

T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORTAÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK ALANLAR EĞİTİMİ
ANABİLİM DALI
FİZİK EĞİTİMİ



TORK, AÇISAL MOMENTUM VE KEPLER YASALARINA
İLİŞKİN YAPILAN ÖĞRETİMİN ORTAÖĞRETİM
ONBİRİNCİ SINIF ÖĞRENCİLERİNİN ANLAM
OLUŞTURMA SÜREÇLERİNE ETKİSİ

DOKTORA TEZİ

AYBERK BOSTAN SARIOĞLAN

BALIKESİR, TEMMUZ - 2013

T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORTAÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK ALANLAR EĞİTİMİ
ANABİLİM DALI
FİZİK EĞİTİMİ



TORK, AÇISAL MOMENTUM VE KEPLER YASALARINA
İLİŞKİN YAPILAN ÖĞRETİMİN ORTAÖĞRETİM
ONBİRİNCİ SINIF ÖĞRENCİLERİNİN ANLAM
OLUŞTURMA SÜREÇLERİNE ETKİSİ

DOKTORA TEZİ

AYBERK BOSTAN SARIOĞLAN

BALIKESİR, TEMMUZ - 2013

KABUL VE ONAY SAYFASI

Ayberk BOSTAN SARIOĞLAN tarafından hazırlanan "TORK, AÇISAL MOMENTUM VE KEPLER YASALARINA İLİŞKİN YAPILAN ÖĞRETİMİN ORTAÖĞRETİM ONBİRİNCİ SINIF ÖĞRENCİLERİNİN ANLAM OLUŞTURMA SÜREÇLERİNE ETKİSİ" adlı tez çalışmasının savunma sınavı 05.07.2013 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği ile Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanlar Eğitimi Anabilim Dalı Fizik Eğitimi Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

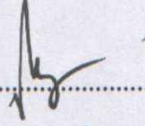
Jüri Üyeleri

İmza

Danışman
Doç. Dr. Hüseyin KÜÇÜKÖZER



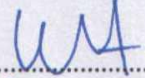
Üye
Prof. Mevlüt YILMAZ



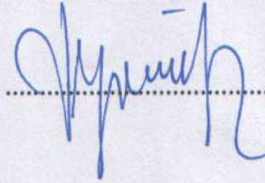
Üye
Doç. Dr. Neşet DEMİRCİ



Üye
Doç. Dr. Murat SAĞLAM



Üye
Doç. Dr. Kemal YÜRÜMEZOĞLU



Jüri üyeleri tarafından kabul edilmiş olan bu tez BAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca onanmıştır.

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Prof. Dr. Hilmi NAMLI

.....

Bu tez alışması Balıkesir Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeler Birimi tarafından 2012-53 nolu proje ile desteklenmiştir.

ÖZET

TORK, AÇISAL MOMENTUM VE KEPLER YASALARINA İLİŞKİN YAPILAN ÖĞRETİMİN ONBİRİNCİ SINIF ÖĞRENCİLERİNİN ANLAM OLUŞTURMA SÜREÇLERİNE ETKİSİ

DOKTORA TEZİ

AYBERK BOSTAN SARIOĞLAN

**BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORTAÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK ALANLAR EĞİTİMİ**

ANABİLİM DALI

FİZİK EĞİTİMİ

(TEZ DANIŞMANI:DOÇ. DR. HÜSEYİN KÜÇÜKÖZER)

BALIKESİR, TEMMUZ - 2013

1960'lerden günümüze, fen/fizik eğitimi alanında yapılan çalışmalarda öğrencilerin birçok fizik kavramına ilişkin fikirleri ortaya çıkarılmıştır. Öğrencilerde karşılaşılan fikirlerin genellikle bilimsel bilgi ile uyumlu olmadığı belirlenmiş ve bu fikirler alternatif kavram veya kavram yanılgısı olarak adlandırılmıştır. Öğrencilerde karşılaşılan alternatif kavramların bilimsel bilgiye doğru değişimine yönelik çok sayıda kavramsal değişim çalışması yapılmıştır. Alanyazında tork, açısal momentum ve Kepler yasaları ile ilgili öğrencilerin alternatif fikirlerini ortaya çıkaran ve bu fikirlerin kavramsal değişimine yönelik çalışma ile karşılaşılmamıştır.

Bu çalışmanın amacı ortaöğretim onbirinci sınıf öğrencilerinin tork, açısal momentum ve Kepler yasaları ile ilgili fikirleri üzerinde anlam oluşturmaya yönelik öğretimin etkisinin araştırılmasıdır. Araştırma deseni olarak zayıf deneysel desenden biri olan tek grup ön-test son-test kullanılmıştır. Çalışma yirmibeş ortaöğretim onbirinci sınıf öğrencisi ile yürütülmüştür. Öğretim öncesi öğrencilerin genellikle bu kavramlara ilişkin bilimsel fikirlere sahip olmadıkları ve bilimsel bilgi ile uyumlu olmayan çeşitli alternatif fikirlere sahip oldukları görülmüştür. Öğrencilerin bu kavramlara ilişkin anlam oluşturmalarını sağlamak amacı ile ikiyüz dakika süresince öğretim yapılmıştır. Öğretim sonrası bu kavramlara ilişkin öğrencilerin yarıdan fazlası bilimsel cevabı vermiştir. Öğretim sonrası öğrencilerde alternatif kavramlar ile karşılaşılma oranı da azalmıştır.

Anlam oluşturma süreçlerinin ayrıntılı olarak incelenmesi için durum çalışması yöntemi kullanılmıştır. Öğretim sürecinde bu iki öğrenci arasında etkileşimli iletişim yaklaşımı gerçekleşmiştir. Öğretimin başında öğrencilerin kavram için kullandıkları dil günlük iken, öğretimin sonunda bilimsel dili kullanmışlardır. Durum çalışmasındaki iki öğrenci öğretim sonrası yapılan yarı-yapılandırılmış görüşmelerde, yeni öğrendikleri kavramları anlaşılır, mantıklı ve faydalı bulduğunu belirtmiştir. Sonuç olarak, öğretim öğrencilerin bu kavramlara ilişkin bilimsel fikirler oluşturmada etkili olmuştur. Sınıf içinde fazla öğrencinin ve sınıfın bütünü etkileşiminin izlenmesi anlam oluşturma sürecinde kavramsal değişimin etkilerini daha detaylı ortaya koyacaktır.

ANAHTAR KELİMELEER: tork, açısal momentum, Kepler yasaları, anlam oluşturma, kavramsal değişim

ABSTRACT

THE EFFECTS OF INSTRUCTION ABOUT TORQUE, ANGULAR MOMENTUM AND KEPLER'S LAWS ON ELEVENTH GRADE HIGH SCHOOL STUDENTS' MEANING MAKING PROCESS

PH.D THESIS

AYBERK BOSTAN SARIOĞLAN

BALIKESİR UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE

SECONDARY SCIENCE AND MATHEMATICS EDUCATION

PHYSICS EDUCATION

(SUPERVISOR:ASSOC. PROF. DR. HÜSEYİN KÜÇÜKÖZER)

BALIKESİR, JULY 2013

Since the 1960s, students' idea on the many concepts of physics was revealed by the studies in the field of science/physics education. It is determined that ideas that were encountered in students are not generally compatible with scientific knowledge and these ideas were named as alternative conceptions or misconceptions. A large number of conceptual change studies were done intended for the change of alternative concepts that were encountered in students towards scientific knowledge. But no study was encountered intended for revealing students' alternative ideas related to torque, angular momentum, Kepler's laws and for the conceptual change of these ideas in literature.

The purpose of this study is to search the effects of education intended for creating 11th grade students' ideas related to torque, angular momentum and Kepler's laws. One group pre-test and post-test which is one of the weak experimental designs was used as research design. This study was conducted with twenty five 11th grade students. It is observed that students generally have no scientific ideas related to these concepts and have alternative ideas that are not related to scientific ideas. Five hours course were given with the aim of creating meaning in students' mind related to these concepts. More than half of the students gave the scientific answer after taking instruction. Rate of encountering alternative answers decreased after the instruction.

Case study method was used for examining the process of creating meaning in a detailed way. Interactive communication approach occurred between two students in the process of instruction. While the language used by students was everyday language at the beginning of instruction, the students used scientific language after taking instruction. Two students in the case study indicate that they find these newly learned concepts intelligible, plausible and fruitful after semi-structured interviews that were made after instruction. As a result, instruction influences the students in terms of creating scientific ideas related to these concepts. In the class, following more student and class interaction as a whole will exhibit the effects of conceptual change during meaning making process in more detail.

KEYWORDS: torque, angular momentum, Kepler laws, meaning making, conceptual change

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİL LİSTESİ	vi
ÇİZELGE LİSTESİ	vii
SEMBOL LİSTESİ	x
ÖNSÖZ	xi
1. GİRİŞ	1
1.1 Araştırmanın Amacı.....	3
1.2 Araştırmanın Önemi.....	3
1.3 Araştırma Soruları.....	6
1.4 Sayıtlılar.....	6
1.5 Sınırlılıklar	7
1.6 Araştırmanın Yapısı	8
2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE VE ALANYAZIN TARAMASI	9
2.1 Yapılandırmacı Öğrenme Kuramı.....	9
2.1.1 Bilişsel Yapılandırmacılık	10
2.1.2 Radikal Yapılandırmacılık.....	11
2.1.3 Sosyal Yapılandırmacılık.....	11
2.2 Yapılandırmacı Öğrenme Kuramına Göre Öğrenmenin Doğası	14
2.3 Alternatif Kavramlar ve Özellikleri	16
2.4 Kavramsal Değişim.....	19
2.5 Anlam Oluşturma Süreçleri	32
2.5.1 Öğretimin Amaçları	34
2.5.2 Sınıf Etkileşimlerinin İçeriği	35
2.5.3 İletişim Yaklaşımı.....	36
2.5.4 Etkileşim Modelleri	39
2.5.5 Öğretmen Müdahaleleri	42
2.5.6 Anlam Oluşturma Sürecine Yönelik Çalışmalar	44
2.6 ‘Kuvvet ve Hareket’ Ünitesinde Yer Alan Kazanımlar.....	53
2.7 Tork (Kuvvet Momenti) Kavramına İlişkin Çalışmalar	55
2.8 Açısal Momentum Kavramına İlişkin Çalışmalar	59
2.9 Kepler Yasaları Kavramına İlişkin Çalışmalar	61
3. YÖNTEM	65
3.1 Araştırma Deseni	65
3.2 Araştırmanın Örnekleme	67
3.2.1 Örneklem Seçimi	67
3.2.2 Örneklemin Özellikleri ve Grupların Oluşturulması	68
3.3 Anlam Oluşturmaya Yönelik Düzenlenen Öğretim.....	70
3.3.1 Öğretimin Uygulanması.....	74
3.4 Verilerin Toplanması	78
3.4.1 Veri Toplama Araçları	79

3.4.2	Veri Toplama Araçlarının Geçerlik ve Güvenirlik Çalışmaları.....	91
3.5	Veri Analizi.....	94
3.5.1	Kavramsal Anlama Testinin Nitel Analizi.....	95
3.5.2	Kamera Kayıtlarının Nitel Analizi.....	105
3.5.3	Yarı-yapılandırılmış Görüşmelerin Nitel Analizi	108
3.5.4	Ders Günlüklerinin Nitel Analizi.....	111
4.	BULGULAR VE YORUM	112
4.1	Kavram Testinin Analizinden Elde Edilen Bulgular	112
4.1.1	Tork Kavramı Temasının Analizinden Elde Edilen Bulgular	112
4.1.2	Tork Kavramında Kuvvetin Doğrultusu Temasının Analizinden Elde Edilen Bulgular	118
4.1.3	Torkun Yönünü Belirleme Temasının Analizinden Elde Edilen Bulgular	124
4.1.4	Açısal Momentumun Korunumu Temasının Analizinden Elde Edilen Bulgular	128
4.1.5	Kepler Yasaları Temasının Analizinden Elde Edilen Bulgular	133
4.2	Durum Çalışmasına Dahil Edilen Öğrencilerin Kavram Testinde Yer Alan Sorulara Verdiği Cevaplar.....	137
4.2.1	Durum Çalışmasına Dahil Edilen Öğrencilerin Kavram Testinde Tork Kavramı ile İlgili Sorulara Verdikleri Cevapların Analizinden Elde Edilen Bulgular	138
4.2.2	Durum Çalışmasına Dahil Edilen Öğrencilerden Açısal Momentum Kavramı ile İlgili Elde Edilen Verilerin Analizi.....	168
4.2.3	Durum Çalışmasına Dahil Edilen Öğrencilerden Kepler Yasaları ile İlgili Elde Edilen Verilerin Analizi.....	193
4.3	Ders Günlüklerinin Analizinden Elde Edilen Bulgular	207
4.3.1	Tork Kavramına İlişkin Düzenlenen Öğretimin Değerlendirilmesi ...	208
4.3.2	Açısal Momentum Kavramına İlişkin Düzenlenen Öğretimin Değerlendirilmesi.....	215
4.3.3	Kepler Yasaları Kavramına İlişkin Düzenlenen Öğretimin Değerlendirilmesi.....	225
5.	SONUÇLAR VE TARTIŞMA	235
5.1	Kavram Testinden Elde Edilen Sonuçlar	236
5.1.1	Tork Kavramına İlişkin Kavram Testinden Elde Edilen Sonuçlar	236
5.1.2	Açısal Momentum Kavramına İlişkin Sonuçlar	240
5.1.3	Kepler Yasaları Kavramına İlişkin Sonuçlar	242
5.2	Anlam Oluşturmaya Yönelik Öğretim Sürecinden Elde Edilen Sonuçlar	244
6.	ÖNERİLER.....	248
6.1	Öğretime Yönelik Öneriler	248
6.2	Gelecek Araştırmalara Yönelik Öneriler	250
6.2.1	Gelecek Araştırmacılar İçin Kazanılan Deneyimlerin Aktarılması ...	251
7.	KAYNAKLAR.....	253
8.	EKLER.....	267
	EK A Ders Planları.....	267
	EK A.1 Ders Planı 1 (Tork).....	267
	EK A.2 Ders Planı 2 (Açısal Momentum)	276
	EK A.3 Ders Planı 3 (Kepler Yasaları)	286
	EK B Kavramsal Anlama Testi	292
	EK C Çalışma Grubunda Yer Alan Öğrenciler ile Öğretim Öncesi Yapılan Yarı-yapılandırılmış Görüşme Formu.....	298

EK Ç Çalışma Grubunda Yer Alan Öğrenciler ile Öğretim Sonrası Yapılan Yarı-yapılandırılmış Görüşme Formu.....	299
EK D Ders Günlükleri	301
EK D.1 Tork Kavramına İlişkin Ders Günlüğü.....	301
EK D.2 Açısal Momentum ve Açısal Momentumun Korunumu Kavramlarına İlişkin Ders Günlüğü.....	302
EK D.3 Kepler Yasalarına İlişkin Ders Günlüğü	303
EK E Video Kayıtlarının Transkripsiyonundan Elde Edilen Veriler.....	304
EK E.1 Tork Kavramı Birinci Ders Video Kayıtlarının Transkripsiyonu.....	304
EK E.2 Tork Kavramı İkinci Ders Video Kayıtlarının Transkripsiyonu.....	327
EK E.3 Açısal Momentum Kavramı Birinci Ders Video Kayıtlarının Transkripsiyonu	350
EK E.4 Açısal Momentum Kavramı İkinci Ders Video Kayıtlarının Transkripsiyonu	363
EK E.5 Kepler Yasaları Kavramı Birinci Ders Video Kayıtlarının Transkripsiyonu	390

