etmiş ve bu kategoriye dahil etmişlerdir. Ancak 5, 7 ve 8. etkinliklerde adaylar gerekli değişkenlere çok fazla ihmal edilebilir değişkenleri eklememiş ve bu nedenle alınan puanlarda yükselmiştir. Değişkenlerin belirlenmesi aşamasından düşük puan alan öğretmen adaylarının modelleme bilgi ve becerisine sahip olmadıkları için düşük puanlar aldığı düşünüldüğünde (Özer-Keskin, 2008) matematiksel modelleme etkinlikleri sonucunda öğrencilerin uygulamalar sürecinde matematiksel modelleme bilgi ve becerisi kazandıkları belirtilmektedir (Blomhøj ve Jensen, 2003; Zbiek ve Conner, 2006; Blomhøj, 2007; English, 2010). 2. etkinlikte gerekli değişkenler alınan yol, hız, ivme ve zaman değişkenleri olmasına rağmen bu etkinlikte öğretmen adaylarının hiç birinin zamanı ve ivmeyi gerekli bir değişken olarak görmediği ve bunu gerekli değişken olarak ifade edilmediği tespit edilmiştir. Bunun yanında 3. etkinlikte gerekli değişkenler olan yükseklik ve yerçekimi ivmesi çoğu öğretmen adayı tarafından gerekli değişken olarak ifade edilirken bu etkinlikte ise sadece üç öğretmen adayı zamanı gerekli değişken olarak belirtmiştir. Toplam ivmenin hesaplanmasının beklendiği 6. etkinlikte ise 6 öğretmen adayı açısız ivmeyi gerekli bir değişken olarak yazarken, yalnızca 3 öğretmen adayı teğetsel ivmeyi gerekli bir değişken olarak düşünmüştür. Yine gerekli değişkenlerin belirlenmesi aşamasında bazı durumlarda gerekli olmayan değişkenler çoğu öğretmen adayı tarafından gerekli bir değişken olarak ifade edilmiştir. Örneğin uygulamalar sürecinde 2. etkinlikte av ile ilgili hiçbir soru olmamasına rağmen 9 öğretmen adayı avın hızını gerekli bir değişken olarak ifade etmiş ve 7. etkinlikte açısız ve teğetsel ivmelerin toplamının bulunmasının beklendiğin başka bir etkinlikte 11 öğretmen adayı bacak uzunluğu problem durumunda kullanılmamasına

rağmen bunu gerekli bir değişken olarak ifade etmiştir. Ikahata (2007), öğrencilerin gereksiz değişkenleri çalışmaya dahil etme eğiliminde olduklarını ve önemli değişkenler yanında önemsiz olanları da çalışma için gerekli değişken olarak ifade ettiklerini ve bu durumun kendileri için yeterli olmayan özel durumlara onları yönlendirdiğini belirtmiştir. Maull ve Berry (2001)'e göre öğrenciler değişkenler arasındaki ilişkiyi matematiksel olarak tam göremediklerinden, kritik edemediklerinden ve sonrasında yansıtamadıklarından dolayı değişkenler konusunda başarısız olduklarını ifade edememişlerdir. Bunun yanında Prins vd. (2009), değişkenlerin miktarının ve gerekli ve bilinmeyen değişkenlerin varlığının matematiksel modellemede karmaşıklığa yol açtığını belirtmektedir.

İhmal edilebilir değişkenler bölümünde etkinlikler sürecinde öğretmen adayları tarafından belirlenen ihmal edilebilir değişkenler incelendiğinde, adayların yalnızca 2. etkinlikte sürtünmeyi ihmal edilebilir bir değişken olarak düşünmediği, bunun dışındaki tüm etkinliklerde sürtünmeyi ihmal edilebilir bir değişken olarak kabul ettiği belirlenmiştir. Bunun yanında adayların ilk beş etkinlikte iklim ve buna bağlı koşulları (hava şartları, rüzgar, nem oranı...) ihmal edilebilir değişkenler kategorisine dahil ettiği ortaya çıkmıştır. Bu durum, öğretmen adaylarının önceden tasarlanmış uygulamalardan bir takım sonuçlar çıkararak genel bir ilkeye varmalarının bir sonucu olarak genellemede bulduklarını göstermektedir (Çepni vd., 1997; Çepni, 2005). Adaylar tarafından en fazla ifade edilen diğer ihmal edilebilir değişkenlerin ise ağırlık (3, 5, 6 ve 7. etkinlikler), hareket süresi (1, 6, 7 ve 8. etkinlikler) ve yerçekimi (4, 5 ve 6. etkinlikler) olarak tespit edilmiştir. Uygulamalar süreci içerisinde serbest düşme hareketi ile ilgili olan ilginç gelenek etkinliğinde öğretmen adayları elde ettikleri matematiksel formüllerde belirli bir aşamadan sonra kütleyi eşitliğin her iki tarafından sadeleştirmişlerdir. Bu nedenle ağırlığı ihmal edilebilir bir değişken olarak kullandıkları düşünülmektedir. Bunun yanında yerçekimi ivmesi düşey atış veya eğik atış gibi hareketlerde dikkate alınırken, sabit ivmeli hareket veya ortalama süratle ilgili sorularda dikkate alınmamış veya hareket süresi düzlemde hareket ünitesi ile ilgili sorularda dikkate alınırken açısız ivme ile ilgili sorularda hızla ilişkili olmasına rağmen zaman değişkeni kullanılmamıştır. Adayların yerçekimi ivmesi, zaman ve ağırlık gibi kavramları sıklıkla ihmal edilebilir değişken olarak ifade etmesi Prins vd. (2009) ve Tipi (2009), tarafından problemlerde gerekli ve ihmal edilebilir değişkenleri birbiri ile karıştırdıkları şeklinde ifade edilmektedir.

Uygulamalar sürecinde uygun kabullenmelerin yapılması aşaması ile ihmal edilebilir değişkenlerin belirlenmesi aşamasında bazı ortak noktalar dikkat çekmektedir. Bu bölümde 2 ve 3. etkinliklerde yer alan sürtünme kuvvetinin ihmal edilmesi ve 1 ve 2. etkinliklerde belirtilen hava koşulları her iki kısımda da yer alan ortak değişken olarak belirlenmiştir. Bergman-Ärlebäck (2009), değişkenler konusunda yaşanan zorlukları öğrencilerin gelenekselin dışındaki problemleri çözmeye tahminlerinin iyi olmamalarına bağlı olarak zorluklar yaşamları ile açıklamaktadır.

Gözlem verilerinde kabullenmelerin yapılması konusunda sınıf tartışmalarının önemli bir katkı sağladığı belirlenmiştir. Yürütülen sınıf içi tartışmalar yardımı ile adayları gerekli ve ihmal edilebilir değişkenleri ve neden bu kategorilere dahil edildiklerini sınıf arkadaşları ile tartışmışlardır. Ayrıca yine gözlem verilerinde bazı derslerde öğretmen adaylarının belirledikleri gerekli değişkenleri sembolleştirmede sıkıntı yaşadıkları ortaya çıkmıştır. Düşey atış hareketi ile ilgili olan cenova çeşmesi isimli etkinlikte öğretmen adaylarının mevcut değişkenleri ortaya koyduktan sonra bunları matematiksel formülün çözümüne uyarlamada zorlandıkları tespit edilmiştir. Yürütülen mülakatlarda öğretmen adayları da problemde yer alan değişkenlerin belirlenmesinin matematiksel problemi çözemeye katkı sağladığını belirtmişlerdir. Bukova-Güzel ve Uğurel (2010)'da değişkenlerin belirlenmesi aşamasının problemi çözmeye olumlu etki yaptığını, değişkenleri belirleyen öğretmen adaylarının matematiksel problemi daha kolay çözebildiklerini belirtmiştir. Buna karşın Maull ve Berry (2001), bu aşamayı öğrencilerin değişkenler arası ilişkileri ve bu değişkenlerin analizini yapamadıklarından dolayı onlar için bu aşamayı hayal kırıklığı olarak ifade etmektedir.

Matematiksel problemin çözümü aşaması ilk etkinliklerde öğretmen adayları tarafından tam ve doğru olarak çözülemezken etkinlikler ilerledikçe kısmen doğru ve doğru cevap veren öğretmen adaylarında belirli bir artış gözlemiştir. Yürütülen gözlemlerde de öğretmen adaylarının ilk etkinliklerde matematiksel problemi çözmeye zorlandıkları tespit edilmiştir. Stillman, Brown ve Galbraith (2007), doğru olmayan veya yetersiz bilgi nedeni ile zorluklarla karşılaştıklarını, ve Maaß (2005), öğrencilerin gerçek dünya problemini matematiksel modele dönüştürmede bazı özel zorluklarla karşılaşmalarına rağmen matematik konusunda gelişim gösterdiklerini belirtmiştir. Ayrıca, etkinlikler sürecinde verilen yanlış cevaplar kategorilendirildiğinde ilk olarak ortalama sürat kavramı ile ilgili olarak hazırlanan yeşil dalga ve görelilik hareketi ile ilgili oluşturulan film hileleri etkinliklerinde uygun olmayan hareket denklemlerinin kullanıldığı

görülmektedir. Bu durumu Saglam-Arslan ve Arslan (2010)'da adayların matematiksel problemi aşına oldukları formüllerle çözmeye çalışmalarına bağlamaktadır. Bunun yanında Crouch ve Hainess (2004), öğretmen adaylarının matematiksel modelleme uygulamaları daha zor olmasına rağmen bunları gerçek dünya ile bağlantılarından dolayı testlere tercih ettiklerini bunun ise kültür ve eğitime bağlı olabileceği, ayrıca Özer- Keskin (2008) modelleme hakkında hiçbir bilgisi olmayan öğretmen adaylarının bile problem çözüme bilgilerini kullanarak bu matematiksel modellerle başa çıkabildiklerini belirtmiştir. Ortalama sürat kavramının açıklandığı ilk etkinlik olan yeşil dalga etkinliğinde ve sabit ivmeli hareketi açıklayan çitalar etkinliklerde öğretmen adaylarının problem durumunda verilen değişkenleri kullanarak soru çözmeye çalıştıkları tespit edilmiştir. Adayların bu şekilde matematiksel problemi çözmeye çalışmaları öğrencilerin basit çözümler yerine karmaşık sonuçlar elde etmeye çalışmalarından (Lingefjärd, 2002a) veya öğrencilerin matematiksel modellemede formülü çözerken formüllerle ilişkili zorluklarla karşılaşmalarından (Stillman, Brown ve Galbraith, 2007) kaynaklanabilir. Son olarak düşey atış hareketi ile ilgili olarak hazırlanan cenova çeşmesi etkinliğinde uygun olmayan hareket grafiklerinden yararlandıkları belirlenmiştir. Bu durum Özer- Keskin (2008) tarafından da ifade edildiği gibi adayların önceki yaşamlarında kullandıkları çözümlere matematiksel modeli benzetmeye çalışmalarından kaynaklanabilir.

Bu aşamada kısmen doğru cevap veren öğretmen adayları ise iki kategori altında toplanmıştır. Bunlardan ilki bazı öğrencilerin 2, 3 ve 7. etkinliklerde olduğu gibi gerçek dünya probleminde istenilenlerin bir kısmını bulabilmeleri, ikincisi ise 4, 5 ve 6. etkinliklerde olduğu gibi işlem hatasıdır. Özer-Keskin (2008), öğretmen adaylarının etkinlikler ilerledikçe işlem hatalarından dolayı matematiksel problemi çözmeye hata yaptıkları ancak bu durumdan kaynaklanan hatalara rağmen matematiksel modellemede bir işlem hatası olmasa adayların doğru sonucu elde edeceklerini belirtmiş ve bu durumu matematiksel problemin çözümünde bir gelişme olarak ifade etmiştir. Öğretmen adaylarının yaratıcılık içeren gerçek yaşamla ilişkili soruları çözmeye zorlanmalarının nedeni sınıfta rutin örnekler çözmelerinden kaynaklanabileceği ifade edilebilir (Martinez-Luaces, 2005).

Gözlem sürecinde, 6. etkinlikte sınıf tartışmaları yardımı ile kolaylıkla problemi çözebildikleri, 7 ve 8. etkinliklerde ise sınıf tartışmalarına bile gerek kalmadan bu aşamayı rahatlıkla yapabildikleri belirlenmiştir. Prins vd. (2009), matematiksel modelleme etkinliklerinde bazen uzmanlar tarafından görülen modelle öğrenciler arasında anlaşılabilir

modeller arasında bazı farklılıkların olmasına rağmen öğrencilerin matematiksel modelleme ile başa çıkabildiklerini ifade etmiştir. Uygulamalar sonucunda ise matematiksel problemin çözümü konusunda bazı öğretmen adayları günlük yaşantılarında karşılaştıkları durumları çözebileceklerini, yeni formüller bulabileceklerini, formüllerde sonuca ulaşmaktan zevk aldıklarını ve formülleri kendilerinin bulmalarının kalıcılığı arttırdığını ifade etmişlerdir. Bergman-Ärlebäck (2009), matematiksel modelleme etkinlikleri ile öğrencilerin model oluşturma becerilerinin geliştiğini ifade etmiştir. Bukova-Güzel ve Uğurel (2010), bu basamağı öğretmen adayları için bir kırılma noktası olarak ifade etmekte ve başarılı öğretmen adaylarının basamağı kolaylıkla başardığı, orta ve düşük düzeydeki adayların ise akademik başarıları ile ilişkili olarak matematiksel problemi çözemediği belirtmişlerdir.

Matematiksel modelleme etkinliklerinin bir sonraki aşaması olan *çözümü yorumlama* aşamasında öğretmen adayları tarafından elde edilen puanlar incelendiğinde, aşamalar boyunca bu kısımdan alınan puanlarda artış olduğu görülmektedir. Bu kategoride oluşturulan yanlış cevapların tümü yanlış hareket denklemlerini kullanmaktan kaynaklanmaktadır. Çözümü yorumlama aşamasına verilen kısmen doğru cevaplar incelendiğinde elde edilen cevaplarda çeşitli kategoriler oluşturulmuştur. Kısmen doğru cevaplarda oluşturulan ilk kategori işlem hatasından kaynaklanan cevaplardır. Bu kategoride verilen cevaplar ortalama süratle ilişkili olan yeşil dalga sisteminde yer alan ve eğik atış hareketi ile ilişkili olan balerin etkinliklerinde yer alan çözümü yorumlamaya ait cevaplardır. Kısmen doğru cevap kategorisinde yapılan başka bir eksiklik düşey atış hareketi ile ilişkili olan cenova çeşmesi etkinliğinde yer alan uygun hareket denklemlerini kullanıp işlemleri tamamlamamadır. Öğretmen adaylarının üniversite sınavı sonrası yürütülen bu uygulamada üniversite sınavının etkisi ile ortaöğrenim döneminde bir problem üzerinde uzun süre düşünme ve mantık yürütme ile zaman kaybetmeyip, doğru sonuca kısa sürede ulaşılacak soruları çözmelerine odaklandıkları düşünüldüğünde (Moralı, Köroğlu ve Çelik, 2004) sorularda bazı işlemlerin tamamlanmamasının nedeni ortaya çıkmaktadır. Kısmen doğru cevap kategorisinde sabit ivmeli hareketle ilişkili olarak çitalar etkinliğinde, serbest düşme hareketi ile ilişkili olarak ilginç gelenek etkinliğinde ve düzgün dairesel hareketle ilişkili olarak adımlar etkinliklerinde çözümü yorumlama aşamasında oluşturulan soruların bir kısmına cevap verilmiş veya işlem hatası yapmışlardır. Öğretmen adaylarının sorularda işlem hatası yapmaları, soruların iyi analiz edilememesinden (Özsoy ve Kemankaşlı, 2004), işlem zorluğundan (Şandır, Ubuz ve

Argün, 2007) veya temel matematik bilgilerindeki eksikliklerden (Birinci- Konur ve Pırasa, 2010) kaynaklanabilir.

Son olarak bu kategoride yer alan cevaplarda öğretmen adaylarının çözümün bir kısmında yanlış hareket denklemlerini kullandıkları tespit edilmiştir. Kullanılan yanlış hareket denklemleri incelendiğinde düşey atış hareketi ile ilgili olan cenova çeşmesi etkinliğinde $x = a.t^2$ ve görel hareketle ilişkili olan film hileleri etkinliğinde $v_{bağlı} = v_{cisim} - v_{gözlemci}$ formüllerinin kullanıldığı tespit edilmiştir. Adayların $x = a.t^2$ denklemini kullanmaları sabit hızlı ve sabit ivmeli hareketleri birbirine karıştırmalarından (Ivowi, 1984; Tao ve Gunstone, 1999), $v_{bağlı} = v_{cisim} - v_{gözlemci}$ formülünü kullanmaları bağlı hareket kavramını tam olarak anlayamamalarından veya açıklayamamalarından kaynaklanabilir (Gemici, Küçüközer ve Mergen-Kocakulah, 2002). Yine aynı aşamada ilk altı etkinlikte yer alan sorularda öğretmen adaylarının bir önceki aşamada buldukları matematiksel formül yerine genel hareket denklemlerini olan zamansız hız formülü, sabit ivmeli hareket formülü ve hız denklemi formüllerini kullanmış ve sonuca daha karmaşık ve uzun yollardan ulaştıkları belirlenmiştir. Gross ve Knauer (1982), öğrencilerin matematiksel modellemede öğrendikleri bilgilerden yararlandıklarını belirtmiştir. Bu durum son iki etkinlikte görülmekte ve adaylar bu etkinliklerde matematiksel problemin çözümünden yararlanmaktadırlar.

Matematiksel modelleme aşamalarından *modelin doğrulanması* aşamasında öğretmen adayları tarafından elde edilen yanlış cevaplar kategorilendirildiğinde farklı nedenlerden dolayı yanlış cevapların ortaya çıktığı tespit edilmiştir. Sürat ve hız konusu ile ilişkili olan yeşil dalga etkinliği ve sabit ivmeli hareket konusu ile ilişkili olan çitalar etkinliğinde öğretmen adaylarının istenilen cevaba uymayan yanlış açıklamalar ifade ettikleri tespit edilmiştir. Adayların bu şekilde cevap vermeleri kavramlar arası ilişkileri ilk iki etkinlikte tam olarak görememelerinden kaynaklanabileceği düşünülmüş ve bu konuda Küçüközer (2010) öğrencilerin değişkenlerin olay üzerinde etkilerini aynı anda düşünemediklerini ve bir değişkeni alıp diğerlerini ihmal ettiklerini belirtmiştir. Modelin doğrulanması aşamasında birinci etkinlik olan yeşil dalga ve 2. etkinlik olan ilginç gelenek etkinliklerinde yanlış hareket grafikleri kullanıldığı için soru çözülememiştir. Adayların kinematik grafiklerini kullanmada bazı eksik noktalarının olduğu dikkate alındığında (Eryılmaz ve Tatlı, 2000; Hale, 2000; Bektasli, 2006; Aydın, 2007; Kozhevnikov, Motes ve Hegarty 2007; Uyanık, 2007) bu oluşturulan yanlış cevapların nedeni açıklanmaktadır. 3. etkinlik olan ilginç gelenek ve 6. etkinlik olan balerinler etkinliklerinde adayların yanlış

hareket denklemleri kullandıkları için bu kategoride yer aldıkları belirlenmiştir. Adayların yanlış hareket denklemlerini kullanmaları rasgele cevaplar vermelerinden veya geçmiş yaşamlarındaki deneyimlerinden kaynaklanabilir (Obaidat ve Malkawi, 2009). Yanlış cevap kategorisinde yer alan son cevap türü ilginç gelenek adlı 3. etkinlikte yer alan sayı değerlerini kullanma eğilimidir. Bu durum adayların geçmiş yaşantılarında karşılaşılan sorulara mevcut soruları benzetmelerinden kaynaklanabilir (Saglam-Arslan ve Arslan, 2010).

Kısmen doğru cevap kategorisinde yer alan cevaplar incelendiğinde modelin doğrulanması aşamasında ilk dört etkinlikte istenilen bilgilerin bir kısmını buldukları belirlenmiştir. 5. etkinlik olan düşen kiremit ve 6. etkinlik olan balerin etkinliklerinde işlem hatası kısmen doğru cevap kategorisinde yer almaktadır. Bu durum, öğretmen adaylarının mevcut matematik bilgilerindeki eksikliklerinden kaynaklanabilir (Birinci-Konur ve Pırasa, 2010). Son iki etkinlik olan adımlar ve film hileleri etkinliklerinde öğretmen adaylarından belirli değerlere karşılık gelen bir trigonometrik fonksiyon grafiği çizmeleri istenmiştir, ancak adayların uygun grafik değerlerini bulmalarına karşın trigonometrik değerlere bağlı bir fonksiyonun grafiğini çizemedikleri belirlenmiştir. Demetgül (2001), tarafından yürütülen çalışmada da öğrencilerin açılarının trigonometrik değerlerini hesaplamalarına rağmen bunu grafikte ifade edemedikleri veya hatalı veya yanlış grafik çizdikleri, bu durumun ise fonksiyonların açı değerlerini ezberlemelerinden kaynaklandığını belirtmiştir. Öğrencilerin kavram bilgisi ve işlem bilgisi arasında ilişkiyi kurmada sorunları olduğu bilinmesine rağmen trigonometri bilgilerinin fen bilimlerinde kullanımı öğrencilerin derse olan ilgilerini arttırdığı ifade edilmektedir (Doğan, 2001).

Uygulamalar sürecinde öğretmen adaylarının modeli gerçek dünyaya uygulamada herhangi bir zorlukla karşılaşmadığı, gerçek dünya ile ilişkili mantıklı örnekler verdikleri ve bu örnekler problem durumu ile ilişkilendirdikleri belirlenmiştir. Uygulamalar sürecinde 2, 4, 5, 6, 7 ve 8. etkinliklerde adaylardan öğrendikleri bilgileri günlük hayata uyarlamaları istenmiştir. 2. etkinlik olan çitalar etkinliğinde öğretmen adaylarının verdiği günlük yaşamla ilişkili örnekler incelendiğinde trafikle, asansörlerle ve fizik derslerine bağlı örneklerin verildiği tespit edilmiştir. Verilen cevapların genellikle hareket denklemlerinde kullanılan günlük hayatla ilişkili ve adayların çevrelerinde gördükleri örnekler olduğu düşünüldüğünde adayların bu konuda yeni ve farklı örnekler vermedikleri görülmektedir. Benzer olarak Kaiser, Schwarz ve Tiedemann (2007) ve Crouch ve Haines (2004)'da öğrencilerin matematiksel problem bittikten sonra gerçek dünyaya bunları yorumlamakta

zorlandıklarını ifade etmişlerdir. 4. etkinlik olan cenova çeşmesinde gerçek dünya problemi ile ilişkili olan fiskiye ve şelale örnekleri dışında çevrelerinde karşılaştıkları top sektirme veya istop gibi örnekleri verdikleri tespit edilmiştir. Adayların bu etkinlikten itibaren günlük hayatla ilişkilendirme konusunda çevrelerindeki durumları da dersle ilişkilendirmeye başladıkları görülmektedir. Doruk (2010)'da matematiksel modelleme kullanılan derslerde yer alan öğrencilerin matematiksel modelleme kullanılmayan derslerde yer alan öğrencilere göre günlük hayat ile matematik arasında ilişki kurmada daha başarılı olduklarını ifade etmiştir. Düzlemde hareket ünitesinde yer alan tüm günlük hayatla ilişkili sorularda ise öğretmen adaylarının tüm etkinliklerde yeni ve farklı örnekler verdikleri ve bu örnekleri mevcut konu ile ilişkilendirdikleri belirlenmiştir. Bu durum adayların günlük hayatla ilişkilendirme konusunda da bir gelişmeleri olduğunu göstermektedir.

Yine matematiksel modelin doğrulanması aşamasının problemin çözümü aşamasına göre daha kısa sürede ve kolay cevaplandığı gözlenmiştir. Özellikle ilk etkinlik olan yeşil dalga etkiliğinde matematiksel problemin çözümüne oranla geçen süreler arasında modelin doğrulanması lehine önemli bir zaman farkı bulunmaktadır. Buna karşın Özer-Keskin (2008), Tipi (2009) ve Prins vd. (2009), öğrencilerin bu basamakta zorlandıklarını belirtmişlerdir. Bukova-Güzel ve Uğurel (2010), ise modelin doğrulanması aşamasını en zor aşama olarak ifade etmiştir. Buna karşın özellikle son etkinliklerde bu aşamanın ve çözümü yorumlama aşamasının öğretmen adayları tarafından çok fazla önemsenmediği gözlenmiştir. Bu durum, Yalar ve Yanpar-Yelken (2009), tarafından blok şeklinde yürütülen ders etkinliklerinin öğrencilerin ders süreci içerisindeki ilgi ve dikkatlerini dağıttığı şeklinde açıklanabilir.

4.5. Uygulama Sürecinde Karşılaşılan Zorluklara Yönelik Tartışma

Bu kısımda öğretmen adaylarının matematiksel modelleme etkinliklerinde karşılaştıkları zorluklar tartışılmıştır.

Öğretmen adayları tarafından karşılaşılan zorluklar modele yönelik ve uygulamaya yönelik olmak üzere iki temel alanda yaşanmıştır. Uygulamaya yönelik zorluklar incelendiğinde grup çalışması ve tartışmalar alanında yaşandığı görülmüştür. Grup çalışmasından dolayı yaşanan zorluklar grupların homojen bir şekilde dağılmamasından ve grup içi bölünmelerin yaşanmasından ortaya çıkmıştır. Grupların homojen bir şekilde dağıtılamamasının nedeni uygulamaların birinci sınıfın ilk döneminin ikinci Temel Fizik I

dersi ünitesinde yer almasından dolayı hem adayların, hem de öğretim elemanının sınıftaki bireylerin öğrenim geçmişlerini tam olarak bilmemekten kaynaklanmaktadır. Grup içi bölünmelerin nedeni de benzer olarak öğretmen adaylarının arkadaşlarını tanımamaları ve üniversite sınavına hazırlanırken bireysel çalışma yapmalarından kaynaklanabilir. Bu konu ile ilgili olarak öğretmenlerin derslerinde grup çalışması yapmayı çok tercih etmedikleri ve öğrencilerin bu çalışmalarla çok az karşılaştıkları bilinmektedir (Bayraktar ve Çınar, 2010). Oysa Lingefjärd (2002a), öğrencilerin grup çalışması yapmayı kendilerinin istediğini çünkü bu sayede farklı çözümleri birbirleri ile paylaşmakta ve birbirlerinin bilgilerini güçlendirerek daha kolay soruları çözmelerine katkı sağladığını ifade etmektedir.

Grup içerisinde yaşanan zorluklar incelendiğinde bazı öğretmen adaylarının bireysel çalışma yapmak istedikleri tespit edilmiştir. Bu şekilde çalışmalarını yürütmek isteyen bazı öğretmen adayları tek başına soruları çözmeye çalışırken bazı adaylar ise öğretim elemanından yardım istemiş ve soruları tartışarak çözmek istemişlerdir. Benzer olarak Escalante (2007)'de çalışmasında öğrencilerin sorular hakkındaki tartışmaları öğretmenleriyle yürütmek istediklerini ve Warwick (2007), öğrencilerin gruplarda zorluklar yaşadıklarında öğretmenlerinden yardım istediklerini belirtmiştir. Grup içerisinde yaşanan sorunların bir diğeri adayların arkadaşları ile çalışma yapmak istememelerinden kaynaklanmıştır. Buna karşın Doruk (2010), öğrencilerin modelleme süreci içerisinde grup arkadaşları ve sınıf arkadaşları ile yoğun bir şekilde iletişimde olduğu ifade etmiştir. Benzer olarak Lingefjärd (2002a), öğrencilerin grup arkadaşları tartışmaları yürütmelerinden memnuniyetlerini ifade etmektedir. Zawojewski, Lesh ve English (2003)'te grup çalışmalarını bir ayrıcalık olarak düşünmekte ve öğrencilere düşüncelerini ispat etme arkadaşlarını ikna etmeye çalışma gibi fırsatlar sunduğunu ifade etmektedir. Yürütülen çalışmada ise adayların uygulamalar sürecinde birbirlerini yeni tanımaya başlamaları böyle bir olumsuzluğun yaşanmasının nedeni olabilir. Grup içerisinde yaşanan zorlukların sonuncusu ise oturma düzenine bağlı olarak yaşanmıştır. Derslerin sınıf ortamında yürütülmesi ve adayların genellikle üç veya dört kişilik gruplar oluşturmaları sıralarda oturma düzeninde bazı zorlukların yaşanmasına neden olmuş ve bu durum etkili grup çalışmalarının yürütülebilmesini engellemiştir.

Tartışmalar konusunda yaşanan zorluklar incelendiğinde, grup içi tartışmalar konusunda öğretmen adaylarının çekingen davranışları nedeni ile etkili grup içi tartışmalar uygulama sürecinin ilk aşamalarında gerçekleşmemiştir. Sınıf içerisinde yürütülen tartışmalar konusunda özellikle ilk uygulamalarda öğretmen adayları ile

yürütülen sınıf tartışmaları konuların anlaşılmaya çalışılması ve zıt fikirlerin ortaya çıkmasından dolayı uzun süre almıştır. Mevcut literatürde de ders süreci içerisinde öğrencilerin öğrenim süreçlerinin olumlu yönde olmasına rağmen ders süresi konusunda sıkıntılar yaşandığı ve modelleme etkinliklerinin uzun süre aldığı belirtilmektedir (Kaiser, 2005; Kaiser ve Schwarz 2006; Biembengut ve Hein, 2007).

Modele yönelik zorluklar incelendiğinde öğretmen adaylarının gerçek dünya problemi, kabullenmelerin yapılması ve matematiksel modelin çözümü aşamalarında bazı sıkıntılarla karşılaştıkları ortaya çıkmıştır. Gerçek dünya problemlerinin hem matematiği hem de ders ile ilişkili alanları içerdiğinden karmaşık ve zor problemler olduğu bilinmektedir (Hickman, 1986). Gerçek dünya probleminde karşılaşılan zorluklar problemi tanıma, anlama ve şekil çizme aşamalarında yaşanmıştır. Öğretmen adayları problemi tanıma ve anlamada problem durumunu kendi cümleleri ile ifade etmede zorlanmışlardır. Gerçek dünya problemine ait şeklin çizimini ise ilerleyen derslerde gereksiz bir aşama olarak düşündükleri veya hemen problemin çözümüne geçmek istemelerinden dolayı bu konuda isteksiz davranmışlardır. Bu durumun ortaöğretimde öğrencilerin doğru sonuca kısa sürede ulaşmak istemelerinde dolayı sonuca gidilen yollardan ziyade sonuca odaklanmalarından kaynaklanabileceği düşünülmektedir (Moralı, Köroğlu ve Çelik, 2004). Alanda yürütülen çalışmalarda da gerçek dünya problemi aşamasında yer alan problemi tanıma aşamasında hem problemi anlama, hem de şekil çizme konusunda öğrencilerin zorlandıkları tespit edilmiştir. (Temiz ve Kızılcık 2006; Blomhøj ve Kjeldsen, 2007; Ikahata 2007; Mousoulides vd., 2007; Kara, Erduran-Avci ve Çekbaş, 2008; Sağlam, Altun ve Aşkar, 2009).

Yaşanan zorlukların karşılaşıldığı bir diğer aşama kabullenmelerin yapılamaması aşamasıdır. Bu aşamada mevcut kabullenmelerin hangileri olacağı konusunda ve gerekli ve ihmal edilebilir değişkenlerin belirlenmesi kısımlarında zorluklarla karşılaşmışlardır. Bunun dışında yine kabullenmelerin yapılması aşamasında kabullenme kelimesi ile neyin kastedildiğini tam olarak anlayamamışlar ve bu durumu sınıf tartışmaları ile anlamaya çalışmışlardır. Bunun nedeni öğretmen adaylarının önceki yaşantılarında kabullenmelerde bulunmamaları nedeni ile yeni ve farklı bir surumla karşılaşmalarından olabilir. Uygulama sürecinin ikinci yarısında da bu aşamayı atlayıp doğrudan problemin çözümü aşamasına geçmek istemişlerdir. Kavramlar arası ilişkileri göremeyen öğrencilerin bilginin aktarılması şeklinde öğretime alışmış olmaları ve bilgiyi yapılandırma özelliklerinin gelişmediği (Baki ve Mandacı- Şahin, 2004) düşünüldüğünde bu durumun öğretmen

adaylarının kabullenmelerin yapılması konusundaki zorluklarının bir nedeni olabileceği ifade edilebilir. Alanda yürütülen çalışmalarda da kabullenmelerin yapılması aşamasına gerekli ve ihmal edilebilir değişkenlerin belirlenmesine yönelik öğrencilerin bazı zorluklarla karşılaştıkları bilinmektedir (Mauil ve Berry 2001; Ikahata, 2007; Bergman-Årlebäck, 2009; Tipi, 2009; Prins vd., 2009)

Çalışma süreci içerisinde yaşanan en büyük zorluğun modelin çözümü aşamasında ortaya çıktığı söylenebilir. Öğretmen adayları ilk uygulamalar sürecinde modelin çözümünü tam olarak ortaya koyamadıkları belirlenmiştir. Adaylar bu tür etkinliklerin önceki yaşantılarında karşılaştıkları sorular gibi olmalarını istemiş ve bu doğrultuda soruları çözmek istemişlerdir (Bkz. 4.4. Öğretmen Adaylarının Matematiksel Modelleme Yapabilme Becerilerindeki Gelişime Yönelik Tartışma). Bu durum öğretmen adaylarının önceki yaşantılarında aşına oldukları yöntemlerle soruları çözmek istemelerinden kaynaklanabilir (Saglam-Arslan ve Arslan, 2010).

Modelin çözümünde yaşanan bir diğer zorluk ise öğretmen adaylarının derslerini kontrol grubu ile aynı içerikte yürütülmesini istemelerinden kaynaklanmıştır. Bu süreçte adaylar derslerinin geleneksel yöntemlerle yürütülmesi istemişlerdir. Prins vd. (2009)'da öğrencilerin modelleme sürecinde acemi olduklarından ve problem durumlarına aşına olmamalarından dolayı zorluklar yaşadıklarını belirtmiştir. Yürütülen bu çalışma ile ilişkili olarak mevcut literatürde de matematiksel problemin çözümü aşamasında modeli oluşturma konusunda öğrencilerin çeşitli zorluklarla karşılaştıklarına yönelik çalışmalar yer almaktadır (Lingefjård 2002a; Martinez-Luaces, 2005; Stillman, Brown ve Galbraith, 2007; Özer-Keskin, 2008; Prins vd., 2009; Bukova Güzel ve Uğurel, 2010; Saglam-Arslan ve Arslan, 2010).

5. SONUÇLAR

Yürütülen bu çalışmanın amacı; doğrusal ve düzlemde hareket ünitelerinde matematiksel modelleme yaklaşımı kullanılarak ilişkilendirilen fizik derslerinin öğretmen adaylarının öğrenmeleri üzerindeki etkilerini belirlemektir. Bu amaca yönelik olarak yürütülen uygulamalardan elde edilen bulgular yorumlanmış ve varılan sonuçlar öğretmen adaylarının başarılarına yönelik, öğretmen adaylarının ilgilerine yönelik, öğretmen adaylarının fizik ve diğer alanları ilişkilendirmelerine yönelik, öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yapabilme becerilerindeki gelişime yönelik ve uygulama sürecinde karşılaşılan zorluklara yönelik sonuçlar alt başlıkları altında sunulmuştur.

5.1. Öğretmen Adaylarının Başarılarına Yönelik Sonuçlar

Bu kısımda, öğretmen adaylarının İBT, KAT, gözlem ve mülakat verilerinden öğrenci başarısı üzerine elde edilen verilerden oluşturulan bulgular ve tartışmalarda ortaya çıkan sonuçlara yer verilmiştir.

1. Çalışmada yer alan deney ve kontrol grubu öğretmen adaylarına İBT'nin öğretim öncesi ve sonrasında uygulanması ile meydana gelen değişim istatistiksel olarak incelenmiş ve deney grubu lehine anlamlı bulunmuştur ($F_{(1,42)} = 5,48, p < 0,05$). Buradan matematiksel modellemeye uygun olarak yürütülen ders etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının “Doğrusal ve Düzlemde Hareket” ünitelerinde işlemsel başarılarında olumlu yönde bir etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu durumun sonucunda matematiksel modelleme etkinlikleri ile yürüten dersler yardımı ile öğretmen adaylarının matematikselleştirme, işlem becerilerini kullanabilme, matematiği uygulamada pratiklik kazanma ve matematiği formüle dönüştürmede başarılı oldukları söylenebilir.

2. İBT'ye verilen doğru cevaplar incelendiğinde matematiksel modelleme uygulamaları ilk etkinlikleri olan doğrusal hareket ünitesi ile ilgili sorularda kontrol grubu ile deney grubu öğretmen adayları tarafından verilen doğru cevaplarda kontrol grubu öğretmen adaylarının doğru cevap yüzdesi daha fazla iken uygulama sürecinde son etkinliklerde yer alan düzlemde hareket ünitesinde deney grubu öğretmen adayları tarafından verilen doğru cevap yüzdelerinin kontrol grubundan fazla olduğu dikkat

çekmektedir. Bu durum deney grubu öğretmen adaylarının matematiksel modellemeye uygun olarak yürütülen ders etkinliklerinde işlemsel başarılarının geliştiğinin bir kanıtını içermektedir. Bu nedenle deney grubu öğretmen adaylarının matematiksel modelleme etkinliklerinde matematiksel becerilerinin kullanımında modelin formülleştirilmesi ve çözümün yorumlanması aşamalarında bir gelişim gösterdikleri sonucuna varılmıştır.

3. Öğretmen adaylarının uygulama süreci derslerinde matematiksel ifadeleri kullanarak soruları çözmelerine rağmen İBT sorularında ön bilgilerine dayalı hareket denklemlerini kullanmaktadırlar. Bu durum öğretmen adaylarının geçmiş yaşantılarında öğrendikleri bilgileri terk edememeleri ve soruların çözümünde geçmiş yaşantılarındaki bilgilerini kullandıklarını göstermektedir. Özellikle ilk üç soruda görüldüğü gibi ders içerisinde matematiksel bilgiler sıklıkla kullanılmasına ve matematiğe dayalı çözümler elde edilmesine rağmen öğretmen adaylarının matematikten çok az yaralandıkları bunun yerine önceki yaşantılarında ve ders kitabında yer alan hareket denklemleri ile doğru sonuca ulaştıkları belirlenmiştir. Bu durum öğretmen adaylarının alışageldikleri öğretim yöntemini kısa süreli uygulamalarla bırakmamaları ve alışkanlıkların kolayca değiştirilmediği sonucunu ortaya koymaktadır.

4. Öğretmen adayları tarafından oluşturulan kısmen doğru cevap kategorisi ve öğretim materyali incelendiğinde bu kategoride yer alan en önemli alt başlığın işlem hatası olduğu görülmektedir. Öğretmen adaylarının birçok soruda uygulanacak matematiksel işlemlerde hata yaptıkları için doğru sonucu elde edemedikleri ortaya çıkmıştır. Bu durumda öğretmen adaylarının fizik derslerinde matematiksel ifadeleri kullanmalarında ve matematiksel işlemleri yürütmelerinde temel matematik bilgilerine yönelik türev, diferansiyel, trigonometri gibi konularda eksik noktalarının olduğu sonucuna varılabilir.

5. İBT'ye ve KAT'a ait deney grubu öğretmen adaylarının ön test ve son testte verdikleri yanlış cevaplar incelendiğinde en sık tekrar eden yanlış cevapların uygun olmayan veya yanlış hareket denklemlerinin kullanılması şeklinde olan cevapların olduğu tespit edilmiştir. Bu alt başlık içerisindeki cevapların nedeninin bir kısmının önceki yaşantılarda öğrenilen bilgilerden, bir kısmının ise dikkatsizlikten kaynaklandığı düşünülebilir. Bu durum Obaidat ve Malkawi, (2009) çalışması ile uyumludur.

6. Sarkacın toplam ivmesinin sorulduğu İBT sorusuna verilen cevaplar incelendiğinde en çok yapılan yanlış cevaplardan biri sarkacın periyot formülünden yer çekimi ivmesi ifadesinin yalnız bırakılarak bu ifadenin toplam ivmeye eşit olduğunun düşünülmesidir. Öğretmen adaylarının bu şekilde cevap vermeleri açısız ivme ve çizgisel

ivme kavramlarını ve bunlar arasındaki ilişkiyi tam olarak kavrayamadıkları sonucunu ortaya koymaktadır.

7. Öğretmen adayları tarafından İBT' ye verilen cevaplar ve matematiksel modelleme etkinliklerinde kullanılan formüller incelendiğinde adayların çoğunlukla $x=a.t^2$ (burada öğretmen adaylarının sabit hızlı harekette yer alan $x=v.t$ ifadesi ile sabit ivmeli harekette yer alan $v=a.t$ ifadesinin aynı denklem üzerinde kullanılabileceğini ve buna bağlı olarak $x=a.t^2$ ifadesinin geliştirilebileceğini belirtmişlerdir) şeklinde formül kullandıkları tespit edilmiştir. Bu formülün öğretmen adayları tarafından elde edilmesi incelendiğinde bazı adayların sabit hızlı ve sabit ivmeli harekette yer alan formülleri aynı hareket olarak düşündükleri ve aynı hareket için kullandıkları belirlenmiştir. Buradan bazı öğretmen adaylarının sabit hızlı hareketi sabit ivmeli hareketle karıştırdıkları sonucuna ulaşılmıştır.

8. İBT ve KAT'da boş cevap kategorileri incelendiğinde ön testte deney ve kontrol grubu öğretmen adaylarına ait boş cevap kategorisinde yer alan öğretmen adayı sayısının aynı olmasına rağmen son testte boş cevap kategorisinde yer alan deney grubu öğretmen adayı sayısında önemli bir azalma olduğu görülmektedir. Bu nedenle deney grubu öğretmen adaylarının kontrol grubu öğretmen adaylarına göre soru çözümünde çaba gösterdikleri ve tüm soruları çözmeye gayretli oldukları sonucuna varılmıştır. Bu durum matematiksel modelleme etkinliklerinde yer alan gerçek dünya problemlerinin adaylar tarafından problemi anlama ve değişkenleri belirleme ile daha kolay çözülebilmelerinden kaynaklanabilir.

9. Matematiksel modelleme etkinlikleri öncesi ve sonrasında deney ve kontrol grubu öğretmen adaylarına uygulanan KAT'ın istatistiksel olarak incelenmesinden deney grubu öğretmen adayları lehine anlamlı bulunmuştur ($F_{(1,42)} = 15,32, p < 0,001$). Buradan matematiksel modellemeye uygun olarak yürütülen ders etkinliklerinin öğretmen adaylarının "Doğrusal ve Düzlemde Hareket" ünitelerinde kavramsal başarılarında olumlu yönde bir etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ulaşılan bu sonuç, öğretmen adaylarının kavramlar arası ilişkileri görme (Doerr ve Tripp, 1999), kavramlarda derin anlamaları gerçekleştirme (Zbiek ve Conner, 2006) ve sonuçlarını yorumlamaya (Zbiek ve Conner, 2006) yönelik başarılarında bir artış olduğu fikriyle uygunluk göstermektedir.

10. KAT'da deney grubu öğretmen adaylarının ezbere bilgi yerine olayları hesaplayarak, mevcut değişkenleri düşünerek ve araştırarak sonuca ulaştıkları belirlenmiştir. Bu durumdan hareketle matematiksel modelleme etkinlikleri kullanılarak yürütülen derslerin öğretmen adaylarının araştırma becerilerinde gelişme sağladığı

sonucuna ulaşılmıştır. Bu nedenle öğretmen adaylarının öğrendikleri bilgileri araştırmaya dayalı ve sorgulayıcı bir şekilde ele alıp bu doğrultuda öğrenmelerini gerçekleştirdikleri söylenebilir.

11. KAT’da deney grubu öğretmen adaylarının formül oluşturmada ve matematiksel ifade elde etmede kontrol grubu öğretmen adaylarına oranla daha fazla doğru cevap verdikleri belirlenmiştir. Bu durum matematiksel modelleme etkinliklerinin deney grubu öğretmen adaylarının fiziksel ifadeleri matematikselleştirmelerine katkı sağladığını göstermektedir. Bu nedenle matematiksel modelleme etkinliklerinin öğretmen adaylarının karşılaştıkları durumları matematikselleştirmelerine etkisi olduğu sonucuna varılmıştır.

12. Deney grubu öğretmen adaylarının sorulan sorularda olayların nedenlerini açıklamakta kontrol grubu öğretmen adaylarına göre daha başarılı oldukları tespit edilmiştir. Bu durum deney grubu öğretmen adaylarının yürütölen derslerde değişkenler arası ilişkileri anlamaları ve bu konunun önemini kavramalarının bir göstergesi olabilir. Bu nedenle matematiksel modelleme etkinlikleri ile yürütölen derslerin öğretmen adaylarının olayların nedenlerini ve kavramlar arası ilişkilerin düşünölmesine ve araştırılmasına katkı sağladığı sonucuna varılmıştır.

13. KAT’da yer alan bazı sorulara ait cevaplarda öğretmen adaylarının belirli kavram yanılığlarına sahip oldukları tespit edilmiştir. Bu yanılığlar;

Anlık ve ortalama hız ifadelerini karıştıırma,

Açısal ivmeyi belirlemede zorlanma,

Sabit hız ve sabit ivmeli hareketi birbirine karıştıırma,

Eğik atış ve serbest düşme arasında ilişki kuramama,

Hız ve sürat kavramları arasındaki ilişkide zorluklar yaşama şeklinde ifade edilebilir.

Bu yanılığlar öğretim öncesinde fazla olmasına rağmen öğretim sonrasında aynı yanılığlarda azalma belirlenmiştir. Bu nedenle matematiksel modelleme etkinlikleri ile öğretimle birlikte zihinlerinde var olana kavramların bazılarının geliştiği ve değiştiği belirlenmesine karşın tüm öğretmen adaylarına ait kavram yanılığlarının giderilemediği sonucuna ulaşılmıştır.

5.2. Öğretmen Adaylarının İlgilerine Yönelik Sonuçlar

Bu kısımda öğretmen adaylarının fizik dersine olan tutumlarına ait bulgular ve bu bulgulardan oluşturulan tartışmalar neticesinde elde edilen sonuçlara yer verilmiştir.

1. Tutum geliştirmeye yardımcı olan ve öğretmen adaylarının tutumları üzerine önemli etkileri olan ilgi, kişisel ilgi olarak ifade edilebilir. Yürütülen uygulamalarda öğretmen adaylarının derse karşı kişisel ilgi geliştirdikleri sonucuna varılmıştır. Kişisel ilgi geliştiren öğretmen adaylarının matematiksel modelleme etkinlikleri ile anlaşılması karmaşık ve güç olarak ifade edilen ve çoğu öğretmen adayının sevmediği dersler arasında yer alan fizik ve matematik derslerine karşı olumlu bir tutum geliştirmelerine katkı sağladığı düşünülmektedir.