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1: Dünyadaki varlıklar hakkında kavramlarımızın doğasının epistemolojik varsayımları.....	23
Şekil 2.2: Analitik çerçeve: fen öğretimi etkileşimlerini analiz etme ve planlama için bir araç.....	34
Şekil 2.3: Öğretim sürecindeki iletişim yaklaşımları (Scott, Mortimer & Aguiar, 2006).....	37
Şekil 2.4: B–C–G etkileşim modelinde öğretmen konuşmalarının amacı (Chin, 2006).....	40

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1: Posner vd. (1982) kavramsal değişim kuramındaki teknik terimlerin tanımlanması (akt. Hewson & Hennessey, 1991)	22
Çizelge 2.2: Kavramsal değişimin derecelerini tanımlamak için çeşitli araştırmacılar tarafından kullanılan dilin karşılaştırılması (akt. Tyson vd., 1997)	29
Çizelge 2.3: Anlam oluşturma sürecinde öğretmen müdahaleleri.....	43
Çizelge 3.1: Zayıf deneysel araştırma deseninin temsili.....	65
Çizelge 3.2: Örneklemde yer alan sınıftaki öğrencilerin özellikleri.....	68
Çizelge 3.3: Durum çalışmasına dahil edilen örneklem grubunun özellikleri..	70
Çizelge 3.4: Tork kavramına yönelik düzenlenen öğretimin çerçevesi.....	71
Çizelge 3.5: Açısal momentum kavramına yönelik düzenlenen öğretimin çerçevesi	72
Çizelge 3.6: Kepler yasalarına yönelik düzenlenen öğretimin çerçevesi	73
Çizelge 3.7: Çalışmanın araştırma sorularına yönelik hazırlanan veri toplama araçları	79
Çizelge 3.8: Ünite kazanımlarını ölçmeye yönelik kavramsal anlama testinde yer alan soruların kazanımlara göre dağılımı	82
Çizelge 3.9: Kavramsal anlama testinde yer alan soruların amacı, kim tarafından geliştirildiği ve dayandığı temel.....	83
Çizelge 3.10: Analiz için belirlenen temalara göre soru dağılımı	97
Çizelge 3.11: Tork kavramı teması için oluşturulan cevap kategorileri ve analiz kriterleri	99
Çizelge 3.12: Tork kavramında kuvvetin doğrultusu teması için oluşturulan cevap kategorileri ve analiz kriterleri.....	100
Çizelge 3.13: Torkun yönünü belirleme teması için oluşturulan cevap kategorileri ve analiz kriterleri	101
Çizelge 3.14: Açısal momentumun korunumu teması için oluşturulan cevap kategorileri ve analiz kriterleri	102
Çizelge 3.15: Kepler yasaları teması için oluşturulan cevap kategorileri ve analiz kriterleri	103
Çizelge 3.16: Araştırmacı ile ikincil araştırmacı arasındaki tutarlılık yüzdeleri	104
Çizelge 3.17: Durum analiz kategorileri ve açıklamaları	110
Çizelge 4.1: Tork kavramı temasını cevap kategorileri kullanılarak analizinden elde edilen bulgular.....	113
Çizelge 4.2: Tork kavramı temasında öğretim öncesi ve öğretim sonrası öğrencilerde karşılaşılan alternatif kavramlar	116
Çizelge 4.3: Tork kavramında kuvvetin doğrultusu temasının cevap kategorileri kullanılarak analizinden elde edilen bulgular	119
Çizelge 4.4: Tork kavramında kuvvetin doğrultusu temasında öğretim öncesi ve öğretim sonrası öğrencilerde karşılaşılan alternatif kavramlar.	122
Çizelge 4.5: Torkun yönünü belirleme temasının cevap kategorileri kullanılarak analizinden elde edilen bulgular.....	124

Çizelge 4.6: Torkun yönünü belirleme temasında öğretim öncesi ve öğretim sonrası öğrencilerde karşılaşılan alternatif kavramlar.....	127
Çizelge 4.7: Açısal momentumun korunumu temasının cevap kategorileri kullanılarak analizinden elde edilen bulgular.....	128
Çizelge 4.8: Açısal momentumun korunumu temasında öğretim öncesi ve öğretim sonrası öğrencilerde karşılaşılan alternatif kavramlar	131
Çizelge 4.9: Kepler yasaları temasının cevap kategorileri kullanılarak analizinden elde edilen bulgular.....	133
Çizelge 4.10: Kepler yasaları temasında öğretim öncesi ve öğretim sonrası öğrencilerde karşılaşılan alternatif kavramlar	136
Çizelge 4.11: Durum çalışması yürütülen öğrencilerin öğretim öncesi ve sonrası tork kavramı temasına verdikleri cevapların karşılaştırılması	138
Çizelge 4.12: Durum çalışması yürütülen öğrencilerin öğretim öncesi ve sonrası tork kavramında kuvvetin doğrultusu temasına verdikleri cevapların karşılaştırılması	142
Çizelge 4.13: Durum çalışması yürütülen öğrencilerin öğretim öncesi ve öğretim sonrası torkun yönünü belirleme temasına verdikleri cevapların karşılaştırılması.....	144
Çizelge 4.14: Durum çalışmasındaki öğrenciler ile tork kavramı ile ilgili yapılan görüşmelerin durum analiz kategorileri ile analizinden elde edilen bulgular	148
Çizelge 4.15: Tork bölüm 1'in anlam oluşturma basamaklarına göre analizi..	151
Çizelge 4.16: Tork bölüm 2'in anlam oluşturma basamaklarına göre analizi..	155
Çizelge 4.17: Tork bölüm 3'ün anlam oluşturma basamaklarına göre analizi.	161
Çizelge 4.18: Tork bölüm 4'ün anlam oluşturma basamaklarına göre analizi.	165
Çizelge 4.19: Durum çalışması yürütülen öğrencilerin öğretim öncesi ve sonrası açısal momentumun korunumu temasına verdikleri cevapların karşılaştırılması.....	169
Çizelge 4.20: Durum çalışmasındaki öğrenciler ile açısal momentum kavramı ile ilgili yapılan görüşmelerin durum analiz kategorileri ile analizinden elde edilen bulgular.....	172
Çizelge 4.21: Açısal momentum bölüm 1'in anlam oluşturma basamaklarına göre analizi	174
Çizelge 4.22: Açısal momentum bölüm 2'nin anlam oluşturma basamaklarına göre analizi	180
Çizelge 4.23: Açısal momentum bölüm 3'ün anlam oluşturma basamaklarına göre analizi	185
Çizelge 4.24: Açısal momentum bölüm 4'ün anlam oluşturma basamaklarına göre analizi	190
Çizelge 4.25: Durum çalışması yürütülen öğrencilerin öğretim öncesi ve sonrası Kepler yasaları temasında verdikleri cevapların karşılaştırılması.....	193
Çizelge 4.26: Durum çalışmasındaki öğrenciler ile Kepler yasaları ile ilgili yapılan görüşmelerin analizinden elde edilen bulgular.....	197
Çizelge 4.27: Kepler yasaları bölüm 1'in anlam oluşturma basamaklarına göre analizi	198
Çizelge 4.28: Kepler yasaları bölüm 2'nin anlam oluşturma basamaklarına göre analizi	201

Çizelge 4.29: Kepler yasaları bölüm 3'ün anlam oluşturma basamaklarına göre analizi	204
Çizelge 4.30: Tork kavramının anlaşılmasına yardımcı olan etkinlikler	208
Çizelge 4.31: Tork kavramının anlaşılmasının kolay olma nedenleri	210
Çizelge 4.32: Tork kavramının anlaşılmasının zor olduğu bölümler	211
Çizelge 4.33: Tork kavramının anlaşılmasının zor olma nedenleri	212
Çizelge 4.34: Tork ve torkun günlük yaşamdaki uygulamaları ile ilgili öğrenilenler	213
Çizelge 4.35: Tork ile ilgili dersin işlenişi ve içeriği ile ilgili yorumlar	214
Çizelge 4.36: Açısal momentum kavramının anlaşılmasına yardımcı olan etkinlikler	216
Çizelge 4.37: Açısal momentum kavramının anlaşılmasının kolay olma nedenleri	218
Çizelge 4.38: Açısal momentum kavramının anlaşılmasının zor olduğu bölümler	219
Çizelge 4.39: Açısal momentum kavramının anlaşılmasının zor olma nedenleri	221
Çizelge 4.40: Açısal momentum ve açısal momentumun korunumu ile ilgili öğrenilenler	223
Çizelge 4.41: Açısal momentum ile ilgili dersin işlenişi ve içeriği ile ilgili yorumlar	224
Çizelge 4.42: Kepler yasalarının anlaşılmasına yardımcı olan etkinlikler	226
Çizelge 4.43: Kepler yasalarının anlaşılmasının kolay olma nedenleri	227
Çizelge 4.44: Kepler yasalarının anlaşılmasının zor olduğu bölümler	229
Çizelge 4.45: Kepler yasalarının anlaşılmasının zor olma nedenleri	230
Çizelge 4.46: Kepler yasaları ile ilgili öğrenilenler	232
Çizelge 4.47: Kepler yasaları ile ilgili dersin işlenişi ve içeriği ile ilgili yorumlar	233

SEMBOL LİSTESİ

NSES: National Science Education Standarts

τ : Tork

L: Açısal momentum

I: Eylemsizlik momenti

r : Yarıçap vektörü

K: Kepler yasaları

Ö: Öğrenci

A: Araştırmacı

%: Yüzde

N: Öğrenci sayısı

p: Tutarlılık yüzdesi

ÖNSÖZ

Uzun ve meşakatli bir süreç olan doktora sürecinin sonunda duygularımı kısaca özetlemek istedim. En öncelikle hem yüksek lisansda hem de doktorada danışmanım olan sayın Doç. Dr. Hüseyin KÜÇÜKÖZER'e buradan çok kısa birkaç cümle ile teşekkürlerimi sunmak istiyorum. Elbette ki bu cümleler sayın hocamın yaptıkları için yetersiz kalır. Hocam sabrınız için, öğretme istediğiniz için, bana her adımda gösterdiğiniz çıkış yolları için, ihtiyaç duyduğumda zamanlarda beni teşvik ettiğiniz için ve daha birçok neden için size sonsuz teşekkürlerimi sunmak isterim.

Tezimle ilgili bana her türlü yardımı gösteren ve tez sürecimde tavsiyelerde bulunarak bana yardımcı olan sayın hocalarım Doç. Dr. Neşet DEMİRCİ'ye, Doç. Dr. Murat SAĞLAM'a ve Doç. Dr. Kemal YÜRÜMEZOĞLU'na şükranlarımı sunarım.

Tezimin uygulamaları sırasında bana çok yardımcı olan uygulama yaptığım okulun fizik öğretmeni sayın Sedat YILDIRIM'a buradan teşekkür etmek istiyorum.

Tezim süresince çok yakınımnda olan ama çalışmalarım dolayısı ile bir o kadar uzak kaldığım annelerim Semra BOSTAN ve Ayşe SARIOĞLAN, babalarım Naim BOSTAN ve İsmail SARIOĞLAN her türlü desteğiniz için size çok teşekkür ederim. Canım kardeşim Büşra bana her zaman moral verdiğin için çok teşekkür ederim.

Doktora sürecinde bana manevi destek veren kişiler haricinde verdiği maddi destekten dolayı TÜBİTAK Bilim İnsanları Destekleme Daire Başkanlığı'na teşekkürü bir borç bilirim.

Canım eşim senin için yazmak istediğim kelimeler, cümleler buraya sığmaz. Bu tezi eşim Mehmet SARIOĞLAN'a ithaf ediyorum. İyi ki varsın ve iyi ki bu süreçte yanımdaydın. Herşey için sana minnettarım.

1. GİRİŞ

Yirminci yüzyılın son çeyreğinde bilimin her alanında çalışmalar artış göstermiş ve bilgi birikimi katlanarak artmaya başlamıştır. Eğitim alanı da yirminci yüzyılda çok hızlı bir şekilde gelişme gösteren bilim dallarından biridir. Bu dönemde eğitim bilimciler (özellikle psikologlar) tarafından öğrenmenin nasıl gerçekleştiği ve öğrenmeyi etkileyen faktörler ile ilgili çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. Öğrenme ile ilgili birçok kuram ortaya konulduktan sonra bu kuramların alan eğitiminde uygulamaları yapılmaya başlanmıştır. Fizik eğitiminde çalışma yapılan alanlardan biridir. 1960'lı yıllarda fizik kavramları ile ilgili öğrencilerin fikirlerini ortaya çıkarmaya ve bu kavramların öğretimine yönelik çalışmalar yapılmaya başlanmıştır (Duit, 2009). Duit (2009)'in fen, fizik, kimya ve biyoloji eğitimi alanlarında oluşturduğu bibliyografisinde, 1960'lı yıllardan 2009 yılına kadar fizik eğitiminde yapılmış doküzyüzotuz tane çalışma yer almaktadır. Fizik eğitimi alanında yapılan çalışmaların üçte biri öğrencilerin fikirleri üzerine öğretimin etkilerinin araştırıldığı çalışmalardır. Bu çalışmalar arasında sadece bir çalışmada fizik derslerindeki sınıf içi etkileşimin anlam oluşturma süreçlerine etkisi araştırılmıştır. Öğrencilerin fizik kavramları ile ilgili anlam oluşturmaya yönelik öğretimin gerçekleştirildiği çalışmalara Duit (2009)'in bibliografyasında rastlanmamıştır. Dinamiğin çeşitli kavramlarını araştırmaya yönelik çok sayıda çalışma yapılmış olmasına rağmen, tork, açısal momentum ve Kepler yasalarına ilişkin öğrencilerin fikirlerinin ortaya çıkarmaya yönelik yapılan çok sayıda çalışma olmadığı da görülmektedir.

Türkiye'de fizik eğitimi ile ilgili çalışmalar dünyaya göre biraz daha geç başlamış olmasına rağmen, bu alanda yapılan çalışma sayısı her geçen gün artmaktadır. 1990'lı yıllarda üniversitelerde fizik eğitimi ile ilgili lisansüstü programların sayısının artması ile fizik eğitimi alanında yapılan çalışma sayısı da artış göstermiştir. Doğru, Gençosman, Ataalkın ve Şeker (2012)'in yaptıkları lisansüstü tez incelemesinde Türkiye'de fizik eğitimi alanında 2005 yılından itibaren tamamlanan lisansüstü tez sayısında büyük bir artış olduğunu belirlenmiştir. Bu lisansüstü tezlerde, "enerji, kuvvet ve hareket, madde ve özellikleri, elektrik, dalgalar, elektrostatik, kuantum mekaniği, termodinamik, Newton'un hareket

yasaları” konuları çalışılmıştır. Türkiye’de de birçok fizik kavramına ilişkin tezler yapılmasına rağmen bu tez konularından da anlaşılacağı üzere fizik eğitimi ile ilgili yapılan çalışmalarda tork, açısal momentum ve Kepler yasaları gibi kavramlara ilişkin çalışmaya rastlanmamıştır.

Tork, açısal momentum ve Kepler yasaları konuları 2007 yılı fizik öğretim programında onbirinci sınıf ‘Kuvvet ve Hareket’ ünitesinde yer almıştır. Bu kavramların fizik öğretim programlarında yer almasıyla bu kavramlara ilişkin öğrencilerin fikirlerinin ortaya çıkarılması ve bu fikirlere yönelik öğretimin gerçekleştirilmesi de önem kazanmıştır. 2007 yılı fizik öğretim programında anlamlı öğrenmenin gerekliliğine değinilmiştir. Fizik öğretim programı (2007) anlamlı öğrenmeyi, öğrencilerin ön bilgilerinin doğruluğunun kontrol edildiği, gerçek yaşamda karşılaştıkları bağlamların temel alındığı, öğrencinin her zaman zihinsel ve çoğunlukla da fiziksel olarak etkin olduğu ve kavramsal değişimin gerçekleştiği öğrenme ortamlarının sağlanması olarak tanımlamıştır. Anlamlı öğrenme, iyi düzenlenmiş bilgi yapıları ve yeni öğrenilen kavramlar ile mevcut kavramlar arasında iyi bir bağlantının kurulmasını gerektirmektedir (Novak, 2002). Birbiriyle ilişkili olan tork, açısal momentum ve Kepler yasaları ile ilgili öğrencilerin anlamlı öğrenmelerini sağlayacak öğretimin düzenlenmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır. Bu kavramların öğretimine yönelik çalışmaların olmayışı kavramların öğretiminde etkili öğretim yöntemlerinin kullanımı konusunda öğretmenlere yeterli bilgi sağlayamamaktadır.

Hem ulusal hem de uluslararası alanyazında bu kavramlara ilişkin öğrencilerin fikirlerini ortaya çıkarmaya ve bu fikirlere ilişkin öğretim düzenlemeye yönelik çalışmaların olmaması, bu kavramların öğretimine yönelik büyük boşluklar oluşturmaktadır. Bu sayılan nedenler bu çalışmanın yapılmasına temel oluşturmuştur.

1.1 Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı, tork, açısal momentum ve Kepler yasalarına ilişkin olarak anlam oluşturma sürecine uygun tasarlanan öğretimin ortaöğretim onbirincisınıf öğrencilerinin anlam oluşturma süreçlerine ve kavramsal değişime etkisini incelemektir.

Bu nedenle de,

- Tork, açısal momentum ve Kepler yasaları konularında sınıf genelindeki bütün öğrencilerin öğretim öncesi ve sonrası fikirlerinin belirlenerek, öğretim sonrası öğrencilerin fikirlerinde kavramsal değişimin gerçekleşip gerçekleşmediğinin ortaya çıkarılması,

- Bu kavramlara ilişkin tasarlanan öğretimin çalışma grupları arasından seçilen bir grupta yer alan öğrencilerin anlam oluşturma süreçlerine etkisininayrıntılı bir biçimde incelenmesi amaçlanmıştır. Öğretim süresince bu grupta yer alan iki öğrencinin arasındaki etkileşim ayrıntılı olarak incelenerek öğrencilerin anlam oluşturma süreçlerinin ayrıntılı bir biçimde betimlenmesi amaçlanmıştır.

1.2 Araştırmanın Önemi

Fizik eğitimi alanında dinamiğin diğer kavramları ile kıyaslandığında, tork, açısal momentum ve Kepler yasaları kavramlarına ilişkin çok az sayıda çalışma yapılmıştır. Hatta alanyazında fizik eğitimi alanında dinamiğin çok çeşitli konularında birçok kavramsal değişim çalışmalarına rastlanmasına rağmen (Duit, 2009), tork, açısal momentum ve Kepler yasaları kavramlarına ilişkin yapılmış kavramsal değişim çalışmasına rastlanmamıştır.

1998 ve 2005 yıllarında uygulanmaya başlayan fizik öğretim programlarında tork, açısal momentum ve Kepler yasaları kavramlarına yer verilmemiştir. Ancak bu kavramlar 2007 yılında yenilenen fizik programlarında onbirinci sınıf düzeyinde 'Kuvvet ve Hareket' ünitesinde yerini almıştır. Türkiye'de tork ve açısal momentum kavramları fizik öğretim programlarında çok yakın zamanda yerini aldığı için, bu kavramlara ilişkin öğretim almamış öğrencilerin günlük deneyimlerine dayanan

sezgisel fikirlerini ortaya çıkarmaya ya da öğretim almış öğrencilerin öğretimden etkilenen fikirlerini ortaya çıkarmaya yönelik çalışmalar yapılmamıştır. Yurt dışında da durum pek farklı değildir. Tork, açısal momentum ve Kepler yasaları kavramlarına ilişkin yapılan çalışmalarda sadece üniversite düzeyindeki öğrenciler ile çalışılmıştır. Yapılan çalışmaların büyük bir kısmı üniversite düzeyindeki öğrencilerin tork, açısal momentum ve Kepler yasaları kavramlarına ilişkin fikirlerini ortaya çıkarmaya yönelik olup çok az bir kısmında bu fikirlerin üzerine klasik öğretim yöntemlerinin etkisi araştırılmıştır.

Yukarıda da belirtildiği üzere tork, açısal momentum ve Kepler yasaları kavramlarına ilişkin yapılan çalışma sayısı oldukça azdır. Palmieri ve Strauch (1963) yaptıkları çalışmanın sonucunda öğrencilerin açısal momentum kavramını anlamakta güçlük çektiklerini belirlemiştir. Buna rağmen, öğrencilerin açısal momentum kavramını nasıl daha kolay öğrenebileceklerine yönelik bir çalışma yapılmamıştır. Tork ve Kepler yasaları kavramlarına ilişkin öğrencilerin anlama düzeylerini araştırmaya ve bu kavramların öğretimine yönelik çalışma yapılmamıştır. Alanyazında araştırmaya konu olan bu kavramların anlam oluşturulmasına yönelik çalışma ile karşılaşılmamıştır. Bu çalışmada bu kavramların öğretimine yönelik tasarlanan öğretimin öğrencilerin fikirleri üzerindeki etkisi araştırılarak alanyazına bu konuda katkı sağlayacaktır.

Tork, açısal momentum ve Kepler yasalarının öğrenilmesi bu kavramlar ile ilişkili diğer kavramların öğrenilmesi için de önemlidir. Tork, açısal momentum ve Kepler yasaları kavramları; kütle, kuvvet, hız, açısal hız, eylemsizlik momenti, vektörel çarpım gibi temel fizik kavramları öğrenildikten sonra ancak doğru bir şekilde anlaşılabilir. Kuvvet, kütle, hız gibi kavramlara ilişkin ilköğretim ve ortaöğretim dokuzuncu sınıf düzeyinde, açısal hız, eylemsizlik momenti ve vektörel çarpım gibi kavramlara ilişkin onbirinci sınıfta 'Kuvvet ve Hareket' ünitesinin ilk bölümlerinde öğretim verilmektedir. Bu kavramları tam olarak doğru yapılandırmadan tork, açısal momentum ve Kepler yasalarının kavramlarını yapılandırmak oldukça güç olacaktır. Öğrenciler tork, açısal momentum ve Kepler yasaları kavramlarını doğru yapılandırdığı zaman bu kavramların temel oluşturduğu kavramları doğru olarak yapılandırabilecektir. Örneğin, tork kavramını doğru kavrayan bir öğrenci aynı ünite de bir sonraki konu olan denge konusunda dönme

dengeini öğrenmede zorlanmayacaktır. Açısal momentumun korunumunu anlayan bir öğrenci Kepler yasalarının açıklamalarını yapabilecektir. Kepler yasalarını anlayan bir öğrenci Newton'un bu yasalara ilişkin yaptığı açıklamaları da anlayabilecektir. Ortaöğretim düzeyinde açısal momentum ve Kepler yasalarını doğru anlayan bir öğrenci ise bu bilgilerini üniversite düzeyinde fizik bölümlerde yer alan astronomi derslerinde kullanabilecektir. Bu kavramlara ilişkin öğrencilerin öğretim öncesi sahip olduğu fikirlerin belirlenmesi ve belirlenen bu fikirler arasındaki alternatif kavramların öğretim sonrası değiştirilmesi önemlidir. Çünkü öğrenciler ileriki sınıf düzeylerine alternatif kavramlar ile devam eder ise sonraki öğrenmeleri bu alternatif kavramlardan olumsuz etkilenecektir (Helm & Novak, 1983).

Tork, açısal momentum ve Kepler yasaları kavramlarını doğru yapılandıran öğrenciler günlük yaşamda karşılaştıkları birçok olayı açıklamakta zorlanmayacaktır. Örneğin, tork kavramını anlayan bir öğrenci günlük yaşamında çok sık karşılaştığı bisiklet viteslerinin nasıl çalıştığını, oynadıkları topacı, gemi dümenini, tahterevalliye, çim biçme makinesinin çalışma prensibini daha kolay açıklayabilecektir. Açısal momentum ve açısal momentumun korunumu kavramlarını doğru yapılandıran öğrenciler buz patencilerinin gösterileri sırasındaki figürlerini, sporcuların havada takla atarken yaptıkları hareketlerini ve daha benzeri birçok olayın nedenini daha kolay kavrayabilecektir. Kepler yasalarını anlayan bir öğrenci, Güneş'in yaz ve kış mevsiminde Dünya'ya olan mesafesinin değişme nedenini, mevsimlerin değişme nedenini, gezegenlerin Güneş etrafında dolanma yörüngesini ve gezegenlerin Güneş etrafındaki dolanma periyotlarına ilişkin doğru anlamalar geliştirecektir.

Yukarıda da belirtilen nedenler ile öğrencilerin tork, açısal momentum ve Kepler yasaları kavramlarına ilişkin doğru bilişsel yapılara sahip olması önem arz etmektedir. Öğrencilerin bu kavramlara ilişkin öğretim öncesi sezgisel yapıda fikirleri vardır ancak bu fikirlerin öğretim sonucu bilimsel bilgiler ile uyumlu olması öğretimin temel amacıdır.

1.3 Araştırma Soruları

Araştırma soruları belirlenirken bu araştırmanın amacı göz önüne alınmış, öğrencilerin tork, açısal momentum ve Kepler yasaları kavramlarına ilişkin fikirleri belirlenmiş ve bu fikirlere anlam oluşturmaya yönelik öğretimin etkisi araştırılmıştır. Bu çerçevede araştırmanın soruları aşağıda yer almaktadır.

1. Ortaöğretim onbirinci sınıf öğrencilerinin öğretim öncesi ve öğretim sonrası tork kavramına ilişkin sahip olduğu fikirleri nelerdir?
2. Ortaöğretim onbirinci sınıf öğrencilerinin öğretim öncesi ve öğretim sonrası açısal momentum kavramına ilişkin sahip olduğu fikirleri nelerdir?
3. Ortaöğretim onbirinci sınıf öğrencilerinin öğretim öncesi ve öğretim sonrası Kepler yasalarına ilişkin sahip olduğu fikirleri nelerdir?
4. Öğretim durum çalışmasına dahil edilen öğrencilerin tork kavramına ilişkin anlam oluşturma süreçlerinde etkili olmuş mudur?
5. Öğretim durum çalışmasına dahil edilen öğrencilerin açısal momentum kavramına ilişkin anlam oluşturma süreçlerinde etkili olmuş mudur?
6. Öğretim durum çalışmasına dahil edilen öğrencilerin Kepler yasalarına ilişkin anlam oluşturma süreçlerinde etkili olmuş mudur?
7. Öğrencilerin tork kavramının öğretimine ilişkin görüşleri nelerdir?
8. Öğrencilerin açısal momentum kavramının öğretimine ilişkin görüşleri nelerdir?
9. Öğrencilerin Kepler yasalarının öğretimine ilişkin görüşleri nelerdir?

1.4 Sayıtlar

Bu araştırmada aşağıda belirtilen sayıtlar kabul edilmiştir.

- Araştırmacı tarafından tasarlanan öğretimin içeriği anlam oluşturmaya yöneliktir.
- Araştırmada kullanılan ve araştırmacı tarafından geliştirilen kavramsal anlama testi, öğrencilerin öğretim öncesi ve sonrası tork, açısal momentum ve Kepler yasaları kavramları ile ilgili sahip olduğu fikirlerini ortaya çıkarmaya yöneliktir.

- Öğrenciler kavramsal anlama testinde yer alan sorulara öğretim öncesi ve sonrası aynı ortam şartlarında cevap vermiştir.
- Araştırmaya katılan öğrenciler veri toplama araçlarındaki sorulara içtenlikle cevap vermiştir.

1.5 Sınırlılıklar

Bu araştırma,

- Tork, açısal momentum ve Kepler yasaları kavramları ile
- 2012-2013 öğretim yılında Balıkesir il merkezindeki bir ortaöğretimde öğrenim gören yirmibeş onbirinci sınıf öğrencisi ile
- Veri toplama araçları olarak, tork, açısal momentum ve Kepler yasalarına yönelik onbir açık uçlu sorudan oluşan kavram testi, öğretim öncesi ve sonrası gerçekleştirilen yarı-yapılandırılmış görüşmeler, kamera ile kaydedilen öğretim süreci ve her konu sonunda öğrenciler tarafından öğretim ile ilgili fikirlerinin alındığıders günlükleri ile
- Veri analizinde nitel veri analizi yöntemleri ile
- Öğretim süresi olarak ikiyüz dakika ile
- Yarı-yapılandırılmış görüşme yapılan öğrenci sayısı öğretim öncesi iki öğrenci, öğretim sonrası iki öğrenci ile
- Öğretim sürecinde öğrenciler arasındaki etkileşimlerin incelenmesinde çalışma gruplarından seçilen bir grupta yer alan iki öğrenci ile

sınırlı tutulmuştur.

1.6 Araştırmanın Yapısı

Bu araştırma sekiz ana bölümden oluşmaktadır. Bu bölümler hakkında aşağıda kısaca bilgi verilmektedir.

- Bölüm I, araştırmanın amacına, araştırmanın önemine, araştırma sorularına, araştırmanın sayıltılarına, sınırlılıklarına ve araştırmanın yapısına ilişkin bilgilerin verildiği bölümdür.

- Bölüm II, kısaca araştırma konularına ilişkin alanyazın taramasının yapıldığı bölümdür. Öğrenmenin doğası, alternatif kavramların özellikleri, kavramsal değişim, anlam oluşturma süreçleri, kuvvet ve hareket ünitesinde yer alan kazanımlar, tork, açısal momentum ve Kepler yasaları ile ilgili yapılmış çalışmalar alt başlıklarına ilişkin bilgilerin verildiği bölümdür.