2. Kişisel ilgisi gelişmiş bazı öğretmen adaylarının dersi daha dikkatle takip ettikleri ve başarılarının arttığı belirlenmiştir. Bu nedenle kişisel ilgisi gelişmiş öğretmen adaylarının başarılarının da artacağı günlük hayatta karşılaştıkları durumları daha iyi anlamlandıracakları, fizik ve matematik alanlarında düşünme becerilerinin gelişeceği ve farklı branşlar arasında bulunan kavramları ilişkilendirebilecekleri ifade edilebilir.

3. Kişisel ilgisi gelişen öğretmen adaylarının soru çözümünde ve günlük hayatlarında karşılaştıkları durumlarda kendilerine güven kazandıkları ve bu durumun bir sonucu olarak karşılaştıkları problemlerin çözümünde çaba gösterdikleri belirlenmiştir. Bu nedenle öğretmen adaylarının soru çözümünde kendilerine olan inançlarının arttığı, bunun sonucunda ise günlük yaşam fen bilimleri ve matematik arasında bir köprü kurarak kavramları ve olayları anlamalarına bu durumun yardımcı olabileceği düşünülmektedir.

4. Uygulama sürecinde bazı öğretmen adaylarının materyalin uygulanmasından kaynaklanan kısa süreli bir ilgi geliştirdikleri tespit edilmiştir. Fizik ve matematik dersine karşı genellikle oluşturulan olumsuz tutum düşünüldüğünde kişisel ilginin öğretmen adaylarının belirli bir süre de olsa dersle ilgilenmelerine katkı sağladığı görülmektedir. Bu nedenle matematiksel modelleme etkinlikleri ile öğretmen adaylarının dersle ilgilenmeye başlamaları ve fizik ve matematik konuları üzerine çalışmaya başladıkları düşünülebilir. Zamanla azalan bu ilginin çevresel faktörlerden kaynaklanabileceği adayların yeni ve farklı bir etkinlikle karşılaşmalarına bağlı olabileceği düşünülmektedir.

5.3. Öğretmen Adaylarının Fizik ve Diğer Alanları İlişkilendirmelerine Yönelik Sonuçlar

Bu kısımda, öğretmen adaylarının fizik dersi ile diğer alanları ilişkilendirmeleri üzerine elde edilen bulgular ve bu bulgular neticesinde oluşturulan tartışmalardan elde edilen sonuçlara yer verilmiştir.

1. Öğretmen adaylarının uygulamalar öncesinde fizik alanı ile günlük hayat arasında ilişkilendirebildikleri durumlar incelendiğinde genellikle ders kitabında yer alan veya öğretmenler tarafından verilen örneklerle günlük hayat ile fizik arasında ilişki kurdukları belirlenmiştir. Bu şekilde ilişki kuran öğretmen adaylarının öğrendikleri bilgileri farklı durumlara uyarlayamadıkları ve sadece verilen örnekle sınırlı açıklanmalarda buldukları tespit edilmiştir. Buna karşın yine uygulamalar öncesinde öğretmen adayları tarafından yürütülen proje çalışmaları ve bilimsel gezilerin disiplinler arası çalışmalar içerdiği bu etkinliklerle öğretmen adaylarının farklı branşları ilişkilendirdikleri belirlenmiştir. Bilimsel gezi ve proje çalışmaları ile uygulamalar adaylar tarafından ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Bu nedenle öğrencileri araştırmaya yöneltmeden verilen örneklerin öğrencilerin yorum yeteneğini geliştirmeden, ezbere yönelttiği, uygulamaya ve araştırmaya dayalı çalışmaların ise öğretmen adaylarında kalıcı öğrenmeye yardımcı olduğu ve günlük hayatla daha kolay ilişkilendirmeye katkı sağladığı sonucuna varılmıştır. Bu durum, ortaöğretimde sınav odaklı öğretim gerçekleştiriliyor olmasından kaynaklandığını ifade eden İsen ve Kavcar, (2006)'ın sonuçları ile uyumludur.

3. Uygulamalardan önce bazı öğretmen adaylarının, belirli matematik konularının bazı fizik ünitelerinde kullanılacağını ifade etmişlerdir. Bunun sonucu olarak öğretmen adaylarının belirli fizik konularda belirli matematik bilgilerini özdeşleştirdikleri; hareket ünitesini türevle, yaylar ve basit sarkacı sayılarla, elektrik ünitesini dört işlemle, momentum ve dinamik ünitelerini trigonometri ile hareket ünitesini hız problemleri ilişkilendirdikleri sonucuna ulaşılmıştır.

4. Öğretmen adaylarının bazıları, derste karşılaştıkları durumları düşünerek bu konulardan hareketle günlük yaşamlarında karşılaştıkları durumlar ile fizik dersi arasında bağlantı kurduklarını, yeni ve farklı durumları fizik dersi ile ilişkilendirdiklerini, bu durumlardan çıkarımlar yaptıklarını ve bunun kendilerine zevkli geldiğini ifade etmişlerdir. Bunun sonucunda, öğretmen adaylarının doğrusal ve düzlemde hareket ünitelerini günlük hayatlarına uyarlayabildikleri ve bu üniteler ile ilgili çevrelerinde karşılaştıkları durumları

tanıyıp anladıkları ve bu durumları çevrelerinde gördüklerinde anlamlandırdıkları sonucuna varılmıştır.

5. Uygulamalar sonucunda öğretmen adayları tarafından fizik dersinin ilişkili olduğu en önemli branş matematik olarak ifade edilmiştir. Adaylar uygulamalar süreci içerisinde matematiksel formül ve eşitliklerden sıklıkla yararlanmış, matematikle bağlantılı konuları derslerinde kullanmışlardır. Buradan öğretmen adaylarının fizik dersinde yararlanarak fen bilimleri/fizik, matematik bağını matematiksel modelleme ile kurdukları ve matemaiğin uygulamalarını görebildikleri sonucuna ulaşılmıştır. Buna bağlı olarak uygulamaların, adayların matematikselleştirme, temel matematik kavramları, işlem yetenekleri ve fizik matematik ilişkisini görmelerine katkı sağladığı düşünülebilir.

6. Uygulamalar sonucunda bazı öğretmen adaylarının fizik derslerinde matematik bilgilerinin kullanımı ile bu derslerde başarılarının arttığını ifade etmişlerdir. Bu öğretmen adayları matematiksel modelleme etkinlikleri ile matematik bilgilerini tekrar ettiklerini, hatırladıklarını ve fizik derslerinde işlem hızlarının arttığını belirtmişlerdir. Bu nedenle fizik derslerinde kullanılan matematik bilgileri ile temel matematik bilgilerini unutmamalarına katkı sağladığı ve bu bilgilere yeni bilgiler eklenmesine yardımcı olduğu düşünülebilir. Bu sayede fizik dersinin matematik öğrenmeye yardımcı olduğu ve disiplinler arası ilişkilendirmenin öğretmen adaylarının başarısına olumlu katkı yaptığı ifade edilebilir.

5.4. Öğretmen Adaylarının Matematiksel Modelleme Yapabilme Becerilerindeki Gelişime Yönelik Sonuçlar

Bu kısımda öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yapabilme becerilerindeki gelişimlerine yönelik elde edilen bulgular ve oluşturulan tartışmalara yönelik sonuçlara yer verilmiştir.

1. Gerçek dünya problemini yeniden ifade eden öğretmen adaylarının problemi tam olarak anlayamadıkları problem durumundan istenenleri belirtmedikleri, şekil çizmede problem durumunu tam olarak yansıtacak bir şekil oluşturamadıkları veya kısmen belirttikleri için yanlış cevap veya kısmen doğru cevap kategorisinde yer aldıkları tespit edilmiştir. Bazı matematiksel modelleme etkinliklerinde öğretmen adaylarının gerçek dünya problemini boş bıraktıkları da tespit edilmiştir. Buradan öğretmen adaylarının problem durumunu anlamaya özen göstermeden problemin çözümüne geçtikleri sonucuna

varılmıştır. Bu durumun, öğretmen adaylarının önceki yaşantılarında zaman baskısı nedeniyle soruları tam olarak anlamadan yalnızca problem durumunda verilenleri dikkate alıp problemin çözümüne geçme alışkanlıklarından veya uygulamalar öncesinde gerçek dünya problemlerini çözmeye çaba göstermeyip bu durumları yorumlamamalarından kaynaklandığı ifade edilebilir.

2. Gerçek dünya problemi aşamasında yer alan problemi tanıma ve şekil çizme aşamalarını tamamlayan öğretmen adaylarının matematiksel modeli çözmeye daha başarılı oldukları belirlenmiştir. Adayların modeli çözümedeki başarıları problem durumunu ve değişkenleri daha yakından tanımlarından, olayların nedenlerini anlayarak, irdeleyerek ve yorumlayarak mevcut duruma anlam yükleyip bu durumu matematiksel modelin formüle edilmesinde kullanmalarından kaynaklanabilir. Bu nedenle matematiksel modelleme etkinliklerinde gerçek dünya probleminin tanınmasının olayların nedenleri ile anlama, yorumlama ve irdeleme konusunda matematiksel problemin çözümüne katkıda bulunduğu sonucuna varılmıştır.

3. Özellikle son etkinliklerde öğretmen adaylarının gerçek dünya problemi aşamasında daha yüksek puanlar aldıkları tespit edilmiştir. Bunun bir sonucu olarak matematiksel modelleme etkinlikleri ile öğretmen adaylarının derslerde kullandıkları problem çözme stratejilerinin adayların problem çözümlerinde belirli stratejiler geliştirmelerini sağladığı, bilgiyi organize etme, sınıflandırma becerilerinin arttığı ve kavramlar arası ilişkileri daha kolay görebildikleri sonucuna ulaşılmıştır. Öğretmen adaylarının matematiksel modelleme etkinliklerinde problem çözme stratejilerinden yararlanmaları geliştirilen bu stratejilerin mevcut derslerde soru çözmeye yardımcı olmasından dolayı ilerleyen çalışmalarda da kullanılmasından kaynaklanabilir.

4. Özellikle gerekli değişkenlerin belirlendiği ilk etkinliklerde öğretmen adaylarının birçok değişkeni gerekli değişken olarak ifade ettikleri tespit edilmiştir. Bu durum daha fazla değişkeni dikkate aldıkları için öğretmen adaylarının matematiksel problemin çözümünde zorlanmalarının bir nedeni olabilir. Bu sonuç Prins vd., (2009) tarafından bulunan sonuç ile uyumluluk göstermektedir.

5. Problemlerin çözümünde araştırma içerisinde kullanılacak değişkenlerin belirlenmesi çözümün karmaşıklığında veya geçerliliğinde önemli roller üstlenmektedir. Gerçek dünya probleminin çözümünde gereğinden fazla değişkenin kullanılması sonucun geçerliliğini arttırırken çözümün karmaşıklığını da arttırken gereğinden az değişkenin kullanılması adaylara çözüme ulaşmada kolaylıklar sağlarken sonucun geçerliliğini de

tartışmalı hale getirebilir. Öğretmen adaylarının ihmal edilebilir değişkenlerin belirlenmesinde bazı değişkenleri sıklıkla ihmal edilebilir değişken olarak ifade ettikleri belirlenmiştir. Bunun neticesinde adayların ihmal edilebilir değişkenleri belirlemede çok çaba göstermedikleri ve mülakatlarda bazı öğretmen adayların da ifade ettiği gibi bu kısma fazla önem vermedikleri sonucuna ulaşılmıştır.

6. Bazı problem durumlarında oluşturulan sınıf tartışmalarının öğretmen adaylarının değişkenleri belirlemede ve diğer aşamalarda kullanmalarında olumlu katkılar sağladığı tespit edilmiştir. Bu nedenle sınıfta yürütülen grup içi ve sınıf içi tartışmaların öğretmen adaylarının problemi çözmelerine yardımcı olduğu bu tartışmalar vasıtası ile problem çözme stratejileri geliştirdikleri, bunun öğretmen adaylarının geliştirdikleri stratejilere katkı sağladığı sonucuna varılmıştır.

7. Matematiksel problemin çözümü ve çözümün yorumlanması aşamalarında ilk etkinliklerde öğretmen adayları, daha önce kullandıkları soru çözme tekniklerinden yararlanarak matematiksel problemi çözmeye çalışmışlardır. Bu durum, öğretmen adaylarının soruları aşına oldukları yöntemlerle çözmeye çalışmalarının bir kanıtı olarak gösterilebilir. Buna bağlı olarak öğretmen adaylarının özellikle ilk etkinliklerde matematiksel formülü çözmeye zorlanmalarına karşın çözümü yorumlama aşamasını yapabilmelerinin bir sonucunu da ortaya koymaktadır.

8. Modelin doğrulanması aşamasında yer alan bazı etkinliklerde öğretmen adaylarının ihtiyaç duyulan matematik bilgilerini kullanamadıkları için doğru cevap veremedikleri tespit edilmiştir. Bu durum, öğretmen adaylarının matematik bilgilerini fizik dersine uyarlayamadıkları veya matematik dersinde öğrendiklerini sadece matematik dersi kapsamında kullanılacağını düşünmelerinden kaynaklanabilir. Bunun sonucunda adayların güçlü bir matematik alt yapısına sahip olmadıkları, matematikten yararlanma ve matematiği yeni ve farklı durumlara uyarlama becerilerinin gelişmesinin zaman ve çaba gerektirdiği sonucuna ulaşılmıştır.

5.5. Uygulama Sürecinde Karşılaşılan Zorluklara Yönelik Sonuçlar

Bu kısımda, öğretmen adaylarının uygulama sürecinde matematiksel modelleme ile ilgili karşılaştıkları zorluklara yönelik elde edilen bulgular ve oluşturulan tartışmalara yönelik sonuçlara yer verilmiştir.

1. Sınıf içerisinde özellikle ilk aşamalarda yürütülen tartışmalar ders süreci içerisinde uzun zaman almıştır. Bu durumun nedeni özellikle değişkenlerin belirlenmesi aşamasında sınıfta zıt fikirlerin oluşmasıdır. Ancak yürütülen tartışmalar sonucunda adayların değişkenleri belirleme konusunda adaylara yardımcı olduğu görülmüştür. Buradan sınıf tartışmalarının uzun süre almasına rağmen adayların değişkenleri belirlemesine yardımcı olduğu, ayrıca sınıfta düşüncelerini ispatlama, açıklama yapma, eleştirel düşünme ve fikirlerini ortaya koyma konusunda öğretmen adaylarına yardımcı olduğu sonucuna varılmıştır.

2. Öğretmen adaylarının gerçek dünya problemi aşamasında problemi tanıma ve anlamada zorlandıkları tespit edilmiştir. Bunun nedeni ilk etkinliklerde ilk defa karşılaştıkları için problemi ifade etmede zorlanmaları iken, son etkinliklerde adayların bu aşamayı gereksiz görüp yapmak istememelerinden kaynaklanmaktadır. Bu durum matematiksel modelleme etkinliklerinin gerçek dünya problemi aşamasında öğretmen adaylarının problemi tanıma bölümünde geleneksel soru çözme tekniklerinden vazgeçemediklerini göstermektedir.

3. Kabullenmelerin yapılması aşamasında öğretmen adaylarının ilk etkinliklerde ihmal edilebilir değişkenleri gerekli değişkenler yerine kullandıkları, son etkinliklerde ise gerekli değişkenleri ihmal edilebilir değişkenler yerine kullandıkları tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarının ilk etkinliklerde ihmal edilebilir değişkenleri gerekli değişkenler yerine kullanmaları daha ayrıntılı ifadeler elde etmek istemelerinden, son etkinliklerde ise gerekli değişkenleri ihmal edilebilir değişken olarak kullanmaları matematiksel problemi daha kolay formülleştirmek istemelerinden kaynaklanabilir.

4. Uygulamalar sürecinde öğretmen adaylarının matematiksel problemin çözümünü önceki yaşantılarında çözdükleri sorulara benzer olarak sayı değerleri kullanarak çözmek ve kontrol grubu gibi geleneksel yöntemlerle derslerini yürütmek istemişlerdir. Bu nedenle öğretmen adaylarının matematiksel modelleme etkinliklerinde geçmiş yaşantılarındaki öğrenim şekillerine devam etmek istedikleri sonuca varılmıştır.

6. ÖNERİLER

Bu bölümde, araştırma kapsamında oluşturulan öneriler “*Araştırma Sonuçlarına Dayalı Olarak Yapılan Öneriler*” ve “*Araştırmacı Deneyimleri ve Diğer Araştırmacılara Yönelik Öneriler*” şeklinde iki başlık altında sunulmuştur.

6.1. Araştırma Sonuçlarına Dayalı Olarak Yapılan Öneriler

Bu kısımda, doğrusal ve düzlemde hareket ünitelerinde matematiksel modelleme yaklaşımı kullanılarak ilişkilendirilen fizik derslerinin öğretmen adaylarının öğrenmeleri üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla yürütülen çalışma sonuçlarına yönelik önerilere yer verilmiştir.

1. Çalışmada fen bilgisi öğretmen adayları ile doğrusal ve düzlemde hareket ünitelerine yönelik olarak uygulanan matematiksel modelleme etkinliklerinin öğretmen adaylarının kavramsal, işlemsel ve modelleme yapabilme becerileri alanında gelişimlerine katkı sağladığı ortaya çıkmıştır. Bu nedenle matematiksel modellemeye yönelik olarak bu tür etkinliklerin farklı branşlarda veya değişik konularda yürütülebileceği önerilmektedir.

2. Yürütülen çalışmalar neticesinde öğretmen adaylarının fizikte oluşturdukları kavram yanlışlarının azaldığı tespit edilmiştir. Bu nedenle öğretmen adaylarının kavram yanlışlarının da giderilmesi için öğretim elemanlarının matematiksel modelleme etkinliklerini kullanabilecekleri önerilmektedir.

3. Matematiksel modelleme etkinliklerinin öğretmen adaylarının matematiksel bilgilerini kullanma, işlem becerilerini geliştirme ve pratiklik kazanma gibi matematiksel bilgi ve beceri gerektiren alanlara katkı sağladığı tespit edilmiştir. Bu nedenle matematiksel modelleme etkinliklerine öğretmen eğitimi veren kurumlarda daha fazla yer verilmesi önerilmektedir.

4. Matematiksel modelleme etkinlikleri süreci içerisinde öğretmen adaylarının disiplinler arası ilişkilendirmede kullanılan yöntemlerle fizik dersini sevmeyenlerin bile matematik ve günlük hayatla ilişkilendirme ile fizik dersine karşı olumlu baktıkları belirlenmiştir. Bu nedenle öğretmen adayları matematiksel modellemenin çözümü

konusunda cesaretlendirilerek bu derslerde olumlu tutum geliştirmelerine katkı sağlanabilir.

5. Öğretmen adaylarının günlük hayatla ilişkilendirme konusunda matematiksel modelleme etkinlikleri ile çevrelerinde karşılaştıkları yeni ve farklı durumlara anlam verdikleri ve bu durumları fizik dersi ile ilişkilendirdikleri tespit edilmiştir. Bu nedenle günlük hayat ile ilişkili çalışmaların öğretmen adaylarının fiziği günlük yaşamda görmelerine ve bilimsel okuryazar olmalarına katkı sağlamasına yardımcı olabileceği düşünüldüğünde günlük yaşamla ilişkili örneklere dayalı öğretimin kullanılabilceği önerilmektedir.

6. Öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının matematiksel modelleme konusunda bilgilendirilmesi gerektiği düşünülmektedir. Yürütülecek olan hizmet içi eğitim seminerleri ile sadece matematik alanında değil diğer branşlarda da disiplinler arası ve matematiksel modelleme çalışmalarının tanıtılabileceği, hizmet öncesi öğretmen eğitiminde ise oluşturulacak dersler ile disiplinler arası ilişkilendirme ve matematiksel modelleme etkinlikleri hakkında öğretmen adaylarının bilgilendirilebileceği önerilmektedir.

7. Uygulanan etkinlikler sonucunda öğretmen adaylarının oluşturdukları raporlar çalışma kağıdı şeklinde hazırlanmış ve ders sonunda toplanmıştır. Bunun yanında oluşturulabilecek raporlar poster şeklinde hazırlanıp sınıf ortamında belirlenen gruplar tarafından sunulabilir. Bu sayede sınıf içerisinde oluşturulacak tartışmalar ile öğretmen adaylarına geri dönütler verilebilir ve adayların bu sayede kendi kendilerine çalışmalarını gözden geçirip oluşturdukları modeli değerlendirmeleri sağlanabilir.

8. Yürütölen uygulamalar süreci içerisinde grup çalışmalarının matematiksel modelleme etkinliklerinde doğru sonuca ulaşma ve fikir alışverişi açısından grup üyelerine önemli katkılar sağladığı görölmektedir. Ancak etkili grup çalışmalarının yürütölebilmesi için öğretmen adaylarının başarıları ve yererlilikleri dikkate alınarak homojen gruplar yerine heterojen gruplar oluşturulması önerilmektedir.

9. Grup içi tartışmalar ve sınıf içerisinde yürütölen tartışmaların uzun sürmesi nedeni ile uygulama süresinin uzadığı tespit edilmiştir. Ders süresinin etkin bir şekilde kullanımı için ders dışında bu tür tartışmaların yürütölebileceği elektronik ortamların (WEB 2.0 teknolojisi gibi) kullanılması önerilmektedir.

10. Öğretmen adaylarının gerçek dünya problemi kabullenmelerin yapılması, çözümün yorumlanması ve modelin doğrulanması aşamalarında bazı etkinliklerde bu aşamanın gereksiz veya önemszenmeyen bir aşama olarak gördüğü tespit edilmiştir.

Matematiksel problemin çözümü aşamasının önemsendiği tüm etkinliklerde tespit edildiği için oluşturulacak çalışmalarda aşamaların matematiksel problemin çözümü etrafında şekillenmesine dikkat edilmesi önerilmektedir.

6.2. Araştırmacı Deneyimleri ve Diğer Araştırmacılara Yönelik Öneriler

Bu kısımda, doğrusal ve düzlemde hareket ünitelerinde matematiksel modelleme kullanılarak ilişkilendirilen Fizik derslerinin öğretmen adaylarının öğrenmeleri üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla yürütülen çalışmada ortaya çıkan sonuçlara ve araştırmacının yaşadığı deneyimlere yönelik olarak ileride ilgili alanda araştırma yürütecek araştırmacılara yönelik önerilere yer verilmiştir.

1. Alanda yürütülecek diğer çalışmalarda disiplinler arası ilişkilendirmede kullanılacak problem çözme yöntemi, farklı alanlarla ilişkilendirilmiş proje çalışmaları gibi yöntemler tercih edilerek fizik ve diğer branşlar arasındaki ilişkilendirme düzeyleri incelenebilir.

2. Çalışma süreci içerisinde öğretmen adaylarına KAT ve İBT olmak üzere iki farklı test uygulanmıştır. Süreç içerisinde öğretmen adaylarının ön ve son testler dikkate alındığında dört kez test uygulandığı ve bu durumun adaylar tarafından sıkıcı bulunduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle yürütülecek uygulamalarda aynı amaçları ölçecek eş değer testlerin hazırlanarak tek bir test içerisinde ön, son ve izleme testi olarak uygulanması önerilmektedir.

3. Matematiksel modelleme etkinlikleri, günlük yaşamla fen bilimleri ve matematik alanı ile önemli bir bağlantı oluşturduğu bilinmektedir. Öğretmen adayları matematiksel modelleme etkinlikleri ile hem gerçek dünya problemi hem de modelin doğrulanması aşmasında günlük yaşamla ilişkili durumları kullanmakta ve bu durumları çevrelerinde karşılaştıkları olaylara uyarlamaktadırlar. Matematiksel modelleme çalışmalarının günlük yaşamla ilişkilendirmeye katkısı düşünüldüğünde, derslerde günlük hayatla ilişkili çalışmalara önem verilmesi önerilmektedir.

4. Alanda yürütülen çalışmalar incelendiğinde matematiksel modelleme etkinliklerinde sıklıkla teknolojiye yararlanıldığı ve teknoloji destekli matematiksel modelleme etkinliklerinin yürütüldüğü belirlenmiştir. Bu nedenle matematiksel modellemeye uygun olarak yürütülebilecek etkinliklerde matematiksel modelleme aşamaları gerçek dünya problemi ve matematiksel modelin çözümü aşamalarında

bilgisayar yazılımları kullanılarak teknoloji ile matematiksel modelleme arasında ilişkilendirme sağlanabilir (Ang, 2007; Ang, 2010)

5. Uygulamalar sürecinde öğretmen adayları yalnızca sınıf ortamında çalışma kağıtlarında yer alan verileri kullanarak gerçek dünya problemi ile karşılaşmış ve soyut bu veriler üzerinden çalışmalarını yürütmüşlerdir. Yürütülen uygulamalarda gerçek dünya ile ilişkili deneyler kullanılabilir ve bu deneyler yardımı ile öğretmen adaylarının verileri toplayıp bunlar üzerinden işlemlerini yürütmelerinin sağlanması önerilmektedir.

6. Bu çalışmadan ve literatürden elde edilen sonuçlar dikkate alındığında diğer araştırmacılara;

- Matematiksel modelleme etkinliklerinde yer alan grup üyelerinin kendi içlerindeki etkileşimi inceleyecek çalışmaların yürütülmesi,
- Farklı disiplinler arası ilişkilendirme yöntemler kullanılarak bunlar arasındaki ilişkilendirme ve başarıya etkilerinin karşılaştırılması,
- Teknoloji destekli matematiksel modelleme etkinliklerinin öğrenci ilgi ve başarısına etkisinin araştırılması,
- Proje ödevleri olarak verilen matematiksel modelleme etkinliklerinin öğretmen adaylarının araştırma becerileri, başarıları ve ilgilerine etkinlerinin incelenmesi,
- Matematiksel modelleme eğitimi alan öğretmen adaylarının öğretmenlik uygulamalarında matematiksel modelleme uygulamalarının gelişiminin araştırılması,
- Disiplinler arası çalışmaların etkililiğini arttıracak yöntemlerin araştırılması önerilmektedir.

7. KAYNAKLAR

- Aksoy, Y., 2007. Türev Kavramının Öğretilmesinde Bilgisayar Cebiri Sistemlerinin Etkisi, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Alev, N., 2010. Perceived Values of Reading and Writing in Learning Physics in Secondary Classrooms, Scientific Research and Essays, 5, 11, 1333-1345.
- Alıcı-İsen, İ. ve Kavcar N., 2006. Ortaöğretim Fizik Dersi “Yeryüzünde Hareket” Ünitesindeki Kavram Yanılgılarının Belirlenmesi ve Ünitenin Öğretim Programı Geliştirilmesi Üzerine Bir Çalışma, Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi, 20, 84-90.
- Altun, M. ve Arslan, Ç., 2006. İlköğretim Öğrencilerinin Problem Çözme Stratejilerini Öğrenmeleri Üzerine Bir Çalışma, Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 9, 1, 1-21.
- Altunışık, R., Coşkun R., Bayraktaroğlu S. ve Yıldırım E., 2005. Sosyal Bilimlerde Araştırma Yöntemleri SPSS Uygulanmalı, Sakarya Kitabevi, Sakarya.
- Altunoğlu, B. D., Atav E., 2005. Daha Etkili Bir Biyoloji Öğretimi İçin Öğretmen Beklentileri, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi 28, 19-28.
- Amit, M. & Jan, I.: 2007, A model Eliciting Environment as a ‘Nursery’ for Modeling Probabilistic Situations, <http://site.educ.indiana.edu/Portals/161/Public/Amit%20&%20Jan.pdf>, [18.06.2011]
- Anderson, G., 1998. Fundamentals of Educational Research, Falmar Press. London.
- Ang, K.,C., 2007. Modelling With Real Data and Technology, at Asian Technology Conference in Mathematics (Taiwan).
- Ang, K.C., 2010. Teaching and Learning Mathematical Modelling with Technology, Proceedings of the 15th Asian Technology Conference in Mathematics, Kuala Lumpur, Malaysia.
- Angell, C., Kind, P. M., Henriksen, E. K. ve Guttersrud, Ø., 2008. An Empirical-Mathematical Modelling Approach to Upper Secondary Physics, Physics Education, 43, 3, 256-264.
- Ärlebäck, J. B., 2009. On The Use of Realistic Fermi Problems for Introducing Mathematical Modeling in School, The Montana Mathematics Enthusiast, 6, 3, 331-364.

- Ashmann, S., Zawojewski, J. ve Bowman, K., 2006. Integrated Mathematics and Science Teacher Education Courses: A Modelling Perspective, Canadian Journal of Science, Mathematics, & Technology Education, 6, 2, 189-200.
- Auerbach, C. F. ve Silverstein, L. B., 2003. An Introduction to Coding and Analysis Qualitative Data, New York University Press, New York and London.
- Aydın, G. ve Balım, A. G., 2005. Yapılandırmacı Yaklaşımına Göre Modellendirilmiş Disiplinler Arası Uygulama: Enerji Konularının Öğretimi, Ankara Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 38, 2, 145-166.
- Aydın, H., 2008. İngiltere’de Öğrenim Gören Öğrencilerin ve Öğretmenlerin Matematiksel Modelleme Kullanımına Yönelik Fenomenografik Bir Çalışma, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Aydın, Ö., 2007. Assessing Tenth Grade Students’ Difficulties About Kinematics Graphs By A Three-Tier Test, Msc Thesis, The Graduate School of Natural And Applied Sciences of Middle East Technical University, Ankara.
- Aziz, N.K., 1988. Integration of Mathematics and Physics in Secondary Schools: An Integrated Mechanics Unit For Egypt, International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, 19, 6, 819-821.
- Bahar, M., Nartgün, Z., Durmuş, S. ve Bıçak, B., 2006. Geleneksel - Alternatif Ölçme ve Değerlendirme Öğretmen El Kitabı, Pegem A., Ankara.
- Baki, A., 2006. Kuramdan Uygulamaya Matematik Eğitimi, Derya Kitabevi, Trabzon.
- Baki, A. ve Mandacı- Şahin, S., 2004. Bilgisayar Destekli Kavram Haritası Yöntemiyle Öğretmen Adaylarının Matematiksel Öğrenmelerinin Değerlendirilmesi, The Turkish Online Journal of Educational Technology, 3, 2, 91- 104.
- Barquero, B., Bosch, M. ve Gascón, J. 2007. Using Research And Study Courses for Teaching Modelling at University Level, In M. Bosch (Ed.), Proceedings of the V Congress of the European Society for Research in Mathematics Education (CERME 5), 2050-2059, Barcelona.
- Baştürk, S., 2009. Mutlak Değer Kavramı Örneğinde Öğretmen Adaylarının Öğrenci Hatalarına Yaklaşımları, Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi, 3, 1, 174-194.
- Batdal G., 2005. Öğrenci Odaklı Bir Yaklaşımla İlköğretim Matematik Programlarının Değerlendirilmesi, XIV. Ulusal Eğitim Bilimleri Kongresi Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi 28–30 Eylül Denizli, 2, 343- 346.
- Bayraktar, Ş., 2009. Misconceptions of Turkish Pre-service Teachers About Force and Motion, International Journal of Science and Mathematics Education, 7, 2, 273-291.

- Bayraktar, Ş ve Çınar, D., 2010. Öğretmen Adaylarının Gözü ile Fen ve Teknoloji Öğretmenlerinin Etkili Öğretmen Davranışlarını Gerçekleştirme Düzeyleri, Ahi Evran Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 11, 3, 131-152.
- Bektasli, B., 2006. The Relationships Between Spatial Ability, Logical Thinking, Mathematics Performance And Kinematics Graph Interpretation Skills of 12th Grade Physics Students, PhD. Thesis, The Ohio State University, Ohio, USA.
- Berg K.E. ve Latin R.W., 2008. Essentials of Research Methods in Health, Physical Education Exercise, Science and Recreation, 3rd. Edition, Lippincott & Williams and Wilkins, Philadelphia.
- Bergman-Ärleback, J., 2009. On the use of Realistic Fermi Problems for Introducing Mathematical Modelling in school, The Montana Mathematics Enthusiast, 6, 3, 331-364.
- Bergman, J. ve Bergsten, C., 2010. On the use of Realistic Fermi Problems in Introducing Mathematical Modelling in Upper Secondary Mathematics, In R. Lesh, P. L. Galbraith, C. R. Haines, & A. Hurford (Eds.), Modeling Students' Mathematical Modeling Competencies, ICTMA13, 597-609. New York: Springer.
- Berlin, D. F. ve Lee, H. 2003. A Bibliography of Integrated Science and Mathematics Teaching and Learning Literature. Vol. 2:1991-2001 (School Science and Mathematics Association Topics for Teachers Series No. 7). Columbus, OH: ERIC Clearinghouse for Science, Mathematics, and Environmental Education.
- Berlin, D. F. ve White, A.L., 1994. The Berlin-White Integrated Science and Mathematics Model, School Science and Mathematics, 94, 1, 2-4.
- Berlin D. F. ve White A. L., 1998. Integrated Science and Mathematics Education: Evolution Implications of a Theoretical Model, In Fraser, B.J. and Tobin, K.G. (Editors), International Handbook of Science Education, Kluwer Academic Publishers, London.
- Berry, J. ve Houston, K., 1995. Mathematical Modelling, J. W. Arrowsmith Ltd., Bristol.
- Biembengut, M., S. ve Hein N., 2007. Mathematical Modeling: Implications for Teaching, 13th Conference of the International Community of Teachers of Mathematical Modeling and Applications, Indiana University, Bloomington, USA.
- Birinci-Konur, K. ve Pırasa, N., 2010. Sınıf Öğretmeni Adaylarının Mol Kavramındaki İşlem Becerilerinin Belirlenmesi, Çukurova Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 3, 38, 150-161.
- Blaxter L., Hughes C. ve Tight M., 2007. How to Research, Third Edition, Open Universty Press, England.

- Blomhøj, M., 2007. Developing Mathematical Modelling Competency Through Problem Based Project Work - Experiences From Roskilde University, Ninth International History, Philosophy & Science Teaching Conference, <http://www.ucalgary.ca/ihpst07/proceedings/IHPST07%20papers/125%20Blomhoj.pdf> [09.05.2011]
- Blomhøj, M. ve Jensen, T. H., 2003. Developing Mathematical Modelling Competence: Conceptual Clarification and Educational Planning, Teaching Mathematics and its Applications, 22, 3, 123-139.
- Blomhoj, M. ve Kjeldsen, T., 2007. Learning the Integral Concept Through Mathematical Modelling. In: Pitta-Pantazi, D & Philippou, G. (Eds): CERME 5 – Proceedings of the Fourth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education, 2070-2079.
- Blum, W., 1993. Mathematical Modelling in Mathematics Education and Instruction, in Breiteig, T., Huntley, I. and Daiser-Messmer, G. (eds), *Teaching and Learning Mathematics in Context*, London: Ellis Horwood.
- Blum, W. ve Borromeo-Ferri, R., 2009. Mathematical Modelling: Can It Be Taught And Learnt?, Journal of Mathematical Modelling and Application, 1, 1, 45-58.
- Blum, W., Galbraith, P. L., Henn, H. W. ve Niss, M., 2007. *Modelling and Applications in Mathematics Education: the 14th ICMI Study*, Springer, New York.
- Blum, W. ve Leiß, D., 2005. “Filling Up“ – The Problem Of Independencepreserving Teacher Interventions In Lessons With Demanding Modelling Tasks, CERME 4, 1623- 1633.
- Bogdan, R.C. ve Biklen, S.K., 1992. *Qualitative Research for Education: A Introduction to Theory and Methods*, Allyn and Bacon, Boston.
- Borromeo-Ferri, R. ve Blum, W., 2009. Mathematical Modelling in Teacher Education- Experiences from a Modelling Seminar, Proceedings of CERME 6, Lyon France, 2047- 2055.
- Bowman, K. J., 2007. Engineering Education - Modeling in the Upper-Divisions of Engineering, 13th Conference of the International Community of Teachers of Mathematical Modeling and Applications. Indiana University Bloomington, USA.
- Bozdoğan, A. E. ve Demirbaş, M., 2009. The Effect of University Process in Improving The Misconceptions of Pre-Service Science Teachers About Motion, Journal of Baltic Science Education, 8, 3, 145-156.
- Brewer, T. M., 2002. Integrated Curriculum: What Benefit?, Arts Education Policy Review, 103, 4, 31-36.
- Bryman, A. ve Cramer D., 2001. *Quantitative Data Analysis With SPSS Release 10 for Windows: A Guide for Social Scientists*, Routledge, USA and Canada.

- Bueche, F. J. ve Jerde, D. A., 2003. Fizik İlkeleri, 1. Cilt. 6. Baskı, Palme Yayıncılık, Ankara.
- Bukova- Güzel, E. ve Uğurel, I., 2010. Matematik Öğretmen Adaylarının Analiz Dersi Akademik Başarıları İle Matematiksel Modelleme Yaklaşımları Arasındaki İlişki, Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 29, 1, 69-90.
- Burton, D. ve Bartlett, S., 2009. Key Issues for Education Researchers, Sage Publications, London.
- Can, B., Cantürk Günhan B. ve Erdal, S, 2005. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Fen Derslerinde Matematiğin Kullanımına Yönelik Özyeterlik İnançlarının İncelenmesi, Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 17,1, 47-54.
- Carpenter, T. P., ve Lehrer, R., 1999. Teaching and learning mathematics with understanding. In E. Fennema & T. A. Romberg (Eds.), Mathematics classrooms that promote understanding (pp. 19-32). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Carrejo, D., 2004. Mathematical Modelling and Kinematics: A study of Emerging Themes and Their Implications for Learning Mathematics Through an Inquiry-Based Approach, Doctoral Dissertation. University of Texas, Austin.
- Carrejo, D. J. ve Marshall, J., 2007. What is Mathematical Modelling? Exploring Prospective Teachers' Use of Experiments to Connect Mathematics to the Study of Motion, Mathematics Education Research Journal, 19, 1, 45–76.
- Cerit, N., Yılmaz, M., Bozkurt, E., Sarıkoç, A. ve Doğan, O., 2004. Anadolu Lisesi Öğrencilerinin “Isı ve Sıcaklık” Konusundaki Kavram Yanılgılarının Araştırılması, XIII. Ulusal Eğitim Bilimleri Kurultayı, 6–9 Temmuz, İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Malatya
- Chaachoua, H. ve Saglam, A., 2006. Modelling by Differential Equations, Teaching Mathematics and its Applications, 25, 1, 15-22.
- Chapman, S., 1949. How To Study Physics, Document was scanned and corrected from a 1955 printing of a pamphlet published by Addison-Wesley Publishing Company, Inc. Cambridge 42, Mass. Copyright 1949. <http://www.lhup.edu/~dsimanek/chapman.htm> [6.03.2007]
- Charnitski, C. W. ve Harvey F. A., 1999. Integrating Science and Mathematics Curricula Using Computer Mediated Communications: A Vygotskian Perspective, In: Proceedings of Selected Research and Development Papers Presented at the National Convention of the Association for Educational Communications and Technology, <http://www.eric.ed.gov/ERICWebPortal/contentdelivery/servlet/ERICServlet?accno=ED436144> son erişim tarihi 7.03.2008

- Chiu, Y. J., 2008. A Study on the Misconceptions of Average Velocity from Teaching and Learning Approaches, Paper presented at the Conference of Asian Science Education (CASE2008), Kaohsiung , Taiwan.
- Clement, J., 1982. Students' Preconceptions in Introductory Mechanics, American Journal of Physics, 30, 1, 66-71.
- Cohen L., Manion L., ve Morrison K., 2007. Research Methods in Education, Routledge, New York.
- Coştu, B., Karataş, Ö.F. ve Ayas, A., 2003. Kavram Öğretiminde Çalışma Yapraklarının Kullanılması, Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 2, 14.
- Cottrell, R.R. ve McKenzie, J.F., 2011. Health Promotion and Education Research Methods: Using the Five-Chapter Thesis/Dissertation Model, Jones and Bartlett Publications, London.
- Coulter, B., 2004. Bringing Math and Science Back Together, Connect Magazine, 17, 4, 16- 17.
- Creswell, J.W., 2007. Qualitative Inquiry and Research Design: Choosing Among Five Traditions, Second Edition, Sage Publications, London.
- Crouch, R. ve Haines, C., 2004. Mathematical Modelling: Transitions Between The Real World and the Mathematical Model, International Journal of Mathematic Education and Science Technology, 35, 2, 197–206.
- Crowe, M. ve Boston, K. 2004. Using Animal Burrows to Integrate Math and Biology. Science Activities 40, 4, 34-38.
- Czudkova, L. ve Musilova, J., 2000. The Pendulum: a Stumbling Block of Secondary School Mechanics, Physics Education, 35, 6, IOP Publishing Ltd, 428 – 434.
- Çalışkan, S., Selçuk, G. S. ve Erol, M., 2006. Fizik Öğretmen Adaylarının Problem Çözme Davranışlarının Değerlendirilmesi, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 30, 73-81.
- Çepni, S., 2005. Kuramdan Uygulamaya Fen ve Teknoloji Öğretimi, Pegema Yayıncılık, 4. baskı, Ankara.
- Çepni, S., 2005. Araştırma ve Proje Çalışmalarına Giriş, Genişletilmiş İkinci Baskı, Üç Yol Kültür Merkezi, Trabzon.
- Çepni, S., 2007. Araştırma ve Proje Çalışmalarına Giriş, Genişletilmiş Üçüncü Baskı, Celepler Matbaacılık, Trabzon.
- Çepni, S., Ayas, A., Johnson, D. ve Turgut, F., 1997. Fizik Öğretimi, YÖK/Dünya Bankası Milli Eğitimi Geliştirme Projesi Hizmet Öncesi Öğretmen Eğitimi, Ankara.

- Çetin, N., 2009. The Ability of Students to Comprehend the Function-Derivative Relationship with Regard to Problems from Their Real Life, PRIMUS, 19, 3, 232–244.
- DeBoer, G. E., 2000. Scientific Literacy: Another Look at Its Historical and Contemporary Meanings and Its Relationship to Science Education Reform, Journal of Research in Science Teaching, 37, 6, 582-601.
- Dede, Y. ve Yaman, S. 2006. Science and Mathematics Learning Preferences of Primary School Students. International Journal Of Environmental And Science Education, 1, 2, 172-180.
- Delores, D.C.S. ve Thomasenia, A.L., 1998. Curriculum Integration in Nutrition and Mathematics, Journal of School Health, 68, 1, 3-6.
- Demetgül, Z., 2001. Trigonometri Konusundaki Kavram Yanılgılarının Tespit Edilmesi, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Demirci, N., 2005. A Study About Students' Misconceptions In Force And Motion Concepts By Incorporating A Web-Assisted Physics Program, The Turkish Online Journal of Educational Technology, 4, 3, 20-48.
- Denscombe, M, 1998. The Good Research Guide, Open University Press, Buckingham.
- Dervişoğlu S. ve Soran H., 2003. Orta Öğretim Biyoloji Eğitiminde Disiplinler Arası Öğretim Yaklaşımının Değerlendirilmesi, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 25, 48-57.
- Diezmann, C., M 2002. Enhancing Students' Problem Solving Through Diagram Use, Australian Primary Mathematics Classroom, 7, 3, 4-8.
- Doerr, H. M. ve Tripp, J. S., 1999. Understanding How Students Develop Mathematical Models, Mathematical Thinking and Learning, 1, 3, 231 - 254.
- Doğan A., 2001. Genel Liselerde Okutulan Trigonometri Konularının Öğretiminde Öğrencilerin Yanılgıları, Yanlıları Ve Trigonometri Konularına Karşı Tutumları Üzerine Bir Araştırma, Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Doruk, B. K., 2010. Matematiği Günlük Yaşama Transfer Etmede Matematiksel Modellemenin Etkisi, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Drever, E., 1995. Using Semi-structured Interviews in Small-scale Research: A Teacher's Guide, Scottish Council for Research in Education, Glasgow.
- Ekiz, D., 2003. Eğitimde Araştırma Yöntem ve Metotlarına Giriş, Anı Yayıncılık, Ankara.

- Ekiz, D., 2007. Bilimsel Araştırma Yöntemleri, Lisans Yayıncılık, Ankara.
- English, L. D. 2003. Mathematical Modelling With Young Learners, In S. J. Lamon, W. A., Parker & S.K.Houston (Eds.), *Mathematical modelling: a way of life (3-18)*. Chichester: Horwood Publishing.
- English, L. D., 2007. Mathematical Modelling With Young Learners, 13th Conference of the International Community of Teachers of Mathematical Modeling and Applications. Indiana University Bloomington, USA.
- English, L. D., 2010. Young Children's Early Modelling with Data, Mathematics Education Research Journal, 22, 2, 24-47.
- Engstrom, D.E., Boulton, J.L. ve Wurzelbacher, L., 2004. From Old 2 New, Teaching Pre K-8, 34, 6, 56-57.
- Ernst, J. ve Ellis, D., 2005. The Prairie Science Class: Pioneering a Trail in Interdisciplinary Learning. Science Scope, 28, 7, 16-19.
- Ernst, J. V., Taylor, J. S. ve Peterson, R. E., 2005. TECH- Know: Integrating Engaging Activities Through Standards-Based Learning, The Technology Teacher, 65, 2. 15-17.
- Eryılmaz, A. ve Tatlı A., 2000. ODTÜ Öğrencilerinin Mekanik Konusundaki Kavram Yanılgıları, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 18, 93 – 98.
- Escalante, C., C., 2007. Secondary Teachers Learn And Refine Their Knowledge During Modeling Activities in a Learning Community Environment, 13th Conference of the International Community of Teachers of Mathematical Modeling and Applications. Indiana University Bloomington, USA.
- Eves, R.L., Davis, L.E , Brown, D.G. ve Lamberts, W.J., 2007. Integration of Field Studies and Undergraduate Research into an Interdisciplinary Course: Natural History of Tropical Carbonate Ecosystems, Journal of College Science Teaching, 36, 6, 22-27.
- Fasletti M. C. ve Rodríguez, M. A., 2005. A Proposal For Improving Students' Mathematical Attitude Based on Mathematical Modelling, Teaching Mathematics And Its Applications, 24, 1, 14-28.
- Foley, G., 2009. Teaching Mathematical Modelling: a Research Based Approach, In: Edtech 2009 - the Irish Educational Technology Users' Conference, 21-22 May, National College of Ireland, Dublin.
- Foster, W. T., 1995. Integrating Educational Disciplines. The Technology Teacher, 54, 8, 45.