- Bölüm III, araştırmanın yöntemi, örnekleme, veri toplama araçları ve veri analizi hakkında bilgilerin verildiği bölümdür.

- Bölüm IV, araştırmadan elde edilen bulguların ve bulguların yorumlanmasına yer verilen bölümdür.

- Bölüm V, araştırmadan elde edilen sonuçların ve bu sonuçların tartışıldığı bölümdür.

- Bölüm VI, bu araştırmanın sonuçlarına dayanarak yapılan önerilerin yer aldığı bölümdür.

- Bölüm VII, bu araştırmada kaynaklara yer verilen bölümdür.

- Bölüm VIII, bu araştırmada kullanılan veri toplama araçlarının içeriğine ve bu veri toplama araçlarından elde edilen verilerin analizinden elde edilen bulgulara yer verilen bölümdür.

2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE VE ALANYAZIN TARAMASI

Bu bölümde yapılandırmacı öğrenme kuramına ve türlerine, alternatif kavramların özelliklerine, kavramsal değişim kuramlarına ve anlam oluşturma süreçlerine değinilmiştir. 'Kuvvet ve Hareket' ünitesinde yer alan kazanımlardan ve en son olarak çalışmaya konu olan tork, açısal momentum ve Kepler yasaları ile ilgili alanyazında karşılaşılan çalışmalardan sırasıyla bahsedilmiştir. Aşağıda ilk olarak öğrenmenin farklı öğrenme kuramlarında nasıl ele alındığına değinilmiştir.

2.1 Yapılandırmacı Öğrenme Kuramı

Öğrenci merkezli öğretimin etkililiğinin araştırıldığı son yıllarda yapılandırmacı öğrenme kuramında önem kazanmıştır. Yapılandırmacı öğrenme kuramına ilişkin yapılan çalışmalarda bu kurama ilişkin tanımlar yapılmıştır. Bu tanımlardan biri olan Brooks ve Brooks (1993)'un yaptığı tanım şu şekildedir; yapılandırmacılık öğretim üzerinde şekillenen bir kuramdan ziyade bilgi ve öğrenme üzerinde şekillenen bir kuramdır. Bu kuram bilgiyi geçici, geliştirilebilen, sosyal ve kültürel bir araç olarak görmekte ve bu nedenle bilginin nesnel olmadığını belirtmektedir (Brooks & Brooks, 1993). Yapılandırmacılığın bir başka tanımı da, yeni öğrenilen bilgi mevcut bilgiler üzerinde yeni ilişkilerin, dönüşümlerin ve işlemlerin düzenlenmesi sonucu yapılandırılır şeklindedir (Redish, 2004).

Yapılandırmacı öğrenme kuramı son yıllarda öğretim programlarında etkisini göstermiştir. Yapılandırmacı öğrenme kuramının altında öğrenmeye farklı yönlerden bakan kuramlar mevcuttur.

Yapılandırmacı öğrenme kuramının üç çeşidi üzerinde durulmaktadır. Bunlar;

- Bilişsel yapılandırmacılık
- Radikal yapılandırmacılık
- Sosyal yapılandırmacılık

2.1.1 Bilişsel Yapılandırıcılık

Bilişsel yapılandırıcılık, Piaget'in bilişsel gelişim kuramı temel alınarak şekillendirilmiştir. Bilişsel yapılandırıcı kurama göre, öğrenciler oluşturdukları zihinsel yapılar sayesinde çevrelerini anlamlandırır (Grandy, 1998). Bu kuramda, öğrenme içselleştirme süreci ve dışsal gerçekliğin yapılandırılması olarak tanımlanmaktadır. Bilişsel yapılandırıcılığın öncüsü Piaget, öğrenmeyi açıklarken özümleme, düzenleme ve denge kavramlarını kullanmıştır. Piaget'e göre özümleme bir tür tamamlama işlemidir. Piaget (1977) özümlemeyi, var olan zihinsel modellerin yeniden yapılandırılması ya da değişikliği olarak tanımlamıştır. Düzenlemeyi, zihinsel modellerin değiştirilmesi ya da yeni zihinsel modellerin oluşturulması olarak ifade etmiştir (Piaget, 1977). Öğrenme süreci sonunda öğrencinin zihninde özümleme ya da düzenleme gerçekleşerek zihni denge durumuna ulaştır. Piaget'e göre özümleme ve düzenleme birbirine zıt çalışmaktadır. Bu nedenle özümleme ve düzenleme aynı anda gerçekleşemez ancak biri meydana gelebilir. Öğrenci ya mevcut zihinsel modellerini devam ettirir, ya da mevcut zihinsel yapılarını değiştirir.

Piaget bilişsel yapılandırıcı öğrenme kuramında öğrenmenin iki yönü üzerinde durmaktadır. Bunlar; öğrenmenin aktif bir süreç olduğu ve öğrenmenin bütünü içermesi, gerçek ve inandırıcı olmasıdır. Öğrenciler doğrudan deneyimleri sonucu bilgi elde etmektedir. Öğrenciler gözlemleri sonucu edindiği fikirlere anlam yüklediklerinde öğrenme gerçekleşmektedir (Piaget, 1977).

Piaget'in ortaya koyduğu bu eğitsel çıkarımlar, bilişsel yapılandırıcılığa uygun bir öğretimin nasıl olması gerektiği konusunda ipuçları vermektedir. Bilişsel yapılandırıcılıkta öğrenmede en önemli faktörlerden biri öğrencilerin sahip olduğu ön bilgidir ve ön bilginin niteliği öğrenmeyi şekillendirmektedir. Bilişsel yapılandırıcı öğrenme kuramında öğrencilerin sınıf ortamına getirdiği ön bilgileri öğrenme açısından önemi gözardı edilemez.

2.1.2 Radikal Yapılandırmacılık

Yapılandırmacı öğrenme kuramı altında incelenen bir diğer kuram radikal yapılandırmacı öğrenme kuramıdır. Radikal yapılandırmacılık gerçekten radikaldir çünkü mevcut düzenden farklıdır ve bilginin “nesnel” ontolojik gerçekliği yansıtmadığı bir bilgi kuramıdır (Von Glasersfeld, 1984). Bu kurama göre göre tek bir doğru yoktur, herkesin kendi doğruları vardır. Von Glasersfeld (1984) Piaget’in öğrenmeyi açıklamak için özümleme ve düzenleme kavramlarını kullanmasını eleştirmekte ve öğrenmenin yeni bilginin özümlemesi ve düzenlenmesi ile gerçekleşmeyeceğini belirtmektedir. Von Glasersfeld (1984) çevremizdeki dünyayı kendi deneyimlerimiz sonucu şekillendirdiğimizi belirtmektedir. Bu kuramda öğrenmenin bireyin kendi zihninde algıları sonucu gerçekleştiğini savunulmaktadır. Bu kuramda tek bir doğru yoktur ve birey zihninde kendi doğrusunu yapılandırmaktadır. Bilgi elde etme süreci pasif bir şekilde gerçekleşmez, bireyin kendisi tarafından günlük deneyimleri sonucu elde edilir ve bireyin zihninde yapılandırılır. Bireyin zihninde yapılandırdığı anlamın dışsal gerçeklikle uyumu beklenmez çünkü bireysel olarak edindiğimiz deneyimlerimiz değiştiğinden doğruluğun ya da gerçekliğin tek bir doğru görüşü yoktur (Arslan, 2007). Öğrenme sürecinde bireyin çevresiyle olan sosyal etkileşimi önemlidir. Bireyin zihinsel sürecine uyum sağlayan bilgi devam ederken, uyum sağlayamayan yok olur. Bilginin birey tarafından öğrenilebilmesi için bireye anlamlı gelmesi gerekmektedir. Radikal yapılandırmacı öğrenme kurama göre, bilgi ürün olmaktan çıkmıştır ve süreç olarak kabul edilmektedir (Jones & Brader-Araje, 2002). Radikal yapılandırmacılık, sosyal yapılandırmacılığa benzer olmasına karşın, bilginin bireyin algılaması sonucu kazanıldığı yönü ile sosyal yapılandırmacı öğrenme kuramından ayrılmaktadır.

2.1.3 Sosyal Yapılandırmacılık

Sosyal yapılandırmacı öğrenme kuramı, öğrenmeyi diğer yapılandırmacı öğrenme kuramlarından farklı bir açıdan ele almıştır. Sosyal yapılandırmacılığın öncüsü olan Vygotsky öğrenmenin sosyal ortamıçerisinde gerçekleştiğine değinmiştir (Duit & Treagust, 1998; Jones & Brader-Araje, 2002; McMahan, 1997). Vygotsky bireylerin öğrenmesinde insanlar arasındaki sosyal etkileşime değinmiş,

öğrenmenin bireyin bilgiyi içselleştirdiği ve insanlar ile çalıştığı ve konuştuğu zaman gerçekleştiğini belirtmiştir (Campbell, Oh & Neilson, 2012). Vygotsky kavramları günlük ve bilimsel olarak sınıflandırmıştır. Öğrenciler günlük kavramları günlük yaşamlarındaki deneyimleri sonucu öğrenirken, bilimsel kavramları formal bir öğretim sonucu öğrenmektedir. Bilimsel kavramlar, günlük kavramlara göredaha mantıklı tanımlanmış kavramlardır. Öğrencilerin mevcut bilgi seviyesi öğretimin düzeyini etkilemekte ve öğrencilerin yapabileceklerini belirlemektedir. Öğrencilerin sınıf ortamına getirdikleri ön bilgileri de yeni öğrenecekleri bilgiler üzerinde etkilidir.

Sosyal yapılandırmacı öğrenme kuramı, bilişsel yapılandırmacı ve radikal yapılandırmacı öğrenme kuramlarından öğrenmenin sosyal ortam içerisinde gerçekleştiği yönünden ayrılmaktadır. Sosyal yapılandırmacılığa göre öğrenme sosyal etkileşim sonucu oluşur. Öğrenme, kişisel süreçlerden önce insanlar ve kültürler arasındaki etkileşime bağlıdır (Kim, 2001). Öğrencilerin kendileri ve sosyal rolleri ile ilgili gerçekleri, sosyal etkileşim yoluyla oluşmaktadır (Atwater, 1996).

Sosyal yapılandırmacılar, farklı kişilerin günlük deneyimlerine bağlı olarak olaylara farklı kavramsal çerçeveden bakabileceklerini ve bu durumda belirli bir içerikteki algılarını etkilediğini belirtmişlerdir (Lodico, Spaulding & Voegtle, 2006). Bu kurama göre, tek bir gerçeklik yoktur ve gerçeklik bireyin zihnindedir. Bireyin zihninde oluşan gerçeklik onun sosyal ortam ile etkileşimi sonunda şekillenir. Vygotsky, bilişsel gelişimi 'içselleştirme', 'yakınsal gelişim alanı' ve 'destekleyici' kavramları ile açıklamıştır. İçselleştirme kavramı; gözlenen sosyal ortamdaki bilginin alınması ya da kazanılması olarak tanımlanmaktadır (Yurdakul, 2004). Yakınsal gelişim alanı, öğrencinin bağımsız olarak kendi başına başarabileceği gelişim düzeyi ile öğretmenin rehberliğinde başarabileceği potansiyel gelişim düzeyi arasındaki fark olarak tanımlanmaktadır (Senemoğlu, 2004). Yakınsal gelişim alanı, öğrencilerin tek başına yapabileceklerine kıyasla çok daha başarılı bir sonuç niteliğindedir. Destekleyici, bir öğretmen ya da aile tarafından genellikle ortam aracılığı ile sağlanan yardım ve destek olarak tanımlanmaktadır (Yurdakul, 2005).

Sosyal yapılandırmacı öğrenme kuramında sosyal etkileşimin öğrenme üzerinde etkili olduğu belirtilmektedir. Cummins (1986) öğrenmeyi etkileyen üç tür etkileşimden bahsetmektedir. Bu etkileşimler: a) bir bütün olarak toplum içerisindeki

tüm gruplar ile güçlü etkileşimler, b) okullar ve toplumun farklı kesimleri arasındaki etkileşimler, c) sınıf ortamında öğretmen ve öğrenciler arasındaki etkileşimler olarak açıklanabilir. Cummins (1986) toplum içerisinde gerçekleşen etkileşim kadar, sınıf ortamındaki etkileşiminde önemine değinmiştir. Bu çalışmada, üçüncü etkileşim türü olan sosyal bir sınıf ortamında öğretmen ve öğrenciler arasındaki etkileşimin öğrenme üzerinde etkisinin ortaya çıkarılması amaçlanmıştır.

Sosyal yapılandırmacı kuramın özelliklerine göre öğretimde en önemli faktörlerden biri dil gelişimidir. Bu kuramda öğrenmenin sosyal ortam içerisinde dil yoluyla gerçekleştiği belirtilmektedir ve düşüncenin gelişiminin sağlanması için dilin gelişiminin desteklenmesi gerekmektedir (Garrison, 1997). Sosyal yapılandırmacılıkta dilin öncelikle çocukla dış dünya arasında bir araç iken, bir sonraki adımda ise çocuğun kendi içinde kullandığı bir araçtır (Arslan, 2007).

Sosyal yapılandırmacı öğrenme kuramı çoklu perspektifler, hedeflerin birlikte belirlenmesi, öğrencilerin öz-düzenleme ve öz-değerlendirme yapabilmelerini sağlayan ortamların düzenlenmesi, ön bilgilerin ve inançların göz önüne alınması, işbirlikli çalışmaların teşvik edilmesi, öğrencilerin kapasitelerinin ötesine geçebilmelerinin teşvik edilmesi gibi noktalar üzerinde durmaktadır (Turgut & Fer, 2006). Sosyal yapılandırmacı öğrenme kuramında öğrenciler çalışma grupları içerisinde arkadaşları ile işbirliği yaparak daha kolay öğrenir. Sosyal yapılandırmacılıkta, öğrenciler oluşturdukları anlamları paylaşarak grup arkadaşlarının düşüncelerini etkiler ve ayrıca kendileri de bu öğrencilerin fikirlerinden etkilenir (Fer & Cırık, 2007). Böyle bir öğrenme ortamında yer alan öğrencilerde akranları ile işbirliği yaparak ve diğer insanlar ile ilişki kurarak öğrenme gerçekleşir (Fer & Akyol, 2010).

Bu çalışmada, sosyal yapılandırmacı öğrenme kuramı benimsenmiştir. Sosyal yapılandırmacı öğrenme kuramında öğrenmenin öğrencilerin birbirleri ile tartıştıkları ortamlarda gerçekleştiği görüşü bu çalışmanın da temelini oluşturmaktadır. Öğrencilerin işbirlikli çalışma gruplarında birlikte çalıştıkları ortamlarda sahip oldukları fikirleri üzerinde tartışarak daha kolay öğrenecekleri kabul edilmiştir. Bu çalışmada öğrencilerin birlikte deneyler yapabileceği ve fikirlerini tartışabileceği çalışma grupları oluşturulmuştur. Bu çalışma gruplarında öğrencilerin birbirleri ile etkileşime geçerek öğrenmenin gerçekleşmesi hedeflenmiştir.