- Friesel, A. ve Nicolakis, G. A., 2006. Mathematical modeling as a tool to improve learning of mathematics, 9th International Conference on Engineering Education, July 23 – 28, <http://icee.usm.edu/icee/conferences/icee2006/papers/3478.pdf> [05.05.2011]
- Gemici, Ö., Küçüközer, H. ve Kocakulah, A., 2002. Yeniden Yapılanma Sürecinde Fizik Eğitimi Öğrencilerinin Genel Fizik Kavramları İle İlgili Bilgi Düzeylerinin Belirlenmesine İlişkin Bir Çalışma, V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Ankara, http://www.fedu.metu.edu.tr/ufbmek-5/b_kitabi/PDF/Fizik/Bildiri/t111DD.pdf [15.06.2011]
- Gerofsky S., 2010. The Impossibility of ‘Real-Life’ Word Problems (according to Bakhtin, Lacan, Zizek and Baudrillard), Discourse, 31, 1, 61-74.
- Gillham, B., 2000. Case Study Research Methods, Continuum, New York.
- Gingras, Y., 2001. What Did Mathematics Do to Physics?. History of Science, 39, 383-416.
- Girod M., 2007. Sublime Science, Science and Children, 44, 6, 26-29.
- Glinder, J. A. ve Morgan, G. A. 2000. Research Methods in Applied Settings: An Integrated Approach to Design and Analysis, Mahwah, NH: Lawrence Erlbaum Associates, Inc. United States of America.
- Godin, B., 2005. The Linear Model of Innovation: The Historical Construction of an Analytical Framework, Project on the History and Sociology of STI Statistics, Working Paper no. 30, 35 p. Science, Technology, and Human Values, 31, 6, 639-667.
- Gök, B., 2006. Öğrencilerin Düzgün Dairesel Harekette Merkezci Kuvvet Hakkındaki Kavram Yanılgılarının Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Gök, T., 2008. Effects Of Problem-Solving Strategies Teaching On The Problemsolving Attitudes Of Cooperative Learning Groups in Physics Education, Eğitimde Kuram ve Uygulama, 4, 2, 253-266.
- Gök, T. ve Sılay, İ. 2010. The Effects of Problem Solving Strategies on Students’ Achievement, Attitude and Motivation, Latin-American Journal of Physics Education, 4, 1, 7-21.
- Gökçek, T., 2008. 6. Sınıf Matematik Öğretmenlerinin Yeni İlköğretim Programına Uyum Sürecinin İncelenmesi, Doktora Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Gönen S., 2008. A Study on Student Teachers’ Misconceptions and Scientifically Acceptable Conceptions About Mass and Gravity, Journal of Science Education and Technology, 17, 70–81.

- Gözüm, S., Bağcı U., Sünbül, A.M., Yağız, D. ve Afyon, A., 2005. Özel Konya Esentepe İlköğretim Okulunda Yapılan Bilim Şenlikleri ve Proje Tabanlı Öğrenme Yöntemi Uygulamalarına Yönelik Bir Değerlendirme, I.Ulusal Fen ve Teknoloji Eğitiminde Çağdaş Yaklaşımlar Sempozyumunda Sunulan Bildiri, Ankara.
- Gross, H-E. ve Knauer, U., 1982. Mathematical Modelling in University Education An experiment at the University of Oldenburg, International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, 13, 6, 779-787.
- Gücüm, B. ve Kaptan, F., 1992. Düünden Bugüne İlköğretim Fen Bilgisi Programları ve Öğretim, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi , 8, 249 -258.
- Gültekin, H., 2010. Trigonometri Konusunda Öğrencilerin Sahip Olduğu Öğrenme Güçlüklerinin ve Kavram Yanılgılarının Tespit Edilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Gültekin, M., (Ed.) 2000. Öğretimde Planlama ve Değerlendirme, Anadolu Üniversitesi Yayınları, Eskişehir.
- Gürdal, A., Şahin, F. ve Bayram, H., 1999. İlköğretim Öğretmen Adaylarının Enerji Konusunda Bütünlüğü Sağlama ve İlişki Kurma Düzeyleri Üzerine Bir Araştırma, Buca Eğitim Fakültesi Dergisi, 10, 382-395.
- Güzel,H.,2004. Genel Fizik ve Matematik Derslerindeki Başarı İle Matematiğe Karşı Olan Tutum Arasındaki İlişki, Türk Fen Eğitimi Dergisi,Tufed-Tused, 1, 1, 49-58.
- Hale, P., 2000. Kinematics and Graphs: Students' Difficulties and CBLs, Mathematics Teacher, 93, 5, 414-417.
- Halloun, I. A. ve Hestenes, D., 1985. Common Sense Concepts Abolut Motion, American Assocation of Physics Teachers, 53, 11, 1056-1065.
- Hammersley, M., (Ed.), 1993. Educationl Research Current Issues, Volume One, Open University Press, London.
- Haynie, W.J. ve Greenberg, D., 2001. Genetic Disorders: An Integrated Curriculum Project, The Technology Teacher, 60, 6, 10-13.
- Heck. A., 2010. Modelling in Cross-Disciplinary Authentic Student Research Projects, International Journal for Technology in Mathematics Education, 17, 3, 115-120.
- Helding, B., Megowan-Romanowicz, C., Ganesh, T. ve Fang, S., 2007. Interdisciplinary Modeling Instruction: Helping Fifth Graders Learn About Levers, 13th Conference of the International Community of Teachers of Mathematical Modeling and Applications. Indiana University Bloomington, USA.

- Helfgott, M., 2004. Two Examples from the Natural Sciences and their Relationship to the History and Pedagogy of Mathematics, Mediterranean Journal Research of Mathematics Education, 3, 1-2, 147-166.
- Hesteness, D., Wells, M. ve Swackhamer, G., 1992. Force Concept Inventory, The Physics Teacher, 30, 141–158.
- Hickman, F.R., 1986. Mathematical Modelling in Physics, Physics Education, 21, 173–180.
- Hinton P., R., 2004. Statistics Explained, Routledge, London and New York.
- Holiday, D. ve Resnick, R., 1991. Fiziğin Temelleri I Mekanik ve Termodinamik, 2. Baskı, Arkadaş Yayınevi, Ankara.
- Holmes, M. H., 2006. Integrating the Learning of Mathematics and Science Using Interactive Teaching and Learning Strategies, Journal of Science Education and Technology, 15, 3, 247- 256
- Houston, K., Mather, G., Wood, L.N., Petcoz, P., Reid, A., Harding, A., Englebrecht, J. ve Smith GH, 2010. Is there *Life* after *Modelling*? Student Conceptions of Mathematics, Mathematics Education Research Journal, 22, 2, 69-80.
- Hoy, W.K., 2010. Quantitative Research in Education: A Primer, SAGE Publications, USA.
- Huntley, M. A., 1998. Theoretical and Empirical Investigations of Integrated Mathematics and Science Education in the Middle Grades, Annual Meeting of the American Educational Research Association, San Diego.
- Huntley, M.A., 1999. Theoretical and Empirical Investigations of Integrated Mathematics and Science Education in the Middle Grades With Implications for Teacher Education, Journal of Teacher Education, 90, 50, 57-66.
- Hurley, M. M., Normandia, B., 2005. A Teste of Math & Science, Science Scope, 29, 1, 26- 29.
- Ikahata, S., 2007. How Do Novice Students in Mathematical Modelling Estimate Assumptions?, 13th Conference of the International Community of Teachers of Mathematical Modeling and Applications. Indiana University Bloomington, USA.
- Ivowi, U. M. O., 1984. Misconceptions in Physics Amongst Nigerian Secondary School Students, Physics Education, 19, 279-285.
- İşler, A.Ş.2004. Sanat Eğitiminde Disiplinlerarası-Tematik Yaklaşım, Meb Dergisi, 163, <http://yayim.meb.gov.tr/dergiler/163/isler.htm> [10.03.2008]

- Jacobs, H. H., 1989. "The Growing Need for Interdisciplinary Curriculum Content." *Interdisciplinary Curriculum: Design and Implementation*, Alexandria, VA: ASCD.
- Jensen, T.H., 2007. Assessing Mathematical Modelling Competency, In Haines, C. et al., 141-148.
- Jiang, Q. ve Xie, J., 2007. Designing and Teaching Mathematical Experiments Course in China Universities for Non-Mathematical Specialties, 13th Conference of the International Community of Teachers of Mathematical Modeling and Applications. Indiana University Bloomington, USA.
- Johnson, B. ve Christensen, L., 2010. *Educational research: Quantitative, Qualitative, and Mixed Approaches*, 4th edition, SAGE Publications, USA.
- Justi, R. ve Gilbert, J.K., 2002. Modelling, Teachers' Views on The Nature of Modelling, and Implications For The Education of Modellers, *International Journal of Science Education*, 24, 4, 369–387.
- Kaiser, G. 2005. Mathematical Modelling in School – Examples and Experiences. In: Henn, H.-W./ Kaiser, G. (Eds.), *Mathematikunterricht im Spannungsfeld von Evolution und Evaluation. Festband für Werner Blum*. Hildesheim: Franzbecker, 99-108.
- Kaiser, G. ve Schwarz, B. 2006. Mathematical Modelling as Bridge Between School And University, *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 38, 2, 196-208.
- Kaiser, G. ve Schwarz, B., 2010. Authentic Modelling Problems in Mathematics Education—Examples and Experiences, *Journal für Mathematik-Didaktik*, 31, 51–76.
- Kaiser, G., Schwarz, B. ve Tiedemann, S., 2007. Future teachers' Professional Knowledge on Modelling, 13th Conference of the International Community of Teachers of Mathematical Modeling and Applications. Indiana University Bloomington, USA.
- Kapur, J., N., 1998. *Mathematical Modelling*, New Age International Publisher, New Delhi.
- Kara, İ., Erduran-Avcı, D. ve Çekbaş, Y., 2008. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Işık Kavramı İle İlgili Bilgi Düzeylerinin Araştırılması, *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, Aralık. <http://efd.mehmetakif.edu.tr/arsiv/aralik2008/46-57.html> [10.05.2011]
- Karasar, N., 2007. *Bilimsel Araştırma Yöntemi*, Nobel Yayınevi, Ankara.
- Kaya, D., Akpınar, E. ve Gökçurt, Ö., 2006. İlköğretim Fen Derslerinde Matematik Tabanlı Konuların Öğrenilmesine Fen-Matematik Entegrasyonunun Etkisi,

Üniversite ve Toplum, 6, 4, <http://www.universite-toplum.org/text.php3?id=288> [8.03.2008]

- Kempa R., 1986. *Assessment in Science*, Cambridge Science Education Series, First Edition, Great Britain.
- Kıray, A. ve İlik, A., 2007. Polya'nın Problem Çözme Basamaklarının Fen Bilgisi Öğretiminde Uygulanmasına Yönelik Bir Çalışma, Hacettepe Üniversitesi İlköğretim Kongresi, 12-22.
- Kıray, S.A., Önal, İ. ve Kaptan, F., 2007. Öğretmen Adaylarını Fen ve Matematik Arasında İlişki Kurmaya Hazırlayan Bir Deneysel Çalışma, Uluslar arası Öğretmen Yetiştirme Politikaları ve Sorunları Sempozyumu, Azerbaycan Pedagoji Üniversitesi ve Hacettepe Üniversitesi, Bakü.
- Kıray, S. A., Önal, İ. ve Demirel Ö., 2007. İlköğretim İkinci Kademedeki Fen ve Matematik Entegrasyonunun Deneysel İncelemesi, I. Ulusal İlköğretim Kongresi, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Ankara.
- Kızılcık, H. Ş. ve Güneş, B., 2006. Düzgün Dairesel Hareket Konusundaki Kavram Yanılgılarının Üç Aşamalı Test ile Tespit Edilmesi, 7. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, 7-9 Eylül, Ankara.
- Klymchuk S., Zverkova T., Gruenwald N. ve Sauerbier G., 2008. Increasing Engineering Students' Awareness To Environment Through Innovative Teaching Of Mathematical Modelling, Teaching Mathematics And Its Applications, 27, 3, 123-130.
- Kozhevnikov, M., Motes M. A. ve Hegarty, M., 2007. Spatial Visualization in Physics Problem Solving, Cognitive Science, 31, 549-579.
- Kuru, İ., Güneş, B., 2005. Lise 2. Sınıf Öğrencilerinin Kuvvet Konusundaki Kavram Yanılgıları, GÜ, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 25, 2, 1-17.
- Küçüközer, A., 2010. Fen Öğretmeni Adaylarının Dalgalar Konusunda Kavram Yanılgıları, Türk Fen Eğitimi Dergisi, 7, 2, 66- 75.
- Kysilka, M. L., 1998. Understanding Integrated Curriculum, The Curriculum Journal, 9, 2, 197-209.
- Landis, J. R. ve Koch, G. G., 1977. The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data, Biometrics, 33, 159-174.
- Lankard, B., 1993. Integrating science and math in vocational education. ERIC Digest, ED 355456 <http://www.ericdigests.org/1993/math.htm>. [17. 03, 2011]
- Lankshear, C. ve Knobel, M., 2004. *A Handbook for Teacher Research: From Design to Implementation*. Open University Pres, Maidenhead.

- Leech, N. L., Barrett, K.C. ve Morgan, G.A., 2005. SPSS for Intermediate Statistics: Use and Interpretation, Second Edition, New Jersey.
- Lesh, R., Galbraith, P. L., Haines, C. R. ve Hurford, A., 2010. Modeling Students' Mathematical Modeling Competencies, ICTMA 13, Springer, USA.
- Levin, I., Siegler, R. S. ve Druyan, S., 1990. Misconceptions About Motion: Development and Training Effects. Child Development, 61, 1544-1557.
- Lewis, V. K. ve Shaha, S. H., 2003. Maximizing Learning And Attitudinal Gains Through Integrated Curricula, Education, 123, 521-537.
- Lim L., L., Tso T.- Y. ve Lin F., L., 2009. Assessing Science Students' Attitudes to Mathematics: a Case Study on a Modelling Project with Mathematical Software, International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, 40, 4, 441-453.
- Lin, F.L. ve Yang, K.L., 2005. Distinctive Characteristics of Mathematical Thinking In Non-Modelling Friendly Environment, Teaching Mathematics Applications, 24, 97-106.
- Lingefjård, T., 2002a. Teaching and Assessing Mathematical Modeling. Teaching Mathematics and its Applications, 21, 2, 75-83.
- Lingefjård, T. 2002b. Mathematical Modeling for Preservice Teachers: A Problem From Anesthesiology. International Journal of Computers for Mathematical Learning, 7, 117-143.
- Lingefjård, T. ve Holmquist, M., 2005. To Assess Students' Attitudes, Skills And Competencies in Mathematical Modeling, Teaching Mathematics And Its Applications, 24, 2-3, 123-133.
- Ludwig, M. ve Xu, B., 2008. A Comparative Study on Mathematical Modelling Competences with German and Chinese Students, accepted paper ICME 11/ Mexico, 8 Seiten.
- Lyublinskaya, I., 2006. Making Connections: Science Experiments For Algebra Using T1 Technology, Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 2, 3, 144- 157.
- Maaß, K., 2005. Barriers and Opportunities for the Integration of Modelling in Mathematics Classes: Results of an Empirical Study, Teaching Mathematics and Its Application, 24, 2-3, 61-74.
- Maaß, K., 2006. What are Modelling Competencies? Zentralblatt für Didaktik der Mathematik, 38,2,113-142.

- Marrongele, K. A., 2001. Physics Experiences and Calculus: How Student Use Physics to Construct Meaningful Conceptualizations of Calculus Concepts in an Interdisciplinary Calculus/Physics Course, Dissertation, University of New Hampshire, United States.
- Marshall, J. ve Carrejo, D., 2008. Students' Mathematical Modeling of Motion, Journal of Researching in Science Teaching, 45, 2, 153-173.
- Marshall, J., Horton B. ve Austin-Wade J., 2007. Giving Meaning to the Number, The Science Teacher, February, 36-41.
- Martinez-Luaces V., 2005. Engaging Secondary School and University Teachers in Modelling: Some Experiences in South American Countries, International Journal of Mathematics Education and Science Technology, 36, 2-3, 193-205.
- Maul W. ve Berry J., 2001. An Investigation of Student Working Styles in a Mathematical Modelling Activity, Teaching Mathematics And Its Applications, 20, 2, 78, 88.
- McGarry, T. P., 1986. Integrating Learning for Young Children, Educational Leadership, 44, 3 64- 66.
- McKay, L., 2007. Mobilizing for Evidence-Based Character Education, U.S. Department of Education Contact, Washington.
- MEB, 2007. Fizik Dersi Öğretim Programı.
- MEB, 2005. Matematik Dersi Öğretim Programı ve Klavuzu, Milli Eğitim Bakanlığı, Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı. Ankara.
- Meredith, A. P. R. ve Volkman, M. J., 2007. Science and Mathematics-A Natural Connection, Science and Children, 45, 2, 60-61.
- Merriam, S.B., 1988. Case Study in Education, A Qualitative Approach, Jossey-Bass, San Fransisco.
- Merrill, C., 2002. Integrated Learning: Zoetropes in the Classroom, Technology Teacher, 61, 5, 7-12.
- Mertens, D. M., 2005. Research and Evaluation In Education And Psychology: Integrating Diversity With Quantitative, Qualitative, And Mixed Methods, 2nd edition, Thousand Oaks, SAGE, CA.
- Michelsen, C., 2006. Functions: a Modelling Tool in Mathematics and Science, Zentralblatt für Didaktik der Mathematik, 38, 3, 269-280.
- Miles, M. B. ve Huberman, A. M., 1994. Qualitative Data Analysis, Second Edition, Sage Publications, London, UK.

- Mohanty, P.C., 2008. Mass Media and Education, S. B. Nangia A P H Publisng Corporation, New Delhi.
- Moralı, S., Korođlu, H. ve elik, A., 2004. Buca Eğitim Fakóltesi Matematik Öğretmen Adaylarının Soyut Matematik Dersine Yönelik Tutumları ve Rastlanan Kavram Yanılgıları, GÜ, Gazi Eğitim Fakóltesi Dergisi, 24, 1, 161-175.
- Morgan G.A. ve Griego O.V., 1998. Easy Use and Interpetentation of SPSS for Windows: Answering Research Questions with Statistics, Lawrence Elbaum Associates, USA.
- Mousoulides, N., Sriraman B., ve Pittalis, M. ve Christou, C., 2007. Tracing Students' Modeling Processes in Elementary and Secondary School, 13th Conference of the International Community of Teachers of Mathematical Modeling and Applications, Indiana University Bloomington, USA.
- Muijs, D., 2004. Doing Quantitative Research in Education with SPSS, Sage Publitions, California.
- Munier, V. ve Merle, H., 2009. Interdisciplinary Mathematics–Physics Approaches to Teaching the Concept of Angle in Elementary School, International Journal of Science Education, 31, 14, 1857–1895.
- Murrow, C., 2004. The Integrated Inquiry Project, Synergy Learning, 17, 4, 14-15.
- Nuokawa, K., 2006. Using Drawings And Generating Information In Mathematical Problem Solving Processes, Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 2, 3, 33-54.
- Obaidat, I. ve Malkawi, E., 2009. The Grasp of Physics Concepts of Motion: Identifying Particular Patterns in Students' Thinking, International Journal for the Scholarship of Teaching and Learning, 3, 1, 1-16.
- Ogan-Bekiroğlu F., 2004. Ne Kadar Başarılı? Klasik ve Alternatif Ölçme - Değerlendirme Yöntemleri: Fizikte Uygulamalar. Nobel Yayınları, Ankara.
- Ogunsola-Bandele, M. F., 1996. Mathematics in Physics - Which Way Forward: The Influence of Mathematics On Students' Attitudes to the Teaching of Physics, Paper presented at the Annual Meeting of the National Science Teachers Association, Nigeria.
- Oklun S., 2005. Yeni Öğretim Programlarını İnceleme ve Değerlendirme Raporu, http://ilkogretim-online.org.tr/vol5say1/yenimufredat_raporu%5B1%5D.pdf [13.03.2008].
- Oklun, S. ve Aydoğdu, T., 2003. Üçüncü Uluslar Arası Matematik ve Fen Araştırması (TIMMS) Nedir? Neyi Sorgular? Örnek Geometri Soruları Ve Etkinlikler <http://www.ilkoğretim-online.org.tr>, 2, 1, 28-35.

- Özer-Keskin, Ö., 2008. Ortaöğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Matematiksel Modelleme Yapabilme Becerilerinin Geliştirilmesi Üzerine Bir Araştırma, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Özgün-Koca, A. ve Şen, A. İ., 2002. Üçüncü Uluslararası Matematik ve Fen Sonuçlarının Türkiye için Değerlendirilmesi, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi 23, 145-154.
- Özkök, A., 2007. Disiplinlerarası Yaklaşıma Dayalı Yaratıcı Problem Çözme Öğretim Programının Yaratıcı Problem Çözme Becerisine Etkisi, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 28, 159-167.
- Özsevgeç, T., 2007. İlköğretim 5. Sınıf Kuvvet ve Hareket Ünitesine Yönelik 5E Modeline Göre Geliştirilen Rehber Materyallerin Etkililiklerinin Belirlenmesi, Doktora Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Özsoy, N., ve Kemankaşlı, N, 2004. Ortaöğretim Öğrencilerinin Çember Konusundaki Temel Hataları ve Kavram Yanılgıları, The Turkish Online Journal of Educational Technology, 3, 4, 140-147.
- Öztürk, A., 2009. Fizik Problemlerini Çözmede Yüksek Ve Düşük Başarılı Fen ve Teknoloji Öğretmen Adaylarının Fizik Problem Çözme Süreçlerinin Bilişsel Farkındalık Açısından İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana.
- Pallant, J., 2001. SPSS SURVIVAL MANUAL – a Step by Step. Guide to Data Analysis Using SPSS for WINDOWS (Version 10 and 11), Open University Press, Buckingham.
- Pantziara, M., Gagatsis, A. ve Elia, I., 2009. Using Diagrams as Tools For The Solution of Non-Routine Mathematical Problems, Education Study of Mathematics, 72, 39–60.
- Parasuk, R. M. ve Beyranedand, M. L., 2010. Algebra Students' Ability to Recognize Multiple Representations and Achievement, International Journal for Mathematics Teaching and Learning, <http://www.cimt.plymouth.ac.uk/journal/panasuk.pdf> [05.05.2011].
- Park, J., 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.
- Park, D., O'Brien, G., Eraso, M. ve McClintock, E. 2002. A Scooter Inquiry: An Integrated Science, Mathematics and Technology Activity, Science Activities, 39, 3, 27-32.
- Perrenet, J. ve Adan, I., 2002. From Mathematical Modelling to Design Based Learning; a Bridge too far?, International Journal Mathematic Education and Science Technology, 33, 2, 187-197.

- Perry, Z. H. ve Todder, D. 2009. Change in Senior Medical Students' Attitudes Towards the Use of Mathematical Modeling as a Means to Improve Research Skills, Teaching Mathematics and its Applications, 28, 2, 88-100.
- Potenza, S. A., 2007. Science Is for the Birds, Teaching Pre K-8, 37, 5, 50-51.
- Prescott, A.E. ve Mitchelmore, M. 2005. Student Misconceptions About Projectile Motion, MERGA, Melbourne, July 2005 in *Building Connections: research, theory and practice*, ed Clarkson P, Downton A, Grpnn D, Horne M, McDonough A, Pierce R, Roche A, MERGA, Sydney, pp. 633-640.
- Prescott, A.E. ve Mitchelmore, M. 2009. The Impact Of Teacher Misconceptions About Projectile Motion On Student Learning, <http://www.recsam.edu.my/cosmed/cosmed09/AbstractsFullPapers2009/Abstract/Science%20Parallel%20PDF/Full%20Paper/S03.pdf> [15.06.2011]
- Prins G., T., Bulte, A. M. W., Driel J. H. V. ve Pilot, A., 2009. Students' Involvement in Authentic Modelling Practices as Contexts in Chemistry Education, Research Science Education, 39, 681–700.
- Redish, E. F., Steinberg, R. N. ve Saul, J. M., 1996. Student Difficulties With Math in Physics: Giving Meaning to Symbols. Presented 9 August, 1996 at the College Park meeting of the AAPT.. <http://www.physics.umd.edu/perg/papers/redish/talks/aapt96m.htm#1> [13.03.2008]
- Reeder, S., 2007. Bubbles, Bubbles: Integrated Investigations with Floating Spheres, Science Activities: Classroom Projects and Curriculum Ideas, 44, 1, 6-9.
- Robson, C. 1998. Real World Research: A Resource for Social Scientists and Practitioner-Researchers, Blackwell Publishers Ltd., Oxford, UK.
- Saastamoinen, K., 2005. Mathematical Modelling Course Using the Internet, 2th International Conference on Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology, http://www.ecti-thailand.org/assets/papers/273_pub_24.pdf [14.03.2011]
- Saeki, A., Ujiie A. ve Tsukihashi M., 2001. A Cross-Curricular Integrated Learning Experience In Mathematics And Physics, Community College Of Research And Practice, 25, 5&6, 417–424.
- Saglam-Arslan, A. ve Arslan, S., 2010. Mathematical Models in Physics: A Study with Prospective Physics Teacher, Scientific Research and Essays 5, 7, 634-640.
- Sağlam, Y., Altun, A. ve Aşkar, P., 2009. Bilgisayar Cebiri Sistemleri Ortamlarında Öğretmen Adaylarının Problem Çözme Stratejilerinin İncelenmesi, Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi, 42, 1, 351-376.

- Saka A., 2006. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Genetik Konusundaki Kavram Yanılgılarının Giderilmesinde 5E Modelinin Etkisi, Doktora Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Schraw, G., Flowerday, T. ve Lehman, S., 2001. Increasing Situational Interest in the Classroom, Educational Psychology Review, 13, 3, 211-224.
- Schutz, B., 1980. Geometrical Methods of Mathematical Physics, Cambridge University Press, UK, USA, Australia.
- Schwarz, B. ve Kaiser, G., 2006. Mathematical Modelling in School - Experiences from a Project Integrating School and University, In Proceedings of the Fifth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education.
- Scott, D. ve Morrison M., 2006. Key Ideas in Educational Research, Continuum International Publishing Group, New York.
- Serway, R.A., 1995. Fen ve Mühendislikler için Fizik 1, Mekanik-Termodinamik, 3.Baskı, Palme Yayıncılık, Ankara.
- Shelley II, M. C., Yore, L. D. ve Hand, B., (Eds.), 2009. Quality Research in Literacy and Science Education: International Perspectives and Gold Standard. Dordrecht, Springer, The Netherlands.
- Shkedi, A., 2005. Multiple Case Narrative : A Qualitative Approach to Studying Multiple Populations, NLD: John Benjamins Publishing Company, Amsterdam.
- Snyder, S., 2001. Connection, Correlation, and Integration, Music Educators Journal, 87, 5, 32-39.
- Soner, N., 2006. Afyon Kocatepe Üniversitesi Lisans Öğrencilerinin Kuvvet Ve Hareket Konusundaki Kavram Yanılgıları, Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyonkarahisar.
- Sorel, K., 2005. The Integrated Curriculum - Chinese Culture and Inventions Revamp a Third-grade Science Curriculum, Science and Children, 42, 6, 21-25.
- Steinberg, R.N., Wittmann, M.C. ve Redish, E.F., 1997. Mathematical Tutorials in Introductory Physics, In The Changing Role of Physics Departments in Modern Universities, E. F. Redish, J. S. Rigden, Eds. 1075–1092. AIP Conference Proceedings 399, AIP, Woodbury, NY.
- Stillman, G., Brown, J. ve Galbraith, P., 2007. Identifying Challenges within Transition Phases of Mathematical Modelling Activity at Year 9, 13th Conference of the International Community of Teachers of Mathematical Modeling and Applications, Indiana University Bloomington, USA.

- Swanwick, T., 2010. Understanding Medical Education: Evidence, Theory and Practice, Wiley Blackwell, Oxford, UK.
- Şahin-Fırat N., 2006. Pozitivist Yaklaşımın Eğitim Yönetimi Alanına Yansıması, Alana Getirdiği Katkı ve Sınırlılıkları, Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi, 20, 40-51.
- Şandır, H., Ubuz B., ve Argün, Z., 2007. 9. Sınıf Öğrencilerinin Aritmetik İşlemler, Sıralama, Denklem ve Eşitsizlik Çözümlerindeki Hataları, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 32, 274-281.
- Tan, Ş. Kayabaşı Y. ve Erdoğan A., 2002. Öğretimi Planlama ve Değerlendirme, Geliştirilmiş 3. Baskı, Pegem A Yayıncılık, Ankara.
- Tanner, H. ve Jones S., 2002. Assessing Children's Mathematical Thinking in Practical Modelling Situations, Teaching Mathematics and its Applications, 21, 4, 145-159.
- Tao, P. K. ve Gunstone, R. F., 1999. The Process of Conceptual Change in Force and Motion during Computer-Supported Physics Instruction, Journal of Research in Science Teaching, 36, 7, 859-882.
- Taşkın-Can, B., Cantürk Günhan, B. ve Öngel E.S., 2005. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Fen Derslerinde Matematiğin Kullanımına Yönelik Özyeterlik İnançlarının İncelenmesi pamukkale üniversitesi eğitim fakültesi dergisi, <http://egitimdergi.pamukkale.edu.tr/makale/sayı17/5-FEN%20BİLGİSİ%20ÖĞRETMEN%20ADAYLARININ%20FEN%20DERSLERİNDE%20MATEMATİK...pdf> [7.03.2007]
- Temiz, B. K. ve Kızılcık, H.Ş. 2006. Sürtünmeli Eğik Düzlemde Harekette Serbest Cisim Diyagramı Çizme. VII. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, 07-09 Eylül, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Tertemiz, N., 2003. Bir Tema Etrafında Farklı Disiplinlerin Çoklu Zeka Kuramına Göre Bütünleştirilmesi, Matematik Sempozyumu, 24-26 Mayıs, Bildiriler Kitabı, Matematikçiler Derneği, Ankara.
- Tezci E. ve Uysal A., 2004. Eğitim Teknolojisinin Gelişimine Epistemolojik Yaklaşımların Etkisi, The Turkish Online Journal of Educational Technology ISSN: 1303-6521, 3, 2, Article 22.
- Thomas, R. M. 2003. Blending Qualitative & Quantitative Research Methods in Theses and Dissertations, Corwin Press Inc., California.
- Tinker, M.H. ve Thomson, J.J., 2003. Teaching mathematics to physicists in the UK – FLAP and PPLATO, Europhysics News, Vol. 34 No. 5 <http://www.europhysicsnews.com/full/23/article4/article4.html> [7.03.2008]

- Tipi, N. S., 2009. Teaching and Assessing Supply Chain Modelling Modules in Higher Education, The International Journal of Learning, 16, 3, 283-292.
- Toulmin, S., 1977. From Form to Function: Philosophy and History of Science in the 1950s and Now, Daedalus, 106, 3, 143.
- Türkeli, Y., 2002. İlköğretim Fen Eğitiminde Disiplinler Arası Yaklaşım/Zeka ve Mesleklerle İlişkisi, V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, ODTÜ, Ankara, Bildiriler Kitabı, Cilt I, 177-182.
- Türker, B., Sağlam, Y. ve Umay, A., 2010. Preservice Teachers' Performances at Mathematical Modeling Process and Views on Mathematical Modeling, Procedia - Social and Behavioral Sciences, 2, 2, 4622-4628.
- URL-1 Proje Tabanlı Öğrenme Modeli Uygulamaları, <http://www.erg.sabanciuniv.edu/iok2004/bildiriler/Nadir%20Namik%20Yildiz.doc> [7.03.2008]
- URL-2 Taslak Fen ve Teknoloji Programının Değerlendirilmesi http://ttkb.meb.gov.tr/programlar/prog_giris/prog_giris_13.html [7.03.2003]
- URL-3: KPSS Ölçme ve Değerlendirme için Temel İstatistik Bilgisi, <http://www.kpss.info/images/dosyalarim/pdf/olcmeistatistik.pdf> [24.02.2011]
- Uyanık F., 2007. Ortaöğretim 10. Sınıf Öğrencilerinin Grafik Anlama Ve Yorumlamaları İle Kinematik Başarıları Arasındaki İlişki, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Ünal, S., Coştu, B. ve Karataş, F. Ö., 2004. Türkiye'de Fen Bilimleri Eğitimi Alanındaki Program Geliştirme Çalışmalarına Genel Bir Bakış, Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 24, 2 183-202.
- Vanderstoep S. W. ve Johnson D.D., 2009. Research Methods for Everyday Life: Blending for Qualitative and Quntitative Approaches, John Wiley & Sons Inc., USA.
- Vasquez-Mireles, S. ve West, S. 2007. Mix it up: Suggestions for Correlating Science and Mathematics, The Science Teacher, 74, 2, 47-49.
- Vries., G., 2001. What is Mathematical Modelling, www.math.ualberta.ca/~devries/erc2001/slides.pdf, [7.05.2009]
- Walker J.S., 2002. Physics, Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.
- Wallace, M. L. ve Ellerton, N. F., 2004. Language & Belief Factors *in* Learning & Teaching Mathematics & Physics: A Study of Three Teachers, Psychology of Mathematics & Education of North America; Annual Meeting, Toronto, CA, 1, 7.
- Warwick, J., 2007. Some Reflections on the Teaching of Mathematical Modeling, The Mathematics Educator, 17, 1, 32-41.

- Watts, P., 2005. Integrating Instruction Through Inquiry...The I[3] Project, Science Scope, 28, 7, 24-26.
- Weinberg, S. L. ve Abramowitz, S. K., 2002. Data Analysis for the Behavioral Sciences Using SPSS, First Edition, Cambridge University Press, UK.
- Wellington, J.J., 2000. Educational Research: Contemporary Issues and Practical Approaches, Continuum, London.
- Wescott, J. ve Leduc, A., 1994. Heat Transfer in Structures: The Development of a M/S/T Construction Experience, Technology Teacher, 54, 2, 11-12.
- West S., Tooke J. ve Muller C., 2003. Integrated Science and Mathematics: Doable? Desirable?, Texas Science Teacher, 32, 1, 17-20.
- White, A., 2000. Mathematical Modelling and the General Mathematics Syllabus, Curriculum Support for Teaching in Mathematics, 5, 3, 7-12. http://www.curriculumsupport.education.nsw.gov.au/secondary/mathematics/asset/s/pdf/s6_teach_ideas/cs_articles_s6/cs_model_s6.pdf, [7.05.2009]
- White, A. L., ve Singh, P., 2007. Linking Thinking: Mathematical Modelling an Ideal Tool, Reflections, 32, 1, 69-73.
- White, A. L., 2011. Graphics Calculator in the Secondary Mathematics Classroom, Pedagogical Tool or Just a Gadget ?, <http://conference.nie.edu.sg/paper/Converted%20Pdf/ab00528.pdf>, [10.07.2011]
- Wood, J., 2005. Discovery Central, Science and Children, 42, 7, 36-37.
- Wragg, E.C., 1999. An Introduction to Classroom Observation, Second edition, Routledge, London and New York.
- Yalar, T. ve Yanpar-Yelken, T., 2009. Liselerde Blok Ders Uygulamasının İncelenmesi Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 22, 1, 263-278.
- Yarinovsky, B. ve Kangro I., 2009. Mathematical Modelling With Use Information-Communication Technologies In Course Studying Ecological Toxicology, Problems of Education in the 21st Century, 16, 16, 59-65.
- Yaşar, Ş., Ayas A., Kaptan F. ve Gücüm B., 1998. Fen Bilgisi Öğretimi, TC Anadolu Üniversitesi Açık Öğretim Fakültesi Yayınları, Eskişehir.
- Yazgan, Y., 2007. Dördüncü ve Beşinci Sınıf Öğrencilerinin Rutin Olmayan Problem Çözme Stratejileri İle İlgili Gözlemler, İlköğretim Online, 6, 2, 249-263.
- Yıldırım, A., 1996. Disiplinlerarası Öğretim Kavramı ve Programlar Açısından Doğurduğu Sonuçlar, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi 12, 89-94.

- Yıldırım, N., 2009. Kimyasal Denge Konusuyla İlgili Materyal Geliştirilmesi, Uygulanması ve Sonuçlarının Değerlendirilmesi, Doktora Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Yıldız, A., Büyükkasap E., Erkol, M. ve Dikel, S., 2007. Fen Bilgisi Öğrencilerinin, Hız, Sabit Hız, Sürat Ve Yer Değiştirme Kavramlarını Anlama Düzeyleri, Erzincan Eğitim Fakültesi Dergisi, 9, 2, 1-12.
- Yıldız, N., 2006. Matematik Eğitiminde Türev Öğrenimi ve Öğretimi İle İlgili Sorulmuş Bazı Etkin Sorular ve Cevapları Hakkında Öğrencilerin ve Öğretim Elemanlarının Görüşleri Üzerine Bir Fenomenografik Çalışma, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yılmaz, K. ve Oğuz, E., 2005. Eğitim Bilimleri Fakültesi Öğrencilerinin Fakülte Kültürüne İlişkin Algıları, Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi, 388, 1, 101-122.
- YÖK, 2007. Eğitim Fakültesi Öğretmen Yetiştirme Lisans Programları
- Zavala, G., Alarcon, H. ve Benegas, J., 2007. A Professional Development Course with Content and Pedagogical Knowledge and with an Introduction of Models and Modeling in Science to Physics Teachers, 13th Conference of the International Community of Teachers of Mathematical Modeling and Applications. Indiana University Bloomington, USA.
- Zbiek, R. M. ve Conner, A., 2006. Beyond Motivation: Exploring Mathematical Modeling as a Context for Deepening Students' Understandings of Curricular Mathematics, Educational Studies in Mathematics, 63, 1, 89-112.
- Zawojewski J., Lesh, R. ve English, L., 2003. A Models and Modeling Perspective on the Role of Small Group Learning Activities, In R. Lesh & H. Doerr (Eds.), Beyond constructivism: A models and Modeling Perspective on Problem Solving, Learning and Instruction in Mathematics and Science Education (pp337-358). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

EKLER

Ek 1. Kontrol Grubu Derslerinin Yürütülmesi

Çalışmanın bu bölümünde kontrol grubu ile yürütülen derslerin içeriği açıklanmıştır. Çalışmada öncelikle kontrol grubu öğretmen adayları ile yürütülen ders içeriğine ait bir tablo oluşturulmuştur. Sonraki bölümde ise bu tabloya ait açıklamalara yer verilmiştir. Bölümün son kısmında ise kontrol grubu ile yürütülen derslerden bir tanesi ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

Ek 1 'in devamı

Kontrol grubu derslerinde kullanılan adımlar

	1. ders	2. ders	3. ders	4. ders	5. ders	6. ders
Derse giriş	Selamlama	Derse giriş, selamlama	Selamlama	Derse giriş, selamlama	Selamlama	Derse giriş, selamlama
Konu tekrarı	Konu başlıkları, Vektörler konusu ile ilgili bir soru	-	Sabit ivmeli hareket formülleri	Doğrusal hareket konusu ile ilgili teorik bilgiler ve formüller	Düzlemde sabit ivmeli harekette kullanılan formüller	-
Konu anlatımı	Kinematik ve Dinamik tanımları Yer değiştirme, Sürat Hız (ani ve ortalama hız), İvme (Ani ve ortalama ivme) kavramları, tanım ve formülleri	Sabit ivmeli hareketle ilgili teorik bilgi, Sabit ivmeli harekette kullanılan formüller ve açıklamaları	Serbest düşme hareketinin tanımı tarihçesi, Serbest düşme hareketi ve formülleri	Düzlemde harekette yer değiştirme, ani, ortalama hız ve ani, ortalama ivme konuları, düzlemde sabit ivmeli hareket konuları ve formülleri	Eğik atış hareketi (yörünge, atış uzaklığı, uçuş zamanı) konusu ve formülleri	Dairesel hareket, Göreceli hareket konuları
Soru Çözümü	Öğretimin elemanının örnek çözümü	Sabit ivmeli harekette alınan yol, ivme ve hız ile ilgili örnek çözümü	Serbest düşmede belirli sürelerde alınan yollar ve zaman ile ilgili iki örnek	Ani ve ortalama hız, ani ve ortalama ivme ve düzlemde sabit ivmeli hareket ile ilgili örnekler	Eğik atış hareketinde yatayda alınan yolun bulunması örneği	Dairesel hareket ve göreceli hareketle ilgili birer örnek
	Öğretmenin adaylarının soru çözümü	Sabit ivmeli hareketin grafik yardımıyla çözümü, Sabit ivmeli harekette hız ve ivme değerleri ile ilgili soru çözümü	Serbest düşmede son hız, uçuş süresi ve mesafesi ile ilgili üç soru çözümü	Düzlemde sabit ivmeli harekette hız ve ivme ile ilgili soru çözümleri	Uçuş süresi ve düşeyde alınan yola yönelik sorular	Her iki konu ile ilgili iki soru çözümü

Ek 1'in devamı

Aşağıda kontrol grubu derslerinin genel olarak yürütülüşü ve derslerde kullanılan aşamalar ayrıntılı olarak ifade edilmiştir.

Kontrol grubu ile yürütülen derslerde dersler öğretim elemanın sınıfı selamlaması ve öğretmen adaylarını derse hazırlamaları ile başlamaktadır.

Dersin ilk aşamasında öğretim elemanı tarafından sıklıkla bir önceki dersin tekrarı yapılmıştır. Bu durum bazen konu başlıkları şeklinde ifade etme, bazen formülleri ve kavramları hatırlatma, bazen de bir önceki konu ile ilgili örnek çözme şeklinde gerçekleştirilmiştir.

Ders tekrarı sonrasında yürütülecek konuya geçilmiş ve ana başlık tahtaya yazılarak konuya başlanmıştır. Konu anlatımında ilk olarak temel kavramlar tanıtılmış ve sıklıkla bu kavramlarla ilgili günlük hayatta karşılaşılan durumlar örnek olarak gösterilmiştir. Konu anlatımı esnasında bazı noktalarda öğretmen adaylarına sorular da yöneltilmiştir. Bu soruların bir kısmı öğretmen adaylarının ön bilgilerini ortaya çıkarmaya, bir kısmı da karşılaştıkları durumları ortaya koymalarına ve açıklamalarına yönelik olarak sorulmuştur. Konu anlatımında kullanılacak formüller, bu formüllerde kullanılacak kavramlar ve kullanım amaçları ifade edilmiştir. Ders içerisinde ifade edilen konular arasındaki ilişkilere de bu bölümde yer verilmiştir.

Dersin sonraki aşamasında tanımlanan kavramlar ve ifade edilen formüllere uygun olarak sınıfa sorular yöneltilmiştir. Yöneltilen örnekler sınıfa yüksek sesle okunmuş öğretilen adaylarının konu ile ilgili düşünceleri için belirli bir süre ayrılmıştır. Bu süre içerisinde soru ile ilgili şekiller tahtaya çizilmiştir. Konu hakkındaki ilk örnekler öğretim elemanı tarafından sınıf tartışması yürütülerek çözülmüştür. Çözümde öğretim elemanı tarafından teorik bilgiler, formüllere yönelik ifadeler ve soru çözümünde kullanılacak küçük sorular da yöneltilerek öğretmen adaylarının derste aktif olmaları sağlanmıştır. Ayrıca sınıfın anlamadığı noktalar ve öğretmen adaylarından gelen sorular öğretim elemanı tarafından cevaplanmıştır. Aynı konu içerisinde yer alan bir veya iki örnek öğretim elemanınca bu şekilde çözülmüştür. Çözüm sırasında bazı noktalarda konular hakkında açıklamalara da yer verilmiştir.

Öğretim elemanı tarafından çözülen soruların ardından aynı konu ile ilgili sınıfa öğretmen adaylarının çözmeleri için sorular yöneltilmiştir. Bu sorular öncelikle öğretim elemanı tarafından yüksek sesle okunmuştur. Okunan soruların sınıfın tümü tarafından anlaşılması için bazı sorular iki kez tekrar edilmiştir. Sınıfın soruyu anladığından emin

Ek 1'in devamı

olunduktan sonra öğretmen adaylarına belirli bir süre tanınarak çözümleri elde etmeleri istenmiştir. Bu zaman içerisinde öğretim elemanı tarafından sınıf içerisinde dolaşarak öğretmen adayları gözlenmiştir. Belirli bir süre sonunda sınıftan seçilen bir kişi tahtaya kaldırılarak doğru çözümün yapılması istenmiştir. Öğretmen adayı tarafından tahtaya yazılan çözüm bir kez de öğretim elemanı tarafından açıklanmış, kullanılan formüller yürütülen aşamalar, kavramlar ve birimleri açık ve net olarak ifade edilmiştir.

Ders sonunda öğretmen adayları selamlanarak ders bitirilmiştir.

Aşağıda kontrol grubu ile yürütülen derslerden bir tanesi ayrıntılı olarak anlatılmıştır.

Kontrol grubu ile yürütülen birinci derste öğretim elemanı öğretmen adaylarını selamlayarak sınıfa girmiştir. Belirli bir süre öğretmen adaylarını bekleyerek derse hazırlanmalarını sağlamıştır. Öncelikle bir önceki derste üzerinde durulan konular olan vektörlerin özellikleri, vektörlerle ilgili işlemler, yer değiştirme vektörü, birim vektörler cinsinden ifadesi ve bunlarla ilgili işlemlerden bahsedilmiştir. Daha sonra yer değiştirme vektörü ile ilgili sınıfa bir soru yöneltilmiştir. Soru öğretmen adaylarının anlaması ve yazması için yavaş bir şekilde okunmuştur. Belirli bir süre beklendikten sonra ilgili şekil tahtaya öğretim elemanı tarafından çizilmiştir. Bir öğretmen adayını tahtaya kaldırılıp yer değiştirme vektörünü çizmesi istenmiş, teşekkür edilip yerine gönderilmiştir. Ardından başka bir öğretmen adayı daha kaldırılıp ondan da aynı vektörün çizilmesi istenmiştir. Daha sonra öğretim elemanı tarafından çizilen vektörlerde büyüklüklere dikkat edilmesini istenerek sonuç gösterilmiştir.

Soru çözümünden sonra konu başlığı tahtaya yazılmıştır. Mekaniğin tanımı yapılarak iki alana ayrıldığı belirtilmiş dinamik ve kinematik alanları açıklanmıştır. Yer değiştirme konusu koordinat eksenleri üzerinde açıklanarak birim vektörler cinsinden ifade edilmiş tahtada gösterilmiştir.

Sürat ve hız kavramlarına geçilmiştir. Bunun için öncelikle öğretmen adaylarına sürat ve hız arasındaki fark sorulmuş, sınıftan alınan yanıtlardan sonra sürat ve hız kavramları tanımlanarak gerekli formüller gösterilmiştir.