2.2 Yapılandırmacı Öğrenme Kuramına Göre Öğrenmenin Doğası

Yapılandırmacı öğrenme kuramının altında yer alan bu kuramların hepsinde ortak olan nokta öğrenmenin öğrencinin zihninde gerçekleştiğidir. Fen öğrenme; öğrencilerin ve öğretmenin içeriğe ilişkin sahip olduğu kavramlarına, kavramların doğasına, öğretimin amaçlarına, belirli öğretim etkinliklerinin amacına ve öğrenme sürecinin doğasına bağlıdır (Duit & Treagust, 1998). Öğrenmenin nasıl gerçekleştiğine yönelik birçok araştırma yapılmıştır (Duit & Treagust, 1998; Widodo, Duit & Müller, 2002; Tytler, 2002). Yapılandırmacı öğrenme kuramı çerçevesinde, öğrenmeye dair fikirler şu şekilde tanımlanmaktadır (Driver & Bell, 1986; Driver, 1989a; Widodo, Duit & Müller, 2002; Simon, 2012; Tytler, 2002):

- Öğrenciler sınıflarımıza öğretimden önce fiziksel dünyaya dair çok çeşitli ön bilgi ve kavramlar ile gelmektedir. Onlar “boş levhalar” değildir. Bu tür fikirler ‘sezgisel’ ya da ‘naif’ fikirler olarak isimlendirilmektedir.
- Bilgiyi öğrenciler yapılandırır ve öğrenme mevcut bilgilerin üzerine yeni bilgilerin aktif süreçler sonucunda yapılandırılması ile gerçekleşir.
- Bilginin öğrencilerin zihninde yapılandırılması süreci sosyal bir süreçtir.
- Öğrencilerin sahip olduğu fikirlerin birçoğu bilim insanlarının oluşturdukları dünya görüşünden önemli bir biçimde farklıdır.
- Farklı ülkelerden ve kültürlerden öğrencilerin benzer ön bilgileri olduğu ortaya çıkarılmış böylece yaşam deneyimi tarafından desteklenen öğretilmemiş bir takım ortak alternatif kavramları olduğu görülmüştür.
- Birçok durumda öğrencilerin sahip olduğu kavramlar öğretmenlerin üzerinde yeni bilgileri yapılandırabileceği kullanışlı ön bilgiler şekillendirmiştir. Buna rağmen, birçok durumda öğrencilerin alternatif kavramları şaşırtıcı şekilde değişime dirençli olduğu görülmekte ve etkili öğretimde önemli bir engel oluşturabilmektedir.
- Dil, öğrenme üzerinde önemli bir rol oynamaktadır. Düşünce etkileşim sırasında gerçekleşir.
- Motivasyon öğrenmede anahtar rol oynamaktadır.
- Öğretmen öğrencilere bilgiyi doğrudan vermez, öğrencilerin kendi bilgisini yapılandırmasında onlara rehberlik eder.

- Öğretmenlerde öğrenciler gibi kavramlara ilişkin bazı fikirlere sahiptir. Bu fikirler bilimsel bilgiler ile uyumlu olabileceği gibi bilimsel bilgilerden farklı olabilir.

Öğrenmenin yapılandırmacı öğrenme kuramlarında nasıl tanımlandığını açıkladıktan sonra öğrenmeyi etkileyen faktörlere de kısaca değinilmiştir. White (1998) öğrenme kuramında öğrenmeye etki eden faktörleri açıklamıştır. White (1998) kuramında öğrenme üzerine etki eden birinci sıra faktörler öğretim, öğrenme ortamı, fiziksel durum, genetik kalıtım ve deneyimdir. White (1998) kuramında öğrenme üzerine etki eden ikinci sıra faktörler olarak ise içeriğin algılaması, tutum, yetenek ve bilgi gösterilmektedir. Bu çalışmada öğrenme üzerine etki eden birinci sıra faktörlerden olan öğretim üzerinde durulacaktır. Öğretim öğrencilerin anlam oluşturmalarına yönelik düzenlenmiş ve bu öğretim sürecinin öğrencilerin fikirlerindeki değişime etkisi araştırılmıştır.

Öğrencinin sahip olduğu günlük deneyimi onun bilgi birikimini etkileyecektir. Öğrencinin mevcut bilgi birikimi ise yeni öğrenilenler üzerinde etkili olacaktır. Sosyal yapılandırmacı öğrenme kuramında öğrencilerin sahip oldukları ön bilgilerin öğrenmeleri üzerindeki etkisi kabul görmüştür. Öğrencilerin sahip olduğu ön bilgilerin öğrenme üzerinde oldukça etkili olduğu ve ön bilgiler olmadan yeni öğrenmelerin gerçekleşmeyeceği belirtilir (Ausebel, 1963; Gagne, 1965; akt. Atasoy, 2004). Chi ve Roscoe (2002) öğrencilerin ön bilgilerini, ön kavramlar ve alternatif kavramlar olarak iki kategori altında toplamıştır. Ön kavramlar, istenildiği zaman öğrencilerin kolaylıkla değiştirebileceği kavramlar iken, alternatif kavramlar ise etkili bir öğretim sonrası dahi değiştirilmesi oldukça güç olan sezgisel fikirlere (Chi & Roscoe, 2002). Bir sonraki bölümde alternatif kavramın tanımına ve özelliklerine değinilmiştir.

2.3 Alternatif Kavramlar ve Özellikleri

Kavramın tanımı, duyular ile gelen nesnel izlenimleri düşüncenin soyutlama işleminde geçirerek oluşturduğu genel nesnedir (Hançerlioğlu, 2006). Kavram bir başka tanımda, doğa ve doğa olaylarının gözlemi sonucu artan olgular arasındaki ilişki ve kalıplar olarak tanımlanmaktadır (Çepni, 2012). Öğrencilerin çevrelerini anlamlandırmak için kullandıkları kavramlar her zaman bilimsel bilgi ile uyumlu olmayabilir. Bilimsel bilgi ile uyumlu olmayan bilgi yapıları alanyazında kavram yanılığı (Eaton, Anderson & Smith, 1984;), ön-kavramalar (Clement, 1982), alternatif kavramlar (Gilbert & Swift, 1985, Hewson & Hewson, 1984), alternatif çerçeve (Driver & Easley, 1978), çocukların bilimi (Osborne, Bell & Gilbert, 1983), sezgisel inanışlar (McKloskey, 1983) ve hataya neden olan kaynaklar (Fisher & Lipson, 1986) gibi farklı terimler ile adlandırılmaktadır.

Öğrencilerin bilimsel bilgiler ile uyumlu olmayan fikirleri alanyazında çok çeşitli adlar almasına rağmen bu çalışmada alternatif kavram olarak adlandırılmıştır. Öğrencilerin bu tür bilimsel olmayan fikirleri için alanyazında genellikle kavram yanılığı terimi kullanılmaktadır. Ancak bu fikirleri kavram yanılığı olarak adlandırabilmek için öğrencilerin öğretim almış olması gerekmektedir (Fisher & Lipson, 1986). Öğretim öncesi öğrencilerin bilimsel bilgi ile uyumlu olmayan fikirlerini kavram yanılığı olarak isimlendirmek doğru olmayacaktır. Ayrıca kavram yanılığı terimi yanlış olan fikirleri çağrıştırdığı için bazı araştırmacılar tarafından kullanımı benimsenmemektedir (Schoon, 1995). Alternatif kavram terimi kullanan araştırmacılar bu fikirlerin öğrencilerin kendi fikirleri ile uyumlu olduğunu, öğrenciye göre belirli bir mantık ve anlama sahip olduğunu ve bu nedenle bu fikirlere yanılığın demenin doğru olmayacağını belirtmişlerdir (Aydın & Uşak, 2003). Bu çalışmada öğrencilerde öğretim öncesinde bilimsel bilgi ile uyumlu olmayan fikirler ile karşılaşmıştır. Bu fikirler öğretimden etkilenmemiş sezgisel fikirlerdir. Bilimsel bilgi ile uyumlu olmayan bu fikirler için alternatif kavram terimi kullanılmıştır. Çeşitli çalışmalarda alternatif kavram teriminin tanımı yapılmıştır. Aşağıda bu tanımlardan bazılarına yer verilmektedir.

- Dewey ve Dykstra (1991) alternatif kavramı, öğrencilerin sorulara verdikleri bilimsel bilgi ile uyumlu olmayan cevaplar olarak tanımlamaktadır.

- Hewson ve Hewson (1983) alternatif kavramı, öğretimden sonra dahi öğrencilerin sürdürmeye devam ettiği bilimsel bilgiler ile uyumlu olmayan kavramlar olarak tanımlamaktadır.
- Posner, Strike, Hewson ve Gertzog (1982) alternatif kavramı, birbiri ile uyumsuz olan mevcut bilgi birikimi ile yeni öğrenilenler arasındaki etkileşim olarak tanımlamaktadırlar.
- Vosniadou (1991) alternatif kavramı, günlük deneyimleri sonucu oluşan bilimsel model ile uyumlu olmayan zihinsel model şeklinde tanımlanmaktadır.
- Trundle, Atwood ve Christopher (2007) alternatif kavramı, çocukların bilgi yapılarının bilimsel olarak kabul edilen biçimlerinden genellikle farklı olması olarak tanımlamaktadır.

Yapılan çalışmalarda alternatif kavramların çeşitli nedenlerden kaynaklandığı belirlenmiştir. Alternatif kavramları nedenlerine aşağıda yer verilmektedir:

- Günlük deneyimler (Johnstone & Mughol, 1978; akt. Ivowi, 1984; Jones & Brader-Araje, 2002; Klammer, 1998): öğrencilerin günlük yaşamlarından edindiği deneyimleri her zaman bilimsel bilgi ile uyumlu değildir. Bu durumda öğrenciler günlük yaşamdaki deneyimleri ile problemlere açıklık getirmeye çalışmaktadır.

- Günlük dilin kullanımı (Clerk & Rutherford, 2000; Johnstone & Mughol, 1978; akt. Ivowi, 1984; Klammer, 1998; Leach & Scott, 2002): günlük yaşamda kullandığımız dile bilimsel dilden farklı anlamlar yüklenebilir ve bu durum öğrencilerde alternatif fikirlerin kaynağı olarak karşımıza çıkabilir. Örneğin, günlük dilin kullanımı kütle-ağırlık, ısı-sıcaklık, erime-çözünme vb. kavramlarının birbirleri yerine kullanılmasına ve öğrencilerin bu kavramlara ilişkin alternatif fikirler geliştirmesini etkilemektedir.

- Öğretim süreçlerinde kullanılan ders kitapları vb. gibi ders materyalleri (Helm, 1980; Ivowi, 1984; Bryce & MacMillan, 2009): öğretimde ders materyalleri birincil bilgi kaynağı olarak kullanılmaktadır. Ders kitaplarında kullanılan analogiler, ders kitaplarının içeriği öğrencilerin alternatif fikirler geliştirmesine neden olabilmektedir.

- Belirli konuları öğretirken öğretmenlerin yaptığı hatalar (Helm, 1980; Ivowi, 1984): öğretmenin fikirlerini ortaya çıkarmaya yönelik çalışmaların

birçoğunda öğretmenlerinde öğrenciler ile benzer alternatif kavramlara sahip olduğu belirlenmiştir. Öğretmenlerin alternatif fikirleri öğretimde etkili olacak ve öğrencilerinde alternatif fikirler oluşturmaya neden olacaktır.

- Dini inançlar (Brickhouse, Dagher, Letts & Shipman, 2000): dini inançlar özellikle bazı fen kavramlarında öğrencilerin alternatif fikirler geliştirmesinde etkili olabilmektedir. Örneğin evrenin nasıl oluştuğu ile ilgili öğrencilerin dini inançlarından kaynaklanan alternatif kavramları mevcuttur.

Öğrencilerde yukarıda sıralanan nedenlerden kaynaklanan çeşitli alternatif kavramlar mevcuttur. Eğer öğrenciler sahip oldukları fikirlerden farklı olan bilimsel fikirler ile karşılaşarsa, birkaç olası sonuç karşımıza çıkar (Chinn & Brewer, 1993). Bu sonuçlar şu şekilde özetlenebilir:

- İlk olarak, öğrenci bilimsel bilgiler ile uyumlu fikirleri kabul edebilir ve bu bilgiler ile uyumlu olmayan ön bilgilerini reddedebilir.
- İkinci olarak, öğrenci bilimsel bilgiler ile uyumlu fikirleri kabul edebilir ama ön bilgileri bazı durumlarda kullanılmak üzere bilimsel fikirlerin yanında var olmaya devam edebilir.
- Son olarak, öğrenci bilimsel bilgiler ile uyumlu fikirleri reddedebilir (açıklaması istendiğinde yanlış cevap verebilir ya da bilimsel fikri kullanmayı öğrense de okulda gerekli olduğunda kullanmak üzere ön bilgilerini saklamaya devam edebilir).

Öğrencilerde öğretim sonrası gerçekleşmesi beklenen durum bilimsel bilgiyi kabul etmesi ve yanlış olan ön bilgilerini reddetmesidir (Chinn & Brewer, 1993). Ancak öğrenciler genellikle önceki fikirlerini sürdürmeye devam etmektedir çünkü bu fikirler onlara öğretim sonrasında mantıklı gelmeye devam etmektedir. Alternatif kavramlar tanımlanırken bu fikirlerin öğrencilere göre belirli bir mantık ve anlama sahip olduğu belirtilmiştir (Aydın & Uşak, 2003). Öğrenciler kendilerine mantıklı gelen fikirleri kullanmaya devam edecektir. Bilimsel bilgi ile uyumlu olmayan kavramları öğrencilerin öğretim sürecinde bilimsel fikirler oluşturmalarını engellemektedir (Chi & Roscoe, 2002). Bu nedenle öğrencilerde karşılaşılan alternatif kavramların değişiminin nasıl olacağı önemlidir. Araştırmacılar öğrencilerin bilimsel bilgilerle uyumsuz fikirlerinin nasıl değiştirileceği yönünde

çalışmalar yapmış ve bu çalışmalar sonucunda birbirinden farklı kavramsal değişim kuramları ortaya çıkmıştır. Bölüm 2.4’de kavramsal değişim kuramlarından kısaca bahsedilecektir.

2.4 Kavramsal Değişim

Öğrenciler sınıf ortamına bilimsel bilgi ile uyumlu olmayan çeşitli alternatif kavramlar ile gelmektedir (Driver & Oldham, 1986; Osborne & Freyberg, 1985). Alternatif kavramlar öğretim sırasında bir öğrenme engeli olarak karşımıza çıkmaktadır (Çakır & Yürük, 1999). Bu nedenle alternatif kavramların ortaya çıkarılması kadar bilimsel fikirlere doğru değişiminin sağlanması da önemlidir. Öğretim başlamadan önce öğretmenler sadece öğrencilerin ön bilgileri arasındaki alternatif kavramları ortaya çıkarmakla yetinmemeli, ayrıca öğretim süresince bu fikirlerin bilimsel fikirlerle doğru değişimini sağlamalıdır (Jones & Brader-Araje, 2002). Ancak öğrencilerin sahip olduğu alternatif kavramlar değişime fazlasıyla direnç göstermektedir (Driver, 1989b). Öğrencilerde alternatif kavramlar ile formal öğretim sonrası karşılaşmaya devam edilmektedir (Hewson & Hewson, 1983). Öğrencilerin bilimsel bilgi ile uyumlu olmayan fikirlerinin değişimi üzerine birçok kuram ortaya çıkmıştır. Aşağıda kavramsal değişim süreci ve kavramsal değişimin farklı araştırmacılar tarafından nasıl ele alındığına değinilmiştir.

Vosniadou tarafından geliştirilen kavramsal gelişim süreci şu şekilde özetlenebilir (akt. Trundle vd., 2007):

- Alternatif kavramlar formal öğretimden önce öğrencilerin günlük deneyimleri sonucu şekillenebilir.
- Ön bilgiler düzenlenebilir, mantıklıdır ve değişime oldukça dirençlidir. Bu kavramsal yapılar, bilimsel olarak kabul edilen modellerden genellikle farklıdır ve öğrenmeyi zorlaştırabilir ya da engelleyebilir.
- Kavramsal değişim zaman gerektirir ve derecelidir, geniş zaman dilimlerinde deneyimler sonucunda oluşmaktadır.
- Kavramsal değişim bilişsel süreçlerden fazlasını içermektedir ve öğrencinin inançları, motivasyonu, öğrenme tutumları ve sosyokültürel içerikten etkilenmektedir.

- Bazı fen kavramlarına ilişkin alternatif kavramlar, çeşitli yaş ve yetenekteki ve değişik toplumlardaki bireylerde benzerlikler göstermektedir (ör: yaş, yetenek, millet).

Vosniadou (akt. Trundle vd., 2007) kavramsal değişiminin basit bir süreç olmadığını ve karmaşık bir doğası olduğunu belirtmiştir. Kavramsal değişimin bu karmaşık doğasını açıklamaya yönelik birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalarda kavramsal değişim süreci farklı yönler ile açıklanmıştır. Kavramsal değişime;

- Epistemolojik açıdan (Posner, Strike, Hewson & Gertzog, 1982; Hewson & Hewson, 1984)
- Ontolojik açıdan (Chinn & Brewer, 1993; Chi, Slotta & Leeuw, 1994; Venville, 2004; Thagard, 1992)
- Sosyal/duyuşsal açıdan (Pintrich, Marx & Boyle, 1993)
- Kavramsal değişime kuram değişimi açısından (Vosniadou & Brewer, 1987; Vosniadou & Brewer, 1992; Vosniadou, 1994)
- Olgusal prensiplerin düzenlenmesi açısından (diSessa, 1993)

bu kuramlar mevcuttur. Bu kavramsal değişim kuramlarında öğrencilerin fikirlerinde gerçekleşen değişim süreci birbirinden farklı şekillerde açıklanmaktadır. Aşağıda bu kavramsal değişim kuramlarında kısaca değinilmiştir.

En temel kavramsal değişim kuramlarından biri Posner, Strike, Hewson ve Gertzog (1982) tarafından Piaget'in bilişsel öğrenme kuramı üzerinden geliştirilen kavramsal değişim kuramıdır. Yazarlar kavramsal değişimi Piaget'in özümleme ve düzenleme kavramlarını kullanarak açıklamışlardır.

Öğrencinin ön bilgisi ile yeni öğreneceği bilgi birbiri ile çelişmiyorsa, öğrenme sorunsuz gerçekleşir ve öğrencinin mevcut bilgisi üzerinde yeni öğrendikleri şekillenir. Bu durum özümleme olarak isimlendirilmektedir. Öğrencilerin ön bilgileri yeni öğreneceği bilgiler ile çelişiyorsa bu durumda ön bilgiler ya yeniden organize edilmeli ya da değiştirilmelidir. Bu türden kavramsal değişime düzenleme adı verilir (Posner vd., 1982).

Posner vd. (1982)'in kavramsal değişim kuramlarının temelini oluşturan dzenlemenin dđrt şartı aşağıda kısaca açıklanmaktadır:

- *Mevcut kavramla ilgili memnuniyetsizlik olmalıdır:* Kavramsal değişimin gerçekleşmesi için ilk şart öğrencinin mevcut kavramlarından memnun olmamasıdır. Yani öğrencinin mevcut kuramının problemlere çđzüm yolu sağlamadığının farkına varması gerekmektedir.

- *Yeni kavram anlaşılır olmalıdır:* Yeni öğrenilecek kavram öğrenciye anlaşılır gelmelidir aksi takdirde mevcut kavramsal yapıları ile ilişki kuramaz. Kavramın anlaşılır olması inanılır olması anlamına gelmemektedir.

- *Yeni kavram mantıklı görünmelidir:* Herhangi yeni bir kavramın benimsenmesi için önceki kavramlar tarafından üretilen problemleri çđzmesi beklenmektedir. Aksi takdirde mantıklı bir seçenek olarak görülmeyecektir. Mantıklılık aynı zamanda kavramların diğer bilgilerle tutarlılığının bir sonucudur. Yeni fikirler eğer mevcut fiziksel bilgiyle tutarlı değilse ya da eğer basit bir fiziksel açıklaması yoksa kabul edilme olasılığı daha azdır.

- *Yeni kavram yararlı olmalıdır:* Öğrenci yeni öğrendiği kavramları farklı problemlere çđzüm üretmek için farklı alanlara uygulayabilmelidir.

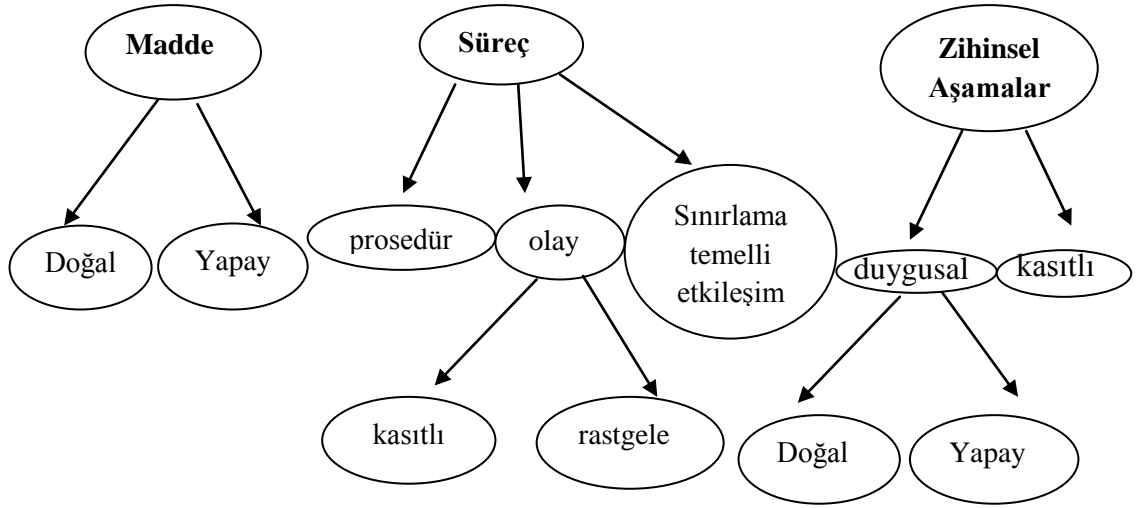
Kavramsal değişim için belirtilen bu şartların hepsi sırası ile gerçekleşmelidir. Öğrenci ilk olarak mevcut kavram ile memnuniyetsizlik duymalıdır ki fikirlerinde değişim başlayabilmelidir. Ardından yeni kavramı öncelikle anlaşılır bulmalı, daha sonra mantıklı bulmalı ve en son olarak da yararlı bulmalıdır. Eğer bir öğrenci yeni öğrendiği kavramı anlaşılır bulur ancak mantıklı bulmaz ise kavramsal değişim gerçekleşmeyecektir. Bu basamaklardan biri gerçekleşmediği takdirde öğrenci mevcut kavramını muhafaza etmeye devam edecek ve olası yeni kavramı kazanamayacaktır.

Çizelge 2.1'de Posner vd. (1982) kavramsal değişim kuramlarında yeni bir kavramın öğrenilmesi için gerçekleşmesi gereken durumlar ve bu durumların içerisinde hangi tanımlamaların yer aldığı belirtilmektedir (akt. Hewson & Hennessey, 1991).

Çizelge 2.1:Posner vd. (1982) kavramsal değişim kuramındaki teknik terimlerin tanımlanması (akt. Hewson & Hennessey, 1991)

Fikir/kavram	Tanımlama
Anlaşılır	<ul style="list-style-type: none">• Kavramın ne anlama geldiğini bilmeliyim• Onları kendi kelimelerim ile tanımlayabilmeliyim• Örnekler verebilmeliyim• Fikirlerimi diğerlerine ifade edebileceğim yollar bulmalıyım (çizimler ya da gösterimler, hakkında konuşarak ya da açıklayarak, kavram haritaları kullanarak)
Mantıklı	<ul style="list-style-type: none">• İlk olarak anlaşılır bulmalıyım• Yaşadığım çevrenin gerçekte nasıl olduğunubilmeliyim• Bildiğim ya da inandığım diğer fikirler ve kavramlar ile uyumlu bulmalıyım
Yararlı	<ul style="list-style-type: none">• İlk olarak anlaşılır bulmalıyım• Daha sonra mantıklı bulmalıyım• Onu yararlı bir şey olarak görmeliyim (problem çözümünde, fikirleri yeni yollar ile açıklamada)• Öğrendiklerimi yenedurumlara uygulamalıyım• İleri araştırmalar ve incelemeler için yeni fikirler vermeli

Chi vd. (1994) kavramsal değişimi, kavramın bulunduğu ontolojik kategoriden ait olduğu ontolojik kategoriye değişimi olarak tanımlamaktadır. Chi vd. (1994) çevremizde gördüğümüz her şeyi üç kategori (madde, süreç ve zihinsel aşamalar) altında toplamış ve bu kategorileri alt dallara bölmüştür. Aşağıda Şekil 2.1’de Chi vd. (1994) belirttiği kategorilere yer verilmiştir.



Şekil 2.1:Dünyadaki varlıklar hakkında kavramlarımızın doğasının epistemolojik varsayımları

Bu kategoriler birbirinden ontolojik olarak ayrılır, çünkü kategoriler hiçbir ontolojik niteliği paylaşmazlar. Sommers (1963; akt. Chi ve diğ., 1994)’e göre, eğer bir varlık her iki ontolojik kategoriye dahil edilebiliyorsa bu iki kategori ontolojik olarak birbirinden farklı değildir. Chi vd. (1994) ontolojik ayrımların kavramsal değişime yol açtığını belirtmektedir. Eğer bir kavram bulunduğu ontolojik kategoriden olması gereken kategoriye geçerse kavramsal değişim gerçekleşir. Kavramların ontolojik kategoriler arasındadeğişim göstemesi kavramları öğrenmeyi gerektirdiği için zordur. Özetle Chi vd. (1994) kavramsal değişimi zayıf ve güçlü olarak ikiye ayırmıştır. Güçlü kavramsal değişim, bir varlık bulunduğu ontolojik ağaçtan diğer ontolojik ağaca geçtiği zaman gerçekleşir (ör: madde kategorisinden süreç kategorisine). Zayıf kavramsal değişim olarak tanımlanan dal atlamada ise bir varlık ontolojik ağacın dalları arasında değişim gösterir (ör: madde kategorisi içerisinde doğal türden yapay türe geçiş). Chi vd. (1994) öğrencilerin naif fizik kavramlarını madde kategorisine yerleştirmeye eğilimli olduğunu belirtmektedirler. Halbuki fizik kavramları süreç ve zihinsel aşamalar (ısı, ışık ve elektrik akımı vb.) kategorilerinde de yer alabilir. Bu nedenle, fizik kavramlarının yanlış ontolojik kategorilere yerleştirilmesi sonucu alternatif kavramlar ortaya çıkmaktadır. Chi vd. (1994)’nin kavramsal değişim kuramları, ontolojik kategorilerin nasıl belirlendiği ve bu kategoriler arasındaki geçişin nasıl ve niçin gerçekleştiğinin açık olmaması yönüyle eleştirilmektedir (Vosniadou, 1994).

Dewey ve Dykstra (1991) kavramların doğasına radikal yapılandırmacılık bakış açısından yaklaşmaktadır. Kavramsal değişimin gerçekleşmesinde “ayırım”, “sınıf genişletme” ve “yeniden kavramsallaştırma” basamaklarından oluşan bir taksonomiden bahsetmişlerdir ve bu basamakları aşağıdaki gibi açıklamaktadırlar:

- *Ayırım*: yeni kavramlar mevcut olan genel kavramlardan farklılaşır.
- *Sınıf genişletme*: farklı mevcut kavramlar daha kapsamlı bir fikrin içerisinde yer alır.
- *Yeniden kavramsallaştırma*: kavramların doğasındaki ve aralarındaki ilişkinin değişimidir.

Dewey ve Dykstra (1991) bu taksonominin kavramsal değişim için etkili bir öğretim konusunda araştırmacılara yol gösterebileceğine ve öğretim konusunda karar vermede öğretmenlere yardımcı olabileceğine değinmişlerdir.

Gunstone (1991) kavramsal değişimde bireylerin kendi anlamlarını yapılandırmalarındaki rolü üzerine odaklanmıştır. Kavramsal değişimi “fark etme”, “değerlendirme” ve yeniden yapılandırma” terimleri ile açıklamıştır.

- *Fark etme*: birey mevcut kavramların varlığını ve doğasını fark eder.
- *Değerlendirme*: birey bu kavramların fayda ve değerini değerlendirip değerlendirmeyeceğine karar verir.
- *Yeniden yapılandırma*: birey bu kavramları yeniden yapılandırıp yapılandırmayacağına karar verir.

Kavramsal değişimin gerçekleşmesi için bu basamakların hepsi önem taşımaktadır ve sadece bir basamağın gerçekleşmesi yeterli değildir. Bireyin kavramlarında değişimin gerçekleşmesi için bu basamakların hepsinin birey tarafından gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Gunstone (1991) kavramsal değişimde bilişötesinin önemine değinmiştir. Bireyin bilişötesini sahip olduğu bilgisi, farkındalığı ve kontrolü etkilemektedir.