Sınıfa öğretmen olduklarında sürat ve hız kavramlarını öğrencilerine nasıl anlatacakları sorulmuştur. Tüm öğretmen adaylarının yanıtları dinlenmiş ve bir öğretmen adayı tarafından verilen yanıt sınıfta ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

Ek 1'in devamı

Bu konudan sonra ortalama hız ve sürat ile ilgili bir soru okunarak soruda yer alan tablo tahtaya çizilmiştir. Bu sorunun sınıf tarafından düşünülmesi istenmiş ve soru, sınıftan gelen dönütler doğrultusunda tartışma ortamı oluşturularak öğretim elemanı tarafından çözülmüştür. Sorunun bir sonraki şikkında farklı değerler için ortalama hız ifadesi yer almaktadır. Bu şık sınıftan kaldırılan bir öğretmen adayı tarafından çözülmüştür.

Bir sonraki aşamada ivme kavramına geçilmiştir. Ortalama ve ani ivmenin tanımları verilmiş ve bu kavramlar için kullanılan formüller gösterilmiştir. İvmenin pozitif, negatif ve sıfır olması durumlarında hız değerinin değişimi sınıfla tartışılmıştır.

İvme konusu ile ilgili ders kitabında bulunan bir örnek sınıfta yüksek sesle okunmuş ve bununla ilgili bir grafik tahtaya çizilerek çözüm bir öğretmen adayına yaptırılmıştır. Sorunun diğer iki şikkı ise farklı öğretmen adayına çözdürülmüştür. Sonuçlar öğretim elemanı tarafından onaylanmıştır.

Ders sonunda sınıf tekrar selamlanarak ders bitirilmiştir.

Ek 2. Doğrusal ve Düzlemde Hareket Üniteleri Öğretim Elemanı Rehber Materyali

KONU: ORTALAMA SÜRAT

SÜRE: 200 dakika

AMAÇ: Ortalama sürati tanımlayabilme

Hedef Davranışlar:

1. Sürati tanımlama
2. Mevcut durumdaki değişkenleri belirleme
3. Ortalama süratle ilgili bir matematiksel model geliştirme
4. Bulduğu modelin geçerliliğini değerlendirme
5. Oluşturduğu modeli yeni ve farklı durumlara uygulama

ANAHTAR KAVRAMLAR:

Sürat, hız, zaman, alınan yol.

İŞLENİŞ VE ÖNERİLER:

Derse giriş:

Gerçek dünya problemini öğrencilerinize okumadan önce onların derse hazır olmalarını sağlamalısınız. Bunun için öğrencilerinize üçerli veya dörderli gruplarla çalışmalarını sürdüreceklerini belirtin ve onlardan bu şekilde gruplar oluşturmalarını isteyiniz. Öğrencilere ders süresince grup arkadaşlarıyla birlikte hareket edeceklerini hatırlatınız. Oluşturulan grupların bilişsel seviyelerinin birbirlerine eşit veya yakın olmalarına özen gösteriniz. Öğrencilerinizin derse hazır olduklarına karar verdikten sonra gerçek dünya problemine geçebilirsiniz.

1. Gerçek dünya problemi

Günümüzde şehir içi trafikte araba kullanmak veya bir yerden başka bir yere araba ile gidebilmek oldukça zor bir hal almıştır. Özellikle bu duruma trafik lambaları da eklendiğinde arabalar art arda birçok trafik lambasında kırmızı ışığı bazen saniyelerce bazen de dakikalarca beklemektedir.

Oysa günümüzde kullanılan yeşil dalga sistemiyle araçlar trafik lambalarında sürekli yeşil ışıkla karşılaşmakta ve hep aynı hızlarla yollarına devam ederek hem zaman tasarrufu sağlamakta, hem de araçları sürekli durup hareket etmediği için yakıttan tasarruf sağlamaktadırlar.

Bir otoyolda kullanılan yeşil dalga sistemini düşündüğünüzde araçların hızları, yolun uzunluğu ve kullanılan trafik lambalarının süresini düşünerek bir otomobilin yoluna devam ederken iki yeşil ışık arasında geçmesi için lambanın en az ne kadar süre yeşil olarak yanması gerektiği konusunda nasıl bir bağıntı oluşturarak bunu sağlayabileceğinizi düşününüz.

Ek 2'nin devamı

Gerçek dünya probleminin sınıfta okunmasından sonra ilk olarak problemi anlamaları gerektiğini belirtin. Bunun için problemi gerekli gördükleri taktirde birkaç kez okumalarını ve daha sonra kendi cümleleriyle ifade etmeleri ve buna uygun bir şekil üzerinde problemi ortaya koymaları gerektiğini belirtiniz. Bir sonraki aşamada öğrencilerinizden bireysel olarak gerçek dünya problemindeki değişkenlerin neler olduğuna karar vermeleri istenilir. Belirlenen bu değişkenlerin daha sona öğrencilerin grup arkadaşlarıyla tartışmaları için onlara zaman ayrılır. Problemdaki değişkenlerin tüm gruplar tarafından tartışıldığından emin olduktan sonra bir sonraki aşamaya geçebilirsiniz.

2. Kabullenmelerin Yapılması:

Bu bölümde öğrencilerin fikirlerini birbirleriyle paylaşmaları önemlidir. Bunun için beyin fırtınası yöntemini kullanarak her grupta belirlenen değişkenlerin söylenmesini isteyin ve bu değişkenleri öğrencilerden yazmaları gerektiğini belirtin. Ayrıca öğrenciler tarafından belirtilen değişkenler öğretim elemanı tarafından tahtaya yazılarak bir bütün halinde öğrencilerce görülmesi sağlanabilir.

Belirtilen değişkenlerden hangilerinin konuyla ilişkili olduğunun ve hangi değişkenlerin ihmal edilebileceğinin düşünülmesi için öğrencilerin grup arkadaşlarıyla tartışmaları sağlanır.

Bu çalışmanın ardından sınıfta başka bir tartışma yürütülerek modelde hangi değişkenlerin daha önemli olduğu veya hangi değişkenlerin ihmal edilebileceği ile ilgili çalışmalar yürütülerek bunların sınıf ortamına aktarılması sağlanmalıdır.

Tartışma süresince öğrencilere yöneltilebilecek birkaç soru aşağıda verilmiştir. Gerekli görüldüğü taktirde bunlara yeni sorular eklenebilir veya mevcut soruların içeriği değiştirilebilir.

Bu bölümün bir sonraki aşamasında öğrencilere oluşturacakları modeldeki kabullenmeleri ortaya koymalarını ve belirlemelerini isteyiniz. Bunun için grup arkadaşlarıyla çalışarak hangi kabullenmeler doğrultusunda nasıl bir model ortaya koyacakları yönünde tartışmalarını isteyiniz.

Aşağıda öğrenciler tarafından oluşturulması beklenen kabullenmeler yer almaktadır:

1. Yolun belirli bir v hız limitinin olduğu
2. Duran tüm araçların bu yolun yarısına geldiğinde mevcut hız limiti olan v hızına ulaşmış olmaları
3. Başlangıçta duran ve ilk lamba yeşil yandığı anda sabit v hızı ile hareket eden tüm araçların ikinci ışıktan geçtikleri
4. Yeşil ışıktan geçmeleri için araçların hızlarının değil süratlerinin kullanılması gerektiği
5. Herhangi bir trafik sıkışıklığının yaşanmadığı

Öğrencilerinizin bu kabullenmeleri yapmalarında zorluklarla karşılaştıklarını gördüğünüz taktirde yürüteceğiniz sınıf tartışmalarıyla onların kabullenmelerini belirlemelerine yardımcı olunuz.

Bu aşamadan sonra öğrencilerinize oluşturacakları modelde gerekli olan bilgilerin ders kitabında bulunduğunu söyleyin ve ders kitabını gözden geçirmelerini isteyiniz.

Hangi değişkenler sizce burada sonucu etkilemektedir?

Hangi değişkenleri ihmal edebiliriz?

Sonucu etkileyecek değişkenler nelerdir?

Ek 2'nin devamı

3. Matematiksel Modelin Formülleştirilmesi

Öğrencilerinizin yapılan kabullenmeler ve araştırdıkları bilgileri kullanarak gerçek dünya problemi hakkında bir model oluşturmalarını isteyiniz. Bunun için öğrencilerinize belirledikleri kabullenmeleri dikkate alarak problemi yeniden incelemelerini ve çözmeleri gerektiğini ifade ediniz.

Şayet öğrencilerinizin modeli oluşturmalarında belirli noktalarda zorlandıklarını düşünüyorsanız, bu durumda zorlandıklarını düşündüğünüz noktalarda onlara çeşitli sorular yönelterek aşağıdaki açıklamalar doğrultusunda tartışmalar yürütebilirsiniz. Aşağıda bu model için gerekli bazı teorik bilgiler yer almaktadır. Onlara, eksik gördüğünüz noktalarda gerekli yol gösterici sorularla bilgilendirmelerde bulunabilirsiniz. Böylece modeli bulamayan öğrencilere yol göstermiş olacak ve modeli çözmelerine ışık tutacaksınız.

Bu aşamada öğrencilerinize hızı, sürati ve vektörlerin özelliklerini hatırlamaları için yönelteceğiniz sorularda onlardan bu konuların tekrarını yapmalarını isteyebilir ve daha sonra gerekli açıklamalarda bulunabilirsiniz.

SÜRAT VE HIZ

1. Hız nedir ve nasıl bulunur?

HIZ:

Bir parçacığın ortalama hızı onun yer değiştirmesinin zaman aralığına oranı olarak tanımlanır. Yani; $\bar{v} = \frac{x_s - x_i}{t_s - t_i}$ şeklinde ifade edilir.

2. Sürat nedir ve nasıl ifade edilir?

SÜRAT:

Sürat bir hareketlinin belirli bir yolu ne kadar zamanda aldığını belirlemektedir. Sürat hesaplamalarında cismin hareketi boyunca aldığı yol ve bu yolu alması için geçen zamanın bilinmesi gerekir. Bu bilgilerle cismin süratini hesaplamak için;

$sürat = \frac{alınanyol}{geçenzaman}$ ifadesi kullanılır.

Burada birimleri belirtmemiz gerekirse alınan yol santimetre (cm) veya metre (m), zaman birimini ise saniye (s), dakika (dk.), saat (h) olarak ifade edilebilir.

3. Hız ve sürat arasındaki nasıl bir fark vardır?

Sürat skaler bir nicelikken hız vektörel bir niceliktir. Sürat bir hareketlinin birim zamanda aldığı ortalama yoldur. Alınan yolun yönü olmadığı uzunluğu olduğu için süratin de yönü yoktur, skalerdir.

Ek 2'nin devamı

Hız ise bir hareketlinin birim zamanda yaptığı yer değiştirmeyi ifade eder. Yer değiştirme de vektörel bir nicelik olup başlangıç noktası ilk konuma, bitiş noktası da son konuma karşılık gelir. Yer değiştirme bir vektör olduğundan hız da bir vektördür.

3. Bir vektörün özellikleri nelerdir ve nasıl tanımlanır?

VEKTÖRLER:

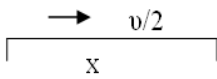
Bir skalerin sadece büyüklüğü vardır, doğrultusu yoktur. Ancak vektörler hem yön hem de büyüklükle belirtilmesi gereken fiziksel niceliklerdir. Vektörler; vektörel toplama kuralına göre toplanırlar. İki vektör üçgen veya paralel kenar metodu kullanılarak toplanır.

Bir **A** vektörünün x bileşeni koordinat sisteminin x eksenini boyunca izdüşümüne eşittir. Burada $A_x = A \cos\theta$ 'dir. Aynı şekilde A_y bileşeni de **A**'nın y eksenini boyunca izdüşümüdür ve $A_y = A \sin\theta$ 'dir. Vektörlerin bileşkelerini bulmak için vektörler bileşenlerine ayrılır ve x ve y bileşenleri ayrı ayrı toplanır. Vektörün büyüklüğünü bulmak için ise pisagor teoreminden yararlanır.

4. Matematiksel Problemi Çözme

Öğrencilerinizden matematiksel modeli çözemeyenler varsa gerekli açıklamaların yardımıyla onların modeli yeniden belirlemelerini isteyiniz ve verilen ifadelerin kendileri için yeterli olduğunu, bu bilgiler yardımıyla modeli kolaylıkla çözebileceklerini söyleyerek onları cesaretlendiriniz. Burada modeli grup arkadaşlarıyla oluşturmalarını söyleyebilirsiniz. Artık öğrencilerinizin bu aşamada modeli oluşturmaları gerektir.

Çözüm:



Başlangıçta yeşil ışık yandığı anda sabit hızla yolu geçen araç;

$$x = v \cdot t \rightarrow t = \frac{x}{v}$$

Kırmızı ışıkta durup yeşil ışık yandığı anda sabit bir ivme ile yola

başlayan araç;

$$\frac{x}{2} = \frac{v}{2} t_1 \quad t_1 \text{ sürede yolun yarısını gider.}$$

$$\frac{x}{2} = v \cdot t_2 \rightarrow \frac{x}{2v} = t_2 \quad t_2 \text{ sürede kalan yolu alır.}$$

t süre sonra ışık yanmalı, $3t/2$ süre sonra da yanmalı ve ışık $t/2$ süre yanmış olmalı.

Ek 2'nin devamı

5. Çözümü Yorumlama

Bu bölüm öğrenciler tarafından oluşturulan modelin çözümüne yönelik çalışmaların yapıldığı bölüm olarak nitelendirilebilir. Burada öğrenciler geliştirdikleri modeli daha yakından tanırlar ve oluşturdukları modeli irdelemeleri sağlanır.

Aşağıda öğrencilerin çözümü yorumlamalarına yardımcı olabilecek bazı sorular yer almaktadır. Bu sorular yardımıyla öğrencilerinizin sınıf tartışmalarına katılmalarını sağlayınız. Tartışmalar süresince öğrencilerin grup arkadaşlarıyla görüşmelerine izin verin ve grup fikirleri doğrultusunda tartışmaları sürdürün.

İlk trafik lambası yeşil yandığı anda hız limiti 60km/sa olan bir yoldan sabit hızla gelen bir otomobil 500 m sonra başka bir trafik lambasıyla karşılaşmaktadır. İki lambanın yanma süreleri arasında en az ne kadar zaman olmalı ki otomobil hiç durmadan yoluna devam edebilsin?

Çözüm:

$x = v.t$ genel formülümüzden; öncelikle hız ile ilgili olan birimler dönüştürülmelidir.

$$v = 60 \text{ km / sa} = 60.1000 / 3600 = 100 / 6 \text{ m / s}$$

$$t = \frac{x}{v} = \frac{500,6}{100} = 30 \text{ sn}$$

Bir otomobilin ilk trafik ışıklarının olduğu kavşakta kırmızı ışıkla karşılaştığını düşününüz. Bu otomobilin durgun halden başlangıçtan itibaren sabit bir a ivmesi ile belirli bir sürede hızlanarak ikinci lambaların yeşil ışık yandığı sürede geçmesi için hızının ve aldığı yolun ne olması gerekmektedir?

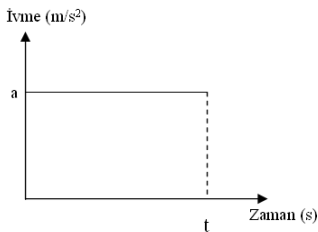
Çözüm:

Sabit bir ivme ile hızlandığı için; $v = a.t$ kadarlık bir hıza sahip olur.

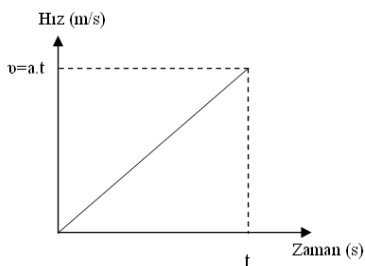
$$\text{Cismin bu hızla aldığı yol ise; } x = \frac{v_s - v_i}{2} . t = \frac{at - 0}{2} . t = \frac{1}{2} at^2$$

Yukarıdaki problem durumunu grafikte nasıl ifade edersiniz?

Çözüm:



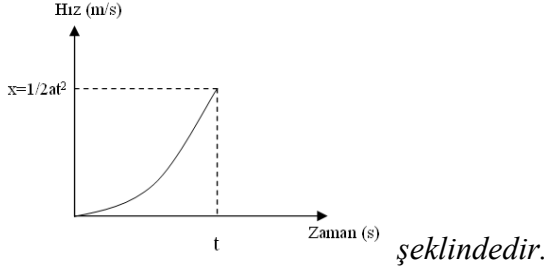
Hareketlinin ivme-zaman grafiği yandaki şekilde gibidir. Buradan hareketlinin hız değerinin ivme-zaman grafiğinin altında kalan olduğu hatırlanırsa hız değeri; $v = a.t$ olarak bulunur.



Hareketlinin son hız değeri bulunduktan sonra hız zaman grafiği çizilebilir;

Ek 2'nin devamı

Konum zaman grafiği ise;



6. Modelin Doğrulanması

Bu bölümün amacı oluşturulan modelin güçlü ve zayıf yönlerinin tartışılmasıdır. Bu sayede öğrenciler oluşturdukları modeli daha da geliştirebilir ve modeli daha ileriki aşamalara götürebilirler. Bu nedenle sınıfta bir tartışma ortamı oluşturulabilir. Aşağıda öğrencilere yöneltilebilecek bazı soru örnekleri bulunmaktadır. Bu sorular yardımıyla modelin güçlü ve zayıf yönleri tartışılabilir. Bu bölümde öğrencilerinizin grup arkadaşlarıyla fikir alış veriş yapmalarını sağlayın. Grup arkadaşlarıyla vardıkları fikirler doğrultusunda tartışmaları geliştirebilirler.

Bir cismin süratının değişmesi hızını ve ivmesini nasıl etkileyebilir? Bu konudaki görüşlerinizi açıklayınız.

Açıklama:

Cismin süratının değişmesi hızda bir değişmeye neden olacaktır. Buna bağlı olarak ta cismin ivmesi değişecektir. Ancak sürat skaler bir büyüklük olduğu için yönü hakkında herhangi bir fikre sahip olamayız. Bu nedenle bazen sürat sabit kaldığında hız ve ivme değerleri değişebilir. Ayrıca cismin yönünü bilmediğimiz için hızının ne olduğu hakkında kesin bir fikir de elde edemeyiz.

Başlangıçta oluşturduğunuz formülün uygulanamayacağı durumlar var mıdır? Varsa ne gibi durumlarda çalışmanız uygulanmaz?

Açıklama:

Şehir içi trafiğin yoğun olduğu bölgelerde oluşturulan modelin uygulanmasında sıkıntılar yaşanabilir. Ayrıca yeşil ışık yandığı anda tüm araçların aynı anda hareket etmesi gerekir.

Paralel yollarda ilerleyen bir otomobil ve bir tren yollarına devam etmektedir. Otomobil belirli bir yerde kırmızı ışıkla karşılaşmakta ve t_0 süre durmaktadır. Tren ise sabit v hızı ile hareket etmektedir. Otomobil t_0 süre hareketsiz kaldıktan sonra a ivmesi ile hareketine başlar ve v hızına ulaştığında hızı sabit kalır. Bu durumda otomobil trenin ne kadar gerisinde olur?

Çözüm:

Otomobil başlangıçta a ivmesi ile hızlandığına göre zaman;

Ek 2'nin devamı

$$t = \frac{v}{a} \text{ alınan yol ise; } x_o = \frac{v^2}{2a} \text{ olur.}$$

Tren ise sabit hızla yoluna devam ettiği için t_0+t süre yol alır. t yerine daha önce bulunan değer yazıldığında; $t_o + \frac{v}{a}$ süresi bulunur.

Bu durumda alınan yol ise; $x_t = t_0v + \frac{v^2}{a}$ olur. Bu iki yol arasındaki fark;

$$x_t - x_o = t_0v + \frac{v^2}{a} - \frac{v^2}{2a} = t_0v - \frac{v^2}{2a} \text{ olarak bulunur.}$$

7. Sonucu Rapor Etme

Rapor oluşturmak öğrencilerin konu tekrarı yapmaları açısından büyük önem taşımaktadır. Bu sayede öğretim elemanı ise öğrencilerin dersten anladıkları noktaları daha iyi belirler ve onlardan daha rahat dönüt alabilir ve onlara kolaylıkla dönüt verebilir. Öğrencilerinizden ders sonunda rapor oluşturmalarını isteyiniz. Oluşturdukları raporları toplayın ve onlara bir sonraki derste dönüt veriniz. Ders süreci doğrultusunda uygun zaman varsa bir veya birkaç grubun oluşturdukları modeli sınıfta sunmalarını da sağlayabilirsiniz. Öğrencilerinize başlangıçta verdiğiniz çalışma kağıtları onların rapor oluşturmalarını sağlamaktadır. Ayrıca çalışma sonunda neyi, nasıl yaptıklarına ve neler öğrendiklerine yönelik sorular modeli daha yakından tanımalarını sağlayacaktır.

Çalışmada neler yaptığınızı kısaca özetleyiniz.

Çalışma sonucunda neler öğrendiğinizi yazınız.

Ek 2'nin devamı

KONU: SABİT İVMELİ HAREKET

SÜRE: 100 dakika

AMAÇ: Sabit ivmeli hareketi anlayabilme

Hedef Davranışlar:

1. Sabit ivmeli hareketteki cisimler için model geliştirme
2. Sabit ivmeli hareketi farklı durumlara uyarlama
3. Sabit ivmeli harekette grafikleri yorumlama
4. Sabit ivmeli hareketi kavrama

ANAHTAR KAVRAMLAR:

İvme, hız, yer değiştirme, zaman, integral, diferansiyel denklem

İŞLENİŞ VE ÖNERİLER:

Derse giriş:

Matematiksel modellemenin ilk aşaması öğrencilerin gerçek dünya probleminin farkına varmaları için kullanılan bölümdür. Bu bölümde öğrenciler bireysel ve grup çalışmasıyla gerçek dünya probleminin yapısını kavrarlar, problemin içeriğini tanırlar ve problemdeki değişkenleri bireysel ve grupça belirlemeye çalışırlar. Bu nedenle çalışma başlamadan önce öğrencileri ikişer veya üçer kişilik gruplara ayırdıktan sonra önce gerçek dünya problemini bireysel, sonrada grupça kavramaları için süre tanıyın.

Gerçek Dünya Problemi

Kedigiller ailesinin ilginç bir üyesi olan çitalar karada yaşayan en hızlı hayvan olarak bilinirler. Çitalar yüksek hızlarının avantajı kullanarak avlanan hayvanlar olarak tanınırlar.

Bu şekilde avını avlayan bir çitanın durgun halden düzgün bir yol boyunca avına koşması bir bilim insanı taraftan izlenip çitanın belirli sürelerde aldığı yollar kaydedilmiştir. Bilim insanı bu şekilde çitaların aldıkları yollar, hız değerleri ve ivmeleri hakkında bilgi elde etmeyi amaçlamaktadır. Aşağıda kaydedilen verileri kullanarak zamanın bir fonksiyonu olarak çitanın belirli bir saniyedeki konum, hız ve ivme değerlerini bulmak için nasıl bir ifade geliştiriniz?

t(s)	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4
x(m)	0	3/4	3	27/4	12	75/4	27	147/4	48

Gerçek dünya problemi sınıfta öğretim elemanınca öğrencilere okunur. Problem durumunu öğrencilerin dikkatli olarak dinlemelerini isteyiniz. Problemde değişkenleri belirlemeden önce öğrencilerinizden ilk olarak problem durumunu anlamaları gerektiğini belirtiniz; bunun için gerekli gördükler taktirde problemi birkaç kez okumalarını ve problemin nasıl oluştuğunu bir şekil üzerinde çizmelerini isteyiniz. Daha sonra bireysel olarak öğrencilere belirli bir süre ayırın ve bireysel olarak öğrencilerin düşüncelerini tamamladıktan sonra grupça düşünmeleri, değişkenleri belirlemeleri ve fikir alış verişini sağlamaları için konuyu tartışmalarını isteyiniz.

Ek 2'nin devamı

Kabullenmelerin Yapılması

Bu basamağın öncelikli amacı grupların tartıştıkları değişkenlerin sınıfla paylaşılmasıdır. Bu sınıf içi tartışmalarla ve fikirlerin söylenmesiyle yerine getirilebilir. Öğrencilerin fikirlerini ortaya koymaları için tartışma yöntemi tercih edilebilir. Bunun için gruplardan belirledikleri değişkenleri söylemeleri ve bunları sınıfta tartışmalarını isteyiniz. Her grubun tartışmaya katılmasını sağlayınız. Bunun için öğrencilere diğer arkadaşlarından farklı olarak kendi belirledikleri değişkenlerin neler olduğunu ve bu değişkeni neden seçtiğini sorabilirsiniz. Belirlenen değişkenlerin nedenlerini irdelemeleri için öğrencilerle yürütülen tartışmalarda; onlara ifade ettikleri değişkenlerle ilgili sorular sorun ve neden bunları seçtiklerini irdeleyin.

Öğrencilerinizin model içerisinde hangi kabullenmelerde bulunacağı bu basamakta gerçekleşmektedir. Bu nedenle onlardan grup arkadaşlarıyla model içerisinde hangi kabullenmeleri yapacaklarını belirlemelerini isteyiniz.

Problemin çözümünü bulmalarına yardımcı olabilmesi için öğrencileri ders kitabına yönlendirin ve sabit ivmeli hareket konusunun kendilerine yardımcı olabileceğini belirtin. Bu bölümde model ile ilgili gerekli teorik bilgileri toplamaları gerekmektedir.

Matematiksel Modelin Formülleştirilmesi

Modeli oluşturmaları beklenen bu aşamada öğrencilerinizi model oluştururken gözlemleyiniz. Modeli oluştururken bazı konulardaki bilgileri yetersiz olabilir. Bu durumda; öğrencilerinizin yeterli bilgiye sahip olmadıklarını düşünüyorsanız onlara kullanacakları matematiksel bilgilerini hatırlatmanız yerinde olacaktır. Öğrencilerin bu konudaki modelleme için gereken matematik bilgilerinde fonksiyonlara, türe ve integral konularına ihtiyaç duyulmaktadır. Öğrencilerinizin bu konuların birinde yada birkaçında eksiklikleri olduğunu düşünüyorsanız aşağıdaki konular hakkında sorularla öğrencilerinizin bu alandaki bilgilerini tekrar düşünmelerini isteyebilirsiniz.

1. Ortalama hız nedir ve nasıl hesaplanır?

Hız:

Parçacığın ortalama hızının x bileşeni, onun Δx yer değiştirmesinin Δt zaman aralığına oranı olarak tanımlanmaktadır.:

$$\bar{v} \equiv \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_s - x_i}{t_s - t_i} \text{ şeklinde ifade edilebilir.}$$

Ani hız nedir ve nasıl hesaplanır?

Herhangi bir anda veya uzay zaman grafiği üzerinde belirli bir noktadaki bir parçacığın hızına **ani hız** denir.

v ani hızı, Δt sifira yaklaşırken $\Delta x/\Delta t$ oranının limit değerine eşittir.

$$v \equiv \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

Matematik gösterimde, bu limite x 'in t 'ye göre türevi denir ve dx/dt olarak yazılır.

$$v \equiv \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{dx}{dt}$$

ani hız; pozitif, negatif veya sıfır değerlerini alabilir. Konum zaman grafiğinin eğimi pozitif olduğu zaman v pozitiftir. Eğim negatif olduğunda v negatiftir. Eğimin sıfır olduğu noktada ise ani hız da sıfırdır.

Ek 2'nin devamı

İvme nedir nasıl ifade edilir?

İvme:

Bir parçacığın Δt zaman aralığındaki ortalama ivmesi; $\Delta v / \Delta t$ olarak tanımlanır. Burada $\Delta v = v_s - v_i$ bu zaman aralığındaki hızdaki değişimdir. Yani;

$$\bar{a} \equiv \frac{v_s - v_i}{t_s - t_i} = \frac{\Delta v}{\Delta t} \text{ şeklinde ifade edilir.}$$

Bir cismin ani ivmesi ise hız-zaman grafiğinin eğimi olup, hızın zamana göre türevine eşittir. Hızın zamana göre türevi *hızın zamanla değişim hızı* olarak yorumlanır. Burada ivme pozitif ise ivmenin pozitif x yönünde olduğuna, negatif ivmenin negatif x yönünde ivmeyi belirttiğine dikkat etmek gerekir.

Hız ile alınan yol arasında nasıl bir ilişki vardır?

$$a = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{dv}{dt} = \frac{d}{dt} \left(\frac{dx}{dt} \right) = \frac{d^2x}{dt^2} \text{ şeklinde ifade edilir.}$$

Basit bir fonksiyon nasıl tanımlanır ve bildiğiniz fonksiyon çeşitleri nelerdir?

Fonksiyonun tanımı:

Boş olmayan A ve B kümelerinde A'nın her bir elemanını B'nin yalnız bir elemanına eşleyen f bağıntısına A dan B ye fonksiyon denir ve

f: A – B yada $A \xrightarrow{f} B$ biçiminde gösterilir.

1. *Birim fonksiyon:* f: A – A fonksiyonunda $\forall x \in A$ için $f(x)=x$ ise f fonksiyonuna A da tanımlı birim fonksiyon denir.

2. *Artan fonksiyon:* $A \subset R$ ve f: A – R bir fonksiyon olsun. $x_1, x_2 \in A$ ve $x_1 < x_2$ için $f(x_1) < f(x_2)$ oluyorsa f fonksiyonuna A aralığında artan fonksiyon denir.

Örn: $x - y = f(x) = 2x - 1$

Buna göre artan fonksiyon değişkenle birlikte aynı yönde değişir.

3. *Azalan fonksiyon:* $A \subset R$ ve f: A – R bir fonksiyon olsun. $x_1, x_2 \in A$ ve $x_1 < x_2$ için $f(x_1) > f(x_2)$ oluyorsa f fonksiyonuna A aralığında azalan fonksiyon denir.

Örn: $f : R - R, f(x) = -x + 2$

Azalan bir fonksiyon değişkenle birlikte ters yönde değişir.

4. *Sabit fonksiyon:* $A \subset R$ ve f: A – R bir fonksiyon olsun. $\forall x \in A$ için $f(x)=c$ ve $c \in R$ ise f fonksiyonuna sabit fonksiyon denir.

Örn: $x - y = f(x) = 2$ fonksiyonunda $\forall x \in A$ için $f(x) = 2$ fonksiyonu değişmiyor ve aynı değerde kalıyor.

5. *Parçalı fonksiyon:* Bir f fonksiyonunun kuralı tanım kümesinin değişik aralıklarında farklı oluyorsa f fonksiyonuna parçalı fonksiyon denir.

$$\text{Örn: } f(x) \begin{cases} x, 0 \leq x \leq 1 \text{ ise} \\ 1-x, 1 < x < 2 \text{ ise} \\ 1, 2 < x < 3 \text{ ise} \end{cases} \text{ şeklinde tanımlanabilir.}$$

Bu fonksiyonun grafiği ise;

Şeklinde çizilir.

6. Bileşke fonksiyon

7. Mutlak değer fonksiyonu

8. İşaret fonksiyonu

Ek 2'nin devamı

9. Tam kısım fonksiyonu

10 Tek ve çift fonksiyonlar

Bir fonksiyonun türevi nasıl ifade edilir ve basit türev alma kuralları nelerdir?

Türev:

f: [a,b]→R bir fonksiyon ve $x_0 \in (a,b)$ olsun.

$\lim_{x \rightarrow x_0} \frac{f(x) - f(x_0)}{x - x_0}$ limitine (varsa) f fonksiyonunun x_0 noktasındaki türevi denir ve $f'(x_0)$ ile gösterilir.

Bu yöntemle fonksiyonların türevini almak oldukça uzun zaman almaktadır. Bunun yerine aşağıdaki kurallarla fonksiyonların türevleri kolayca alınabilir.

1) Sabit fonksiyonun türevi sıfırdır. $c \in \mathbb{R}$ ise $(c)' = 0$ dır.

2) $n \in \mathbb{R}$ için $(ax^n)' = nax^{n-1}$

3) Toplamın türevi: $[f(x)+g(x)-h(x)]' = f'(x)+g'(x)-h'(x)$

Bir toplamın türevi, terimlerin türevleri toplamına eşittir.

4) Çarpımın türevi: $[f(x).g(x)]' = f'(x).g(x) + g'(x).f(x)$

5) $[f^n(x)]' = n.f^{n-1}(x).f'(x)$

6) Bölümün türevi: $\left[\frac{f(x)}{g(x)} \right]' = \frac{f'(x).g(x) - g'(x).f(x)}{g^2(x)}$

7) $(\sqrt{x})' = \frac{1}{2\sqrt{x}}$

8) $(\sqrt{u(x)})' = \frac{u'(x)}{2\sqrt{u(x)}}$

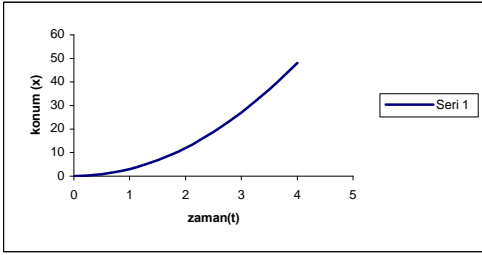
şeklinde alınabilir.

Basit bir integralin tanımı nasıl yapılabilir ve basit integral almada ne gibi kurallar geçerlidir?

Matematiksel Problemi Çözme

Bu bölümde amaç öğrencilerin matematiksel problemi çözmeleridir. Burada öğrencilerden elde edilen verilerden yararlanarak süreci tamamlamalarını ve matematiksel modeli oluşturmayı isteyiniz. Bunun için öğrencilerinize ayırdığınız sürenin bir bölümünde onların grup arkadaşlarıyla çalışmayı yürütmelerini isteyiniz. Bu aşamada çözülmesi istenilen olası sonuçlar; konum hız ve ivme değerlerine ait fonksiyonlar yardımıyla bu değerlere ait bir ifade bulmalarıdır.

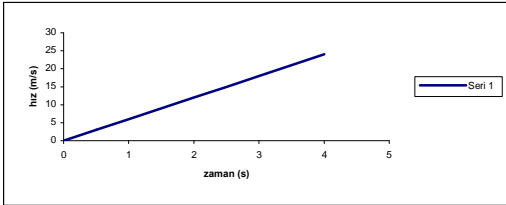
Ek 2'nin devamı



Çizilen grafikten de anlaşılacağı gibi grafiği çizilen fonksiyon $x=3t^2$ fonksiyonunun eğrisini göstermektedir. Grafiğin eğimi alındığında yada fonksiyonun türevi alındığında hız değeri elde edilir.

$$\frac{dx}{dt} = 3t^2 \Rightarrow dx = 3t^2 dt \Rightarrow v = 6t \text{ elde edilir.}$$

Hız zaman grafiği ise;

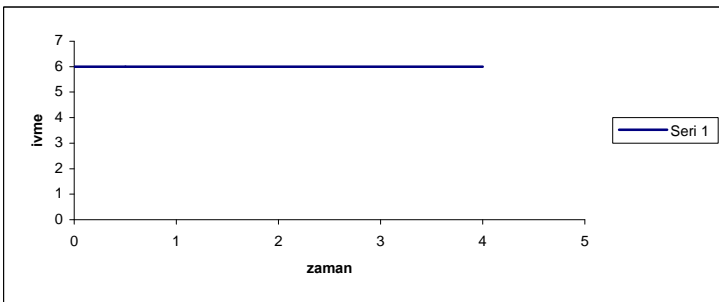


Şeklindedir.

Elde ettiğimiz fonksiyonun bir kez daha türevini alırsak bu kez ivme değerini elde ederiz.

$$\frac{dv}{dt} = 6t \Rightarrow dv = 6tdt \Rightarrow a = 6$$

İvme grafiği ise doğru şekilde olur.



Çözümü Yorumlama

Bu bölümün amacı öğrenciler tarafından bulunan sonucun doğruluğunun test edilmesidir. Oluşturulan model öğrenciler tarafından tekrar kontrol edilir. Bunu sağlamaları için aşağıdaki sorular sorulabilir ve öğrencilerin oluşturdukları gruplarla tartışarak bunlara cevap vermesi beklenebilir. Daha sonra öğrenciler tarafından bulunan sonuçlar sınıfta tartışılır. Bu sırada grupların fikirleri alınarak düşünceleri ön plana çıkarılır.

Ek 2'nin devamı

Çıtanın 5. saniyedeki konum hız ve ivme değerlerini bulunuz.

Çözüm:

Çıtanın 5. saniyedeki konum değerini bulmak için fonksiyonda zaman yerine 5 değeri yazılır. $x=3t^2=3.5^2=75m$ olarak bulunur. Hız değerini bulmak için ise; $v=6t$ ifadesinden; $v=30m/s$ olarak, ivme değeri ise sabit olduğundan $a=6m/s^2$ olarak bulunur.

Çıtanın hız ve ivme değerlerini grafiksel olarak nasıl yorumlarsınız.

Çözüm:

Burada bir önceki aşamada bulunan grafik değerlerinin yorumlanması beklenir. Hız değeri sabit bir oranla artmaktadır. İvme değeri ise sürekli sabittir.

Modelin Doğrulanması

Öğrencilerinizin oluşturdukları modeli daha yakından tanıdıkları ve geliştirebildikleri bu aşamada sınıf tartışmalarıyla onların modelin geliştirilmesi hakkında fikirlerini sınıf arkadaşlarıyla paylaşarak modeli daha ileriki noktalara getirmelerine yardımcı olabilirsiniz. Aşağıda yer alan sorular öğrencilerinizin model hakkında düşünmelerine yardımcı olacaktır.

Çevrenizde hız ve ivme kavramlarıyla nerelerde karşılaştığınızı açıklayınız.

Sabit hızla ilerleyen ve sabit ivme ile ilerleyen iki kişiyi karşılaştırdığımızda size göre bir yolda hangisinin ne kadarlık yolu daha erken bitirmesini beklersiniz?

Çözüm:

Aslında çözüm üç şekilde açıklanabilir.

1. Başlangıçta kısa bir yol gidilecekse sabit hız ile ilerleyen kişinin yolu daha erken bitirmesi beklenir.
2. Eğer yol uygunsa iki hareketli de aynı sürede yolu aynı sürede bitirmiş olabilir.
3. Durumda ise şayet yol yeterince uzunda sabit ivme ile ilerleyen kişi sabit hızla ilerleyen kişiyi geçebilir.

Kışın karların çok olduğu yüksek kesimlerde insanlar yük taşımak için kızaklardan yararlanmaktadır. Yazın dağlarda yapılan oyunlar köylere kışın kızaklar vasıtasıyla taşınmaktadır. İnsanlar bu şekilde birkaç eğimli tepeden geçtikten sonra da köylerine ulaşırlar. Böyle bir ulaşımda bir kızığın aşağıda verilen eğimli tepelerden geçerken ki süre değerleri verilmiştir. Tüm tepelerden düzlüğe kadar alınan yolun 100 m olduğunu kabul ederek her bir yamaçtaki ivmeyi hesap ediniz ve bu ivmenin yer çekimi ivmesiyle ilişkisini bulunuz.

$\theta, (^{\circ})$	10°	20°	30°
zaman, (s)	10,84	7,72	6,39

Çözüm:

10° için;

$$\text{İvme; } x = \frac{1}{2}at^2 \text{ ifadesinden; } a = \frac{2x}{t^2} = \frac{2 \cdot 100}{(10,84)^2} = 1,7m/s^2$$

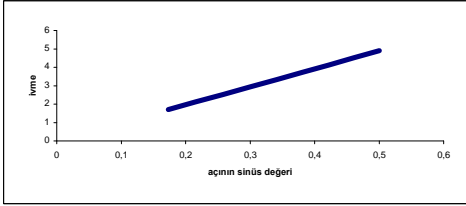
Ek 2'nin devamı

20° için;

$$\text{İvme: } a = \frac{2x}{t^2} = \frac{2.100}{(7,74)^2} = 3,339m/s^2$$

30° için;

$$\text{İvme: } a = \frac{2x}{t^2} = \frac{2.100}{(6,39)^2} = 4,9m/s^2$$



Grafiğin eğimi alındığında; $\frac{a}{\sin \theta} \approx 9,8$ olduğu görülür.

Bu durumda $a=g.\sin\theta$ bağıntısı elde edilir.

Sonucu Rapor Etme

Öğrencilerin hem değerlendirilmesinde kolaylık sağlaması, hem de yazarak öğrenme ve tekrar etmeleri için rapor yazımı birçok etkinliğin sonucunda tercih edilen yöntemlerden birisidir. Öğrenciler elde ettikleri sonuçları açıklayarak bir kez daha burada yazarlar. Oluşturulacak raporda temelde öğrenciler tarafından belirlenen değişkenler, modelin nasıl oluşturulduğu, çözümün yorumlanması ve modelin doğruluğunun test edilmesi bölümleri bulunabilir. Çalışmada raporların öğrencilerden bireysel olarak istenmesi daha uygun olabilir. Öğrencilere dağıtılan çalışma kağıtlarında onlardan çalışma süresince gerekli noktaları kaydetmeleri beklenmektedir. Bu nedenle yapılan çalışma rapor olarak değerlendirilebilir. Ayrıca çalışma sonucunda kazanımlarıyla ilişkili sorular da yöneltilebilir.

Bu çalışmadan çıkardığınız sonuçlar nelerdir?

Bu çalışma süresince neler yaptığınızı kısaca özetleyiniz.

Bu ders sonunda neler öğrendiğinizi yazınız.

Ek 2'nin devamı

KONU: SERBEST DÜŞME

SÜRE: 100 dakika

AMAÇ: Serbest düşme hareketini kavrayabilme.

Hedef Davranışlar:

1. Serbest düşme hareketine etki eden değişkenleri belirleme
2. Serbest düşme hareketine uygun matematiksel model geliştirme
3. Bulduğu modeli doğrulama ve yeni durumlara uygulama

ANAHTAR KAVRAMLAR:

Serbest düşme, ivme, yer çekimi ivmesi, kütle, ağırlık, yükseklik, yer değiştirme, hız.

İŞLENİŞ VE ÖNERİLER:

Derse giriş:

Çalışma öğrencilerin gerçek dünya problemini tanımlarıyla başlamaktadır. Bu nedenle ders başlamadan önce öğrencilerin iki yada üç kişilik gruplar oluşturmaları ve ders süresince bu gruplarla gerçek dünya problemini tanıyıp çözmeleri amaçlanmaktadır.

Öğrencilerinizden bu çalışma süresince sıralarında oturdukları arkadaşlarıyla birlikte grup oluşturmaları gerektiğini belirtiniz.

Bu çalışmalarda öğrencilerin bilişsel seviyelerine dikkat ediniz. Bu doğrultuda grup oluşturmayan öğrencilerin gerekli gördüğünüz taktirde gruplarına müdahale edebilirsiniz.

Gerçek Dünya Problemi:

Her ülkenin hatta yörenin kendine özgü bazı gelenekleri vardır ve bazı insanlar bu geleneklere oldukça bağlı bir yaşam tarzı sürdürmek istemektedirler. Bu geleneklerden bazıları ise oldukça ilginç özellikler taşıyabilmektedir.

Yaklaşık 500 yıllık geçmişi olan bir gelenekte Hindistan'da yaşayan Müslümanlar tehlikeli bir şekilde bebeklerini aşağıya bırakıyorlar. Babalar henüz birkaç aylık olan bebekleriyle Çiçek Kulesi adını verdikleri yüksek bir kuleye çıkıyorlar. Bu şekilde çocuklarının daha güçlü olacağına inanan babalar, bebeği boşluğa bırakıyor ve bebek gerilen beyaz çarşafın üzerine düşüyor.

Buna göre belirli yükseklikten serbest bırakılan bu bebeklerin düştüğü yüksekliği ve son hızlarını veren formülleri bulunuz.

Ek 2'nin devamı

Öğrencilerinizin grup arkadaşlarını belirlediklerinden emin olunduktan sonra gerçek dünya probleminin aktarılmasına geçebilirsiniz. Bunun için öğretim elemanı tarafından problem durumu sınıfa okunur ve her öğrencinin bireysel olarak problem durumunu kavraması ve değişkenleri bireysel olarak gözden geçirmeleri için problem üzerinde düşünmesi istenir.

Gerekli görüldüğü taktirde onlara verilen çalışma kağıdında gerçek dünya problemi yer aldığı için problemi anlayana kadar okumaları istenebilir.

Öğrencilerin ilk olarak problem durumunu anlamaları için kendi cümleleriyle onu ifade etmeleri, sonrada bir şekil üzerinde çizim yaparak problemi kavramları gerektiği belirtilir.

Bireysel düşündükleri değişkenleri grup arkadaşlarıyla tartışmaları ve grupça fikir alışverişini sağlanmaları amacıyla, öğrencilerin oluşturdukları gruplarla çalışarak konu ile ilgili anahtar kavramları tartışarak yazmaları, gerçek dünya problemini tanımları gerektiği belirtilir.

Kabullenmelerin Yapılması:

Bu bölümde beyin fırtınası yönteminin kullanılarak grupların belirledikleri özellikleri listelemek uygun olacaktır. Bunun için gruptaki elemanlardan birinden grupların tartıştıkları temel anahtar kavramlardan bir tanesini söylemesini isteyiniz ve her söylenen anahtar kavramı tahtaya yazınız. Bu şekilde tüm grupların fikirlerini almaya özen gösteriniz.

Öğrenciler tarafından belirlenebilecek muhtemel değişkenler; ivme, yer çekimi ivmesi, konum, zaman, yer değiştirme, kütle, ağırlık, kuvvet, sürtünme kuvveti, hava direnci, hız, sürat, havanın viskozitesi, moleküler arası kuvvetler... şeklinde olabilir.

Belirtilen değişkenler üzerinden grupların birlikte çalışmalarını isteyiniz. Bu değişkenlerden hangilerinin daha önemli olduğu veya hangi değişkenlerin bu çalışmada modeli oluşturmada kullanılabileceğini sorarak öğrencilerin tartışmalarını sağlayınız. Bu aşamada tartışmalarınız değişkenleri belirleme üzerine odaklanacaktır.

Öğrenciler model için önemli başlıkları belirledikten sonra grup arkadaşlarıyla bazı kabullenmeleri yapmaları gerekmektedir. Örneğin; hava direncinin çok küçük olduğu için ve hava viskozitesinin az olduğu için ihmali, bazı dış kuvvetlerin cismin üzerindeki etkilerinin göz ardı edilebilmesi gibi.

Daha sonra öğrencilerinizi ders kitabına yönlendirin ve konu için gerekli bilgileri buradan bulabileceklerini belirtin. Bu sayede onların ders kitabı üzerinden bir araştırma yapmalarını ve konu için gerekli verileri toplamalarını sağlayabilirsiniz.

Ek 2'nin devamı

Matematiksel Modelin Formülleştirilmesi

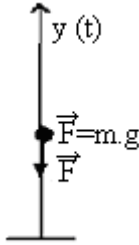
Öğrencilerden gerekli hesaplamaları yapmalarının beklendiği bu bölümde onların modeldeki işlemlerde zorlandıkları görüldüğü takdirde aşağıdaki soruları sorularak ve gerekli açıklamaları yaparak konu hakkındaki bilgilere ulaşmasına yardımcı olabilirsiniz. Aşağıda bu modelde kullanılacak bazı bilgiler yer almaktadır. Öğretim elemanı öğrencilerin gerekli matematik bilgilerinde eksik gördüğü zaman sorular sorarak onları aydınlatabilir.

Açıklamada bulunmadan önce öğrencilerden nasıl bir yolla bu modeli çözebileceklerini sorunuz ve bunun için onlara belirli bir süre ayırınız. Daha sonra uygun modeli bulamayan öğrencilere aşağıdaki soruları yöneltebilir ve uygun açıklamalarda bulunabilirsiniz.

SERBEST DÜŞME HAREKETİ

1. Serbest düşen bir cisme hangi kuvvetler etki eder? Açıklayınız.

Düşen bir cisme etki eden kuvvet; yerçekimi ivmesine bağlı olarak cismin ağırlığıdır. Cisim sabit bir ivmeyle hareket ettiği için, dinamiğin temel yasası bu durum için uygulanabilir. Yani cisme etki eden kuvvet cismin kütlesi ve ivmesinin çarpımına eşittir.



2. Serbest düşen bir cismin hızı ve ivmesi diferansiyel denklemlerden yararlanılarak nasıl bulunur?

Cismin yere düşme hızının, düşme süresinin ve düşme yüksekliğinin bulunması için diferansiyel denklemlerden yararlanmak gerekir. Bu konuda kullanılacak diferansiyel denklemleri hatırlamak gerekirse;

$$\text{İvme } a = \frac{dv}{dt} \text{ dir.}$$

$$\text{Hız } v = \frac{dy}{dt} \text{ dir.}$$

İkinci denklemin birinci denkleme yerine yazılmasıyla

$$a = \frac{d^2y}{dt^2} \text{ ifadesi elde edilir.}$$

Burada diferansiyel ifadelerden integral alınarak istenen eşitlikler kolaylıkla bulunabilir. İntegrallerde kullanılacak bazı özellikleri hatırlamak gerekirse;

Ek 2'nin devamı

3. Basit bir integral nasıl alınır ve integral almada hangi kurallar gereklidir?

İntegral:

Türevi belli olan bir $f'(x)$ fonksiyonun asıl fonksiyonunu bulmaya integral denir.

İntegral ifadesi $\int f(x)dx = F(x) + C$ şeklinde gösterilir.

Aşağıdaki ifadelerin diferansiyelini alalım;

$$y = x^2 \Rightarrow y' = \frac{dy}{dx} = 2x$$

$$y = x^2 + 10 \Rightarrow y' = \frac{dy}{dx} = 2x$$

$$y = x^2 + 99 \Rightarrow y' = \frac{dy}{dx} = 2x$$

yukarıda görüldüğü fonksiyonların sabitleri farklı olmasına rağmen, türevleri eşittir.

Buradan $\frac{dy}{dx} = 2x \Rightarrow dy = 2x \cdot dx$ her iki tarafın integralini alırsak $f(x)$ fonksiyonunun ilkelini

bulmuş oluruz. Burada dikkat etmek gereken nokta ise bir C integral sabitinin var olabileceğini unutmamamızdır. Yani;

$$(x^2 + C)' = 2x \text{ ise } \int 2x dx = x^2 + C \text{ dir.}$$

Aşağıda integrale ilgili bazı özellikler verilmiştir;

$$1) d \int f(x) \cdot dx = f(x) \cdot d(x)$$

$$2) \frac{d}{dx} \left[\int f(x) dx \right] = \int \left[\frac{d}{dx} f(x) \right] = f(x)$$

$$3) \int dF(x) = F(x) + C$$

$$4) \int a \cdot f(x) dx = a \int f(x) dx, a \in R$$

$$\int [f(x) \pm g(x)] dx = \int f(x) dx + \int g(x) dx$$

şeklindeir. Şimdi de integral alma kurallarını kısaca gözden geçirirsek;

$$1) \int a dx = ax + c \quad (a \in R)$$

$$2) \int x^n dx = \frac{x^{n+1}}{n+1} + c \quad n \neq -1$$

$$3) \int \frac{1}{x} dx = \ln|x| + c$$

$$4) \int a^x dx = \frac{1}{\ln a} a^x + c$$

şeklinde ifade edilebilir.

Bu diferansiyel denklem uygun eşitlikte yerine yazılıp gerekli düzenlemelerin yapılmasıyla düşme mesafesini, düşme hızını ve süresini veren eşitlikler bulunabilir.

Ek 2'nin devamı

4. Matematiksel Problemi Çözme

Gerekli teorik ve matematiksel bilgilere sahip olan öğrencilerin artık bu problemi çözmeleri beklenmektedir. Bunun için öğrencilerin grup arkadaşlarıyla birlikte çalışarak düşme hızı, düşme süresi ve düşme yüksekliğini veren formülleri bulmaları gerektiğini ifade ediniz. Öğrencileriniz verilen bilgilerle matematiksel modeli çözebilecek seviyeye gelmişlerdir. Aşağıda öğrencilerden beklenen matematiksel model yer almaktadır.

$$F = m.a$$

$$F = m.g$$

$$m \frac{dv}{dt} = -mg$$

$$m \frac{d^2 y(t)}{dt^2} = -mg \Rightarrow y''(t) = -g$$

$$\int_0^t y''(t) dt = - \int_0^t g dt$$

$$y'(t) = -gt$$

Konum için;

$$\int_0^t y'(t) dt = \int_0^t (-gt) dt$$

$$y(t) = -\frac{1}{2} gt^2$$

$$\frac{1}{2} gt^2 = h \rightarrow t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

$$v(t) = y'(t) = gt = \sqrt{2gh}$$

5. Çözümü Yorumlama

Bu bölümün amacı öğrencilerin oluşturdukları matematiksel modeli daha yakından tanımlarını sağlamaktır. Bunun için onlara sorular yöneltilebilir ve bu soruların sınıfta oluşturulan tartışmalarla daha açık bir şekilde gelmesini isteyebilirsiniz.

Aşağıda öğrencilerin çözümü yorumlamalarına, modeli tanımlarına yardımcı olabilecek bazı sorular yer almaktadır. Gerekli gördüğünüz durumlarda öğrencilerinizin konuyu daha iyi irdelemeleri ve daha ayrıntılı yorumlar yapmaları için aşağıdaki soruların içeriğini biraz daha genişletebilirsiniz.

Serbest düşme yapan bir cismin hızının 2,45 m/s olduğu anda ivmesi, aldığı yol ve geçen sürenin ne kadar olduğunu bulunuz.

Cismin ivmesi yer çekimi ivmesine eşittir ve $g=9,8 \text{ m/s}^2$

$$v = -gt \quad 2,45 = -9,8.t = t = 1/4s$$

Ek 2'nin devamı

$$h = \frac{1}{2}gt^2 \Rightarrow h = \frac{1}{2} \cdot 9,8 \cdot \frac{1}{16} \Rightarrow h = 0,3m$$

Bu cismin $\frac{1}{2}$ ve $\frac{1}{8}$. saniyelerdeki hızı, ivmesi ve aldığı yol ne kadardır?

İvmesi yer çekimi ivmesine eşittir ve her durumda $g=9,8 \text{ m/s}^2$ değerindedir.

$$\frac{1}{2} \text{ s için; } v = -gt = v = 9,8 \cdot \frac{1}{2} = v = 4,9 \text{ m/s}$$

$$h = \frac{1}{2}gt^2 \Rightarrow h = \frac{1}{2} \cdot 9,8 \cdot \frac{1}{4} \Rightarrow h = 1,225m$$

$$\frac{1}{8} \text{ s için; } v = -gt = v = 9,8 \cdot \frac{1}{8} = v = 1,229 \text{ m/s}$$

$$h = \frac{1}{2}gt^2 \Rightarrow h = \frac{1}{2} \cdot 9,8 \cdot \frac{1}{64} \Rightarrow h = 0.076m$$

6. Modelin Doğrulanması

Modelin güçlü ve zayıf yönlerinin tartışıldığı, daha gelişmiş modellerin oluşturulabilmesi için tartışmaların yürütüldüğü aşamadır. Bu nedenle öğrencilerle oluşturulacak tartışma ortamıyla onların oluşturdukları modellerinin çeşitli yönlerini daha iyi tanımları sağlanabilir.

Aşağıda bazı soru örnekleri yer almaktadır. Bu sorular modelin doğrulanması aşamasında kullanılabilir.

Tartışmalarda öğrencilere soruyu yönelttikten sonra bu konu üzerinde grup arkadaşlarıyla düşünceleri için biraz zaman ayırın ve daha sonra sınıf tartışmalarına geçiniz.

Oluşturduğunuz formülü hangi durumlarda kullanabilirsiniz? Kullanmadığınız diğer değişkenleri dikkate aldığınızda sonuçlarda nasıl değişiklikler olmasını beklersiniz?

Yukarıda da bahsedildiği gibi kısa mesafeli durumlarda kullanılabilir. Diğer durumlarda sürtünme kuvveti ve limit hız gibi değişkenlerinde düşünülmesi gerekmektedir.

Bebeklerin atıldıktan sonra belirli saniyelerdeki hız ve aldığı yol değerleri merak edilse bu kez hangi ifadeler kullanılabilir?

Bu kez alınan integral değerlerinde hangi saniyeler arası istenmişse bu sınır değerleri koyularak integraller yeniden çözülecektir.

Serbest düşme hareketinin tarihine bakıldığında ilk olarak Aristotle (M.Ö 384/322) nin bu alanda çalıştığı görülmektedir. Filozof ağır cisimlerin daha erken yere düşeceğini ve düşen bir nesnenin hızının sabit olduğu sonucuna varmıştı.

Bu kabullenmeden yaklaşık 2000 yıl sonra Galileo (1564/1626) serbest düşme hareketini deneysel olarak tekrar irdeledi ve İtalya'nın Pisa kulesinden bıraktığı farklı iki ağırlıktaki topun aynı anda yer düştüğünü gözlemledi, buna bağlı olarak belirli saniyelerde

Ek 2'nin devamı

aldığı yolları buldu. Aşağıda Galileo tarafından hesap edilen zaman ve alınan yol değerleri olduğuna göre Ünlü Bilim İnsanı tarafından oluşturulan serbest düşme ifadesini nasıl bulabilirsiniz?

Geçen zaman (s)	0	1	2	3	4	5
Düşme mesafesi (m)	0	5	20	45	80	125

Çözüm:

Yukarıda verilen sayılardan ivmenin sabit olduğu ve hızın düzgün olarak arttığı görülmektedir. Bu durumda son yer değiştirme ve ilk yer değiştirme arasındaki fark hızı, hızın son değerinin ilk değerinden farkı da ivmeyi verecektir.

<i>t (zaman)</i>	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
<i>x(konum)</i>	<i>0</i>	<i>5</i>	<i>20</i>	<i>45</i>	<i>80</i>	<i>125</i>
<i>1. fark (hız)</i>		<i>5</i>	<i>15</i>	<i>25</i>	<i>35</i>	<i>45</i>
<i>2. fark (ivme)</i>			<i>10</i>	<i>10</i>	<i>10</i>	<i>10</i>

Birinci, ikinci ve diğer matematiksel işlemlere baktığımızda, farklar arasında kesin bir ifadenin oluştuğunu görürüz. Bu nedenle;

$$x = \frac{1}{2}10t^2$$

Buradan düşen bir cismin ivmesinin sabit olduğu ve kütlelerinin önemsiz olduğu sonucuna ulaşılır.

7. Sonucu Rapor Etme

Sonuçların öğrenciler tarafından nasıl oluşturulduğunu hangi değişkenlerin kullanılarak nasıl bir model elde edildiğini görebileceğiniz aşama olan sonucun rapor edilmesi bölümünde gruptan modelde oluşturulurken izlenen aşamalar doğrultusunda bir rapor oluşturmaları beklenebilir. Bu raporda çözülecek olan matematiksel problem, oluşturulan model, çözümün yorumlanması ve modelin doğrulanması başlıkları bulunabilir.

Buna ek olarak zamanın yeterli olduğu durumlarda bir veya iki öğrenci grubunun elde ettikleri modeli rapor doğrultusunda açıklamaları sağlanabilir.

Öğrenciler kendilerine verilen çalışma kağıtlarını doldurdıkları için raporda gerekli bilgiler burada yer alacaktır. Bu nedenle çalışma kağıdı öğrenci raporları yerine kullanılacaktır. Çalışma sonucunda öğrencilere elde ettikleri kazanımlara ve çalışmanın sonuçlarına yönelik sorular da yönlendirilebilir.

Ek 2'nin devamı

KONU: DÜŞEY ATIŞ HAREKETİ

SÜRE: 100 dakika

AMAÇ: Düşey atışı anlayabilme

Hedef Davranışlar:

1. Aşağıdan yukarı atışta cisme etki eden kuvvetleri belirleyebilme
2. Cismin uçuş süresini belirleme
3. Uçuş süresine uygun bir model geliştirme

ANAHTAR KAVRAMLAR:

İlk hız, düşey atış, uçuş süresi, yer çekimi ivmesi, maksimum yükseklik

İŞLENİŞ VE ÖNERİLER:

Derse giriş:

Çalışmaya başlamadan öğrencilerinizden bir önceki ders belirledikleri gruplar doğrultusunda oturmalarını isteyiniz ve bir grup çalışmasının yapılacağından bahsediniz. Bu derste arkadaşlarıyla birlikte çalışacaklarını ve bu nedenle onlardan grup çalışması beklendiğini ifade ediniz. Öğrencilerinizin ilk olarak gerçek dünya problemini tanımlarıyla başlayan bu süreçte zamanla diğer aşamalara geçecek ve mevcut durumlar hakkında fikir alışverişlerinde bulunacaklardır.

Gerçek Dünya Problemi

İtalya'nın en çok turist çeken tarihi şehirlerinden biri de bir zamanlar Cenevizlilerin baş kenti olan Cenova'dır. Şehir birçok tarihi ve turistik yeri ile oldukça fazla ilgiyi hak eden ve turistlerce sıkça ziyaret edilen yerlerin başında gelmektedir.

Cenova'ya gelen turistler şehir meydanında bulunan çeşmeyi ziyaret etmeden Cenova'dan ayrılmazlar. Burada bulunan büyük çeşmede fiskiyelerden sular yukarı veya yatay olarak akarak çok güzel bir görüntü oluşturur.

Çeşmede hoş bir görüntü oluşması için su seviyesinden daha yukarıda olan borulardan yukarı doğru fırlatılan damlacıklar daha sonra belli bir hızla su yüzeyine çarpar. Bu şekilde hareket eden bir su damlacığının su borusunu terk ettikten sonra tekrar suya çarpacağı süre içerisinde havada ne kadar kaldığını gösteren bir ifade elde ediniz.

Öncelikle öğrencilerinize yukarıda belirtilen gerçek dünya problemini sınıfta okuyunuz. Öğrencilerinizden ilk olarak problem durumunu iyice anlamalarını isteyiniz. Bunun için gerekli gördüğünüz taktirde problem durumunu kendi cümleleriyle ifade ettiriniz ve problem durumuna uygun bir şekil çizdirerek olayı daha yakından tanımlarını sağlayınız. Bir sonraki kısımda ise onlardan başlangıçta bireysel olarak defterlerine burada ne gibi değişkenlerin olduğunu, hangi etkenlere bağlı olarak suyun borulardan belirli bir yüksekliğe çıkıp tekrar su yüzeyine düşmesini düşünerek belirledikleri bu değişkenleri yazmalarını isteyiniz. Bireysel değişkenleri düşündüklerinden emin olduktan sonra onlara yanlarında bulunan grup arkadaşlarıyla buldukları değişkenleri karşılaştırmalarını ve hangilerinin bu problemle ilişkili olduğunu belirlemelerini isteyiniz.

Ek 2'nin devamı

Kabullenmelerin Yapılması

Bu bölümdeki amaç grupların belirledikleri değişkenleri sınıfla paylaşımlarıdır. Bunu için gruplarla birlikte sınıfta beyin fırtınası yöntemini kullanabilirsiniz. Bunu yaparken grup üyelerinden kendi aralarında önemli gördükleri bir değişkeni bir grup üyesinin söylemesini istediğinizi belirtin ve her bir grubun belirlediği değişkeni tahtaya yazarak hem diğer grupların görmesini sağlayınız hem de bu konuda fikir oluşturmalarında beyin fırtınası yöntemiyle onlara yardımcı olunuz.

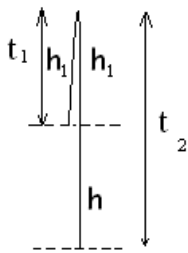
Bu bölümde grupların fikirlerini aldıktan sonra onlara hangi değişkenlerin önemli olduğunu ve hangilerinin diğerlerine göre ihmal edilebilir olduğunu belirlemeleri için süre tanıyın.

Grupların kendi içlerinde tartışmalarını bitirdiklerinden emin olduktan sonra sınıf tartışmasıyla onların değişkenler hakkındaki fikirlerini sorun ve bunu sınıfla paylaşımlarını sağlayın.

Matematiksel Modelin Formülleştirilmesi

İlk olarak bu bölümde öğrencilerinizden matematiksel modeli oluşturmalarını isteyiniz. Öğrencileriniz matematiksel modeli oluştururken onların konu ile ilgili neler yaptıklarını gözlemleyiniz. Gözlemlerinizi esnasında; öğrencilerinizin modelleme sürecinde belli zorluklarla karşılaştıklarını düşünüyorsanız onlara aşağıda belirtildiği şekliyle bazı açıklamalarda bulunmalarına yardımcı olabilirsiniz. Bu açıklamalar öğrencilerin modeli daha iyi anlamalarına ve gerekli bilgileri kullanmalarına yardımcı olacaktır. Bu bölüm içerisinde öğrencilerinize modelde kullanılacak bazı eşitlikleri hatırlatabilir ve onlara göstereceğiniz şekil üzerinde kendilerinin değişkenler doğrultusunda modele ulaşmalarına yardımcı olabilirsiniz.

Gerçek dünya problemini anlamada oluşturduğunuz şekli tekrar göz önüne aldığınızda hareket süresini nasıl ifade edebilirsiniz?



Yukarıda gösterilen şekil topun yörüngesini göstermektedir. Top belirli bir yükseklikten öncelikle yukarı doğru bir hareket yapar ve aynı mesafeye geldikten sonra soruda belirtilen h yolunu alır ve yörüngesini tamamlar. Yani palyaçonun elinden düşen top t sürede $2h_1+h_2$ kadarlık bir yol almış ve bu yolu t_1+t_2 sürede tamamlamıştır.

Cismin ilk hızının v_0 olduğu bilindiğine göre topun yukarı çıkış süresi ve h_1 yolunu ne kadar sürede aldığı bulunabilir.

Bu ifadelerde ilk hız yardımıyla topun çıkış süresi ;

$$h_1 = v_0 t_1 - \frac{1}{2} g t_1^2$$

şeklindedir.

Cismin tepe noktasında hızı sıfır olur ve bunun yardımıyla da çıkış mesafesi bulunabilir.

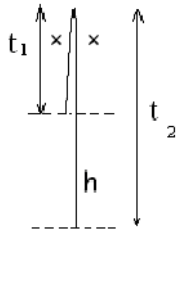
Ek 2'nin devamı

Cisim tepe noktasına çıktıktan sonra tıpkı serbest düşme hareketinde olduğu gibi aşağıya doğru düşme hareketi yapar.

Bu ifadeler topun t süresini bulmakta oldukça fazla kolaylık sağlayacaktır.

Matematiksel Problemi Çözme

Matematiksel problemi çözme aşamasında öğrencilerin yukarıda belirlenen matematiksel problemi çözmeleri amaçlanmaktadır. Bunun için öğrencilerinize grup çalışması yaparak en uygun sonuca ulaşabilecekleri bir model oluşturmaları için teşvik ediniz. Belirlenen değişkenler, oluşturulan kabullenmeler ve yapılan açıklamalar öğrencilerinizin modeli oluşturmalarına yardımcı olacak etkenlerdir.



$$x = v_0 t_1 - \frac{1}{2} g t_1^2 \quad (1)$$

$$0 = v_0 - g t_1$$

$$t_1 = \frac{v_0}{g} \quad (2)$$

$$x + h = \frac{1}{2} g t_2^2 \rightarrow x \text{ yerine } (1) \text{ eşitliği yazılırsa}$$

$$h + v_0 t_1 - \frac{1}{2} g t_1^2 = \frac{1}{2} g t_2^2 \rightarrow t_2^2 \text{ yalnız bırakılırsa}$$

$$\frac{2v_0 t_1}{g} - t_1^2 + \frac{2h}{g} = t_2^2 \rightarrow t_1 \text{ yerine } \frac{v_0}{g} \text{ yazılırsa } (2)$$

$$\frac{2v_0^2}{g^2} - \frac{v_0^2}{g^2} + \frac{2h}{g} = t_2^2$$

$$t_2 = \sqrt{\frac{v_0^2}{g^2} + \frac{2h}{g}} \rightarrow t_2 = \frac{v_0}{g} \sqrt{1 + \frac{2gh}{v_0^2}}$$

$$T = t_1 + t_2 = \frac{v_0}{g} + \frac{v_0}{g} \sqrt{1 + \frac{2gh}{v_0^2}}$$

$$T = \frac{v_0}{g} \left(1 + \sqrt{1 + \frac{2gh}{v_0^2}} \right)$$

Ek 2'nin devamı

Çözümü Yorumlama

Öğrencilerden oluşturdukları modelin doğruluğu hakkında fikir yürütmeleri beklenen bu aşamada onların aşağıda belirlenen sorularla çözümlerini irdelemeleri beklenmektedir. Böylece kendi buldukları sonucun doğruluğu hakkında daha açık bir fikir elde etmiş olacaklardır. Öğretim elemanı aşağıda yer alan soruları istediği sıraya uygun olarak öğrencilere yöneltebilir. Bu sorularda öncelikle onların grup arkadaşlarıyla tartışarak bir sonuca varmalarını bekledikten sonra sınıf tartışmalarıyla her bir sorunun doğruluğunu sınıfta bulunan öğrencilerin irdelemelerini sağlayabilir. Gerekli gördüğünüz noktalarda öğrencilerin sonucu irdelemeleri için veya anlaşılmakta güçlük çekilen noktalarda ek sorular yöneltebilirsiniz.

Bu cisim 19,6 m/s lik ilk hızla bir kayanın kenarından yukarı doğru fırlatılmaktadır. Kayanın uçurumun dibine olan uzaklığı 58.8 m olduğuna göre bu cismin havada kalma süresi ne kadardır?

Çözüm:

$$T = \frac{v_0}{g} \left(1 + \sqrt{1 + \frac{2gh}{v_0^2}} \right) \text{ ifadesinden};$$

$$T = \frac{19,6}{9,8} \left(1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot 9,8 \cdot 58,8}{19,6^2}} \right) = 2(1 + \sqrt{1+3}) = 6s$$

Aynı cisim en fazla ne kadar yüksekliğe çıkmıştır?

Çözüm:

Serbest düşme için; $x = \frac{1}{2}gt_1^2$ bir önceki aşamada bulduğumuz t_1 değerini yerine yazdığımızda,

$$x = \frac{1}{2}g \left(\frac{v_0^2}{g} \right) = \frac{v_0^2}{2g} \Rightarrow x = \frac{19,6^2}{2 \cdot 9,8} = 19,6m$$

Bulduğunuz sonucu gerçek dünyada nerelerde kullanabileceğiniz hakkında görüşleriniz nelerdir?

Modelin Doğrulanması

Modelleme sürecinin daha ileriki aşamalarına yardımcı olan bu bölümde onların tartışmalarla modeli dahi ileri aşamalara taşımalarına yardımcı olabilir ve modelin olumlu ve olumsuz özelliklerini daha yakından görmelerini sağlayabilirsiniz. Aşağıda yer alan tartışma soruları modelin geliştirilmesine katkı sağlayacaktır. Gerekli gördüğünüz durumda onlara bu sorulara ek sorarak model hakkında daha ileri aşamalara gitmelerine katkı sağlayabilirsiniz.

Size göre oluşturduğunuz formül nerelerde kullanılırsa başarılı sonuçlar elde edilebilir?

Cenova çeşmesinde su damlacıklarının bu kez eğik olarak v_0 hızı ile harekete başlayıp belirli bir yükseklikte damlacıkların hareketinin sonlandığını düşününüz. Bu durumda damlacıkların tam tepede iken hızı $v_0/2$ olduğuna göre suyun başlangıçta hangi açıyla boruyu terk ettiğini bulunuz.

Ek 2'nin devamı

Çözüm:

Cismin en tepede bulunan hızı onun yataydaki hızıdır. Düşeyde herhangi bir hızı yoktur. Bu durumda;

$$\frac{v_0}{2} = v_0 \cdot \cos \theta \text{ dır. Buradan;}$$

$\cos \theta = \frac{1}{2}$ olarak bulunur. Buradan açının değeri ise 60° olarak elde edilir. O halde başlangıçta su damlacıkları 60° 'lik bir açıyla boruyu terk etmektedir.

Sonucu Rapor Etme

Öğrencilerinizin bu süreçlerde neler yaptıklarını belirlemek ve uygulanan aşamaları nasıl gerçekleştirdiklerini daha ayrıntılı irdelemek açısından çalışma sonunda yaptıkları ürünleri görmemiz için onlardan rapor oluşturmalarını isteyebilirsiniz. Öğrencilerin oluşturacakları raporlarda öncelikle belirledikleri değişkenleri yazmalarını, oluşturdukları modeli ifade etmelerini, çözümün doğruluğunu nasıl ispatladıklarını ve modellerini ne kadar tanıdıklarını irdeleyebilirsiniz. Öğrencilerinize başlangıçta vereceğiniz çalışma kağıdı bu kısımları kapsamaktadır. Bu nedenle çalışma kağıtlarıyla raporda elde edilmesi düşünülen bilgilere ulaşılabilir.

Ek 2'nin devamı

KONU: EĞİK ATIŞ HAREKETİ

SÜRE: 100 dakika

AMAÇ: Eğik atış hareketini tanıma

Hedef Davranışlar:

1. Eğik atış hareketini kavrar
2. Eğik atış hareketine uygun bir matematiksel model geliştirir
3. Eğik atış hareketini farklı durumlara uyarlar
4. Eğik atış hareketine etki eden değişkenleri belirler

ANAHTAR KAVRAMLAR:

Düşme hareketi, yer çekimi ivmesi, hız, ivme, yükseklik, parabol

İŞLENİŞ VE ÖNERİLER:

Derse giriş:

Gerçek dünya probleminde öğrencilerin eğik atış hareketini hem daha iyi kavramalarına hem de bu konuda uygulama yapmaya olanak sağlamalarına yönelik bir örneğe yer verilmiştir. Bu bölümde çalışmaya başlamadan önce öğrencilerinize gruplarla çalışacaklarını bu nedenle her birinin dört kişi olacak şekilde arkadaş belirlemelerini isteyiniz. Eğer öğrencilerinizden eksik kalanlar olursa bu kez üç kişi olabileceklerini ifade ediniz. Seçecekleri grupta her seviyeden öğrencilerin olmalarına mümkün olduğunca özen gösteriniz. Bunun için gerekli gördüğünüz taktirde gruplarda küçük değişikliklere gidebilirsiniz. Grupların derse hazır olduğundan emin olduktan sonra gerçek dünya problemini öğrencilere okumaya geçebilirsiniz.

Gerçek Dünya Problemi

Çatısını tamir etmek isteyen bir kişi kış gününde karla kaplı çatıya çıkar ve orada çalışmaya başlar. Bu sırada kiremitlerden bir tanesi elinden çıkar ve çatı yüzeyinin karlı olması nedeniyle kayarak eğim açısı θ olan çatı kenarını v_0 hızıyla terk eder ve h kadar yükseklikte olan binadan R kadar uzakta bir noktaya düşer. Bu kiremidin yere düştüğü andaki hızını bulmanız istense nasıl bir formül (ifade) geliştirirdiniz?

Öğrencilerinizi gruplara ayırdıktan sonra onlara yüksek bir sesle gerçek dünya problemini okuyunuz ve düşünceleri için zaman ayırınız. Bu sürede onların öncelikle problemi tam olarak anlamalarını, analiz etmelerini, gerek gördükleri taktirde problemle ilgili bir şekil çizmelerini ve gerçek dünya problemini daha yakından tanımlarını isteyiniz. Öğrencilerinizin problemi anladıklarından emin olduktan sonra önce bireysel olarak sonra da grup arkadaşlarıyla birlikte değişkenleri belirlemelerini isteyiniz. Yani oluşturacakları modelde hangi değişkenlerin bu problemi etkilediğini belirlemeleri gerekmektedir.

Ek 2'nin devamı

Kabullenmelerin Yapılması

Bu aşamada öğrencilerinizden değişkenleri belirlediklerinden emin olduktan sonra gruplar içerisinde bir sözcü seçmelerini isteyiniz. Seçilen grup sözcülerinden her bir değişkeni ve bu değişkeni neden seçtiklerini belirtmelerini isteyiniz. Bu şekilde öğrencileriniz arasında bir tartışma ortamı oluşturun ve grupların belirledikleri değişkenlerin neler olduklarını tam olarak ortaya çıkarmalarına çalışınız.

Bu aşamada gerekli gördüğünüz taktirde bu değişkenleri tahtaya yazın ve öğrencilerin değişkenleri görmelerini sağlayınız. Bu sayede farklı değişkenleri gören öğrencilerde yeni fikirler ortaya çıkabilir ve bu doğrultuda değişkenleri daha yakından irdeleyebilirler.

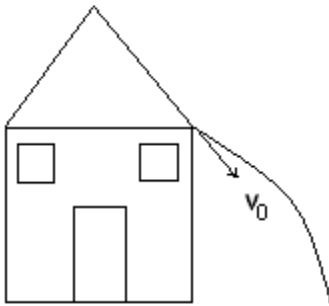
Bu bölüm içerisinde öğrencilerinizin hangi değişkenlerin önemli olduğuna ve hangilerinin kendi oluşturacakları modelde yer alacağına karar vermeleri gerekmektedir. Bunun için öğrencilerinize grup arkadaşlarıyla birlikte çalışarak oluşturacakları modelde hangi değişkenleri kullanacaklarına karar vermelerini isteyiniz.

Matematiksel Modelin Formülleştirilmesi

Öncelikle öğrencilerinizle belirledikleri değişkenler doğrultusunda bir matematiksel model oluşturmalarını isteyiniz. Bunun için öğrencilerinizden grup arkadaşlarıyla birlikte çalışabileceklerini ifade ediniz. Öğrencilerinizin grup çalışmaları sırasında nasıl modeller oluşturduklarını inceleyin ve nerede zorlandıklarına dikkat ediniz.

Sınıf içerisinde öğrencilerinizin problemi çözmeye zorlandıklarını düşünüyorsanız aşağıdaki bilgiler doğrultusunda onları aydınlatmanız yerinde olacaktır. Bu sayede öğrenciler modelin yapısını daha kolay anlayacaklar ve modelde kullanılacak gerekli bilgiler hakkında fikir sahibi olacaklardır. Eksik gördüğünüz noktalarda bu aşamada öğrencilerinize gerekli matematiksel ve teorik bilgileri sorular yönelterek tekrarlayabilirsiniz. Böylece modelin öğrenciler tarafından oluşturulmasına yardımcı olabilirsiniz.

Başlangıçta problem durumunu anlamak için oluşturduğunuz şekli de dikkate alarak çalışmanızın yatay atış hareketinden farkının ne olduğunu düşünüyorsunuz?



Cisim şekilde görüldüğü gibi v_0 hızı ile hareket ederken cismin başlangıçta bir θ açısı vardır. Bu açı cismin hem düşeyde hem de yatayda belirli bir ilk hıza sahip olmasına neden olur. Bu

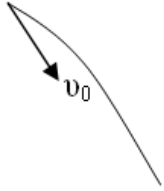
Ek 2'nin devamı

nedenle cisim θ açısına bağlı olarak başlangıçta yatayda sabit bir hızla hareket ederken, düşeyde ise belirli bir ilk hız ile hareketine başlar ve düzey doğrultuda yer çekimi ivmesinin etkisiyle hızı değişir. Bu durumda cismin hızındaki değişime düşeyde oluşan hız değişiminin etkisi olur.

Burada cisim düşeyde düşme noktasında v_0 ilk hızının da etkisiyle serbest düşmeye göre daha kısa bir sürede yere ulaşacaktır.

Matematiksel Problemi Çözme

Bu aşamada öğrencileriniz bir önceki aşamada açıkladığınız bilgileri de kullanarak başlangıçta ifade edilen probleme uygun matematiksel bir model geliştirmeye çalışırlar. Bunun için öğrencilerinize ilk olarak başlangıçta belirledikleri gruplarla çalışmalarını gerektiğini söyleyerek, onları belirlenen değişkenleri düşünmeleri ve sınıfta belirtilen açıklamaları dikkate alarak bir matematiksel model oluşturmaları yönünde teşvik ediniz. Modeli oluştururken belirlenen değişkenleri ve belirtilen açıklamaları dikkate almaları gerektiğini söyleyiniz.



$$v_o = v_{0x} + v_{0y}$$

$$v_o = v_o \cos \theta + v_o \sin \theta$$

$$h = \frac{1}{2} g t^2$$

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}} \quad , \quad v = g \cdot t \quad \text{iki formülden; } v^2 = g^2 \frac{2h}{g} \quad \text{gerekli sadeleştirmeler}$$

yapıldıktan sonra $v^2 = 2gh$ bulunur.

$$v^2 = v_0^2 + 2gh \quad \text{formülünden;}$$

$$v_y^2 = v_0^2 \sin^2 \theta + 2gh$$

$$v_y = \sqrt{v_0^2 \sin^2 \theta + 2gh}$$

$$v^2 = v_x^2 + v_y^2 = v_0^2 \cos^2 \theta + v_0^2 \sin^2 \theta + 2gh$$

$$v^2 = v_0^2 (\underbrace{\cos^2 \theta + \sin^2 \theta}_1) + 2gh \quad \cos^2 \theta + \sin^2 \theta = 1 \quad \text{olduğundan}$$

$$v = \sqrt{v_0^2 + 2gh} \quad \text{elde edilir.}$$

Çözümü Yorumlama

Bu aşama öğrencilerin oluşturdukları modeli daha iyi kavramaları için en uygun aşamadır. Bu bölümde onlara oluşturdukları modeli irdelemeleri ve doğruluğunu tartışmaları için sorular sorarak oluşturdukları modeli tanımlarını sağlayabilirsiniz. Aşağıda öğrencilerinizin modeli daha iyi tanımlarında kullanacağımız bazı soru örneklerine yer verilmiştir. Bu soruların yeterli olmadığını düşündüğünüz takdirde veya öğrencilerinizin bazı soruları daha derinden irdelemelerine karar verdiğiniz durumda onlara bu sorulara ek olarak yeni sorular yöneltebilir veya mevcut soruların içeriğini biraz değiştirebilir yada açabilirsiniz.

Ek 2'nin devamı

İfade edilen problemde 10 m/s ilk hızla düşen tuğla 10 m yüksekliğinde olan çatıdan yere düşmektedir. Bu durumda tuğla yere hangi hızla çarpmıştır? ($g=10\text{m/s}^2$)

Çözüm:

Bir önceki aşamada bulunan ifade kullanıldığında;

$$v = \sqrt{v_0^2 + 2gh}$$

$$v = \sqrt{10^2 + 2 \cdot 10 \cdot 10} = 10\sqrt{3} \text{ m/s}$$

Sonucunuzu başka durumlara uyarlamanız istense çevrenizden karşılaştığınız durumlarla ilgili bu konuya verebileceğiniz karşılaşılmış olduğunuz örnekler var mıdır? Bu örneklerin neler olduğunu açıklar mısınız?

Size göre oluşturduğunuz formülü gerçek dünyaya uygulasak en önemli eksikliğin hangi konuda çıkacağı hakkında ne düşünüyorsunuz?

Modelin Doğrulanması

Çalışmanın bu bölümü öğrencilerin elde ettikleri modelin doğruluğunu tartışmaları veya modeli geliştirmek için neler yapabilecekleri konusunda düşüncelerini sağlamaktadır. Bu nedenle bu bölümde öğrencilerinize yönelteceğiniz sorular onların oluşturdukları modelin güçlü ve zayıf yönlerini ortaya koymalarına yardımcı olacak soruları ve tartışmaları içerebilir. Aşağıdaki bölümde öğrencilerinizin oluşturdukları modeli irdelemeleri açısından bazı soru örneklerini içermektedir. Gerekli gördüğünüz taktirde bu bölümde öğrencilere sınıf tartışması yaptırabilir veya soruları grup arkadaşlarının yardımıyla kendi grupları içerisinde çözmelerini isteyebilirsiniz.

Tuğlanın çatıyı v_0 hızı ve θ 'lik açıyla terk ettiğini düşünürsek düşeyde H kadarlık yol aldığında yatayda hangi mesafeye düşer?

Çözüm:

$$v = v_0 + gt$$

Düşeyde;

$$v \cdot \sin \theta = v_0 \cdot \sin \theta + gt$$

$$t = \frac{(v - v_0) \sin \theta}{g}$$

Yatayda;

$$v_x = v_0 \cdot \cos \theta$$

$$x = v_0 \cdot \cos \theta \cdot t = t \text{ yeride değeri yazılırsa;}$$

$$x = \frac{v_0 \cdot \cos \theta (v - v_0) \sin \theta}{g}$$

$$x = \frac{(v - v_0) v_0 \sin 2\theta}{2g} \text{ olur.}$$

Bu kez düz bir masanın kenarından kayan bilyeyi düşündüğünüzde yere düştüğü andaki hızı veren ifade ne olabilir?

Çözüm:

Bu kez cismin başlangıçta sadece yatayda bir hızı olacaktır. Yataydaki hızı değişmeyecek düşeydeki hızı yer çekimi ivmesine bağlı olarak değişecektir. Bu durumda;

$$v_y = \sqrt{2gh} \text{ ve } v_x = v_0 \text{ olacaktır.}$$

Ek 2'nin devamı

İki hızın vektörel toplamının bulunması için ise;

$$v^2 = v_x^2 + v_y^2 \Rightarrow v = \sqrt{2gh + v_0^2} \text{ olur.}$$

Sonucu Rapor Etme

Sonuçların rapor olarak yazılması hem öğretim elemanınca öğrencilerin ders sürecinde hangi yolları izlediklerini görmeleri, hem de öğrencilerin süreç boyunca yaptıklarını tekrarlamaları bakımından faydalı sonuçlar ortaya koymaktadır. Çalışma sürecinde öğrencilerinizin yaptıklarını rapor halinde görmek isteyebilirsiniz. Bu durumda öğrencileriniz tarafından başlangıçtan itibaren oluşturulan çalışma kağıtları yerinde olacaktır. Burada öğrencilerinizin modelleme sürecindeki aşamalarını rahatlıkla izleyebilirsiniz. Ayrıca çalışma sonunda onlardan neyi nasıl yaptıklarını ve neler öğrendiklerini de irdeleyebilirsiniz.

Ek 2'nin devamı

KONU: YATAY ATIŞ HAREKETİ

SÜRE: 100 dakika

AMAÇ: Yatay atış hareketini kavrayabilme

Hedef Davranışlar:

1. Yatay atış hareketinde herhangi bir andaki cismin yüksekliğini bulma
2. Yatay atış hareketine uygun bir model oluşturma
3. Yatay atış hareketini etkileyen değişkenleri belirleme

ANAHTAR KAVRAMLAR:

Başlangıç hızı, yükseklik, maksimum yükseklik, uçuş süresi, yükseklik

İŞLENİŞ VE ÖNERİLER:

Derse giriş:

Çalışmada etkinliklere başlamadan önce öğrencilerinizin sınıf düzenini sağlayınız. Bunun için çalışmalarını grupça sürdüreceklerini ve bu nedenle üç yada dört kişilik gruplar belirlemelerini isteyiniz. Öğrencilerinize belirledikleri grup arkadaşlarıyla yan yana oturmalarını veya ders sürecince kolaylıkla iletişim kurabilecekleri yerleri tercih etmeleri gerektiğini belirtiniz. Öğrencilerinizin grupları oluşturduklarından emin olduktan ve derse hazır olduklarını hissettikten sonra gerçek dünya problemine geçebilirsiniz.

Gerçek Dünya Problemi

Balerinlerin sıklıkla havada sıçrama hareketi yaptıklarını görürsünüz. Bu hareket eğik atış hareketine benzerdir. Balerinler hem yatayda belirli bir yol alırken hem de düşey yönde zıplamaktadırlar. Bu şekilde figürler oluşturan balerinler kendilerinin yaptıkları çalışmanın yatay ve düşey düzlemde aldıkları yollar arasında bir ilişki ile gerçekleştiğini söylemektedirler ve bu sayede istedikleri noktaya rahatlıkla ulaşabildiklerini ifade etmektedirler. Buna göre balerinlerin düşeyde çıkabileceği maksimum yükseklik ile yatayda aldıkları yol arasında bir ilişki olduğunu ispatlayıp balerinleri haklı çıkarabilir misiniz?

Öğrencilerinize gerçek dünya problemini yüksek sesle okuyunuz ve gerekli görürseniz problemi tahtaya yazınız. Çalışmaya başlamadan önce onlara okuyacağınız problemi dikkatli dinlemelerini ve gerekli notları almaları gerektiğini belirtiniz. Problem durumunu çözmeden önce konuyu iyice kavramalarını problemi anlamaları için gerekli görürlerse şekil de çizebileceklerini ifade ediniz. Öğrencilerinizin problemi anladıklarından emin olduktan sonra onlara önce bireysel olarak problemi yakından tanımlarını, gerekli değişkenleri düşünmelerini ve daha sonra da grup arkadaşlarıyla tartışarak hangi değişkenlere bağlı olarak problemlerinin şekilleneceğini düşünmelerini isteyiniz ve buldukları değişkenleri not etmeleri gerektiğini belirtiniz.

Ek 2'nin devamı

Kabullenmelerin Yapılması

Öğrencilerinizin belirledikleri değişkenleri sınıfla paylaşıp bir tartışma ortamı oluşturmaları bu bölüm için yararlı olacaktır. Bunun için tartışmaya başlamadan önce her gruptan bir grup sözcüsü seçmeleri uygun olacaktır. Seçilen grup sözcülerinin değişkenleri niçin belirlediklerini ve bunların problemle nasıl bir ilişkisi olduğundan sınıf tartışmalarında ortaya koymalarını sağlayınız.

Fikirlerin ortaya koyulduğundan emin olduktan sonra tartışmada öğrencilerinizle bu değişkenlerden hangilerinin problem durumuyla yakından ilişkili olduğu ve hangilerinin diğerlerine göre daha ihmal edilebilir olduğu konusunda çalışmaya devam etmeleri gerektiğini belirtiniz.

Sınıf tartışmalarından sonra onlardan kendi oluşturacakları modelde hangi değişkenleri kullanacaklarını ve hangilerinin kendileri için daha az önemli olduğunu tespit etmeleri için süre ayırınız.

Öğrencilerinize eksiklikleri olduğu noktada ders kitabının kendilerine yol göstereceğini belirtin ve bu aşamada onları ders kitabına yönlendirerek gerekli bilgilere buradan ulaşabileceklerini belirtiniz.

Matematiksel Modelin Formülleştirilmesi

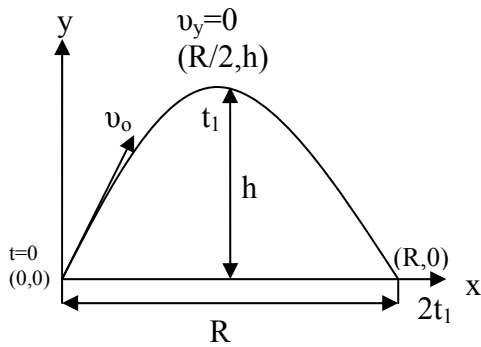
Öğrencilerinizin kabullenmeleri yaptıktan sonra modeli oluşturmaları gerekmektedir. Bu bölümde onlardan matematiksel modeli oluşturmalarını isteyiniz. Öğrencileriniz matematiksel modeli oluştururken gözlemleyiniz ve hangi basamaklarda zorlandıklarını belirlemeye çalışınız.

Belirlediğiniz eksiklikler doğrultusunda öğrencilerinize bazı sorular yönelterek onların matematiksel açıklamalar yapmalarına katkıda bulunabilirsiniz. Aşağıda öğrenciler tarafından ifade edilmesi düşünülen bazı açıklamalar yer almaktadır. Bu bölüm öğrencilerinizin eksiklikleri kapatmasına yardımcı olacaktır.

eğik atış hareketinde cismin maksimum uzaklığı ve menzili nasıl bulunmaktadır?

Eğik Atışta Cismin Menzil Ve Maksimum Yüksekliği

Aşağıdaki şekle bakıldığında bir cismin yatay atış hareketi yaptığı görülmektedir. Cisim $t=0$ anında orijinden atılmakta, t_1 süresinde maksimum yüksekliği olan h yüksekliğine çıkmakta ve $2t_1$ anında tekrar $y=0$ konumuna gelmektedir.



Ek 2'nin devamı

Cisim maksimum yüksekliğe t_1 anında çıktığına göre t_1 ; h , v_0 ve θ_0 cinsinden hareketin ilk bölümü dikkate alınarak bulunabilir. Gerekli bazı işlemlerin yapılmasıyla yükseklik h değeri v_0 , θ ve g 'ye bağlı olarak bulunabilir.

Aynı işlemler yatay uzaklık R için de yapılarak yatay uzaklıkta bulunabilir.

Matematiksel Problemi Çözme

Öğrencilerinize artık ihtiyaç olan tüm değişkenleri belirlediklerini ve gerekli matematiksel bilgiye sahip olduklarını söyleyiniz. Bu aşamada kendilerinden beklenenin matematiksel modeli oluşturmaları olduğunu ifade ediniz. Model oluşturma konusunda öğrencilerinizi cesaretlendiriniz. Bu bölümde bir önceki aşamada matematiksel modeli oluşturamayanların modeli tekrar düşünmelerini sağlayınız. Bu bölümde artık matematiksel modeli çözebileceklerini ifade ediniz.

$$t = \frac{x}{v_0 \cos \theta}$$

$$y = v_0 \sin \theta \frac{x}{v_0 \cos \theta} - \frac{1}{2} g \left(\frac{x}{v_0 \cos \theta} \right)^2$$

ifade $y = c_1 x - c_2 x^2$ şekline dönüşür.

İfadeyi yatay mesafe için düşündüğümüzde ise $y = 0$ olur.