Hewson ve Hewson (1984) kuramlarında, kavramsal değişim sürecindeki kavramsal çatışmanın önemine değinmiştir. Siegler (1983)’e göre, öğrenciler mevcut bilgilerinde yetersizlikler gördüğünde ve bu ‘onaylanmayan deneyimlerinin’

öğrenme sürecini tamamlamak için yeterli olmadığı çıkarımını yaptığında öğrenmenin gerçekleşebileceğini belirtmektedirler (akt. Hewson ve Hewson, 1984). Hewson ve Hewson (1984) çalışmalarında 'kavramsal ekoloji' (Toulmin, 1971 den alıntı yaparak) kavramından bahsetmişler ve bu kavramsal ekoloji fikri ile bilginin doğasını anlamak için felsefi bir bakış açısı sağlandığını belirtmişlerdir. Bu kavram, bir kişinin yaşadığı entelektüel çevrede bazı kavramların (kültürel inançlar, dil, kabul edilen kuramlar ve gözlenen gerçekler gibi) gelişimini içerir. Kavramsal ekoloji, kişinin bilgi yapıları ve zihinsel çerçeveleri arasında dinamik bir etkileşim sağlar. Ayrıca kavramsal ekoloji, kavramın statüsünde de etkilidir ve kavramın statüsünün değişmesi için kavramsal ekolojinin de değişmesi gerekmektedir. Bu çalışmada bahsedilen bir diğer kavram 'kavramsal çerçeve' dir. Toulmin (1971; akt. Hewson & Hewson, 1984)'e göre kavramlar, kavramsal çerçeveler içerisinde gruplandırılmıştır. Bu çerçeveler olayları ve gerçekleri tahmin etmede ve açıklamada kullanılmaktadır. Hewson ve Hewson (1984)'nın kavramsal değişim kuramı Posner vd. (1982)'nin önerdiği kavramsal değişim kuramının genişletilmesi ile oluşturulmuştur. Hewson ve Hewson (1984) yeni kavramın anlaşılabilir, mantıklı ve yararlı olması gerektiğinden bahsetmektedir. Posner vd. (1982)'den farklı olarak memnuniyetsizlik basamağı en son basamak olarak yer almakta ve öğrenci öğrenme gerçekleştikten sonra eski fikrinden memnuniyetsizlik duymaktadır. Hewson (1992) başka bir çalışmasında kavramsal değişimi eski durumun ortadan kalkması, bir durumdan diğerine değişim ve genişleme basamakları ile açıklamıştır. Öğrencilerin fikirlerindeki değişimin, geleneksel öğretim yöntemlerine dirençli olduğunu belirtmektedir.

Pintrich, Marx ve Boyle (1993) Posner vd. (1982)'nin kavramsal değişim kuramını eleştirmiş ve Posner vd.'nin kavramsal değişim kuramını soğuk olarak nitelendirmiştir. Onlardan farklı olarak kavramsal değişimde motivasyonun, sınıf ortamının ve bilişsel faktörlerin önemine değinmişlerdir. Ayrıca öğrenenin bireysel özelliklerinin öğrenme üzerinde etkili olduğunu belirtmişlerdir. Pintrich vd. (1993) sınıf bağlamı içerisinde kavramsal değişime etki edebilecek amaç ve inançlar gibi motivasyonel yapıların, sınıf bağlamının kurumsal ve sosyal içeriğinin, öğrencilerin motivasyon ve bilişlerini nasıl etkileyeceğini tartışmıştır. Pintrich vd. (1993) sınıftaki öğrenmenin izole olmadığını ve öğrencilerin akranları ve öğretmenleri ile etkileşiminden büyük oranda etkilendiğini belirtmektedir. Bu nedenle öğrencilerin bireysel olarak öğrendiği sınıf ortamlarından ziyade sosyal gruplar içerisinde

öğrenmesi gerektiğinden bahsetmektedirler. Yazarlar, öğrenme ortamlarında öğrencilerin motivasyonlarını arttırıcı faktörlerin öne çıkarılmasının öğrenmeyi daha kolay ve anlamlı kılacağını vurgulamaktadırlar.

Vosniadou ve Brewer (1994) kavramsal değişime kuram değişimi açısından bakmaktadır. Kuram değişimini açıklamadan önce yazarların değindiği bu değişimde etkili olan temel bazı kavramlar bulunmaktadır. Aşağıda kısaca onlara değindikten sonra devamında kuram değişimi açıklanmaktadır. Vosniadou ve Brewer (1994) fiziksel dünya hakkında bilgi elde etme süreçlerinin, ‘varsayım’ adı verilen özel alan prensipleri tarafından belirlendiğini söylemektedir (ör: desteklenmeyen cisimler düşer). Öğrenme sürecine tam açıklama getirmek için ‘inançlar’ ve ‘zihinsel modeller’ olarak isimlendirdikleri ikinci-sıra sınırlama dizisinin varolduğundan bahsetmişlerdir. İnançlar ve zihinsel modeller öğrencinin zihninde önceden var olan bilgi yapılarının içinden çıkan sınırlamalardır ve yeni bilgi elde etme süreci üzerinde etkilerini göstermektedirler. Bu teorik çerçevede, kavramsal değişimin zenginleşmeden daha fazlasını içerdiğine ve tam olarak bir kuramın diğeri ile değişmesi terimleriyle açıklanamayacağını belirtmişlerdir. Vosniadou kavramsal değişimi, öğrencilerin zihinlerinde varolan öğrenmeyi etkileyen sınırlılıklar olan varsayımların, inançların ve zihinsel modellerin aşamalı olarak ortadan kaldırılması olarak tanımlamaktadır. Vosniadou (1994) yaptığı çalışmada öğrencilerin çeşitli fizik konularındaki (astronomi, kuvvet, ısı) fikirlerini “başlangıç”, “sentez” ve “bilimsel” olmak üzere üç zihinsel modelde toplamıştır.

- *Başlangıç* fikirlerinde öğrencilerin fikirleri bilimsel bilgiler ile uyum göstermemektedir (Vosniadou & Brewer, 1992).
- *Sentez* modellerde ise öğrencilerin mevcut kavramsal yapılarını değiştirmeden bu yapılara bilimsel bilgilerini eklediği görülmektedir. Sentez modeller, Chinn ve Brewer (1993) belirttiği bilimsel bilgiler ile birlikte öğrencilerin başlangıç fikirlerinin de devam etmesi ile benzer bir durumdur.
- *Bilimsel* modelde öğrenci bilimsel bilgilerle uyumlu zihinsel modeller geliştirmiştir.

Vosniadou (1994) alternatif kavram terimini sentez zihinsel modeli ile açıklamaktadır. Sentez modeli, kültürel olarak kabul edilen bilimsel görüşler ile fiziğin naif çerçeve kuramının (framework theory of naive physics) varsayımlarının

birlikte kullanılması ile ortaya çıkmaktadır. Öğrencilerin bilimsel bilgileri anlamasındaki en önemli engel olarak fiziğin naif çerçeve kuramının ontoloji ve epistemolojisiindeki varsayımları gösterilmektedir. Öğrencilerde bu varsayımlar varolduğu sürece bilimsel bilgiyi öğrenmesi mümkün değildir ve öğrencilerin alternatif kavramları devam edecektir.

Vosniadou ve Ioannides (1998) kavramsal değişim kuramlarında ontolojik ve epistemolojik varsayımları şu şekilde açıklamaktadır. Ontolojik varsayımlar, varolduğunu farzettiğimiz birimlerdir. Örneğin, ontolojide fiziksel cisimler adı verilen birimler vardır ve fiziksel cisimler canlı ve cansız olarak sınıflandırılmıştır. Dahası fiziksel cisimlerin özellikleri olduğunu ve kuvvetin fiziksel cisimlerin özelliği olarak kavramsallaştırıldığı kabul edilmektedir. Epistemolojik varsayımlar bilimizin doğası ile ilgili olanlardır. Bu kategori açıklamanın doğası ya da öğrenmenin doğası ile ilgili olan varsayımları içermektedir. Çerçeve kuramı, öğrencilerin çevrelerinde gözlemedikleri her türlü olguyu ontolojik ya da epistemolojik varsayımlar içerisine yerleştirmesi ile oluşur. Öğrenciler inançlarını çerçeve kuramının sınırları içerisinde yapılan gözlemler ve bilgiler aracılığı ile üretirler. Özel kuramlarda, bir cismin özelliklerini tanımlan birbirleri ile ilişkili inançlardan ya da önermelerden oluşmaktadır. Çerçeve kuramında değişimi özel kuramlarda değişiminden daha zordur çünkü öğrencilerin kendi gözlemleri sonucu edindiği fikirlerinin değişimini gerektirmektedir. Çerçeve kuramının değişimi güçtür çünkü çerçeve kuramındaki varsayımlar günlük deneyimler üzerine şekillenen açıklamalar ile uyumlu görünmektedir. Dahası, oluşturulan ontolojik ve epistemolojik varsayımlar, bilimizin temellerinden oluşur. Öğretim için önerilerinde, naif kuramların değişimi için gerek duyulan bütün bilgileri öğrencilere sağlamayan öğretimin, kavramsal değişime yol açmadığından bahsetmişlerdir. Vosniadou ve Ioannides (1998)'e göre öğretimin içeriği öğrencilerin fikirlerinin değişiminde etkilidir. Öğretim öğrencilerin deneyimleri sonucu edindiği fikirler arasında bilimsel bilgi ile uyumlu olmayanların değişimini sağlamalıdır.

Vosniadou (1994) kavramsal değişimin en basit türünün mevcut kavramsal yapıların zenginleştirilmesi olduğunu belirtmiştir. Zenginleştirme büyüme mekanizması yoluyla mevcut teorik çerçevelere yeni bilgilerin basit eklenmesi olarak tanımlanmaktadır. Bir diğer kavramsal değişim türü olan revizyon ise elde edilen

bilginin mevcut inançlar ve varsayımlar ya da ilgili kuramın yapısı ile tutarsız olduğu zaman gerçekleşir. Vosniadou ve Ioannides (1998) kavramsal değişimin türlerini kendiliğinden gerçekleşen kavramsal değişim ve öğretim temelli değişim olarak ikiye ayırmıştır. Kendiliğinden gerçekleşen kavramsal değişimde, fen öğretiminin sonuçlarından ziyade kültürel içerikte öğrencilerin zenginleşen gözlemleri sonucunda başlangıç kavramsal yapıları değişebilir. Diğer kavramsal değişim türü olan öğretim temelli kavramsal değişimde ise öğretim sonucu öğrencilerin fikirlerinde değişim gerçekleşmektedir. Bu tür kavramsal değişim sentez zihinsel modellerin değişimini gerektirmektedir. Sentez zihinsel modellerdeki bilimsel bilgiler ile uyumlu olmayan başlangıç zihinsel modellerinde, öğretim sonucu değişim gerçekleşmesi amaçlanmaktadır.

Tyson, Venville, Harrison ve Treagust (1997), birçok araştırmacının kavramsal değişim kuramını incelemiş ve bu kuramları birbiri ile karşılaştıran bir çalışma yapmıştır. Kavramsal değişim, özümleme ve uyum sağlama (Posner vd., 1982; Smith, Blakesbee ve Anderson, 1993; Strike ve Posner, 1992), zayıf yeniden yapılandırma ve güçlü yeniden yapılandırma (Carey, 1985), dal atlama ve ağaç değiştirme (Thagard, 1991), kavramsal yakalama ve kavramsal değiştirme (Hewson ve Hewson, 1992), başkalaşım ve yeniden kavramsallaştırma (Dykstra, 1992) ve zenginleştirme ve yeniden gözden geçirme (Vosniadou, 1994) gibi terimler ile tanımlanmaktadır (akt. Tyson vd. 1997). Bu terimler birbirinden farklı olmasına rağmen birbiri ile benzer ortak noktaları bulunmaktadır. Bu benzerliklerine göre Tyson vd. (1997) kavramsal değişim çeşitlerini sınıflamıştır. Bilişsel yapıdaki değişimlerin ekleme ve yeniden gözden geçirme sonucu gerçekleştiğini ve yeniden gözden geçirmenin zayıf gözden geçirme ve güçlü gözden geçirme olarak ikiye ayrıldığını belirtmişlerdir. Aşağıda Çizelge 2.2’de Tyson vd. (1997)’nin birçok kavramsal değişim kuramını karşılaştırması sonucu elde ettiği bulgular özetlemiştir.

Çizelge 2.2:Kavramsal değişimin derecelerini tanımlamak için çeşitli araştırmacılar tarafından kullanılan dilin karşılaştırılması (akt. Tyson vd., 1997)

Kuramcılar Kavramsal Değişim Dereceleri	Posner vd.(1982) Strike ve Posner (1992)	Hewson ve Hewson (1992)	Carey (1985)	Vosniadou (1994) Vosniadou ve Brewer (1987)	Thagard (1992)	Chi ve vd. (1994)	White (1994)	Schwedes ve Schmidt (1992)	Tiberghien (1994)	Dykstra (1994)
Ekleme	Büyüme		Yeniden yapılandırmaı içermeyen bilgi biriktirme	Zenginleştim e büyüme	Fikir revizyonu Örnek ekleme Zayıf kuralı ekleme Güçlü kuralı eklemek	Kavramın ontolojik üyeliğinde değişim olmaması	Ekleme	Kurallar havuzuna ekleme ve çekirdek çevresindeki fikirler (kavramın çekirdeği)	Referansların deneysel alanına ekleme (deneysel gerçekler, araçlar ve ölçümler)	Ayrım
Zayıf revizyon	Özümlenme	Kavramsal ele geçirme	Zayıf yeniden yapılandırma	Özel kuramlarınrev izyon	Kısmi ilişki ekleme Çeşitli ilişki ekleme Yeni kavram ekleme		Kavramsal değişim: bir kavram ile bağlantısı olan bir kişinin bilgisindeki değişim	Kuralların havuzu ve çekirdek çevresindeki fikirler (kavramın çekirdeği) değiştirilir ya da havuz çekirdeğe eklenir	Anlamsal kavramsal değişim: nesnelere ve olayların yapısının derin değişikliği ama kuram radikal olarak değişmemekte	genişletme

Çizelge 2.3 (devam):Kavramsal değişimin derecelerini tanımlamak için çeşitli araştırmacılar tarafından kullanılan dilin karşılaştırılması (akt. Tyson vd., 1997)

Güçlü revizyon	Uyum sağlama	Kavramsal yer değiştirme	Güçlü yeniden yapılandırma	Çerçeve kuramındakire vizyon	Dal atlama Ağaç değiştirme		Kavramsal değişim: kavramsallar kavramın açıklama sistemleridir	Çekirdek kavramı tamamen başka bir kavrama değişir	Teorik kavramsal değişim: kuramdaki değişim (açıklayıcı sistem) özellikle nedensel	Yeniden kavramsallaştırma
-----------------------	--------------	--------------------------	----------------------------	------------------------------	-------------------------------	--	--------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------

Yukarıda da bahsedildiği gibi birçok araştırmacı kavramsal değişim kuramlarını farklı adlandırsa da aslında hepsinin temelinde öğrencilerin bilimsel bilgiler ile uyumlu olmayan fikirlerinin bilimsel fikirlere doğru değişiminin doğasına ilişkin bilgiler sunulmaktadır. Kavramsal değişimde istenen öğrencilerin bilimsel bilgiler ile uyumlu olmayan ön bilgilerini değiştirmeleri ve bilimsel fikirleri kabul etmeleridir. Çizelge 2.2’de görüldüğü gibi, bilginin yeniden yapılandırıldığı durumlar kavramsal değişim olarak görülmektedir.