$x = R$ dersek;

$$0 = R(c_1 - c_2 R) \rightarrow R = \frac{c_1}{c_2} = \frac{\tan \theta (2v_0^2 \cos^2 \theta)}{g} = \frac{2v_0^2}{g} \cdot \frac{\sin \theta}{\cos \theta} \cdot \cos^2 \theta$$

$$R = \frac{v_0^2}{g} \cdot 2 \cdot \sin \theta \cdot \cos \theta$$

$$0 = v_0 \sin \theta - \frac{gT}{2} \rightarrow T = \frac{2v_0}{g} \sin \theta$$

Maksimum yükseklik;

$$H = v_0 \sin \theta \frac{2v_0}{2g} \sin \theta - \frac{1}{2} g \left(\frac{2v_0}{2g} \sin \theta \right)^2 = v_0^2 \frac{\sin^2 \theta}{g} - g \frac{v_0^2 \sin^2 \theta}{2g^2}$$

$$H = \frac{v_0^2 \sin^2 \theta}{2g}$$

$$\frac{H}{R} = \frac{v_0^2 \sin^2 \theta}{2g} \cdot \frac{g}{v_0^2 \cdot 2 \cdot \sin \theta \cdot \cos \theta} = \frac{1}{4} \tan \theta$$

$$\frac{H}{R} = \frac{1}{4} \tan \theta$$

Ek 2'nin devamı

Çözümü Yorumlama

Oluşturulan modelin doğruluğunun düşülerek fikir yürütüldüğü bu aşamada öğrencilere sorular yöneltilerek onların oluşturdukları model hakkında daha sağlam fikirler elde etmeleri sağlanabilir. Bunun için aşağıda yer alan sorular öğrencilere yöneltilabilir ve onların bu konu hakkındaki fikirleri alınarak modellerini daha yakından tanımaları sağlanabilir. Bunun için soruların öncelikle grup arkadaşlarıyla tartışıldıktan sonra sınıfa aktarılması ve bu doğrultuda tartışmaların yürütülmesi uygun olacaktır.

Yerden yatay olarak zıplayan bir balerin başlangıç açısı 30° ve çıktığı maksimum yükseklik 70 cm olduğuna göre yatayda ne kadar yol alarak tekrar yere düştüğünü bir önceki aşamada bulduğunuz ifade yardımıyla nasıl elde edebilirsiniz?

$$\frac{H}{R} = \frac{1}{4} \tan \theta \quad \text{ifadesini hatırlarsak;}$$

$$\frac{0,7}{R} = \frac{1}{4} \tan 30 \Rightarrow R = \frac{0,7 \cdot 4}{\tan 30} = 2,8\sqrt{3}m$$

Aynı balerin havada ne kadar süre kalmıştır?

Çözüm:

Balerinin çıkış süresi inme süresine eşittir. Bu nedenle cismin havaya çıktıktan sonra iniş süresi bulunduğu bunun iki katı süre havada kalma süresi olacaktır.

$$H = \frac{1}{2}gt^2 \quad \text{ifadesinden; } 0,7 = \frac{1}{2}9,8t^2 \Rightarrow t = 0,38s$$

Balerinin havada kalma süresi ise;

$$T = 0,38 \cdot 2 = 0,76s$$

Modelin Doğrulanması

Bu bölüm öğrencilerin modeli daha ilerletebilmeleri ve onu daha da geliştirebilmeleri amacıyla öğrencilere yardımcı olmaktadır. Burada öğrencilerinizin oluşturdukları modeli bir sonraki aşamaya taşımaları için bazı sorular sorulabilir. Aşağıda öğrencilerinize sorabileceğiniz bazı örnekler yer almaktadır. Bunları öğrencilerinize yöneltiniz ve grup arkadaşlarıyla tartışmaları gerektiğini ifade ediniz. Daha sonra soruların cevaplarını oluşturacakları rapora yazmaları gerektiğini belirtiniz.

Sizin karşılaştığınız olduğunuz yatay atışla ilgili ne gibi örnekler var?

Aynı soru eğik atış hareketi için düşünülseydi bu kez cevabınız nasıl olurdu? Yani balerin bir tabureden eğik atış hareketi yaparak yere atılsa, yatayda ve düşeyde alacağı yollar arasında nasıl bir ilişki olurdu? Açıklayınız.

Çözüm:

Düşeyde aldığı yükseklik değişmeyecektir.

$$H = \frac{v_0^2 \sin^2 \theta}{2g}$$

Yatayda aldığı mesafe ise bir önceki aşamada bulunan değerinin yarısı kadar olacaktır.

$$R = \frac{v_0^2 \sin \theta \cdot \cos \theta}{g}$$

Ek 2'nin devamı

$$\frac{H}{R} = \frac{v_0^2 \sin^2 \theta}{2g} \cdot \frac{g}{v_0^2 \sin \theta \cdot \cos \theta} = \frac{1}{2} \tan \theta$$

Sonucu Rapor Etme

Öğrencilerinizin konuyu tekrar etmesi ve geliştirdikleri modelleri daha yakından tanımları için rapor oluşturmaları yararlı olacaktır. Raporların gruplar tarafından oluşturulmasını isteyiniz. Bu raporlarda belirlenen değişkenler, matematiksel model, çözümü yorumlama ve modeli doğrulama aşamalarının bulunmasına özen gösteriniz. Bu bölümler öğrencilere verilen çalışma kağıtlarında bulunmaktadır. Bu nedenle çalışmada kağıtlarındaki bilgilerle öğrencilerden beklenen veriler elde edilmiş olacaktır. Bu çalışmada ayrıca sonuçta neler bulunduğu ve neler kazandıkları da istenebilir.

Ek 2'nin devamı

KONU: DÜZGÜN DAİRESEL HAREKET

SÜRE: 50 dakika

AMAÇ: Düzgün dairesel hareketi kavrama

Hedef Davranışlar:

1. Düzgün dairesel harekette çizgisel ivmeyi bulma
2. Düzgün dairesel harekette merkezci ivmeyi bulma
3. Düzgün dairesel harekette matematiksel model oluşturma

ANAHTAR KAVRAMLAR:

Merkezcil ivme, çizgisel ivme, açısal hız, merkezcil hız

İŞLENİŞ VE ÖNERİLER:

Derse giriş:

İlk bölüm olan gerçek dünya problemi aşamasında öğrenciler problemin farkına varırlar. Öğrenciler bu aşamada bireysel veya grup çalışmalarıyla problemin ne ifade ettiğini kavrarlar problem hakkında fikir sahibi olurlar. Bu çalışma için öğrencilerin ikişerli veya üçerli gruplarla çalışmaları daha uygun olacaktır. Bu nedenle çalışma başlamadan önce kendilerinin çalışabilecekleri bir grup arkadaşı belirlemeleri gerekmektedir. Belirlenen gruplarda öğrenci seviyelerine dikkat etmeniz gerekebilir. Böyle bir durumda gerekli gördüğünüz taktirde gruplara müdahale edebilirsiniz.

Gerçek Dünya Problemi

Sık sık bir yerlere yetişmek, bir işimizi halletmek veya spor yapmak için yürüyüş yaparız. Yürüyüş yaparken ayaklarımızın tıpkı basit bir sarkaçta olduğu gibi hareket ettiğini hiç düşündünüz mü? Aslında bir çoğumuz yürüyüş yaparken basit sarkaç hareketini defalarca tekrarlıyorsunuz.

Bu şekilde yürüyüş yapan bir kişinin bir adımda ayağının hızı v ve bacağına uzunluğu ℓ kadardır. Bir adımını atarken adımını açtığı andan tekrar kapatıncaya kadar adım atma açısı ve teğetsel ivme değerleri ise aşağıda bulunan tabloda yer aldığı gibidir. Bu durumda bir adım atılırken toplam ivmenin ne olacağı ile ilgili bir ifade bulunuz?

θ	5	10	15	20	25	30
a_t	0,85	1,70	2,56	3,35	4,14	4,9

Öğrencilerinize bu gerçek dünya problemini okuyunuz ve onların bu konuda düşünmelerini isteyiniz. Problemi tam olarak anlamadan başla bir aşamaya geçmemeleri gerektiğini ifade ediniz, gerekirse şekil çizerek, bunun üzerinde problemi daha yakından tanımları gerektiğini vurgulayınız. Öğrencilerinizin öncelikle bireysel olarak değişkenleri irdelemelerini, sonra da grup arkadaşlarıyla birlikte hangi değişkenlerin bu bilyenin düşmeden hareket ettiğini belirlemelerini isteyiniz. Bu çalışma için öğrencilerinize toplamda beş dakika vermeniz yeterli olacaktır. Bu süre içerisinde öğrencilerinizden ayrıca belirledikleri değişkenleri bir kağıda not almalarını isteyiniz.

Ek 2'nin devamı

Kabullenmelerin Yapılması

Öğrencilerinizin değişkenleri belirlediklerinden emin olduktan sonra kabullenmelerin yapılması aşamasında öğrenci gruplarından bir sözcü belirlemeleri yerinde olacaktır ve belirlenen bu sözcünün gruplarınca ortaya koyulan değişkenleri ifade etmelerini isteyiniz. Bu değişkenlerle ilgili bir sınıf tartışması oluşturarak hangi değişkenlerin önemli, hangilerinin diğerlerine göre çalışmada ihmal edilebileceğini tartışmalarını sağlayınız. Bu süreç içerisinde sürekli aynı kişilere söz vermektense ziyade tüm grupların fikirlerini ifade etmelerini sağlamanız daha yararlı olacaktır. Ayrıca tartışmalarınız tüm gruplar tarafından belirlenen değişkenleri göz önüne alarak yürütebilirsiniz.

Öğrencilerinizin yürüttükleri tartışma sonucunda onlardan grup arkadaşlarıyla çalışarak hangi değişkenleri kendi modellerinde kullanabileceklerini ve nasıl bir model ortaya koyacaklarını belirlemeleri gerekmektedir. Bu bölümde öğrencilerinize grup arkadaşlarıyla çalışarak kabullenmelerini oluşturmalarını isteyiniz.

Matematiksel Modelin Formülleştirilmesi

Öğrencilerinizden artık modeli oluşturmalarını bekleyeceğimiz bu bölümde onlara grup arkadaşlarıyla çalışarak belirledikleri değişkenler doğrultusunda modellerini oluşturmalarını isteyiniz. Bu esnada onların hangi noktaları dikkate alarak model oluşturdıklarını ve nerelerde zorlandıklarını gözlemlerinizle belirlemeye çalışınız. Bunun için gerekli gördüğünüz bazı durumlarda gruplara sorular yöneltebilir ve oluşturdıkları modelde nelere dikkat ettiklerini anlayabilirsiniz.

Aşağıda öğrencilerinizin karşılaşabileceği bazı zorluklarla ilgili açıklamalara yer verilmiştir. Öğrencilerinizin bu konuların herhangi birinde yetersiz bilgiye sahip olduğunu düşündüğünüz durumda aşağıdaki soruları öğrencilerinize yönelterek gerekli bilgilere ulaşmalarını sağlamanız yerinde olacaktır. Aşağıdaki bilgiler öğrencilerinizin çözümü formülleştirmelerinde kullanacakları bazı yararlı bilgileri içermektedir. Bu aşama öğrencilerinizin modeli oluşturmalarına yardım ederek daha kolaylıkla sonuca ulaşmalarına yardımcı olacaktır.

Merkezcil ivme nedir ve nasıl hesaplanır?

Merkezcil ivme:

İvme vektörünün yönü yola diktir ve daire merkezine yöneliktir. Bu tür ivmeye merkezcil

ivme denir ve büyüklüğü ; $a_r = \frac{v^2}{r}$ olarak bulunur.

Teğetsel ivme nedir ve nasıl hesaplanır?

Teğetsel ivme:

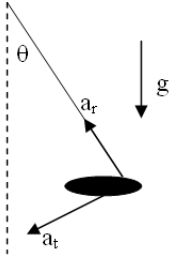
Teğetsel ivme parçacığın hızının büyüklüğündeki değişmeden doğar ve mutlak değeri;

$a_t = \frac{d|v|}{dt}$ olarak bulunur.

Ek 2'nin devamı

Başlangıçta ifade edilen problem durumunda cisme hangi ivmeler nasıl etki etmektedir?

Cismin toplam ivmesi ise teğetsel ve merkezcil ivmelerin toplamıyla elde edilir. Yani; $a = a_r + a_t$ şeklinde ifade edilebilir.



Yan tarafta şekilde görüldüğü gibi ayağın düşeyde yaptığı bir θ açısı vardır. Bu açı cismin teğetsel ivmesini etkilemektedir. Bu nedenle teğetsel ivme hesaplanırken θ açısının da dikkate alınması gerekir.

Vektörlerde toplama nasıl yapılır?

Vektörlerde toplama:

Vektör hem yön hem de büyüklüğü olan bir kavramdır. vektörler toplanırken;

1. *Grafik metodu kullanılır:*

- Vektörün büyüklüğünü göstermek için ölçekli bir uzunluk seçilir.
- Vektörün yönü için bir referans sistemi seçilir.
- Bir vektör yön ve büyüklükçe doğru seçilir. İkinci vektör, başlangıcı birincinin ucunda olacak şekilde yerleştirilir. Diğer vektörler için de bu şekilde devam edilir.
- Toplam ve bileşke vektörü bulmak için ilk vektörün başlangıcından, sonuncunun ucuna bir doğru çizilir. Bu doğrunun ölçekli uzunluğu bileşke vektörün büyüklüğüdür, yönü de referans eksenine göre belirlenir.

2. *Trigonometrik metot;*

- Uygun koordinat eksenleri seçilir.
- Sinüs ve kosinüs fonksiyonları kullanılarak dik bileşenler bulunur.
- İşaretlere dikkat edilerek x-bileşenleri kendi arasında, y-bileşenleri de kendi aralarında toplanır. Bu toplamlar bileşkenin x ve y bileşenleridir.
- Bileşkenin büyüklüğünü bulmak için Pisagor teoremi kullanılır.
- Bileşke vektörün θ açısı, aşağıdaki bağıntı ile bulunur;

$$\theta = \tan^{-1} \frac{R_y}{R_x}$$

Matematiksel Problemi Çözme

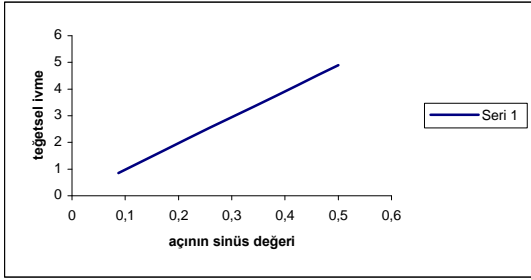
Öğrencilerinizin ikinci aşamada belirledikleri değişkenler ve üçüncü aşamada ifade edilen teorik bilgi ve matematiksel ifadeleri kullanarak model oluşturmaları beklenmektedir. Bu aşamada artık öğrencilerinizin gerekli bilgilere sahip olduğunu söyleyiniz ve onları bir model oluşturma konusunda cesaretlendiriniz. Gerçekleştirecekleri modeli grup arkadaşlarıyla oluşturmaları onların bu konuda daha fazla kendilerine güvenmelerine yardımcı olacaktır. Bu nedenle onların grup arkadaşlarıyla birlikte çalışabileceklerini ve problemi grupça çözebileceklerini belirtiniz.

Cismin radyal ivmesi; $a_r = \frac{v^2}{r}$ dir.

Ek 2'nin devamı

Teğetsel ivmesini bulmak için ise açıların sinüs değerleri alınır ve bu değerlere bağlı olarak teğetsel ivme, $\sin\theta$ grafiği çizilir;

θ	5	10	15	20	25	30
$\sin\theta$	0,087	0,173	0,259	0,342	0,423	0,5
a_t	0,85	1,70	2,56	3,35	4,14	4,9



Grafiğin eğimi alındığında; 9,8 değeri bulunur, yani; $g = \frac{a_t}{\sin\theta}$ olur. Buradan teğetsel ivme değeri ise; $a_t = g \sin\theta$ bulunur.

Bu durumda toplam ivme teğetsel ve radyal ivmenin vektörel toplamına eşittir.

$$a = \sqrt{a_t^2 + a_r^2} \Rightarrow a = \sqrt{\left(\frac{v^2}{r}\right)^2 + (g \sin\theta)^2} \text{ elde edilir.}$$

Çözümü Yorumlama

Oluşturulan model bu aşamada öğrenciler tarafından yeniden gözden geçirilerek çözümün doğruluğu yorumlanacaktır. Bu basamağı öğrencilere yönelteceğiniz sorularla onların konuyu daha yakından tanıyıp doğruluğunu denemelerine yardımcı olacaktır. Aşağıda bu konu için öğrencilerinize yol gösterebilecek birkaç soru örneği gösterilmektedir. Bu soruları kullanarak öğrencilerinizin çözümü yorumlamalarına yardımcı olabilirsiniz.

Adımın düşey eksenle yaptığı açı 45° olursa teğetsel ivmenin değeri ne olur?

Çözüm:

$$a_t = g \cdot \sin\theta \Rightarrow a_t = 9.8 \cdot 0,7 = 6,92m/s^2$$

Bacak uzunluğu 1m ve adım atış hızı 10m/s olan ayağın merkezci ivmesinin büyüklüğü nedir?

Çözüm:

$$a_r = \frac{v^2}{r} \Rightarrow a_r = \frac{(10)^2}{1} = 100m/s^2$$

Bir adım atışta ayağın toplam ivmesinin büyüklüğünün sayısal değerini bulunuz.

Çözüm:

$$a = \sqrt{a_t^2 + a_r^2} \Rightarrow a = \sqrt{(6.92)^2 + (100)^2} = 100,23m/s^2$$

Düzgün dairesel hareketle ilgili sizin günlük hayattan verebileceğiniz nasıl örnekler vardır? Bunları açıklayınız?

Ek 2'nin devamı

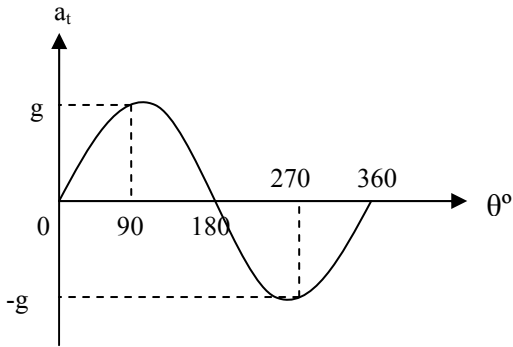
Modelin Doğrulanması

Öğrencilerin modeli daha yakından tanımaları ve geliştirdikleri modelde yeniden dikkate alınabilecek noktaları tekrar gözden geçirmeleri için bu aşamada çeşitli sorularla yeniden düşünebilirler. Bu çalışma için aşağıda konu ile ilgili sorular yer almaktadır. Bu bölüm için öğrencilerinize önce grup arkadaşlarıyla düşünmelerini ve daha sonra görüşlerini sınıf arkadaşlarıyla tartışmalarını isteyiniz. Oluşturacağınız tartışmaların modelin doğrulanmasına yönelik olan tartışmalar olmasına özen gösteriniz.

Herhangi sarkacın teğetsel ivmesinin açı (0-360°) ve hıza bağlı grafiğinin nasıl olacağını çiziniz ve açıklayınız.

Çözüm:

Sarkacın ivmesi açının sinüs değerine bağlı olarak değişecektir.



Sonucu Rapor Etme

Son bölüm çalışmanın rapor edilmesi, açıklanması ve tahmin edilmesi aşamalarından oluşmaktadır. Burada öğrencilerden rapor oluşturmaları beklenmektedir. Bu nedenle bu çalışmada öğrenciler tarafından doldurulan çalışma kağıdı onların süreç boyunca yaptığı çalışmalar yer almaktadır. Bu bölümde öğrenciler tarafından oluşturulan çalışma kağıtları yer alabilir. Böylece çalışma süreci hakkında öğretim elemanı öğrencilerin nasıl sonuca ulaştıklarını rahatlıkla görebilir. Ayrıca süreç sonunda öğrencilerin ne öğrendikleri hangi kazanımları elde ettiklerine yönelik sorular da yer alabilir.

Ek 2'nin devamı

KONU: GÖRECELİ HAREKET

SÜRE: 50 dakika

AMAÇ: Göreceli hareketi kavrayabilme

Hedef Davranışlar:

1. Göreceli harekete uygun bir model oluşturma
2. Göreceli harekette hızın skaler büyüklüğünü anlama
3. Göreceli harekette hareketliler arasında mesafeyi bulma

ANAHTAR KAVRAMLAR:

Göreceli hareket, trigonometri, vektör, hız

İŞLENİŞ VE ÖNERİLER:

Derse giriş:

Bu bölümde öğrencilerinizi öncelikle oluşturulan gerçek dünya probleminden haberdar edeceksiniz. Bunun için onlara oluşturulan problemi okuyarak ifadeyi anlamalarını sağlamalısınız. Gerçek dünya problemini okumadan önce öğrencilerinize üç yada dört kişi çalışacaklarını belirtin ve bunun için ders süresince birlikte çalışabilecekleri bir arkadaşlarıyla birlikte oturmalarını belirtiniz. Öğrencilerinizin derse hazır olduklarından emin olduktan sonra onlara aşağıda ifade edilen gerçek dünya problemini okuyun.

Gerçek Dünya Problemi

Filmlerin çoğunda seyircinin ilgisini çekebilmek ve daha özgün sahneler oluşturabilmek için özel efektler kullanılmaktadır. Özellikle arabalarla küçük alanlar kullanılarak çok uzun bir yolda seyahat ediliyormuş gibi gösterilmesi en sık kullanılan film hilelerinden biridir. Bu şekilde hazırlanan bir film setinde; kamera ve otomobil hemen hemen aynı noktalardan harekete başlayıp aralarında bulunan θ açısı ile kamera güney yönüne, otomobil ise güney batı yönüne doğru hareket etmektedir. Kameranın hızı v_K , otomobilin hızı ise v_O olarak düşünülürse; kameranın otomobili hangi hızla gittiğini ve bu hızın büyüklüğünü bulabilir misiniz?

Öğrencilerinize öncelikle problem durumunu algılamalarını, bu doğrultuda değişkenleri belirlemeleri gerektiğini belirtiniz. Problem durumunu tam olarak anlamaları için gerekli görürlerse konuyu görselleştirmek için şekil çizebileceklerini ifade ediniz. Problem durumunu tam olarak anladıklarından emin olduktan sonra grup içerisinde arkadaşlarıyla değişkenleri belirlemeleri gerektiğini ifade ediniz. Bu çalışma için öğrencilerinizden belirledikleri değişkenleri önlerinde bulunan kağıda yazmalarını isteyiniz. Bu bölümde öğrencilerin gerçek dünya problemini anlamaları ve bu probleme etki eden değişkenleri grup arkadaşlarıyla birlikte düşünmeleri beklenmektedir.

Ek 2'nin devamı

Kabullenmelerin Yapılması

Öğrenciler tarafından yapılacak kabullenmelerin belirlenmesi bu aşamada yapılacak çalışmalarla oluşturulmaktadır. Bu bölüm için sınıfta beyin fırtınası yöntemini kullanmak yerinde olacaktır. Çalışmada öncelikle grup üyelerinden bir tanesinin belirledikleri bir değişkeni söylemesini isteyiniz. Bu değişkeni tahtaya yazınız ve şekilde tüm grupların fikirlerini alınız.

Bu çalışma bittikten sonra grupların değişkenleri tartışmalarını isteyiniz. Bunun için gruplardan hangi değişkenlerin, neden bu çalışmada kullanılacağını sorarak tartışmayı başlatabilirsiniz.

Değişkenleri belirleme noktasında sınıf tartışmalarının çok uzun süre almamasına özen gösteriniz. Çalışmada tartışmanın farklı yönere yönelmesine müsaade etmeyiniz.

Tartışma tamamlandıktan sonra onlardan oluşturacakları modeldeki değişkenleri ortaya koymaları gerektiğini belirtiniz

Matematiksel Modelin Formülleştirilmesi

Bu bölümde ilk olarak öğrencilerinizden matematiksel modeli oluşturmalarını beklemeniz gerekmektedir. Bunun için gruplara birlikte çalışmalarını isteyiniz. Öğrencileriniz matematiksel modeli oluştururken onları gözlemleyerek modeli çözerken hangi bölümlerde zorlandıklarına dikkat ediniz.

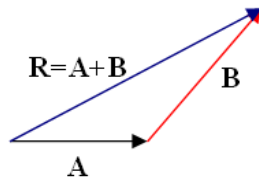
Modelin çözümü esnasında öğrenciler konu için gerekli bazı bilgilerde zorlanabilirler. Bu durumda onlara belirli sorular yönelterek modeli formüle etmelerine yardımcı olabilirsiniz. Bunu için aşağıda bazı açıklamalara yer verilmiştir. Bu açıklamalardan öğrencilerinizin eksiklikleri doğrultusunda sorular yönelterek sonuca ulaşmalarına yardımcı olabilirsiniz.

İki vektörün toplanmasında hangi yöntemler izlenmektedir?

Vektörlerde Toplama:

İki veya daha fazla vektör toplanacağı zaman öncelikle birimleri dikkate alınır. Toplanacak olan bütün vektörlerin birimleri aynı olmalıdır.

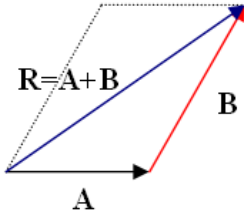
Vektör toplamada oluşturulan kurallar geometrik yöntemlerle ilişkilidir. A ve B gibi iki vektörümüz olsun. Bu vektörleri toplamak için öncelikle A vektörü çizilir, daha sonra B vektörünün büyüklüğüne eşit bir vektör A'nın ucundan başlayarak aynı ölçekte çizilir. Bileşke vektör A'nın başlangıcından B'nin bitimine çizilen vektördür. Bu toplama işlemine üçgen yöntemi denir.



Yan tarafta bulunan şekilde üçgen metoduna göre iki vektörün toplamı gösterilmektedir.

İki vektörün toplanmasında kullanılan bir başka yöntem ise paralel kenar metodudur. Bu çizimde iki vektörün başlangıçları aynı noktadadır ve bileşke vektör kenarları bu iki vektörden oluşan paralel kenarın köşegenidir.

Ek 2'nin devamı

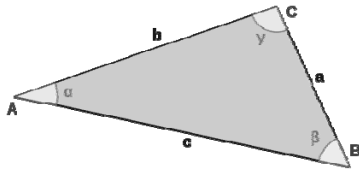


Yan tarafta paralel kenar metoduna göre iki vektörün toplamı gösterilmektedir.

Cosinus teoremi nedir ve hangi durumlarda bize yardımcı olabilir?

Cosinus Teoremi:

Kosinüs teoremi bir üçgende iki kenar ve bu kenarların arasındaki açı verildiği zaman bilinmeyen kenarı bulmak için kullanılan bir formüldür. Aşağıda bir üçgene kosinüs teoreminin uygulanması gösterilmektedir;



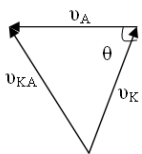
$$a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos \alpha$$

$$b^2 = a^2 + c^2 - 2ac \cos \beta$$

$$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos \gamma$$

Matematiksel Problemi Çözme

Öğrencilerinizden yukarıda verilen bilgileri de kullanarak gerçek dünya problemi için bir matematiksel model oluşturmalarını isteyiniz. Bunun için grup çalışması yapılabileceğinden bahsediniz. Onlardan belirlenen süre içerisinde uygun sonuca ulaşarak bir model oluşturmaları gerektiğinden bahsediniz. Öğrencilerinizin artık gerekli bilgilere sahip olduğunu, bunlar yardımıyla kolaylıkla sonuca ulaşabileceklerini ifade ediniz.



v_K = Kameranın hızı

v_A = Arabanın hızı

$v_{KA} = v_A + v_K$ ve

$$v_{KA}^2 = v_A^2 + v_K^2 - 2v_A v_K \cos \theta$$

$$v_{KA} = \sqrt{v_A^2 + v_K^2 - 2v_A v_K \cos \theta}$$

Çözümü Yorumlama

Öğrencilerin elde ettikleri çözümün doğruluğunu irdelediği bu aşamada onlara bazı sorular sorarak oluşturdukları modeli tekrar gözden geçirmelerine yardımcı olabilirsiniz. Bunun için aşağıda size yardımcı olabilecek birkaç soru örneği yer almaktadır. Gerekli gördüğünüz taktirde bu sorulara yeni sorular ekleyebilir veya mevcut soruların yapılarında bazı değişiklikler düşünebilirsiniz.

Başlangıçtaki problem durumunda kameramanın hızı 10m/s, otomobilin hızı 20 m/s ve aralarındaki açı 60° olduğuna göre kameraman otomobili hangi hızla ve nereye doğru giderken görmektedir?

Çözüm:

Bir önceki aşamada bulunan ifade yardımıyla; $v_{KA} = \sqrt{v_A^2 + v_K^2 - 2v_A v_K \cos \theta}$

Ek 2'nin devamı

$$v_{KA} = \sqrt{20^2 + 10^2 - 2 \cdot 20 \cdot 10 \cos 60} = 10\sqrt{3} \text{ m/s}$$

Daha önce sizde buna benzer durumlarla karşılaştınız mı? Karşılaştığınız durumları anlatır mısınız?

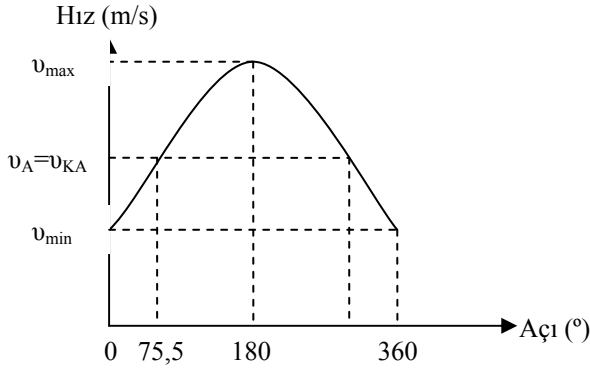
Modelin Doğrulanması

Bu bölümde öğrencilerinizden elde ettikleri sonucun doğruluğunu tartışmaları için onları yönlendirmeniz beklenmektedir. Bunun için onlara yöneltebileceğiniz sorular öğrencilerinizin oluşturdukları modeli tekrar gözden geçirmelerine yardımcı olacaktır. Aşağıda bu bölüm için hazırlanmış sorular yer almaktadır. Bu sorular yardımıyla öğrencilerinizin elde ettikleri sonucu tekrar gözden geçirmeleri ve elde ettikleri modeli daha da geliştirmeleri için yardımcı olabilir.

Kamera ile otomobil arasındaki açıyı ayarlamak isteyen bir yönetmen 0° den başlayarak 360° 'ye kadar otomobilin hızını merak etmektedir. Bu durumda hangi açılarda kamera otomobili bulunduğu hızından daha fazla ve hangi açılarda daha az görür? Bulduğunuz sonucu bir grafik yardımıyla nasıl ifade edebilirsiniz?

Çözüm:

Bilinen açı değerleri kullanılarak çözüme ulaşılabilir.



Sonucu Rapor Etme

Öğrencilere ders süreci başında verilen çalışma kağıtlarında gerçek dünya probleminin anlaşılması, modelin formüle edilmesi, çözümün yorumlanması ve modelin doğrulanması aşamalarına yer verilmiştir. Bu nedenle çalışma kağıtları öğrencilerin gelişimlerini görmeleri açısından yararlı olacaktır. Ayrıca çalışma sonucunda sonucun yorumlanması ve nelerin öğrenildiği de yer alabilir.

Ek 3. Doğrusal ve Düzlemde Hareket Üniteleri Öğretmen Adayı Etkinlikleri

YEŞİL DALGA

Adı Soyadı:

Numara:

Sınıf:

1-.....

2-.....

3-.....

4-.....

Günümüzde şehir içi trafikte araba kullanmak veya bir yerden başka bir yere araba ile gidebilmek oldukça zor bir hal almıştır. Özellikle bu duruma trafik lambaları da eklendiğinde arabalar art arda birçok trafik lambasında kırmızı ışığı bazen saniyelerce bazen de dakikalarca beklemektedir.

Oysa günümüzde kullanılan yeşil dalga sistemiyle araçlar trafik lambalarında sürekli yeşil ışıkla karşılaşmakta ve hep aynı hızlarla yollarına devam ederek hem zaman tasarrufu sağlamakta, hem de araçları sürekli durup hareket etmediği için yakıttan tasarruf sağlamaktadırlar.



Bir otoyolda kullanılan yeşil dalga sistemini düşündüğünüzde araçların hızları, yolun uzunluğu ve kullanılan trafik lambalarının süresini düşünerek, bir otomobilin yoluna devam ederken iki yeşil ışık arasında geçmesi için lambanın en az ne kadar süre yeşil olarak yanması gerektiği konusunda nasıl bir bağıntı oluşturarak bunu sağlayabileceğinizi düşününüz.

1. Problemden neler ifade edilmektedir? Problem durumunu kendi cümlelerinizle nasıl ifade edersiniz?

.....

.....

.....

.....

.....

Ek 3'ün devamı

2. Yukarıda ifade edilen problemi çözmek için nelerin bulunması istenmektedir?

.....

3. Bu problem için nasıl bir şekil oluşturursunuz?

Hangi değişkenlerin problemi çözmek için kullanılabileceğini düşünüyorsunuz?

.....

Hangi değişkenlerin sizin probleminiz için gerekli olduğunu düşünüyorsunuz ve hangi değişkenlerin ihmal edilebileceğini düşünüyorsunuz?

Gerekli değişkenler:

.....

İhmal edilebilir değişkenler:

.....



Hangi kabullenmeleri yaparak çalışmanızı oluşturmayı düşündüğünüzü yazınız. Size göre oluşturacağınız formülü gerçekleştirmek için hangi varsayımları yapmanız gerekmektedir?

.....

Bir önceki aşamada belirlediğiniz değişkenler doğrultusunda bu problemi nasıl çözerseniz?

Nasıl bir çözüm yolu oluşturursunuz?



Ek 3'ün devamı

İlk trafik lambası yeşil yandığı anda hız limiti 60km/sa olan bir yoldan sabit hızla gelen bir otomobil 500 m sonra başka bir trafik lambasıyla karşılaşmaktadır. İki lambanın yanma süreleri arasında en az ne kadar zaman olmalı ki otomobil hiç durmadan yoluna devam edebilsin?



Bir otomobilin ilk trafik ışıklarının olduğu kavşakta kırmızı ışıkla karşılaştığını düşününüz. Bu otomobilin durgun halden başlangıçtan itibaren sabit bir a ivmesi ile belirli bir sürede hızlanarak ikinci lambaların yeşil ışık yandığı sürede geçmesi için hızının ve aldığı yolun ne olması gerekmektedir?

Yukarıdaki problem durumunu grafikte nasıl ifade edersiniz?

Bir cismin süratının değişmesi hızını ve ivmesini nasıl etkileyebilir? Bu konudaki görüşlerinizi açıklayınız.

.....

.....

.....

.....

.....

.....



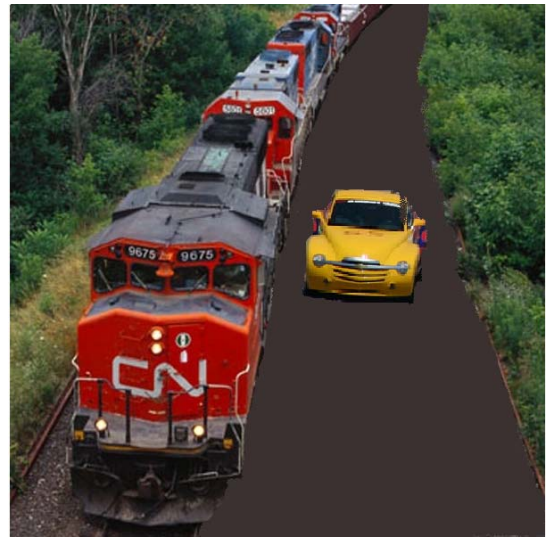
Ek 3'ün devamı

Başlangıçta oluşturduğunuz formülün uygulanamayacağı durumlar var mıdır? Varsa ne gibi durumlarda çalışmanız uygulanmaz?



.....

Paralel yollarda ilerleyen bir otomobil ve bir tren yollarına devam etmektedir. Otomobil belirli bir yerde kırmızı ışıkla karşılaşmakta ve t_0 süre durmaktadır. Tren ise sabit v hızı ile hareket etmektedir. Otomobil t süre hareketsiz kaldıktan sonra a ivmesi ile hareketine başlar ve v hızına ulaştığında hızı sabit kalır. Bu durumda otomobil trenin ne kadar gerisinde olur?



Çalışmada neler yaptığınızı kısaca özetleyiniz.

.....

Çalışma sonucunda neler öğrendiğinizi yazınız.

.....

Ek 3'ün devamı

ÇİTALAR**Adı Soyadı:****Numara:****Sınıf:**

- 1-.....
 2-.....
 3-.....
 4-.....

Kedigiller ailesinin ilginç bir üyesi olan çitalar karada yaşayan en hızlı hayvan olarak bilinirler. Çitalar yüksek hızlarının avantajı kullanarak avlanan hayvanlar olarak tanınırlar.



Bu şekilde avını avlayan bir çitanın durgun halden düzgün bir yol boyunca avına koşması bir bilim insanı taraftan izlenip çitanın belirli sürelerde aldığı yollar kaydedilmiştir. Bilim insanı bu şekilde çitaların aldıkları yollar, hız değerleri ve ivmeleri hakkında bilgi elde etmeyi amaçlamaktadır. Aşağıda kaydedilen verileri kullanarak zamanın bir fonksiyonu olarak çitanın belirli bir saniyedeki konum, hız ve ivme değerlerini bulmak için nasıl bir ifade geliştiriniz?

t(s)	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4
x(m)	0	3/4	3	27/4	12	75/4	27	147/4	48

Problem durumunda nelerin ifade edildiğini açıklayınız? Bu problem durumunda hangi değişkenler size verilemektedir ve problem durumunda ne ifade edilmektedir?

.....

Problem durumu için bir şekil çizmeniz gerekse nasıl bir şekilde problem durumunu ifade edeceğinizi aşağıya çiziniz.

Ek 3'ün devamı

Bu problem durumunu oluşturmak için hangi değişkenlerin sizin çalışmanız üzerine etkisi olacağını, hangi değişkenlerin problem durumunuzla ilişkili olduğunu düşünüyorsunuz?

Başka bir ifade ile hangi etkenler sizin problem durumunuzu etkilemektedir?

.....

Problemi çözmek için kullanacağınız değişkenleri belirlediğinizde hangi değişkenlerin sizin bu problemde kullanılacak değişkenler olduğunu kabul edeceksiniz ve hangi değişkenleri ihmal edebileceğinizi düşünmektесiniz.



Kullanılacak değişkenler:

.....

İhmal edilecek değişkenler:

.....

Hangi kabulleri yaparak probleminizi çözmeyi düşünüyorsunuz?

.....

Bir önceki aşamada belirlediğiniz kabullenmeler ve değişkenler doğrultusunda problem durumunuzu nasıl çözeceksiniz?



Ek 3'ün devamı

Çitanın 5. saniyedeki konum hız ve ivme değerlerini bulunuz.

Çitanın hız ve ivme değerlerini grafiksel olarak nasıl yorumlarsınız.



Çevrenizde hız ve ivme kavramlarıyla nerelerde karşılaştığınızı açıklayınız.

.....
.....
.....
.....
.....
.....

Sabit hızla ilerleyen ve sabit ivme ile ilerleyen iki kişiyi karşılaştırdığınızda size göre bir yolda hangisinin ne kadarlık yolu daha erken bitirmesini beklersiniz?



.....
.....
.....
.....
.....

Ek 3'ün devamı

Kışın karların çok olduğu yüksek kesimlerde insanlar yük taşımak için kızaklardan yararlanmaktadır. Yazın dağlarda yapılan odunlar köylere kışın kızaklar vasıtasıyla taşınmaktadır. İnsanlar bu şekilde birkaç eğimli tepelerden geçildikten sonra da köyelerine ulaşırlar.

Böyle bir ulaşımında bir kızıağın aşağıda verilen eğimli tepelerden geçerken ki süre değerleri verilmiştir. Tüm tepelerden düzlüğe kadar alınan yolun 100 m olduğunu kabul ederek her bir yamaçtaki ivmeyi hesap ediniz ve bu ivmenin yer çekimi ivmesiyle ilişkisini bulunuz.

θ , (°)	10°	20°	30°
zaman, (s)	10,84	7,72	6.39



Bu çalışmadan çıkardığımız sonuçlar nelerdir?

.....

.....

.....

.....

Bu çalışma süresince neler yaptığımızı kısaca özetleyiniz.

.....

.....

.....

.....

Bu ders sonunda neler öğrendiğinizi yazınız.

.....

.....

.....

Ek 3'ün devamı

İLGİNÇ GELENEK

Adı Soyadı:

Numara:

Sınıf:

- 1-.....
 2-.....
 3-.....
 4-.....

Her ülkenin hatta yörenin kendine özgü gelenekleri vardır ve bazı insanlar bu geleneklere oldukça bağlı bir yaşam tarzı sürdürmek istemektedirler. Bu geleneklerden bir kısmı ise oldukça ilginç özellikler taşıyabilmektedir.



Yaklaşık 500 yıllık geçmişi olan bir gelenekte Hindistan'da yaşayan Müslümanlar tehlikeli bir şekilde bebeklerini aşağıya bırakıyorlar. Babalar henüz birkaç aylık olan bebekleriyle Çiçek Kulesi adını verdikleri yüksek bir kuleye çıkıyorlar. Bu şekilde çocuklarının daha güçlü olacağına inanan babalar, bebeği boşluğa bırakıyor ve bebek gerilen beyaz çarşafın üzerine düşüyor.

Buna göre belirli yükseklikten serbest bırakılan bu bebeklerin düştüğü yüksekliği ve son hızlarını veren formülleri bulunuz.

Bu problemde ne ifade edildiğini açıklayınız. Problem durumunu açıkça belirtiniz.

.....

Bu problem durumu için şekil çizmeniz gerekse nasıl bir şekil çizeceğinizi gösteriniz.

Ek 3'ün devamı



Yukarıda belirtilen problem durumunda hangi değişkenlerin bu problemi etkilediğini düşünüyorsunuz?

.....

.....

.....

.....

.....

Belirlenen değişkenlerden hangilerini kendi çalışmanızda kullanmayı düşünüyorsunuz ve hangi değişkenlerin ihmal edilebileceğini düşünüyorsunuz?

Gerekli değişkenler:

.....

İhmal edilebilir değişkenler:.....

.....

Bu çalışma için hangi kabullenmeleri yapmanız gerektiğini belirtiniz.

Belirlediğiniz değişkenler doğrultusunda nasıl çözüm geliştirdiğinizi açıklayınız.



Serbest düşme yapan bir cismin hızının belirli bir anda 2,45 m/s olduğunda ivmesi, aldığı yol ve geçen sürenin ne kadar olduğunu bulunuz.

Ek 3'ün devamı

Bu cismin $\frac{1}{2}$ ve $\frac{1}{8}$ saniyelerdeki hızı, ivmesi ve aldığı yol ne kadardır?



Oluşturduğunuz formülü hangi durumlarda kullanabilirsiniz? Kullanamadığımız diğer değişkenleri dikkate aldığınızda sonuçlarda nasıl değişiklikler olmasını beklersiniz?

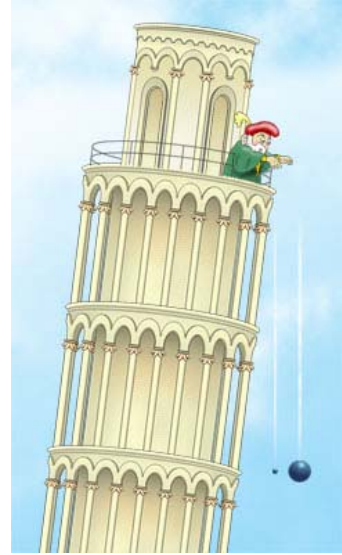
.....

Bebeklerin atıldıktan sonra belirli saniyelerdeki hız ve aldığı yol değerleri merak edilse bu kez hangi ifadeler kullanılabilir?

Serbest düşme hareketinin tarihine bakıldığında ilk olarak Aristotle (M.Ö 384/322) nin bu alanda çalıştığı görülmektedir. Filozof ağır cisimlerin daha erken yere düşeceğini ve düşen bir nesnenin hızının sabit olduğu sonucuna varmıştı.

Bu kabullenmeden yaklaşık 2000 yıl sonra Galileo (1564/1626) serbest düşme hareketini deneysel olarak tekrar irdeledi ve İtalya'nın Pisa kulesinden bıraktığı farklı iki ağırlıktaki topun aynı anda yer düştüğünü gözlemledi, buna bağlı olarak belirli saniyelerde aldığı yolları buldu. Aşağıda Galileo tarafından hesap edilen zaman ve alınan yol değerleri olduğuna göre Ünlü Bilim İnsanı tarafından oluşturulan serbest düşme ifadesini nasıl bulabilirsiniz?

Geçen zaman (s)	0	1	2	3	4	5
Düşme mesafesi (m)	0	5	20	45	80	125



Ek 3'ün devamı

Başlangıçta belirlenen problem durumundan çözüme ulaşmak için çalışma süresince yaptıklarınızı kısaca özetleyiniz.

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Bu çalışmayı yürütmenizin size neler kazandırdığını ifade ediniz.

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Ek 3'ün devamı

CENOVA ÇEŞMESİ

Adı Soyadı:

Numara:

Sınıf:

1-.....

2-.....

3-.....

4-.....

İtalya'nın en çok turist çeken tarihi şehirlerinden biri de bir zamanlar Cenevizlilerin baş kenti olan Cenova'dır. Şehir birçok tarihi ve turistik yeri ile oldukça fazla ilgiyi hak eden ve turistlerce sıkça ziyaret edilen yerlerin başında gelmektedir.

Cenova'ya gelen turistler şehir meydanında bulunan çeşmeyi ziyaret etmeden Cenova'dan ayrılmazlar. Burada bulunan büyük çeşmede fiskiyelerden sular yukarı veya yatay olarak akarak çok güzel bir görüntü oluşturur.



Çeşmede hoş bir görüntü oluşması için su seviyesinden daha yukarıda olan borulardan yukarı doğru fırlatılan damlacıklar daha sonra belli bir hızla su yüzeyine çarpar. Bu şekilde hareket eden bir su damlacığının su borusunu terk ettikten sonra tekrar suya çarpacağı süre içerisinde havada ne kadar kaldığını gösteren bir ifade elde ediniz.



Ek 3'ün devamı

Problemde verilenleri kendi cümlelerinizle nasıl ifade edersiniz? Problem cümlesini kendi cümlelerinizle tanımlayınız.

.....

.....

.....

.....

.....

İfade edilen problemde nelerin verildiğini ve nelerin bulunması gerektiğini listeleyiniz.

.....

.....

.....

.....

Bu problem durumunu daha yakından tanımak için bir şekil çizmeniz gerekse nasıl bir şekil çizerek problem durumunu ifade ederdingiz?

Su damlacığının düşmesinde hangi değişkenler sizin bu problemi çözenize yardımcı olabilir? Burada problemde kullanılacak değişkenler nelerdir?

.....

.....

.....

.....

Oluşturacak olduğunuz matematiksel ifadede yukarıda belirttiğiniz hangi değişkenlerin kullanılabileceğini düşünüyorsunuz ve hangi değişkenlerin ihmal edilebileceğini düşünüyorsunuz?

Gerekli değişkenler:

.....

.....

.....

İhmal edilebilir değişkenler:

.....

.....

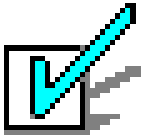
.....



Ek 3'ün devamı

Elde ettiğiniz veriler yardımıyla nasıl bir matematiksel ifade kullanarak yukarıda verilen problem durumunu çözebilirsiniz?

Bu cisim 19,6 m/s lik ilk hızla bir kayanın kenarından yukarı doğru fırlatılmaktadır. Kayanın uçurumun dibine olan uzaklığı 58.8 m olduğuna göre bu cismin havada kalma süresi ne kadardır?



Aynı cisim en fazla ne kadar yüksekliğe çıkmıştır?

Bulduğunuz sonucu gerçek dünyada nerelerde kullanabileceğiniz hakkında görüşleriniz nelerdir?

.....
.....
.....
.....



Ek 3'ün devamı

Size göre oluşturduğunuz formül nerelerde kullanılırsa başarılı sonuçlar elde edilebilir?

.....

Cenova çeşmesinde su damlacıklarının bu kez eğik olarak v_0 hızı ile harekete başlayıp belirli



bir yükseklikte damlacıkların hareketinin sonlandığını düşününüz. Bu durumda damlacıkların tam tepede iken hızı $v_0/2$ olduğuna göre suyun başlangıçta hangi açıyla boruyu terk ettiğini bulunuz.

Ders boyunca problem durumuna ulaşmada yaptığınız çalışmaları kısaca özetleyiniz.

.....



Bu çalışma size neler kazandırmıştır? Açıklayınız.

.....

Ek 3'ün devamı

DÜŞEN KİREMİT**Adı Soyadı:****Numara:****Sınıf:**

1-.....

2-.....

3-.....

4-.....

Çatısını tamir etmek isteyen bir kişi kış gününde karla kaplı çatıya çıkar ve orada çalışmaya başlar. Bu sırada kiremitlerden bir tanesi elinden çıkar ve çatı yüzeyinin karlı olması nedeniyle kayarak eğim açısı θ olan çatı kenarını v_0 hızıyla terk eder ve h kadar yükseklikte olan binadan R kadar uzakta bir noktaya düşer. Bu kiremidin yere düştüğü andaki hızını bulmanız istense nasıl bir formül (ifade) geliştirirdiniz?



Okuduğunuz problemde ne anlatılmaya çalışıldığını ve nelerin istendiğini kendi cümlelerinizle belirtiniz.

.....

.....

.....

.....

.....

Yukarda yer alan problem anlatmak için bir şekil çizmeniz gerekse nasıl bir şekil çizerdiniz?

Ek 3'ün devamı

Bu problemin çözülmesi için hangi değişkenler çözümü etkilemektedir? Bu çalışma için hangi değişkenler kullanılabilir?

.....

.....

.....

.....

Kendi çalışmanızda sizin bu probleme uygun bir ifade geliştirmek için hangi değişkenleri çalışmanızda kullanabilirsiniz ve hangi değişkenleri ihmal edebilirsiniz?



Kullanılacak değişkenler:

.....

.....

.....

.....

İhmal edilebilir değişkenler:

.....

.....

.....

Elde ettiğiniz bilgiler doğrultusunda nasıl bir ifade geliştirebilirsiniz?



İfade edilen problemde 10 m/s ilk hızla düşen tuğla 10 m yüksekliğinde olan çatıdan yere düşmektedir. Bu durumda tuğla yere hangi hızla çarpmıştır? ($g=10\text{m/s}^2$)

Ek 3'ün devamı

Size göre oluşturduğunuz formülü gerçek dünyaya uygulasak en önemli eksikliğin hangi konuda çıkacağı hakkında ne düşünüyorsunuz?

.....

Sonucunuzu başka durumlara uyarlamanız istense çevrenizden karşılaştığınız durumlarla ilgili bu konuya verebileceğiniz karşılaşmış olduğunuz örnekler var mıdır? Bu örneklerin neler olduğunu açıklar mısınız?

.....

Tuğlanın çatıyı v_0 hızı ve θ° lik açıyla terk ettiğini düşünürsek düşeyde H kadarlık yol aldığında yatayda hangi mesafeye düşer?

Bu kez düz bir masanın kenarından kayan bilyeyi düşündüğünüzde yere düştüğü andaki hızı veren ifade ne olabilir?

Bu çalışmada sonuca ulaşmak için neler yaptığınızı kısaca özetleyiniz.

.....

Bu çalışmanın size kazandırdıklarını yazınız.

.....

Ek 3'ün devamı

BALERİN**Adı Soyadı:****Numara:****Sınıf:**

1-.....

2-.....

3-.....

4-.....

Balerinlerin sıklıkla havada sıçrama hareketi yaptıklarını görürsünüz. Bu hareket eğik atış hareketine benzemektedir. Balerinler hem yatayda belirli bir yol alırken hem de düşey yönde hareket etmektedirler. Bu şekilde figürler oluşturan balerinler, kendilerinin yaptıkları hareketin yatay ve düşey düzlemde aldıkları yollar arasında bir ilişki ile gerçekleştiğini söylemektedirler ve bu sayede istedikleri noktaya rahatlıkla ulaşabildiklerini ifade etmektedirler. Buna göre balerinlerin düşeyde çıkabileceği maksimum yükseklik ile yatayda aldıkları yol arasında bir ilişki olduğunu ispatlayıp balerinleri haklı çıkarabilir misiniz?



Yukarıda ifade edilen problem durumunu kendi cümlelerinizle tekrar ifade ediniz ve problemde nelerin istendiğini ortaya koyunuz.

.....

Balerinin hareketi için mevcut problem durumu doğrultusunda bir şekil oluşturunuz.

Ek 3'ün devamı

Problemde balerinin hareketine belirli değişkenler etki etmektedir. Bu değişkenlerin neler olabileceğini düşünüyorsunuz?

.....

Bir önceki aşamada belirlediğiniz değişkenlerden hangilerini çalışmanızda kullanmayı düşünüyorsunuz ve hangi değişkenleri ihmal edebilirsiniz?



Gerekli değişkenler:

.....

İhmal edilebilir değişkenler:

.....

Başlangıçtaki problem durumunuzu tekrar göz önüne aldığınızda bu problem durumunu çözmek için nasıl bir çözüm yolu geliştireceksiniz.

Yerden yatay olarak zıplayan bir balerin başlangıç açısı 30^0 ve çıktığı maksimum yükseklik 70 cm olduğuna göre yatayda ne kadar yol alarak tekrar yere düştüğünü bir önceki aşamada bulduğunuz ifade yardımıyla nasıl elde edebilirsiniz?

Ek 3'ün devamı

Aynı balerinin havada ne kadar süre kalmıştır?



Sizin karşılaştığınız olduğunuz yatay atışla ilgili ne gibi örnekler var?

.....

.....

.....

.....

Aynı soru eğik atış hareketi için düşünülseydi bu kez cevabınız nasıl olurdu? Yani balerin bir tabureden eğik atış hareketi yaparak yere atılsa, yatayda ve düşeyde alacağı yollar arasında nasıl bir ilişki olurdu? Açıklayınız.

Çalışma süresince neler yaptığınızı kısaca özetleyiniz.

.....

.....

.....

.....

Yaptığınız çalışma sonucunda neler öğrendiğinizi ifade ediniz.

.....

.....

.....

.....

Ek 3'ün devamı

ADIMLAR**Adı Soyadı:****Numara:****Sınıf:**

1-.....

2-.....

3-.....

4-.....

Sık sık bir yerlere yetişmek, bir işimizi halletmek veya spor yapmak için yürüyüş yaparız. Yürüyüş yaparken ayaklarımızın tıpkı basit bir sarkaçta olduğu gibi hareket ettiğini hiç düşündünüz mü? Aslında bir çoğumuz yürüyüş yaparken basit sarkaç hareketini defalarca tekrarlıyorsunuz.



Bu şekilde yürüyüş yapan bir kişinin bir adımda ayağının hızı v ve bacağına uzunluğu ℓ kadardır. Bir adımını atarken adımını açtığı andan tekrar kapatıncaya kadar adım atma açısı ve teğetsel ivme değerleri ise aşağıda bulunan tabloda yer aldığı gibidir. Bu durumda bir adım atılırken toplam ivmenin ne olacağı ile ilgili bir ifade bulunuz?

θ	5	10	15	20	25	30
a_t	0,85	1,70	2,56	3,35	4,14	4,9

Problem durumunu kendi cümlelerinizle ifade ediniz ve burada nelerin istendiğini belirleyiniz.

.....

.....

.....

.....

Ek 3'ün devamı

Yukarıda belirlenen problem durumuna uygun nasıl bir şekil oluşturabilirsiniz?

İfade edilen problem durumunda hangi değişkenlerin oluşturacağınız ifadeye etki edeceğini düşünüyorsunuz?

.....

Hangi değişkenler bu çalışmada kullanılabilir ve ifade edilen değişkenlerden hangileri ihmal edilebilir?

Gerekli değişkenler:

.....

İhmal edilebilir değişkenler:.....

.....

Elde ettiğiniz çalışmalar doğrultusunda bir adımın ivmesinin nasıl bulunacağını ifade ediniz.



Adımın düşey eksenle yaptığı açı 45^0 olursa teğetsel ivmenin değeri ne olur?

Ek 3'ün devamı

Bacak uzunluğu 1m ve adım atış hızı 10m/s olan ayağın merkezci ivmesinin büyüklüğü nedir?

Bir adım atışta ayağın toplam ivmesinin büyüklüğünün sayısal değerini bulunuz.



Düzgün dairesel hareketle ilgili sizin günlük hayattan verebileceğiniz nasıl örnekler vardır? Bunları açıklayınız?

.....

.....

.....

.....

.....

Herhangi sarkacın teğetsel ivmesinin açı (0-360°) ve hıza bağlı grafiğinin nasıl olacağını çizin ve açıklayınız.

Ders süresince yaptığınız çalışmayı özetleyiniz.

.....

.....

.....

.....

Bu çalışmayla neler öğrendiğinizi yazınız.

.....

.....

.....

.....

Ek 3'ün devamı

FİLM HİLELERİ**Adı Soyadı:****Numara:****Sınıf:**

1-.....

2-.....

3-.....

4-.....

Filmlerin çoğunda seyircinin ilgisini çekebilmek ve daha özgün sahneler oluşturabilmek için özel efektler kullanılmaktadır. Özellikle arabalarla küçük alanlar kullanılarak çok uzun bir yolda seyahat ediliyormuş gibi gösterilmesi en sık kullanılan film hilelerinden biridir. Bu şekilde hazırlanan bir film setinde; kamera ve otomobil hemen hemen aynı noktalardan harekete başlayıp aralarında bulunan θ açısı ile kamera güney yönüne, otomobil ise güney batı yönüne doğru hareket etmektedir. Kameranın hızı v_K , otomobilin hızı ise v_O olarak düşünülürse; kameranın otomobili hangi hızla gittiğini ve bu hızın büyüklüğünü bulabilir misiniz?



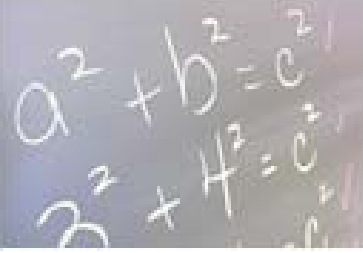
İfade edilen problem durumunu dikkate aldığınızda bu problem durumunda neler istenmekte olduğunu ifade ediniz.

.....

Yukarıda ifade edilen problem durumu için nasıl bir şekil oluşturmanız gerekebilir?

Ek 3'ün devamı

Problem durumuna hangi değişkenler etki etmektedir?



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Bir önceki aşamada belirlediğiniz değişkenlerden hangilerini kendi çalışmanızda kullanacaksınız ve hangilerinin ihmal edilebilir olduğunu düşünüyorsunuz?

Gerekli değişkenler:

.....

İhmal edilebilir değişkenler:.....

.....

Oluşturduğunuz değişkenleri ve problem durumunu göz önünde bulundurduğunuzda nasıl bir ifadeyle; kameranın otomobili çekme hızını ve büyüklüğünü bulabilirsiniz?



Başlangıçtaki problem durumunda kameramanın hızı 10m/s, otomobilin hızı 20 m/s ve aralarındaki açı 60° olduğuna göre kameraman otomobili hangi hızla ve nereye doğru giderken görmektedir?

Ek 3'ün devamı

Daha önce sizde buna benzer durumlarla karşılaştınız mı? Karşılaştığınız durumları anlatır mısınız?



.....

.....

.....

.....

.....

.....

Kamera ile otomobil arasındaki açıyı ayarlamak isteyen bir yönetmen 0° den başlayarak 360° 'ye kadar otomobilin hızını merak etmektedir. Bu durumda hangi açılarda kamera otomobili bulunduğu hızından daha fazla ve hangi açılarda daha az görür? Bulduğunuz sonucu bir grafik yardımıyla nasıl ifade edebilirsiniz?

Yaptığınız çalışmayı kısaca özetlemeniz istense size göre en uygun özet nasıl olurdu?

.....

.....

.....

.....

.....

.....



Bu çalışmayla kazandıklarınızın neler olduğunuz düşünüyorsunuz?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Ek 4. Bir Öğretmen Adayı Rehber Materyalinin Ayrıntılı Açıklaması

Aşağıda bir önceki bölümde öğretim elemanı rehber materyali açıklanan ilginç gelenek isimli etkinliğe ait öğretmen adayı rehber materyalinin bölümlerine ve bu bölümlerin açıklamalarına yer verilmiştir.

1. Gerçek dünya problemi

Bu bölümün ilk aşamasında öğretmen adayı rehber materyalinde gerçek dünya problemi, problemi daha iyi açıklaması için bir resim bulunmaktadır. Öğretmen adayı rehber materyalinin sonraki aşamasında adayların problemi daha yakından tanımları için problem durumu ile ilgili sorular yer almaktadır. Bu sorularda öğretmen adaylarından problemi kendi cümleleri ile ifade etmeleri ve problem durumunu açıklamak için şekil çizmeleri istenmiştir. Bölümün son aşamasında problemde yer alan değişkenlerin öğretmen adayları tarafından listelenmesi gerektiği belirtilmiştir.

Her ülkenin hatta yörenin kendine özgü gelenekleri vardır ve bazı insanlar bu geleneklere oldukça bağlı bir yaşam tarzı sürdürmek istemektedirler. Bu geleneklerden bir kısmı ise oldukça ilginç özellikler taşıyabilmektedir.



Yaklaşık 500 yıllık geçmişi olan bir gelenekte Hindistan'da yaşayan Müslümanlar tehlikeli bir şekilde bebeklerini aşağıya bırakıyorlar. Babalar henüz birkaç aylık olan bebekleriyle Çiçek Kulesi adını verdikleri yüksek bir kuleye çıkıyorlar. Bu şekilde çocuklarının daha güçlü olacağına inanan babalar, bebeği boşluğa bırakıyor ve bebek gerilen beyaz çarşafın üzerine düşüyor.

Buna göre belirli yükseklikten serbest bırakılan bu bebeklerin düştüğü yüksekliği ve son hızlarını veren formülleri bulunuz.

Ek 4'ün devamı

Her ülkenin hatta yörenin kendine özgü gelenekleri vardır ve bazı insanlar bu geleneklere oldukça bağlı bir yaşam tarzı sürdürmek istemektedirler. Bu geleneklerden bir kısmı ise oldukça ilginç özellikler taşıyabilmektedir.



Bu problemde ne ifade edildiğini açıklayınız. Problem durumunu açıkça belirtiniz.

.....

.....

.....

.....

.....

Bu problem durumu için şekil çizmeniz gerekse nasıl bir şekil çizeceğinizi gösteriniz.



Yukarıda belirtilen problem durumunda hangi değişkenlerin bu problemi etkilediğini düşünüyorsunuz?

.....

.....

.....

.....

.....

Ek 4'ün devamı

2. *Kabullenmelerin yapılması*

Çalışmanın bu aşamasında öğretmen adaylarından bir önceki aşamada belirledikleri değişkenleri gruplandırarak gerekli değişkenler ve ihmal edilebilir değişkenler başlığı altında toplayarak öğretmen adayı rehber materyaline yazmaları beklenmiştir. Yine aynı aşamada öğretmen adaylarından ne tür kabullenmeleri yaparak problemi çözmeleri gerektiğini düşünmeleri beklenmiş ve bunun için de ayrı bölüm oluşturulmuştur.

Aşağıdaki bölümde ilginç gelenek isimli etkinlikte öğretmen adayı rehber materyalinde kabullenmelerin yapılması aşamasında yer alan sorulara yer verilmiştir.

Belirlenen değişkenlerden hangilerini kendi çalışmanızda kullanmayı düşünüyorsunuz ve hangi değişkenlerin ihmal edilebileceğini düşünüyorsunuz?

Gerekli değişkenler:.....

.....

.....

İhmal edilebilir değişkenler:.....

.....

.....

Bu çalışma için hangi kabullenmeleri yapmanız gerektiğini belirtiniz.

3. *Matematiksel problemi çözme*

Çalışmanın bu aşamasında öğretmen adaylarından gerçek dünya probleminin çözümü beklenmektedir. Ancak bu bölümde öğretmen adayı rehber materyalinde herhangi bir açıklamaya yer verilmemiş sadece çözüm istenmiştir. Bölüm içerisinde gerekli açıklamalar ve yönlendirmeler öğretim elemanı rehber materyali içerisinde bulunmaktadır.

Belirlediğiniz değişkenler doğrultusunda nasıl çözüm geliştirdiğinizi açıklayınız.



4. *Çözümü yorumlama*

Bir önceki aşamada elde edilen problemin çözümüne yönelik olarak bu aşamada öğretmen adaylarının modeli daha yakından tanımlarına yönelik sorular yer almaktadır.

Ek 4'ün devamı

Aşağıdaki bölümde geliştirilen öğretmen adayı rehber materyalinin çözümü yorumlama basamağına ait örnek yer almaktadır.

Serbest düşme yapan bir cismin hızının belirli bir anda 2,45 m/s olduğunda ivmesi, aldığı yol ve geçen sürenin ne kadar olduğunu bulunuz.



Bu cismin $\frac{1}{2}$ ve $\frac{1}{8}$ saniyelerdeki hızı, ivmesi ve aldığı yol ne kadardır?

5. Modeli doğrulama

Bu basamakta öğretmen adaylarının modeli daha yakından tanıyıp modeli irdelemeleri için bazı sorulara yer verilmiştir. Aşağıda bir örneği gösterilen öğretmen adayı rehber materyalinin modelin doğrulanması aşamasında adaylara yöneltilen sorular bulunmaktadır.

Oluşturduğunuz formülü hangi durumlarda kullanabilirsiniz? Kullanamadığınız diğer değişkenleri dikkate aldığınızda sonuçlarda nasıl değişiklikler olmasını beklersiniz?

.....

Bebeklerin atıldıktan sonra belirli saniyelerdeki hız ve aldığı yol değerleri merak edilse bu kez hangi ifadeler kullanılabilir?

Serbest düşme hareketinin tarihine bakıldığında ilk olarak Aristotle (M.Ö 384/322) nin bu alanda çalıştığı görülmektedir. Filozof ağır cisimlerin daha erken yere düşeceğini ve düşen bir nesnenin hızının sabit olduğu sonucuna varmıştı.

Bu kabullenmeden yaklaşık 2000 yıl sonra Galileo (1564/1626) serbest düşme hareketini deneysel olarak tekrar irdeledi ve İtalya'nın Pisa kulesinden bıraktığı farklı iki ağırlıktaki topun aynı anda yer düştüğünü gözlemledi, buna bağlı olarak belirli saniyelerde aldığı yolları buldu. Aşağıda Galileo tarafından hesap edilen zaman ve alınan yol değerleri olduğuna göre Ünlü Bilim İnsanı tarafından oluşturulan serbest düşme ifadesini nasıl bulabilirsiniz?



Geçen zaman (s)	0	1	2	3	4	5
Düşme mesafesi (m)	0	5	20	45	80	125

Ek 4'ün devamı

6. Rapor etme açıklama ve tahmin

Öğretmen adaylarının aşamalar boyunca ilerlemelerini fark etmeleri için çalışmanın son bölümüne etkinlik sürecini özetlemeleri ve kazanımlarını yazmaları istenmiştir. Aşağıda bu bölüme ait örnek gösterilmiştir.

Başlangıçta belirlenen problem durumundan çözüme ulaşmak için çalışma süresince yaptıklarınızı kısaca özetleyiniz.

.....
.....
.....

Bu çalışmayı yürütmenizin size neler kazandırdığını ifade ediniz.

.....
.....
.....

Ek 5. Pilot Çalışma Sonunda Öğretim Materyallerinde Yapılan Düzeltmeler

Pilot çalışma sonucunda öğretmen adayı etkinlikleri ve öğretim elemanı rehber materyallerinde eksik olan, aksayan, düzeltilmesi gereken ve bu doğrultuda geliştirilen bölümler ve kısımlar aşağıda her bir bölüm için ayrı ayrı sunularak gerekli açıklamalar yapılmıştır.

Öğretmen Adayı Etkinliklerinde Yapılan Düzeltmeler

Pilot çalışma sonunda öğretmen adayı etkinliklerinde bazı yerlerde aksayan noktalar veya eksiklikler tespit edilmiş ve bu konuda bazı düzenlemeler yapılmıştır. Bu düzenlemeler bir tablo yardımıyla aşağıda sunulmuş ve konuyla ilgili örnek bir etkinlik aşağıda açıklanmıştır. Pilot çalışma sonunda öğretmen adayı etkinliklerinde oluşturulan düzenlemeler şu şekilde ifade edilebilir;

Ek 5'in devamı

Öğretmen adayları çalışmaları kapsamında yapılan değişiklik ve düzenlemeler

Matematiksel modelleme aşamaları	1. Etkinlik Ortalama sürat	2. Etkinlik Sabit ivmeli hareket	3. Etkinlik Serbest düşme	4. Etkinlik Düşey atış hareketi	5. Etkinlik Eğik atış hareketi	6. Etkinlik Yatay atış hareketi	7. Etkinlik Dairesel hareket	8. Etkinlik Göreceli hareket
Gerçek dünya problemi	Resimler	Başlık Güncel örnek Resimler	Başlık Güncel örnek Resimler	Başlık Güncel örnek Resimler	Resimler	Resimler	Başlık Güncel örnek Resimler	Başlık Güncel örnek Resimler Açı değeri yerine θ
Kabullenmelerin yapılması	-	Kabullenmelerini yazma yerine yönlendirme	Kabullenmelere yönlendirme	Kabullenmelere yönlendirme	-	-	-	-
Çözümü yorumlama	“sabit bir ivmesi” vurgusu “Model” kelimesi yerine “formül”	“Farklı örnek” Netleşmiş soru çerçevesi	Modelin olumlu özellikleri	Modelde en beğenilen özellik yok “Cisimler eşit sürelerde eşit mi yol almaktadır?” çıkarıldı	Yerçekimi ivmesi= 10m/s^2 1 soru yeterli 2. çıkarıldı	Modeldeki önemli özellikler yok Bulunan formüle yönlendirme	Yeni açı değeri 45° 2. örnekte farklı sayı değerleri Güçlü zayıf yönler çıkarıldı	Soruda 60° değerini belirtmek Güçlü ve zayıf yönler yok
Modeli doğrulama	Soruya “ t_0 süre” durmakta olduğu vurgusu	Deneysel modellemeye Uygun örnek	Deneysel modellemeye Uygun örnek	Model yerine formül ifadesi	Model yerine formül Yeni soru eklendi	Soru şeklinde açıklama	Soru yerine grafik ve açıklama	Grafik kullanma ile farklı duruma uyarılama
Rapor etme açıklama ve tahmin	-	Modellemeye yapılanları özetleme	Modellemeye yapılanları özetleme	-	-	-	-	-

Ek 5'in devamı

Çalışmalarda genel olarak yerleştirilen resimler öğretmen adayları tarafından küçük oldukları için tam olarak algılanamamıştır. Bazı öğretmen adayları resimlerin varlığını bile fark etmezken bazıları resimlerin neyi ifade ettiğini anlayamamışlardır. Bu nedenle çalışmalarında tümünde bulunan resimlerin boyutları yeniden düzenlenmiştir. Çalışmalarda gerçek dünya problemlerinin bazıları adaylar tarafından ilginç olarak görülememesi ve bazılarının ise tam olarak zihinde canlandırılmasında sorunların olması nedeniyle örneklerin bir kısmı daha ilginç ve anlaşılabilir örneklerle değiştirilmiştir. Bu duruma bağlı olarak etkinliklerin başlıkları da gerçek dünya problemiyle ilişkili olarak yeniden düzenlenerek problemlere uygun başlıklar kullanılmıştır.

Kabullenmelerin yapılması aşamasında; öğretmen adaylarından direkt olarak kendi kabullenmelerini yazmaları istendiğinde adaylar tarafından kabullenmenin ne olduğunun anlaşılması konusunda sıkıntılar oluşması ve incelenen materyallerde bu bölüme yeterli açıklamaları yazamamaları nedeniyle pilot uygulamada yer alan “*kabullenmelerinizi belirtin veya bu problem durumu için kabullenmeleriniz nelerdir*” ifadeleri çıkartılarak bunların yerine adayları kendi kabullenmelerine yönlendirecek ifadelere yer verilmiştir.

Çözümü yorumlama aşamasında sürdürülen ders gözlemlerinde ve incelenen dokümanlarda öğretmen adaylarının buldukları modelle ilişkili olarak yöneltilen soruların bazı noktalarını yanlış anladıkları veya anlamakta zorluk çekerek öğretim elemanına sorular yönelttiği gözlemlendiğinden bu bölümde yer alan sorularda bazı düzenlemeler yapılmıştır. Ayrıca aynı bölümde sorularda yer alan “*çalışmanızın güçlü ve zayıf yönlerini ifade ediniz*” ifadesi çıkarılmıştır. Bunun nedeni; öğretmen adaylarına yapılan mülakatlarda kendi buldukları formüle güvendiklerini belirtmeleri ve bu duruma en uygun formülü bulduklarını ifade etmeleridir.

Modeli yorumlama aşamasında bazı noktalarda model kelimesinin yer alması öğretmen adayları tarafından tam olarak anlaşılammıştır. Çalışmada model kelimesinin ne ifade ettiği öğretim elemanına sorulmuş ve bu doğrultuda sorulara cevap verilmiştir. Bu nedenle öğretmen adayı etkinliklerinde yer alan model kelimesi çıkarılmış yerine formül kelimesi kullanılmıştır. Bu bölümde yer alan bir diğer değişiklik ise modeli yorumlama aşamasında bulunan sorularla ilgilidir. Bu soruların bazıları tüm öğretmen adayları tarafından veya bir önceki aşamada oluşturdukları formül yardımıyla kolaylıkla çözülebilmştir. Bu nedenle bu bölümde yer alan soruların bir bölümü yeniden düzenlenmiştir. Bazı soruların içeriği ise

Ek 5'in devamı

öğretmen adayları tarafından daha rahat anlaşılabilmesi için açıklayıcı olarak yeniden düzenlenmiştir.

Çalışma kâğıtlarının son bölümünde öğretmen adaylarından oluşturdukları modeli özetlemeleri için bir bölüm oluşturulmuştur. Pilot çalışma sonucunda yapılan özetlemelerde tekrardan kaçılarak bölümler yeniden oluşturulmuş ve tüm çalışmalarda böyle bir aşamanın olmasına özen gösterilmiştir.

Pilot çalışma sonucunda öğretmen adayı materyallerinde yapılan düzenlemelerden bir tanesi aşağıda ayrıntılı olarak sunulmuştur:

8. etkinlik göreceli hareket konusunu içermektedir. Çalışmada öncelikle öğretmen adayları tarafından resimlerin tam olarak algılanmamaları ve küçük bulunmaları nedeniyle mevcut resimlerin boyutları yenide düzenlenmiştir. Bu etkinlikte bulunan gerçek dünya probleminin öğretmen adaylarıyla yürütülen mülakatlarda anlaşılmamış olduğu ifade edilmiştir. Adaylar otomobillerde bu durumu anladıklarını ancak insanlar için bu durumu hayal etmelerinin zor olduğunu belirtmişlerdir. Bu nedenle gerçek dünya problemi “*Bir anne ve çocuğu hemen hemen aynı noktada bulunmaktadır. Çocuk annenin elinden kurtulup yakında bulunan parka doğru koşmaya başlar. Anne ise alışveriş merkezine doğru yönelir. Çocuk parkı ayrıldıkları noktadan güney batı yönüne doğru 60^0 'lik bir açı ile iken, alışveriş merkezi ise tam olarak güney yönüne doğrudur. Çocuğun hızını v_C annenin hızı ise v_A 'dır. Yolda giderken anne çocuğunun nereye gittiğini merak eder ve ona bakar. Bu durumda annenin çocuğunu hangi hızla gittiğini göreceğini ve bunun büyüklüğünü bulunuz.*” şeklinden “*Filmlerin çoğunda seyircinin ilgisini çekebilmek ve daha özgün sahneler oluşturabilmek için özel efektler kullanılmaktadır. Özellikle arabalarla küçük alanlar kullanılarak çok uzun bir yolda seyahat ediliyormuş gibi gösterilmesi en sık kullanılan film hilelerinden biridir. Bu şekilde hazırlanan bir film setinde; kamera ve otomobil hemen hemen aynı noktalardan harekete başlayıp aralarında bulunan θ açısı ile kamera güney yönüne, otomobil ise güney batı yönüne doğru hareket etmektedir. Kameranın hızı v_K , otomobilin hızı ise v_O olarak düşünülürse; kameranin otomobili hangi hızla gittiğini ve bu hızın büyüklüğünü bulabilir misiniz?*” ifadesine çevrilmiştir. Modelin formülleştirilmesi bölümünde gerçek dünya problemi ile ilişkili olarak sorulan “*...nasıl bir ifadeyle annenin çocuğunu görme büyüklüğünü bulabilirsiniz*” sorusu yerine “*...nasıl bir ifadeyle; kameranin otomobili çekme hızını ve büyüklüğünü bulabilirsiniz*” ifadesi ile çalışma kâğıdında bütünlük oluşturulmuştur.

Ek 5'in devamı

Gerçek dünya probleminde aradaki açı 60 derece olarak verildiği için öğretmen adaylarının bir kısmı özel üçgenleri bir kısmı da cosinus teoremini kullanmışlardır. Bu nedenle soruda aradaki açı θ olarak değiştirilmiştir. Çözümü yorumla bölümünde bulunan “*Annenin hızı 10m/s ve çocuğun hızı 20 m/s olduğuna göre annenin çocuğu hangi hızla nereye doğru gittiğini görmektedir?*” sorusunda öğretmen adayları tarafından hangi açıyla görüldüğü sorulması üzerine daha açıklayıcı bir şekilde “*Başlangıçtaki problem durumunda kameramanın hızı 10m/s, otomobilin hızı 20 m/s ve aralarındaki açı 60° olduğuna göre kameraman otomobili hangi hızla ve nereye doğru giderken görmektedir?*” şeklinde sorulmuştur. Bu sayede öğretmen adaylarının aynı zamanda özel üçgenlerden de yararlanarak soruyu çözebileceklerinin kavratılması amaçlanmaktadır. Daha önceki çalışmalarda da belirtildiği gibi “*Oluşturduğunuz formülü göz önüne aldığınızda çalışmanızın en güvendiğiniz yönünün ne olduğunu açıklayınız.*” Ve “*Çalışmanızda sizin en eksik gördüğünüz özelliğin ne olduğunu düşünüyorsunuz?*” soruları çıkartılmıştır. Modelin doğrulanması aşamasında farklı bir duruma uyarlamaları için grafik bilgisinden yararlanmaları amaçlanmıştır. Bunun için “*Kamera ile otomobil arasındaki açıyı ayarlamak isteyen bir yönetmen 0° den başlayarak 360°'ye kadar otomobilin hızını merak etmektedir. Bu durumda hangi açılarda kamera otomobili bulunduğu hızından daha fazla ve hangi açılarda daha az görür? Bulduğunuz sonucu bir grafik yardımıyla nasıl ifade edebilirsiniz?*” sorusu kullanılmıştır.

Öğretim Elemanı Rehber Materyalinde Yapılan Düzeltmeler

Pilot çalışma sonunda yürütülen etkinliklerde ders sürecinde bazı noktalarda eksiklikler veya aksayan yönler tespit edilerek bu doğrultuda öğretim elemanı rehber materyalinde gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Yapılan düzenlemeler bir tablo yardımıyla aşağıda belirtilmiş ve aşağıda açıklanmıştır:

Ek 5'in devamı

Öğretim Elemanı Rehber Materyalinde yapılan değişiklik ve düzenlemeler

Matematiksel modelleme aşamaları	1. Etkinlik Ortalama sürat	2. Etkinlik Sabit ivmeli hareket	3. Etkinlik Serbest düşme	4. Etkinlik Düşey atış hareketi	5. Etkinlik Eğik atış hareketi	6. Etkinlik Yatay atış hareketi	7. Etkinlik Dairesel hareket	8. Etkinlik Göreceli hareket
Gerçek dünya problemi	Zaman	-	-	-	-	-	Zaman	Zaman
Kabullenmelerin yapılması	Hangi kabullenmeler olabilir bilgi var	-	-	-	-	-	-	-
Modelin Formülleştirilmesi	Sürat ve hız hakkında teorik bilgi	Fonksiyonlar hakkında teorik bilgi	Ayrıntılı mat. bilgisi	-	-	-	Vektörel toplam, teğetsel ivme teorik bilgi	-

Ek 5'in devamı

Pilot çalışma sonucunda öğretmen adayı çalışma kâğıtlarında yer alan tüm değişiklikler ve bunların yansımaları öğretim elemanı rehber materyaline eklenmiştir. Bunu yanında öğretim elemanı rehber materyalinde yapılan düzenlemeleri şu şekilde ifade edilebilir:

Çalışmada öncelikle öğretmen adayı materyallerinde yapılan tüm düzenlemeler dikkate alınarak bu düzenlemeler öğretim elemanı rehber materyaline aktarılarak bu doğrultuda materyal düzenlenmiştir.

Yürütülen çalışmalarda başlangıçta tüm ders etkinlikleri için önerilen süre iki ders saati (160 dakika olarak) öğretim elemanı rehber materyalinde belirlenmiştir. Yürütülen çalışma sonucunda öğretmen adaylarının başlangıçta bulunan etkinliklerde zorlandıkları; modeli ve modelleme becerilerini tanımaya çalıştıkları görülürken çalışmanın özellikle son iki etkinliğinde bu becerileri geliştirdiği için yürütülen etkinliklerde öğretmen adayları daha kısa sürede çalışmalarını tamamlamışlardır. Bu nedenle başlangıçtaki etkinliklerin iki ders saatinden dört ders saatine, son iki etkinliğin ise ikişer ders saatinden bir ders saatine indirilmesinin daha uygun olacağına karar verilmiştir.

Öğretim elemanı rehber materyalinde birinci etkinlikte pilot uygulama süreci de göz önüne alınarak öğretmen adaylarının hangi kabullenmeleri kullanacakları ne gibi kabullenmeler yapmaları gerektiği konusunda daha açık ve ayrıntılı bilgiye yer verilmiştir.

Öğretim elemanı rehber materyalinde yapılan başka bir değişiklikte ise bazı konularda teorik bilginin az olmasından dolayı bu bölümlerde öğretmen adaylarının zorlandıkları, bazı bilgileri tam olarak algılayamadıkları ortaya çıkmıştır. Bu nedenle çalışmada pilot uygulamada olmayan bazı teorik bilgiler asıl uygulamada öğretim elemanı rehber materyaline eklenmiştir. Bu etkinliklerde birinci etkinliğe öğretmen adayları bu konuda zorlandıkları için sürat ve hız hakkında, ikinci etkinliğe fonksiyonlar kullanıldığı için öğretmen adaylarının bu konudaki eksiklikleri doğrultusunda fonksiyonlar ve özellikleri hakkında, dördüncü etkinliğe ortaya koyulan matematik bilgisi yetersiz olduğu için aynı konuda daha ayrıntılı matematik bilgisi ve yedinci etkinliğe vektörler ve özellikleri öğretmen adayları tarafından kullanıldığı için bu bölüme vektörler ve özellikleri hakkında teorik bilgi eklenmiştir.

Öğretim elemanı rehber materyallerinde yapılan düzenlemelerin daha ayrıntılı olarak ortaya koyulabilmesi için aşağıda örnek bir etkinlik üzerinde daha ayrıntılı açıklamalar yer almaktadır:

Hazırlanan öğretim elemanı rehber materyalinde 7. etkinlik Düzgün Dairesel Hareket konusunu içermektedir. Bu etkinlikte öncelikle ders süresi yeniden düzenlenmiştir.

Ek 5'in devamı

Başlangıçta iki ders saati olarak düşünölen etkinlik adayların performansları doğrultusunda 50 dakika olarak değıştirilmiştir. Bu çalışmada gerçek dünya probleminin teorik modellemeden deneysel modellemeye dönüştürölmesinden dolayı etkinliğin çözümü de yeniden düzenlenerek öğretim elemanı rehber materyaline eklenmiştir. Çalışmada matematiksel modelin formülleştirilmesii aşamasında pilot uygulamada teorik bilgi konusunda bazı eksiklikleri tespit edilmiştir. Bu nedenle asıl uygulama sürecinde özellikle teğetsel ivme konusunda oldukça zorlandıkları gözlenmiştir. Bu nedenle teğetsel ivme konusu daha ayrıntılı olarak öğretim elemanı rehber materyaline eklenmiştir. Çalışmanın bu bölümünde öğretmen adaylarının zorlandıkları başka bir nokta ise vektörel toplama konusunda ortaya çıkmıştır. Bu nedenle aynı bölüme vektörel toplam konusunda teorik bilgi bu bölüme koyularak gerekli açıklamalar yapılmıştır. Çözümü yorumlama bölümünde yer alan sorularda gerçek dünya problemi dikkate alınarak sayısal verileri yeniden düzenlendiği için bu bölümde yer alan soruların çözümleri de yeni değerler koyularak düzeltilmiştir. Modelin doğrulanma aşamasında ise pilot uygulamada sorulan sorunun hiçbir öğretmen adayı tarafından çözülememesi ve modelin farklı bir duruma uyarlanması için grafik bilgisi içeren başka bir soru seçilmiştir. Bu soruda yapılan değışiklik ise *“Bu kez bir silindir içerisinde bulunan bilyenin ivmesini hesap etmeniz gerekse nasıl bir ifade kullanırdınız?”* şeklinden *“Herhangi sarkacın teğetsel ivmesinin açıya (0-360°)ve hıza bağılı grafiğinin nasıl olacağını çiziniz ve açıklayınız.”* sorusuna dönüştürölmesi nedeniyle bu sorunun çözümü de rehber materyalde grafiksel olarak ifade edilmiştir.

Ek 6. İşlemsel Başarı Testi (İBT)

Sevgili Arkadaşlar;

Aşağıda “Doğru Boyunca Hareket ve Düzlemde Hareket” ünitelerinde işlemsel beceriyi ölçmek amacıyla oluşturulmuş 13 adet soru yer almaktadır. Teste vereceğiniz cevaplar kesinlikle dönem notlarınızı etkilemeyecektir. Bu inceleme fizik eğitiminde öğretmen adaylarının işlemsel başarılarını artırmak için yürütülecek çalışmada kullanılacaktır. Çalışmada tüm sorulara cevap vermenizi rica ederim.

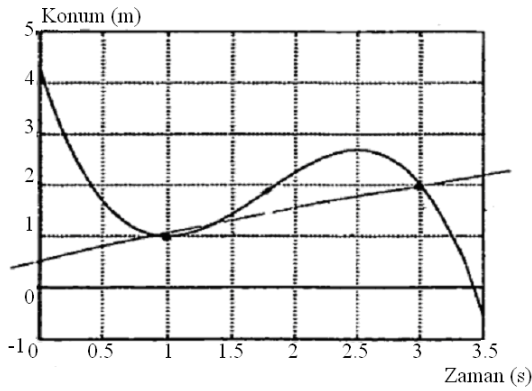
Teşekkürler...

No:

Adı:

Soyadı:

Yaş:



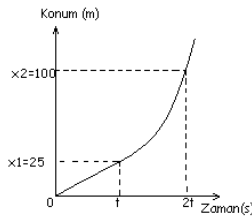
1. Doğru bir yol boyunca hareket eden nesnenin konumu $x(t)$ yandaki grafikte verilmektedir.

Bu cismin $t=1$ ve $t=3$ zaman aralıklarında ortalama hızını bulunuz.

Çözüm:

Sorunun olası çözümü:

$$\Delta v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{2 - 1}{3 - 1} = \frac{1}{2} \text{ m/s}$$



2. Durgun halden harekete geçen bir cismin konum zaman grafiği şeklindeki gibidir. Bu cismin x_1 ve x_2 konumları arasında hızı 15 m/s olduğuna göre, x_1 konumundaki **anlık hızı** kaç m/s dir?

Sorunun olası çözümü:

0	t	2t
0	25	100

Grafiğin $x=t^2$ grafiği olduğu anlaşılmaktadır. $t = \frac{\Delta x}{\Delta v} = \frac{100 - 25}{15} = 5 \text{ s}$

$$v = \frac{dx}{dt} = \frac{d(t^2)}{dt} = v = 2t \quad v = 2 \cdot 5 = 10 \text{ m/s}$$

Ek 6'nın devamı

t(s)	0	1	2	3	4
x(m)	0	1	4	9	16

3. Yanda bulunan tabloda doğrusal bir yörüngede bir cismin aldığı x yolunun t zamanına bağlı değişimi gösterilmektedir. Bu cismin ivmesi nedir?

Sorunun olası çözümü:

Tablodan yolun $x=t^2$ fonksiyonu şeklinde değiştiği görülmektedir. Bu durumda

$$v = \frac{dx}{dt} = \frac{d(t^2)}{dt} = v = 2t \text{ ve } a = \frac{dv}{dt} = \frac{d(2t)}{dt} \Rightarrow a = 2m/s^2 \text{ olur.}$$

4. Bir uçak tam piste vardığında hızı 100 m/s'dir ve -5 m/s'lik ivmeyle yavaşlamaktadır. Uçağın durması için gereken pist uzunluğu ne kadardır?

Sorunun olası çözümü:

Öncelikle zaman;

$$v = v_0 - a.t$$

burada son hız $v = 0$ olacağı için;

$$v_0 = a.t$$

$$100 = 5.t$$

$t = 20s$ şeklinde bulunur.

hareketlinin aldığı yol ise;

$$x = v_0.t - \frac{1}{2}a.t^2 \text{ ifadesinde gerekli değişkenler yerine yazıldığında;}$$

$$x = 2000 - \frac{1}{2}.5.400$$

$$x = 1000m \text{ olarak bulunur.}$$

5. Bir fizik öğrencisi bir binanın yüksekliğini ölçmek istemektedir. Bunun için binanın tepesinden bırakılan kurşun ağırlığın yere çarpmadan önce kat ettiği son 1,55m'lik uzaklığı ne kadar sürede geçtiğini ölçen bir zamanlama mekanizması kurmuştur. Belli bir bina için yapılan gözlemler, ağırlığın bu son 1,55m'yi 0,1s'de geçtiğini gösteriyor. Bu binanın yüksekliği ne kadardır? ($g=10m/s^2$)

Sorunun olası çözümü:

Cismin son 0,1. saniyedeki hızı bulunacak olursa;

$$x = v_0.t + \frac{1}{2}g.t^2$$

$$1,55 = v_0.0,1 + \frac{1}{2}10(0,1)^2 \Rightarrow v_0 = 15m/s$$

Serbest düşme hareketi yaptığı noktadan hızı 15m/s olan kısma kadar kat ettiği yol;

$$v^2 = 2.g.h$$

$$(15)^2 = 2.10.h \Rightarrow h = 11,25m$$

$$\text{alınan toplam yol} = 11,25 + 1,55 = 12,8m$$

Ek 6'nın devamı

6. Bir kimse bir gösteri sırasında elindeki halkaları 2000 cm/s hızla ve 1 s ara ile düşey olarak yukarı atıyor. 10. saniyeden sonra herhangi bir anda havada kaç tane halka bulunur? ($g=10\text{m/s}^2$)

Sorunun olası çözümü:

Düşey atış hareketi göz önüne alındığında;

$$v = v_0 - g.t \text{ ifadesinde son hız tepe noktasında sıfır olacağı için;}$$

$$20 = 10.t = t = 2s$$

bu durumda $t_{uçuş}=4s$ olacaktır. Her bir saniyede bir halka havaya atıldığına göre 10.saniyede havada 4 halka olacaktır.

7. Bir sıcak hava balonu 5m/s'lik sabit hızla düşey olarak yukarı doğru yol almaktadır. Yerden 30 m yukarıda olduğu zaman balondan aşağıya bir paket balona göre serbest bırakılır. Yerdeki gözlemciye göre paketin havada ne kadar süre kaldığını bulunuz ($g=10\text{m/s}^2$).

Sorunun olası çözümü:

Balondan atılan paket düşey atış hareketi yapacağı için öncelikle balonun hızının etkisiyle bir miktar yukarı çıkacak, sonrada yere düşecektir. bu durumda paketin yukarı çıkışı için;

$$v = v_0 - g.t \text{ yukarı çıktığında son hızı sıfır olacağı için}$$

$v_0 = g.t = 5 = 10.t$ ve $t=0,5$ s olacaktır. Cisim 1s'de yukarı çıkıp tekrar aynı noktaya gelecektir. Bu noktadan sonra;

$$y = v_0.t + \frac{1}{2}g.t^2$$

$$30 = 5t + 5t^2$$

$$t^2 + t - 6 = 0$$

burada denklemin iki kökü olacaktır. $t=2$ ve $t=-3$. sürenin negatif değeri alınmayacağına göre;

$$t=1+2=3s \text{ olacaktır.}$$

8. Katır tırnağı bitkisi tohumlarını kapsülü kurduğunda çevreye yatay atış hareketiyle saçar. Bir katır tırnağı bitkisi olgunlaştığında tohumlarını yatayla 30^0 'lik açı yaparak ve 4m/s'lik hızla ve yatayla yukarı yönlü olarak fırlatmaktadır. Bitki yerden 1 m yüksekte olduğuna göre tohumun uçuşu sırasında düşey mesafede toplam ne kadar yol alacağını bulunuz.

Sorunun olası çözümü:

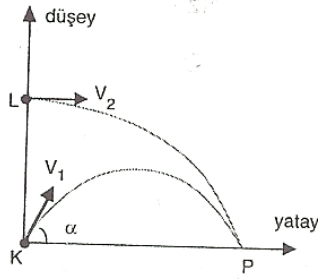
Tohumlar eğik atış hareketi yaptığına göre düşeyde yukarı çıkana kadar alacağı yol;

$$v^2 = v_0^2 - 2.g.h \text{ tepe noktasına ulaştığında son hızı sıfır olacağına göre;}$$

$$v_0^2 = 2.g.h \Rightarrow (4.\sin 30)^2 = 2.10.h \Rightarrow h = 0,2m \text{ yol olarak yukarı çıkar. Düşeyde aldığı yol ise;}$$

$$h_t = 0,2 + 1 = 1,2m$$

Ek 6'nın devamı



9. Bir düzlemde, aynı düşeydeki K ve L noktalarından aynı anda v_1 , v_2 hızları ile eğik ve yatay olarak atılan iki merminin aynı anda P noktasına düşmeleri için v_1 , v_2 hızları arasında nasıl bir bağıntı olması gerekir? (Hava sürtünmelerini ihmal ediniz)

Sorunun olası çözümü:

L cismi için;

$$x = v_2 \cdot t$$

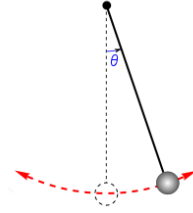
alınan yol her iki cisim için de eşit olduğunu göre iki eşitlik birbirine eşitlenirse;

$$v_1 \cdot \cos \theta \cdot t = v_2 \cdot t = v_2 = v_1 \cdot \cos \theta \text{ olarak bulunur.}$$

K cismi için;

$$x = v_1 \cdot \cos \theta \cdot t$$

10. R uzunluğunda bir ipin ucuna bağlanan bir cisim yerçekiminin etkisi altında düşey bir daire çevresinde salınmaktadır. Cisim düşeyle herhangi bir θ açısı yaptığı zaman top v hızına sahiptir. Bu açıda toplam ivmenin büyüklüğünü ve yönünü bulunuz.



Sorunun olası çözümü:

Bu soruda cisme açısal ve teğetsel ivme etki eder;

$$a_t = g \cdot \sin \theta \quad a_r = \frac{v^2}{r}$$

toplam ivme; $a = a_t + a_r = \sqrt{g \cdot \sin \theta + \frac{v^2}{r}}$ olarak bulunur.

11. Dünyanın kendi eksenini etrafında dönmesi nedeni dünya üzerinde bulunan kişiler ve canlılar bir ivme kazanırlar. $60''$ enleminde yaşayan bir kişinin dünyanın dönmesinden dolayı kazandığı ivmenin ne olduğunu hesaplayınız. ($r_{\text{dünya}} = 6,4 \cdot 10^6 \text{m}$, $\pi = 3$)

Sorunun olası çözümü:

$$a = \frac{v^2}{r} = \frac{1}{r} \left(\frac{2\pi r}{T} \right)^2 = \frac{4\pi^2 r}{T^2}$$

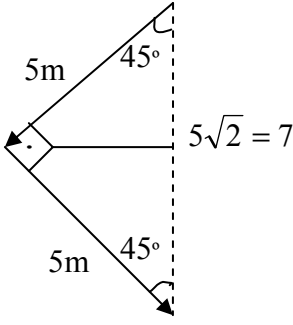
$$a = \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot R \cdot \cos \phi}{T^2} = \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot 6,4 \cdot \cos 60}{(24.3600)^2} = 1,54 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}^2$$

Ek 6'nın devamı

12. Tam kuzeye doğru giden bir geminin güvertesindeki bir insan, önce güneybatıya doğru 5m, sonrada güneydoğuya doğru 5m gidiyor. Bu süre içinde gemi 50m yol aldığına göre, ilk bulunduğu noktadan, yere göre hangi yönde ne kadar yer değiştirmiş olur? ($\sqrt{2}=1,4$ alınacak)

Sorunun olası çözümü:

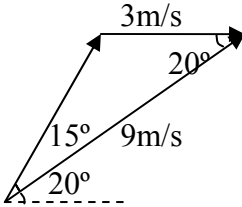
Gemi içinde gezinen insanın yürüyüşü vektörel olarak çizilirse;



Hareketlinin gemi içinde aldığı yol güneye doğru 7m olarak bulunur. Bu süre içinde geminin 50m kuzeye gittiğine göre toplam alınan yol;
50-7=43m olarak bulunur.

13. Bir kayığı akıntının 3m/s olduğu bir nehirde 35 derecelik açıyla akıntıya karşı sürdüğünüzü farz edin. Yere göre hızınız akıntıya karşı 9 m/s ve 20 derece olarak görüldüğüne göre kayığın suya göre hızı nedir? ($\cos 20=0,94$, $\cos 35=0,82$)

Sorunun olası çözümü:



Yandaki üçgen için cosinus teoremi uygulanırsa;

$$a^2 = b^2 + c^2 - 2.a.b.\cos\theta$$

$$a^2 = 81 + 9 - 2.9.3.\cos 20$$

$$a = \sqrt{48,7} \Rightarrow a \cong 7m/s$$

Ek 7. İşlemsel Başarı Testi (İBT)'de Pilot Uygulama Sonunda Yapılan Düzeltmeler

Sorularda pilot uygulamadan sonra şu değişiklikler yapılmıştır: 1. soruda soru kökü ön bilgiden ayrılarak ayrı bir paragraf halinde yazılmıştır. 2. soruda vurgu yapılması gereken anlık hız teriminin altı çizilerek koyu olarak düzeltilmiştir. 3. soruda tablo yukarıda bulunurken öğrenciler tarafından daha kolay fark edilmesi ve bir bütünlük oluşturup daha rahat görebilmeleri için yan tarafa alınmıştır. 7. soruda yerden uzaklık başlangıçta 21m olarak belirtilmesine rağmen öğrencilerde işlem kolaylığı sağlaması için 30m olarak düzeltilmiş ve yer çekimi ivmesinin $g=10\text{m/s}^2$ olarak alınması gerektiği belirtilmiştir. 8. soruda “kapsülü kurduğunda çevreye saçar ve bu esnada yatay atış hareketi yapar” yerine “kapsülü kurduğunda çevreye yatay atış hareketiyle saçar” ve “olgunlaştığında tohumlarını 4m/s ve 30^0 'lik hızla yukarı doğru yatay olarak fırlatmaktadır” yerine “olgunlaştığında tohumlarını yatayla 30^0 'lik açı yaparak ve 4m/s'lik hızla ve yatayla yukarı yönlü olarak fırlatmaktadır” şeklinde düzenlemeye gidilmiştir. 10. soruda pilot çalışmada bir ipin ucuna bağlanıp düşey bir daire çevresinde salınan cisim öğrenciler tarafından tam olarak hayal edilemediği için testin asıl uygulamasından önce sorunun yan tarafına bu durumu açıklayan bir resim yerleştirilmiştir.

Ek 8. Kavramsal Anlama Testi (KAT)

Sevgili öğrenciler;

Aşağıda yer alan sorular “Doğru Boyunca Hareket” ve “Düzlemde Hareket” ünitelerine yönelik kavramsal anlama durumunuzu ölçmek amacıyla oluşturulmuştur. Testte 12 soru yer almaktadır. Bu çalışmadan elde edilecek sonuçlar fizik dersine yönelik başarımın artması amacıyla kullanılacaktır. Bu nedenle testi önemseyerek cevaplamanızı ve mümkün olduğunca tüm soruları inceleyerek açıklamalarda bulunmanızı rica ederim. Teşekkürler.

No: Adı: Soyadı: Yaş: Cinsiyet Kız() Erkek()

1. Bir öğrenci sabit v_0 hızıyla r yarıçaplı dairesel bir pist etrafında bir tam dönüşü t sürede tamamlamıştır. Bu öğrencinin bir tam dönüş sırasında ortalama sürati ve hızının nasıl değiştiğini açıklayınız.



Sorunun olası çözümü:

Sabit bir hızla ilerlerken öğrencinin sürat $sürat = \frac{\text{alınanyol}}{\text{zaman}}$ ifadesinde de görüleceği gibi yol arttıkça zamanda artmakta ve zaman içerisinde sabit kalmaktadır. Oysa hareketlinin hızı $hız = \frac{\text{yer deg istirme}}{\text{zaman}}$ ifadesinde de görüleceği gibi pist etrafında dönerken önce artıp sonra azalır en sonunda da sıfır olacaktır.

2. Aşağıda verilen ifadelerinden her birinin doğruluğunu veya yanlışlığını nedenleriyle birlikte tartışınız.

a) Bir cismin sürati değişmesine rağmen sabit bir hızı olabilir.

Açıklama:

b) Bir cismin hızı değişmesine rağmen sabit bir sürati olabilir

Açıklama:

Sorunun olası çözümü:

a) Bir cismin sürati değişmesine rağmen sabit bir hızı olabilir.

Bu ifade yanlıştır. Çünkü skaler bir büyüklük değişken bir vektörel büyüklüğü de etkiler.

b) Bir cismin hızı değişmesine rağmen sabit bir sürati olabilir

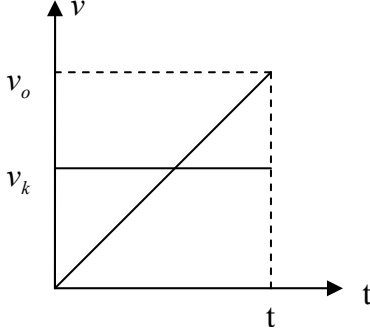
Bu ifade doğrudur. Örneğin bir pist etrafında sabit bir hızla dönen hareketlinin sürati sabittir ancak hızı önce artar, sonra azalır.

3. Düz bir yol üzerinde trafik ışıkları yeşil yandığı anda bir otomobil sabit bir a ivmesiyle harekete başlarken aynı anda sabit bir v hızıyla geriden gelen bir kamyon ışığın yeşil

Ek 8'in devamı

yandığını görüp hızını değiştirmeden otomobili geçiyor. Kamyon ve otomobilin tekrar karşılaştıkları t anındaki hızları arasında nasıl bir eşitlik olabileceğini bulup açıklayınız.

Sorunun olası çözümü:



Her iki hareketlinin aldıkları yollar eşit olduğuna göre hız zaman grafiğinin altında kalan alanlar eşittir;

$$\frac{v_o \cdot t}{2} = v_k \cdot t \text{ eşitlikte süreler birbirine eşittir.}$$

Bu durumda hızlar arasında $v_o = 2v_k$ şeklinde bir eşitlik ortaya çıkar.

4. Trafik işaretlerinin olmadığı bir kavşakta, sola dönen A arabası düzgün ilerleyen B arabasıyla çarpışır.

Aşağıdaki bilgiler polis tarafından elde edilmiştir.

Trafik kuralları:

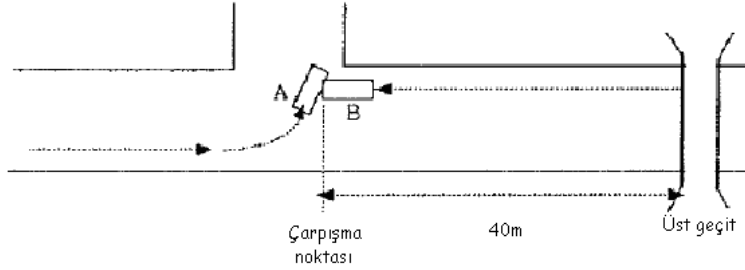
Bu yolun hız limiti 19.4 m/saniye dir.

Polis tarafından elde edilen bilgi:

B arabası üst geçidin altından geçerken A arabası sola dönmeye başladı.

Üst geçidi geçtikten sonra B arabası sürekli olarak hızını azaltmıştır.

A arabası sola döndükten iki saniye sonra A arabası B arabasıyla çarpışmıştır.



Aşağıda verilen doğru cevapları seçiniz ve nedenlerini açıklayınız.

1. Çarpışma noktasından üst geçide kadar B arabasının ortalama hızı 20 m/s dir.
2. Aracın üst geçidin altındaki anlık hızı 20 m/s'yi geçmiştir.
3. A arabası trafik kazasına neden olmuştur.
4. B arabası trafik kazasına neden olmuştur.

Sorunun olası çözümü:

1. Çarpışma noktasından üst geçide kadar B arabasının ortalama hızı 20 m/s dir.

Bu ifade doğrudur. $\Delta v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{40 - 0}{2 - 0} = 20 \text{ m/s}$ olur.

2. Aracın üst geçidin altındaki anlık hızı 20 m/s'yi geçmiştir.

Bu ifade doğrudur. Hız devamlı azaldığı ve ortalama hız 20m/s olduğuna göre üst geçidin altındaki anlık hız daha fazladır.

Ek 8'in devamı

3. A arabası trafik kazasına neden olmuştur.

Bu ifade yanlıştır. B arabası hız limitine uysaydı A arabasına çarpmayacaktı.

4. B arabası trafik kazasına neden olmuştur.

Bu ifade doğrudur. B arabası hız limitini aştığı için kazaya neden olmuştur.

5. Bir top v_0 hızıyla yukarı doğru atılıyor, bu top tam tepe noktasına ulaştığında ikinci bir top daha v_0 hızıyla aynı yönde yukarı doğru fırlatılıyor. Topun çıkabileceği maksimum yükseklik h olduğuna göre bu topların yolun neresinde karşılaştıklarını $h/2$ yüksekliğiyle kıyaslayarak nedenleriyle birlikte açıklayınız.

Sorunun olası çözümü:

Cisim çıkışta ve inişte belirli sürelerde belirli yollar alır. bu nedenle yukarı doğru çıkarken $h = v_0.t - \frac{1}{2}g.t^2$ ifadesinden anlaşılacağı gibi başlangıçta alacağı yol en fazladır. Bundan sonra alacağı yol gittikçe azalır.

Aynı şekilde yukarıdan aşağı düşerken başlangıçta $h = \frac{1}{2}g.t^2$ kadar yol alır. sonraki saniyelerde ise $h = v_0.t + \frac{1}{2}g.t^2$ şeklinde devam eder. Bu nedenle $h/2$ 'den yukarıda bir noktada karşılaşırlar.

6. Aynı kütleye sahip üç cisimden bir tanesi dünyadaki çekim ivmesinin iki katı olan bir gezegende, diğeri dünyada ve bir diğeri de çekim ivmesi dünyadakinin yarısı olan başka bir gezegende aynı yükseklikten serbest olarak bırakılmaktadır. Bu üç cismin **yere düşme süreleri** ve **yere düşüş hızları** arasında nasıl bir ilişki olduğunu belirleyerek açıklayınız.

Sorunun olası çözümü:

	<u>1.gezegen</u>	<u>2.gezegen</u>	<u>3.gezegen</u>
Yer çekimi ivmeler:	$2g$	g	$g/2$
Yere düşüş hızları:	$v_1 = \sqrt{4.g.h}$	$v_2 = \sqrt{2.g.h}$	$v_3 = \sqrt{g.h}$
Yere düşme süreleri:	$t_1 = \sqrt{\frac{h}{g}}$	$t_2 = \sqrt{\frac{2h}{g}}$	$t_3 = \sqrt{\frac{4h}{g}}$

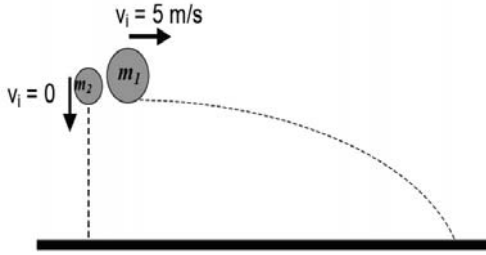
Bu durumda hızlar $v_1 > v_2 > v_3$ şeklinde ve süreler $t_3 > t_2 > t_1$ şeklinde olur.

7. Bir çatının tepesinde bulunan iki çocuktan birincisi elinde bulunan kartopunu yatay olarak fırlatırken aynı anda diğeri dik olarak aşağı doğru serbest bırakılmaktadır. Bu kartoplarının uçuş sürelerini ve ivmelerini karşılaştırınız.

Sorunun olası çözümü:

Her iki hareketin de süresi aynıdır. İki harekette düşeyde yer çekimi ivmesinin etkisiyle hareket edecektir ve yer çekimi ivmesi her iki hareketlide sabit olur aynı değerdedir.

Ek 8'in devamı



8. Aşağıdaki ifadelerden hangisinin doğru olduğunu nedeniyle birlikte açıklayınız. (hava sürtünmesi önemsizdir.)

a) m_1 yere daha önce düşer, çünkü

b) m_2 yere daha önce düşer, çünkü

c) İki kütle de aynı anda yere düşer, çünkü.....

Sorunun olası çözümü:

İki kütle de aynı anda yere düşer. m_1 kütlelerinin ilk hızı sadece yatayda hareket etmesini sağlar, ayrıca kütlelerin serbest düşme üzerinde etkisi yoktur.

9. Aşağıda yer alan hareketli cisimlerden hangisinin yada hangilerinin parabolik bir yol izleyeceğini nedenleriyle birlikte açıklayınız.

a) Rastgele doğrultuda herhangi bir yöne fırlatılan bir top

b) 10000 ft yükseklikteki seyir halindeki bir jet uçağı

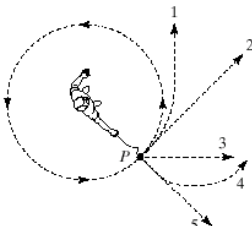
c) Rampayı terk eden bir roketin çıkışı

d) Kalkıştan birkaç dakika sonra motorları arızalanan bir roket

e) Bir havuzun dibine doğru atılan taş

Sorunun olası çözümü:

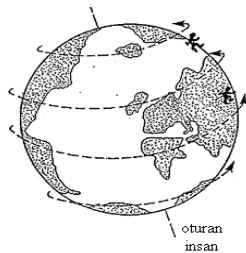
Kalkıştan birkaç dakika sonra motorları arızalanan roket parabolik bir yörünge izleyecektir. Çünkü başlangıçta belirli bir hızla ve açıyla yukarıya doğru hareket eder, motorları arızalandıktan sonra ise önce düşeyde hızı sıfır olur ve sonrasında da aşağıya doğru hareket eder.



10. Bir ipe bağlanmış çelik bir top aşağıdaki şekilde gösterildiği gibi, yatay bir düzlemde dairesel bir yörünge çizerek biçimde çevrilmektedir. P noktasında ip aniden, topa yakın bir noktadan kopmuştur. Eğer bu olaylar kuşbakışı olarak izleniyorsa, ip koptuktan sonra topun izleyeceği yola en yakın yolun, 1-5 yollarından hangisinin olabileceğini nedenleriyle birlikte açıklayınız.

Sorunun olası çözümü:

Çelik top (2) yolunu izleyecektir. Çünkü ip koptuktan sonra merkezci ivme ortadan kalkacak ve sadece teğetsel ivme etki edecektir.

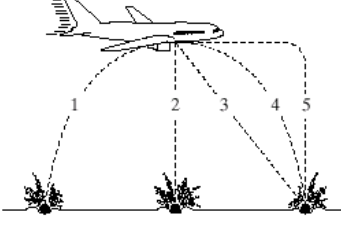


11. İki kişi dünya üzerinde oturmaktadır. Bu kişilerden biri ekvatorda otururken diğeri 60° kuzey enleminde bulunmaktadır. Dünya bir tam dönüşünü 24 saatte tamamladığına göre bu iki kişinin hızlarını karşılaştırdığımızda hangisinin hızının daha fazla olduğunu açıklayınız.

Sorunun olası çözümü:

Ekvatorda oturan kişinin hızı daha fazladır. Çünkü daha uzun bir mesafeyi 60° enleminde bulunan kişi ile aynı sürede alacaktır.

Ek 8'in devamı



12. Yatay bir doğrultuda uçmakta olan bir kargo uçağından, yanlışlıkla bir bowling topu düşüyor. Yerde duran bir gözlemci, şekildeki gibi, uçağı görüyor. Gözlemciye göre, bowling topunun uçaktan ayrıldıktan sonra izleyeceği en yakın yolun 1-5 yollarından hangisinin olabileceğini açıklayınız.

Sorunun olası çözümü:

Bowling topu (4) yolunu izleyecektir. Çünkü uçağın yatayda bir hızı vardır ve bu hız bowling topuna etki edecektir. Düşeyde ise serbest düşme hareketi yapacaktır. Bu hareket ise eğik atış hareketidir.

Ek 9. Kavramsal Anlama Testi (KAT)'da Pilot Uygulama Sonunda Yapılan Düzeltmeler

1. soruda öğrencilerin sürat ve hız ve kavramları arasındaki farkı görmeleri beklenirken bazı öğrencilerin bu durumu düzgün dairesel harekete benzettikleri görülmüştür. Bu nedenle bu sorunun daha iyi anlaşılması için soruyu açıklayıcı bir şekil yerleştirilmiştir. 4. soruda şekil son kısımda yer alırken pilot çalışmadan sonra soru kökünden sonraya alınıp daha sonra soru yöneltmiştir. 6. soruda öğrencilerin sadece düşüş hızını veya düşüş süresini yorumlamaları nedeniyle bu soruda öğrencilerin ilgisini çekmesi için yere düşme süreleri ve düşüş hızları terimleri altı çizgili ve koyu olarak yazılmıştır. 7. soru ve 8. soru bazı öğrenciler tarafından tek bir soru olarak algılanması nedeniyle bu sorular arasındaki mesafe genişletilmiştir. 9. sorunun b seçeneğinde “bir jet uçağı” yerine “10000 ft yükseklikteki seyir halindeki bir jet uçağı” ifadesi ve c seçeneğinde “rampayı terk eden bir roket” yerine “Rampayı terk eden bir roketin çıkışı” ifadesi kullanılmıştır.

Ek 10. Öğretmenlerle Yürütülen Mülakatlarda Yöneltilen Sorular

1. Mevcut müfredat dikkate alındığında en çok hangi fizik konularında matematiğe ihtiyaç duyulmaktadır? Neden?

2. Matematik derslerinde fizik derslerini ve fizik derslerinde matematik derslerini öğrencilerin daha iyi anlamaları için neler yapılabilir?

3. İlişkilendirilerek hazırlanan matematik derslerinin öğrencilerin matematiği anlamlandırmasına katkısı olacağını düşünüyor musunuz? Böyle bir kanıya nasıl vardınız?

Ek 11. Öğretmenlerle Yürütülen Mülakatlarda İlişkilendirilmede Kullanılabilecek Üniteler

	Türev	Limit	İntegral	Denklemler	Dört işlem	Trigonometri	Geometri	Analitik Geometri	Fonksiyonlar	Oran/Orantı	Sayılar
Hareket	F1, F2, F3, M1, M2, M3	M2, M3	F1, F2, F3, M1	F2, F3, M2	-	F2, F3	F1, F2, F3, M2	M1, M2	M2, M3	-	-
Madde ve Özellikleri	-	-	-	-	F1, M1	M1	M1, M3	-	-	M1	M3
Alternatif Akım Devreleri	F1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Optik	-	-	-	-	-	F3	F3	-	-	-	-
Denge ve Moment	-	-	-	F2	-	-	M1	-	--	--	-
Newton'un Hareket Kanunları	--	-	-	F2	F1	M2	-	-	-	-	-
Enerji	-	-	-	F2	M1	-	-	-	-	-	-
İtme ve Momentum	-	-	-	-	-	M1	F2	-	-	-	-
Vektörler	-	-	-	-	-	M3	M3	-	-	-	-

Ek 12. Pilot Uygulama Sonunda Öğretmen Adaylarıyla Yürütülen Mülakatlar

1. Uygulama sürecinde katıldığınız etkinliklerden en çok hangi etkinliği beğendiniz? Neden bu etkinliği beğendiğinizi açıkla mısınız?
2. Derste çözülen veya bunlara benzer soruları tekrar incelediğinizde yine aynı veya benzer sonuçlara ulaşabileceğinizi düşünüyor musunuz? Bu kanıya nasıl vardınız?
3. Matematiksel işlemlerde zorlandınız mı? En çok hangi işlemlerde ve niçin zorlandığınızı düşünüyorsunuz?
4. En zorlandığınız etkinlik hangisiydi? Bu etkinlikte sizi en çok zorlayan bölüm hangisi oldu? Çalışmada en beğenmediğiniz bölüm hangisi oldu? Bu bölümü neden beğenmediniz?
5. Etkinliklerde değiştirilmesini istediğiniz bölümler var mıydı? Neden bu bölümlerin değiştirilmesini istiyorsunuz?
6. Etkinliklere katılmanız size neler kazandırdı?
7. Çalışmalara katılma nedeninizi açıkla mısınız?

Ek 13. Öğretmen Adaylarıyla Yürütülen Ön Mülakat Soruları

1. Size herhangi bir problem verildiğinde bunu çözmek için özel bir yöntem geliştirdiniz mi? Nasıl bir yöntem geliştirdiniz?

2. Fizik veya matematik konularıyla günlük hayatınızda karşılaştığınızda bunları anlamlandırabiliyor musunuz? *Hangi alanlarda karşılaştınız?*

3. Fizik derslerinizde matematiği kullandığınızı düşünüyor musunuz? *Hangi konularda ne tür matematik bilgisine ihtiyaç duyuyorsunuz?*

4. Daha önceki derslerinizde öğretmenleriniz matematik derslerinde günlük hayatınızda karşılaştığınız veya başka derslerde öğrendiğiniz bilgilerle bağlantı kurdu mu? *Neler yaptı? Matematik derslerinde fizikle hiç karşılaştınız mı? Nerelerde karşılaştınız?*

5. Daha önce gördüğünüz derslerde günlük hayatla ilişkilendirme yada matematikle ilişkilendirme ile ilgili çalışmalar yaptınız mı? Ne tür çalışmalar olduğunu hatırlıyor musunuz?

6. Fiziğin öğrenilmesi için matematik gerekli midir? Neden?

Ek 14. Öğretmen Adaylarıyla Yürütülen Son Mülakat Soruları

1. Kavramların veya konuların matematikte kullanılan temel bazı bilgilerle ilişkilendirilmesinin derslere olan ilginiz ve başarınıza herhangi bir katkısı oldu mu? Nasıl bir katkı sağladı?
2. Bu çalışmanın matematiği ve fiziği anlamlı öğrenmenize katkısı olduğuna inanıyor musunuz? Bu kanınızda etkili olanlar nelerdi?
3. Fizik dersi sayesinde matematik konularınızı daha iyi anlamlandırmanıza yardımcı olduğunu düşünüyor musunuz? Buna nasıl karar verdiniz?
4. Bu tür çalışmaların fizik ve matematik derslerindeki başarınıza etkisi oldu mu? *Ne yönde bir etki yaptığını düşünüyorsunuz?*
5. Çalışma ile artık, günlük hayatta karşılaştığınız durumları matematik ve fizikle ilişkilendirebiliyor musunuz? *Nasıl? (ilişkilendirdiğiniz durumlar olursa böyle bir durumu çözebileceğinize inanıyor musunuz? Bunu nasıl yapacaksınız?[Derste kullanılan aşamaları kullanacak mısınız? Nasıl?]).*
- a) *Aynı zamanda bu çalışmayla aynı ders içerisinde öğrendiğiniz diğer konularla veya olaylarla ilişkilendirme yapabileceğinizi düşünüyor musunuz? Nasıl?*
6. Öğretmen olduğunuzda sizde çalışmalarınızda farklı disiplinlerle fen bilgisi arasında ilişki kurmayı düşünüyor musunuz? *Nasıl? Nasıl bu sonuca ulaştınız?*
7. Çalışmanın size neler kazandırdığını düşünüyorsunuz? (materyal görüş) Derslerinizin bu şekilde yürütülmesini ister misiniz? *Neden?*
8. Çalışma süresince derslerde uygulanan etkinliklerde sıkıntı yaşadınız mı? *Nerelerde sıkıntılar yaşadığınızı düşünüyorsunuz?*
9. Bu zorlukların üstesinden gelmek için neler yaptığınızı ifade ediniz?
10. Etkinliklerle ilgili önerileriniz var mı? Nelerdir?
11. Eklemek istediğiniz görüşler var mıdır?

Ek 15. Öğretim Materyallerinden Öğretmen Adayları Tarafından Elde Edilen Puanlar

1. Etkinlik (Yeşil Dalga)

Değerlendirilen Matematiksel Modelleme Aşamaları	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23
Gerçek dünya problemi	Değerlendirme kategorileri	2	2	2	1	2	1	1	3	1	2	2	2	2	3	0	2	1	2	2	2	2	2
	Problemi tanıma	2	2	1	1	1	3	2	2	2	3	1	3	3	2	0	2	3	2	3	2	2	1
	Şekil çözümü	2	2	1	1	1	3	3	2	2	3	2	3	2	2	0	2	3	2	3	2	2	1
Kabullenmelerin yapılması	Gerekli değişkenler	3	2	2	1	3	3	2	2	2	3	2	2	2	2	0	2	2	3	2	2	2	2
	İhmal edilebilir değişkenler	2	1	2	0	1	3	2	3	2	2	2	3	0	1	0	2	0	3	3	2	2	2
	Uygun Kabullemelerin Yapılması	2	2	2	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	0	2	2	2	2	2	2	2
Matematiksel problemi çözüme	Problemin çözümü	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1
	Çözümü kullanma ₁	2	2	2	2	3	3	2	1	1	3	2	2	2	2	3	2	2	3	3	2	1	2
	Çözümü kullanma ₂	2	3	3	2	2	2	1	3	0	1	1	2	3	1	1	1	3	1	1	1	2	2
Çözümü yorumlama	Çözümü kullanma ₃	1	3	1	3	1	2	1	3	1	3	1	1	2	1	3	1	3	2	3	1	1	3

Ek 15'in devamı

3.Etkinlik (Ülgiç Gelenek)

Degerlendirilen Matematiksel Modelleme Aşamaları	Degerlendirme kategorileri	D1	D2	D3	D6	D8	D9	D10	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D20	D22	D23
Gerçek dünya problemi.	Problemi tanıma	2	2	3	2	3	3	3	3	2	3	2	2	1	2	3	2	2
	Şekil çizimi	3	2	3	3	2	3	1	3	2	2	2	2	2	2	2	1	2
	Gerekli değişkenler	2	2	2	3	3	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2
Kabullenmelerin yapılması	İhmal edilebilir değişkenler	2	3	2	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Uygun Kabullenmelerin Yapılması	2	1	2	2	1	3	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2
	Problemin çözümü	3	3	2	3	3	2	2	3	2	3	2	3	2	3	3	2	2
Çözümü yorumlama	Çözümü kullanma ₁	2	3	0	3	3	2	3	2	3	3	1	3	2	3	3	3	2
	Çözümü kullanma ₂	2	3	0	2	3	3	3	1	2	3	2	2	3	3	2	2	3

Ek 15'in devamı

Modelin doğrulanması	Farklı durumlara modeli uygulama 1	1	0	0	1	2	3	3	3	2	2	3	0	3	1	2	2	2	0	
	Farklı durumlara modeli uygulama 2	3	1	0	3	3	3	3	1	1	2	3	1	3	3	3	1	1	1	0
	Farklı durumlara modeli uygulama 3	2	3	0	3	2	2	2	3	2	2	3	2	1	1	3	3	3	1	1
Toplam	24	23	14	27	28	28	29	29	26	23	26	29	18	26	22	28	26	23	19	
Alınan Puan	72,7	69,6	42,4	81,8	84,8	84,8	87,8	87,8	78,7	69,6	78,7	87,8	54,5	78,7	66,6	84,8	78,7	69,6	57,5	

4.Etkinlik (Cenova Çeşmesi)

Değerlendirilen Matematiksel Modelleme Aşamaları	Gerçek dünya problemi	D1	D2	D3	D4	D5	D7	D8	D9	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D21	D22	D23
		1	2	3	2	3	1	2	2	2	3	2	1	2	2	2	2	3	3	2	2
		3	3	2	1	1	1	3	3	1	2	1	3	2	1	1	2	3	3	1	3

Ek 15'in devamı

5.Etkinlik (Düşen Kiremit)

Değerlendirilen Matematiksel Modelleme Aşamaları	Değerlendirme kategorileri	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23
		Gerçek dünya problemi	3	2	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2	3	3	3	2
Kabullenmelerin yapılması	Problemi tanıma	3	2	2	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2	3	3	3	2	3	
	Şekil çizimi	2	3	2	2	2	3	2	3	3	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	3	2	
Matematiksel problemi çözüme	Gerekli değişkenler	3	2	3	1	2	3	3	2	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	3	2	3	2	
	İhmal edilebilir değişkenler	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3	3	3	3	3	
Çözümü yorumlama	Problemin çözümü	3	3	3	2	2	3	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	2	3	2	3	2	3	
	Çözümü kullanma	3	3	3	3	3	1	2	3	3	2	3	3	3	3	3	3	2	3	2	3	3	3	
Çözümü yorumlama	Modeli yorumlama	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
	Modeli yorumlama	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	

Ek 15'in devamı

7.Etkinlik (Adımlar)

Değerlendirilen Matematiksel Modelleme Aşamaları	D1	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D22
Gerçek dünya Problemi	3	3	2	2	2	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3	3	3	2
	3	3	1	3	3	3	3	2	3	1	3	3	3	3	3	3	3	3	1
Kabullenmelerin yapılması	3	3	2	2	2	3	3	3	2	3	3	3	3	2	2	3	3	2	3
	3	3	3	3	3	0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Matematiksel problemi çözüme	3	3	2	3	3	2	3	3	2	3	2	3	2	2	3	3	2	2	2
	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Çözümü yorumlama	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	2
	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	3	3	2	3	1	3	3	0	3	3	3	3	0	3	1	3	3	1	1

Ek. 16. Deney ve Kontrol Grubu Öğretmen Adayları Tarafından İBT Ön ve Son Testinden Alınan Puanlar

Tablo: Deney ve kontrol grubu öğretmen adaylarının İBT'den her bir soru için ön testten aldıkları puanlar

Soru no	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Toplam puan
K1	1	2	1	3	0	0	1	1	2	1	1	1	1	15
K2	1	2	3	1	0	1	1	0	2	0	0	0	1	12
K3	1	1	1	3	1	0	1	3	2	0	0	3	1	17
K4	0	2	1	0	0	0	1	1	2	0	0	3	1	11
K5	0	2	1	1	0	3	3	1	3	0	0	3	1	18
K6	0	0	0	2	0	1	0	1	3	0	0	0	1	8
K7	3	2	1	1	2	2	2	1	3	1	1	3	1	23
K8	1	1	1	0	0	0	0	0	3	0	0	3	0	9
K9	1	2	1	1	1	0	1	1	0	1	1	3	1	14
K10	1	1	1	3	0	0	2	1	3	1	0	3	1	17
K11	3	1	1	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	8
K12	1	1	1	1	0	0	1	1	2	0	0	2	0	10
K13	0	2	1	1	1	1	1	0	2	0	0	1	1	11
K14	1	2	1	3	1	0	1	1	0	0	0	1	0	11
K15	1	0	3	0	0	1	0	0	1	0	0	2	0	8
K16	1	2	1	1	0	0	1	0	0	0	1	3	0	10
K17	0	2	1	0	2	1	1	1	3	0	0	3	1	15
K18	2	0	1	1	0	1	1	1	2	1	1	1	0	12
K19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
K20	0	3	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	6
K21	1	2	3	3	0	1	1	1	2	1	1	0	0	16
K22	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	4
D1	1	2	1	1	1	3	3	1	0	0	1	0	1	15
D2	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	8
D3	1	2	2	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	7
D4	0	2	3	0	1	1	0	1	2	0	0	3	0	13
D5	0	1	3	3	0	0	0	0	3	0	0	1	1	12
D6	1	1	1	1	0	0	1	0	3	1	0	2	0	11
D7	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
D8	1	1	1	1	0	1	0	1	2	0	1	1	1	11
D9	1	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	6
D10	3	2	1	1	0	3	1	1	3	0	0	3	1	19
D11	1	0	3	1	0	1	1	1	2	0	0	1	0	11
D12	1	2	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	7
D13	1	2	1	1	0	1	2	3	3	0	0	3	1	18
D14	1	2	1	1	0	1	1	1	2	1	0	3	0	14
D15	2	2	3	3	0	1	1	1	1	1	0	2	1	18
D16	1	1	1	3	1	1	1	2	3	1	1	1	1	18
D17	3	2	1	1	1	1	2	1	1	2	0	3	0	18
D18	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	15
D19	1	0	3	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	7
D20	0	0	1	0	0	0	0	1	3	0	0	1	1	7
D21	1	2	1	1	2	0	1	0	2	2	1	1	1	15
D22	1	1	1	1	1	0	1	0	2	0	0	2	0	10
D23	0	0	3	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	6

Ek 16'nın devamı

Tablo: Deney ve kontrol grubu öğretmen adaylarının İBT'den her bir soru için son testten aldıkları puanlar

Soru no	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Toplam puan
K1	1	2	1	3	0	0	1	1	2	1	1	1	1	15
K2	1	2	3	1	0	1	1	0	2	0	0	0	1	12
K3	1	1	1	3	1	0	1	3	2	0	0	3	1	17
K4	0	2	1	0	0	0	1	1	2	0	0	3	1	11
K5	0	2	1	1	0	3	3	1	3	0	0	3	1	18
K6	0	0	0	2	0	1	0	1	3	0	0	0	1	8
K7	3	2	1	1	2	2	2	1	3	1	1	3	1	23
K8	1	1	1	0	0	0	0	0	3	0	0	3	0	9
K9	1	2	1	1	1	0	1	1	0	1	1	3	1	14
K10	1	1	1	3	0	0	2	1	3	1	0	3	1	17
K11	3	1	1	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	8
K12	1	1	1	1	0	0	1	1	2	0	0	2	0	10
K13	0	2	1	1	1	1	1	0	2	0	0	1	1	11
K14	1	2	1	3	1	0	1	1	0	0	0	1	0	11
K15	1	0	3	0	0	1	0	0	1	0	0	2	0	8
K16	1	2	1	1	0	0	1	0	0	0	1	3	0	10
K17	0	2	1	0	2	1	1	1	3	0	0	3	1	15
K18	2	0	1	1	0	1	1	1	2	1	1	1	0	12
K19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
K20	0	3	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	6
K21	1	2	3	3	0	1	1	1	2	1	1	0	0	16
K22	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	4
D1	1	2	1	1	1	3	3	1	0	0	1	0	1	15
D2	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	8
D3	1	2	2	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	7
D4	0	2	3	0	1	1	0	1	2	0	0	3	0	13
D5	0	1	3	3	0	0	0	0	3	0	0	1	1	12
D6	1	1	1	1	0	0	1	0	3	1	0	2	0	11
D7	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
D8	1	1	1	1	0	1	0	1	2	0	1	1	1	11
D9	1	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	6
D10	3	2	1	1	0	3	1	1	3	0	0	3	1	19
D11	1	0	3	1	0	1	1	1	2	0	0	1	0	11
D12	1	2	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	7
D13	1	2	1	1	0	1	2	3	3	0	0	3	1	18
D14	1	2	1	1	0	1	1	1	2	1	0	3	0	14
D15	2	2	3	3	0	1	1	1	1	1	0	2	1	18
D16	1	1	1	3	1	1	1	2	3	1	1	1	1	18
D17	3	2	1	1	1	1	2	1	1	2	0	3	0	18
D18	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	15
D19	1	0	3	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	7
D20	0	0	1	0	0	0	0	1	3	0	0	1	1	7
D21	1	2	1	1	2	0	1	0	2	2	1	1	1	15
D22	1	1	1	1	1	0	1	0	2	0	0	2	0	10
D23	0	0	3	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	6

Ek. 17. Deney ve Kontrol Grubu Öğretmen Adayları Tarafından KAT Ön ve Son Testinden Alınan Puanlar

Tablo: Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin KAT'dan her bir soru için ön testten aldıkları puanlar

Soru no	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam puan
K1	1	3	0	0	1	2	1	1	2	3	1	1	16
K2	1	2	0	2	1	2	2	3	2	3	3	1	22
K3	1	0	1	2	1	2	2	3	3	1	0	1	17
K4	1	0	1	2	3	2	2	3	1	1	3	3	22
K5	1	2	0	2	3	1	2	3	1	1	0	3	19
K6	1	2	2	3	1	2	2	3	2	1	1	1	21
K7	0	0	1	0	1	1	1	0	2	1	3	1	11
K8	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	3	1	12
K9	3	1	1	2	1	3	2	3	1	3	3	1	24
K10	1	1	1	2	3	2	2	3	2	1	3	3	24
K11	1	3	1	3	1	2	2	1	1	1	1	1	18
K12	1	1	1	2	1	3	1	1	1	1	1	1	15
K13	0	1	0	2	1	2	1	3	0	1	3	1	15
K14	0	1	1	1	0	3	1	1	3	1	1	3	16
K15	1	1	0	2	0	1	1	1	2	1	1	1	12
K16	0	1	1	3	1	2	2	1	0	1	3	3	18
K17	2	0	3	3	1	1	3	3	1	3	3	3	26
K18	0	0	0	1	0	0	0	0	3	1	0	1	6
K19	1	2	1	1	3	2	2	3	3	1	3	1	23
K20	1	3	0	2	3	2	2	3	2	1	3	3	25
K21	1	2	1	0	2	2	2	1	0	1	3	3	18
K22	2	3	1	2	2	2	2	3	2	1	2	1	23
D1	1	1	1	3	1	3	1	1	1	1	1	1	16
D2	0	0	1	3	1	1	1	1	2	1	0	1	12
D3	1	2	1	2	1	2	1	1	1	3	1	1	17
D4	1	1	0	1	3	3	2	3	2	1	3	3	23
D5	0	1	0	2	0	1	0	1	1	1	2	2	11
D6	0	1	0	1	1	0	1	1	2	1	0	3	11
D7	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	3	1	7
D8	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	3	1	16
D9	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	5
D10	0	2	1	0	2	1	0	1	1	1	3	3	15
D11	3	1	0	1	1	2	2	3	2	1	3	1	20
D12	3	2	0	0	1	1	0	3	0	3	1	1	15
D13	1	3	0	2	1	3	1	1	1	1	3	2	19
D14	0	2	1	2	1	2	2	2	3	0	3	3	21
D15	1	1	0	3	1	1	2	3	2	1	3	3	21
D16	1	1	1	3	3	1	3	2	1	1	1	1	19
D17	1	2	1	1	1	1	1	3	0	3	1	1	16
D18	1	1	1	2	1	2	2	1	1	2	0	1	15
D19	0	2	1	2	1	1	1	1	1	1	3	1	15
D20	1	1	0	3	0	2	0	1	2	1	1	1	13
D21	0	2	1	1	1	1	2	3	2	2	1	2	18
D22	0	2	0	1	1	2	0	2	1	1	0	1	11
D23	0	0	1	3	0	2	1	0	2	1	3	3	16

Ek 17'nin devamı

Tablo: Deney ve kontrol grubu öğretmen adaylarının KAT'dan her bir soru için son testten aldıkları puanlar

Soru no	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam puan
K1	1	2	0	2	1	1	1	1	2	1	1	1	14
K2	3	2	0	0	0	1	2	3	2	3	3	1	20
K3	1	1	1	3	1	2	2	3	0	1	2	1	18
K4	1	2	2	3	3	1	2	3	1	3	3	3	27
K5	3	2	1	3	1	3	3	3	0	1	1	1	22
K6	3	2	1	3	1	2	2	3	2	1	1	1	22
K7	3	3	2	3	1	2	1	1	0	1	3	1	21
K8	1	3	1	3	1	2	3	3	1	1	3	1	23
K9	2	1	1	1	1	3	3	2	1	1	3	1	20
K10	3	2	2	3	3	1	3	3	1	1	3	3	28
K11	2	2	1	3	1	2	0	0	1	1	0	1	14
K12	2	3	0	2	1	3	0	1	2	1	1	1	17
K13	2	2	0	3	3	3	2	3	2	0	3	1	24
K14	2	2	2	0	0	3	1	1	3	2	3	2	21
K15	3	1	1	3	1	2	3	1	2	3	3	1	24
K16	0	2	1	2	1	3	2	3	1	1	2	3	21
K17	2	2	3	2	3	3	3	3	2	3	3	3	32
K18	0	3	0	1	0	1	0	0	3	1	0	1	10
K19	2	1	2	3	3	3	2	3	3	1	3	1	27
K20	1	3	0	2	1	2	2	3	1	1	3	1	20
K21	3	1	2	1	2	3	3	1	0	1	1	3	21
K22	1	2	2	3	3	3	1	3	1	3	3	1	26
D1	3	1	2	3	1	3	2	1	1	3	1	3	24
D2	3	1	3	3	1	3	1	1	2	1	0	1	20
D3	3	1	2	2	1	3	1	3	1	3	3	1	24
D4	1	3	1	3	3	3	2	3	2	1	3	3	28
D5	2	1	1	3	3	3	2	1	1	1	3	3	24
D6	3	1	1	3	1	1	1	3	3	1	0	3	21
D7	2	0	1	2	1	3	1	1	0	1	2	1	15
D8	3	2	2	3	3	2	3	3	2	1	3	1	28
D9	2	1	1	2	1	3	3	1	2	3	3	1	23
D10	3	2	0	2	3	3	1	3	1	1	3	3	25
D11	1	1	2	3	1	1	1	3	2	3	3	3	24
D12	3	2	1	2	1	3	1	3	2	3	1	1	23
D13	3	1	3	3	1	3	2	1	2	3	3	3	28
D14	3	1	2	2	3	3	3	3	3	1	3	3	30
D15	3	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	34
D16	1	1	3	3	3	2	3	3	2	1	3	3	28
D17	3	1	2	2	3	3	1	3	3	1	3	1	26
D18	2	1	1	2	1	3	1	1	1	1	0	1	15
D19	0	3	2	2	1	3	2	1	2	1	3	1	21
D20	3	1	1	2	1	3	3	1	2	1	1	1	20
D21	3	3	2	3	1	3	2	3	2	2	1	3	28
D22	3	2	2	3	1	3	2	3	3	1	0	1	24
D23	3	1	1	3	0	3	2	3	2	1	3	3	25

ÖZGEÇMİŞ

Zeynep BAŞKAN 01.06.1981 tarihinde Trabzon'da doğdu. İlkokulu Maçka Gürgenağaç İlkokulunda, orta okulu Trabzon Atatürk İlköğretim okulunda ve liseyi Yabancı Dil Ağırlıklı Fatih Lisesinde tamamladı. 1999 yılında Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Fizik Öğretmenliği programını kazandı. 2000 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Fatih Eğitim Fakültesi Fizik Öğretmenliği Programına yatay geçiş yaptı. Bu programdan 2004 yılında program birincisi olarak mezun oldu. Aynı yıl Fizik Eğitimi programında doktora öğrenimine başladı. Halen KTÜ Eğitim Bilimleri Enstitüsü bünyesinde araştırma görevlisi olarak görev yapmaktadır. İyi derecede İngilizce bilmektedir.