Kavramsal değişim kuramlarının benzer ve farklı yönlerinden kısaca bahsedildikten sonra bu çalışmada hangi kavramsal değişim kuramlarının, hangi açılardan ele alındığına değinilmiştir. Bu çalışmada tek bir kavramsal değişim kuramı kabul edilmemiş birkaç kuramın farklı yönleri kabul edilmiştir. Bu çalışmanın temel amacı, Posner vd. (1982) kavramsal değişim kuramlarında belirttikleri kavramsal değişimin gerçekleşmesi için öğrencilerin yeni kavramı anlaşılır, mantıklı ve yararlı bulması durumları bu çalışmada da kabul edilmiştir. Öğrencilerde kavramsal değişimin gerçekleşmesi için Posner vd. (1982)’nin belirttiği yeni kavramın anlaşılır, mantıklı ve yararlı olması durumları bu çalışmada da araştırılmıştır.

Bu çalışmada Vosniadou (1994)’nun kavramsal değişim kuramlarında belirttiği öğrencilerde karşılaşılan sentez modellerinbilimsel modellere doğru değişiminin gerçekleştirilmesi amaçlanmıştır. Bu değişim sürecindeVosniadou ile benzer olarak kavramsal değişiminsosyal ortam içerisinde gerçekleştiği varsayımı kabul edilmiştir. Vosniadou (1994)’nun geliştirdiği kavramsal değişim kuramında bahsettiği sosyal ortam içerisinde öğrencilerin birbirleri ile etkileşime geçerek öğrenmenin gerçekleştiği bu çalışmada da kabul edilmiştir. Öğrencilerin birbirleri ile tartışarak fikirlerinde değişimin sağlanabileceği öğrenme süreçleri oluşturulmuştur. Öğrenmenin bireysel olarak değil de öğrencilerin akranları ve öğretmenleri ile etkileşimi sonucunda gerçekleştiği gerçeği bu çalışmanın temelini oluşturmaktadır. Vosniadou ve Ioannides (1998) belirttiği öğretim temelli kavramsal değişim üzerinde durulmuştur. Öğretim temelli kavramsal değişim öğrencilerde karşılaşılan sentez modellerin değişimi açısından gereklidir. Bu çalışmanın amacı sentez modellerin bilimsel modellere doğru değişimi olduğu için öğretim temelli kavramsal değişimin

gerçekleştirilmesi amaçlanmıştır. Anlam oluşturmaya yönelik gerçekleştirilen bir öğretimin öğrencilerin fikirleri üzerinde etkisi araştırılmıştır.

Öğrencilerin günlük deneyimleri ve çevrelerini gözlemleri sonucu edindiği fikirleri her zaman bilimsel bilgi ile uyumlu değildir. Öğrenme için öğrencilerin bu başlangıç zihinsel modellerinin bilimsel bilgiye doğru değişimi gereklidir. Kavramsal değişim kendiliğinden gerçekleşebilecek kolay bir süreç değildir. Öğrencilerin fikirlerinde değişimin sağlanması için kavramsal değişime yönelik öğretim gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada anlam oluşturma süreçlerine göre düzenlenen öğretimin kavramsal değişim üzerine etkisi araştırılmıştır. Bölüm 2.5’de öğrencilerin anlam oluşturma süreçleri açıklanmış ve alanyazında anlam oluşturma süreçleri ile ilgili karşılaşılan çalışmaların içeriğine değinilmiştir.

2.5 Anlam Oluşturma Süreçleri

Anlam oluşturma Vygotsky tarafından sosyal yapılandırmacı öğrenme kuramında tanımlanmaktadır. Vygotsky anlam oluşturmaya sosyal içerikte gerçekleşen içsel algı olarak tanımlanmaktadır. Önceki bölümlerde belirtildiği gibi öğrenmenin ne olduğuna ilişkin birçok tanım yapılmakla birlikte, bir başka tanımı da öğrenmenin öğrenenin zihninde anlam oluşturma süreci olduğudur (Mortimer & Scott, 2003). Anlam oluşturma kısaca diyalog süreci olarak tanımlanabilir. Diyalog süreçleri sosyal öğrenme ortamları içerisinde yer almaktadır. Anlam oluşturma süreçleri etkileşimli öğrenme ortamlarının varlığı nedeni ile sosyal yapılandırmacı öğrenme kuramı içerisinde yer almaktadır. Bu nedenle anlam oluşturma süreçleri sosyal yapılandırmacı öğrenme kuramı içerisinde incelenebilir. Sosyal yapılandırmacı öğrenme kuramı anlam oluşturma süreçlerinde en önemli faktörün yorumlama olduğunu söylemektedir (Krauss, 2005). Anlam oluşturma, bilgiyi yaratma ve oluşturmaya dayalı olan bireylerin öğrenme sürecindeki kendi deneyimleri ile başlar (Selvi, 2013). Öğrenciler zihinlerinde anlamı çevreyle etkileşim sonucunda oluştururlar. Anlam oluşturma bireyler arasındaki sosyal etkileşimlerden ya da bireylerin kitaplar ya da diğer kaynaklardan ulaşabilecekleri kültürel ürünler ile bireysel etkileşiminden kaynaklanmaktadır (Leach & Scott, 2003).

Anlam oluşturma, bütün kavramsal değişim kuramlarının içerisinde yer almaktadır (Furberg & Arnseth, 2009) ünkü kavramsal değişim sürecinde öğrenciler zihinlerindeki mevcut anlamlardan farklı yeni anlamlar oluşturmaktadır. ğrenme sürecinde fikirler doğrudan öğretmenden öğrencilere, arkadaştan arkadaşa, aileden çocuğa aktarılmamaktadır. Her bireyin içinde bulunduğu süreçte kendi fikirlerini kontrol etme hakkı vardır. Öğrencilerin bilimsel bilgileri yabancı bulabilme ve mevcut zihinsel yapıları ile uyuşmama olasılığı mevcuttur. Bu durumda, ğretim ve öğrenme daha gerekli hale gelmektedir. Anlam oluşturma süreci bilimsel bilgilerle çatışan fikirler için gereklidir ve bu durumda ‘yeni den yapılandırma’ terimi ile tanımlanmaktadır (Mortimer & Scott, 2003).

Mortimer ve Scott (2003) anlam oluşturma sürecinin gerçekte olduğu karmaşık olduğunu çünkü kelimelerin gerçekte bir tek anlam taşımadığını belirtmiştir. Tersine kelimelerin birçok anlam taşıdığını, içeriğin kullanımı değiştikçe anlamında farklılaştırdığını belirtmiştir. Genellikle bilimsel terimlerin kullanıldığı fen sınıflarında anlam oluşturma, öğrenciler ve öğretmenler için farklı anlamlara gelebilir. Dahası anlamdaki farklılıklar sadece öğretmenler ve öğrenciler arasında olmayabilir. Fizik ğretmenlerinin enerji ne anlama gelir tartışmasını dinleyen her hangi biri bilimsel kavramların tek bir anlam taşımadığını fark edebilir. Buradaki temel nokta anlam oluşturmanın diyalog süreci olduğudur (Mortimer & Scott, 2003).

Mortimer ve Scott (2003) anlam oluşturma sürecinde bilimin sosyal dilini öğrenmenin önemine değinmiştir. Bilimi ğrenme; kavramları, kanunları, kuramları, prensipleri ve bilimin çalışma yollarının tanıtılmasını içermektedir. Bilimi öğrenmek bilimsel dili kullanmayı gerektirmektedir (Mortimer & Scott, 2003). Günlük sosyal dilin kullanımı da önemlidir, rneğin, ‘Güneş doğuyor ve batıyor’ cümlesi Güneş’in uzayda hareket ettiği yönünde bir kanıya neden olabilir halbuki Dünya Güneş’in etrafında dolanmaktadır. Formal olmayan kavramların (Vygotsky, 1934; akt. Mortimer & Scott, 2003) birçoğu fen eğitimi alanyazınında “alternatif kavramlar” ya da “kavram yanılığısı” olarak isimlendirilmektedir. Bu bakış açısından, fen eğitimcileri tarafından tanımlanan alternatif kavramlar “sağlam” ve “değişimi zor” olmaktadır. Bunlar yalnız bir çocuğun çevresindeki doğal dünyayı anlama çabalarının geçici sonuçları değildir ayrıca sosyal olarak sürekli eylem içinde olan

konuşma ve düşünme yollarımızı destekleyen günlük dilin sonuçlarıdır (Mortimer & Scott, 2003).

Şekil 2.2’de anlam oluşturmaya yönelik düzenlenen bir dersin basamakları yer almaktadır (Mortimer & Scott, 2003).

Analiz Yönleri	
Odak	1. Öğretim Amaçları 2. İçerik
Yaklaşım	3. İletişim Yaklaşımı
Aktivite	4. Etkileşim Modelleri 5. Öğretmen müdahaleleri

Şekil 2.2: Analitik çerçeve: fen öğretimi etkileşimlerini analiz etme ve planlama için bir araç

Mortimer ve Scott (2003) sınıf ortamındaki etkileşimin beş başlık altında analiz edilebileceğini belirtmiştir. Öğretimin odağında ‘öğretimin amaçları’ ve ‘içerik’ yer almaktadır. Öğretim yaklaşımını incelerken iletişim yaklaşımlarını da ele almışlardır. Sınıf aktivitelerini etkileşim modelleri ve öğretmen müdahaleleri içerisinde incelemişlerdir. Aşağıda fen öğretimi etkileşimlerinin analiz yönleri ayrıntılı bir biçimde anlatılmaktadır.

2.5.1 Öğretimin Amaçları

Mortimer ve Scott (2003) anlam oluşturmaya yönelik düzenlenen öğretimin amaçlarını; problemi açmak, öğrencilerin fikirlerini keşfetmek ve üzerinde çalışmak, bilimsel içeriği tanıtmak ve geliştirmek olarak belirlemiştir.

Anlam oluşturmaya yönelik düzenlenen öğretimin amaçları aşağıdaki altı öğenin ile açıklanmaktadır (Mortimer & Scott, 2003).

- *Problemi açmak:* Öğrenciler ile bilimsel hikayenin gelişiminin başında bilişsel ve duyuşsal düzeyde ilgilenmek

- *Öğrencilerin fikirlerini keşfetmek ve üzerinde çalışmak:* Öğrencilerin fikirlerini ve özel bir görüş ya da olgu ile ilgili anlamalarını derinlemesine incelemek
- *Bilimsel hikayeye giriş ve geliştirme:* Sınıfın sosyal ortamı içerisinde ulaşılabilen bilimsel anlamları (kavramsal, epistemolojik, teknik, sosyal ve çevresel konularda) geliştirmek
- *Öğrencilerin bilimsel fikirler ile çalışmasında ve içselleştirmesinde rehberlik etme:* Öğrencilere bireysel, grup içerisinde ve bütün sınıf içerisindeki bilimsel anlamlar ile konuşmasında ve düşünmesinde rehberlik etmek. Aynı zamanda bu anlamları bireysel olarak anlamasında ve içselleştirmesinde öğrencileri desteklemek.
- *Öğrencilere bilimsel görüşün uygulanması ve kullanımının genişletilmesinde rehberlik etmek ve kullanımı için sorumluluk vermek:* Öğrencileri öğretilen bilimsel anlamları geniş bir içeriğe uygulamasında desteklemek ve bu anlamları diğer öğrendiklerinde kullanması için sorumluluk vermeyi desteklemek
- *Bilimsel hikayenin gelişimini desteklemek:* Öğrencilerin bilimsel hikayede yorum yapmalarını sağlamak, gelişimini takip etmede ve daha ileri seviyedeki fen programlarına nasıl uygulayacağını görmede yardım etmek.

2.5.2 Sınıf Etkileşimlerinin İçeriği

Sınıf etkileşimlerinin içeriği birbirine bağlı üç kategori içerisinde analiz edilebilir.

- ***Günlük-bilimsel***

Günlük sınıf etkileşiminde, öğrenciler kavramları günlük sosyal içerik içerisindeki dillerini kullanarak açıklamaktadırlar. Bilimsel sınıf etkileşiminde ise okulun bilimsel dilini kullanmaktadırlar.

Sınıf ortamında kullanılan dilin ve öğrencilerin sahip olduğu düşüncelerin içeriğini analiz ederken, Vygotsky (1987) ‘günlük’ (ya da ‘kendiliğinden oluşan’) kavramlar ile ‘bilimsel’ kavramlar arasındaki farka değinmiştir (akt. Leach & Scott, 2002). Günlük kavramlar ilgi göstermeden, normal günlük etkileşimler yoluyla

öğrenilen kavramlar iken; bilimsel kavramlar özel disiplinler (örneğin fizik) içerisinde meydana gelen ve sadece öğretim sonucu öğrenilebilen kavramlardır (Leach & Scott, 2002).

- ***Tasvir etme-açıklama-genelleme***

Tasvir etme içeriği; bir sistemi oluşturan ifadeleri, sistemin parçalarındaki amaçları ya da olguları içerir.

Açıklama içeriği; teorik modelin çeşitli yönlerini ya da sorumlu olunan özel bir olguyu aktarmayı içerir.

Genelleme içeriği; herhangi bir özel içerikten bağımsız tasvirlerin ya da açıklamaların yapılmasını içerir.

Tasvir etme, açıklama ve genelleme etkileşim içerikleri, taşıdıkları özelliklere bağlı olarak deneysel ya da teorik olarak sınıflandırılabilir.

- ***Deneysel-teorik***

Deneysel etkileşim içeriği; öğrencilerin konu içeriğini kendisinin keşfetmesine yöneliktir. Deneysel etkileşim içeriği, olgunun ve sistemin bileşenlerinin doğrudan gözlemlenebilmesine dayalıdır.

Teorik etkileşim içeriği; konu içeriğinin deney olmaksızın sadece sözel olarak aktarılmasıdır. Teorik etkileşim içeriğinde öğrenci olguyu doğrudan gözlemleyemez, ancak sözel olarak açıklayabilir.

2.5.3 İletişim Yaklaşımı

Sınıf etkileşiminde öğretmen ve öğrenciler sürekli birbirleri ile iletişim kurmaktadır. Öğretmenin iletişim sürecini yönlendirmesine ve öğrencilerin tutumlarına göre bu iletişim yaklaşımları farklılıklar göstermektedir. Mortimer ve Scott (2003) öğretim sürecinde dört çeşit iletişim yaklaşımı olduğunu belirtmiştir. Aşağıda Şekil 2.3’de iletişim yaklaşımlarına yer verilmiştir.

	Etkileşimli	Etkileşimsiz
Diyalog ile yapılan	<i>Etkileşimli/diyalogla yapılan</i>	<i>Etkileşimsiz /diyalogla yapılan</i>
Otoriter	<i>Etkileşimli/otoriter</i>	<i>Etkileşimsiz /otoriter</i>

Şekil 2.3: Öğretim sürecindeki iletişim yaklaşımları (Scott, Mortimer & Aguiar, 2006)

Bu iletişim türleri aşağıda kısaca açıklanmaktadır (Mortimer & Scoot, 2003):

Etkileşimli/diyalog ile yapılan iletişim yaklaşımı:

- Öğretmen ve öğrenci fikirlerini keşfeder
- Yeni anlamlar üretme
- Özgün sorular ortaya çıkarma
- Öğretmen öğrencinin fikrinin farklı noktalarını göz önüne alma/dinleme/üzerinde çalışma

Etkileşimsiz/diyalog ile yapılan iletişim yaklaşımı:

- Öğretmen fikirlerin çeşitli noktalarını göz önünde bulundurur/sergiler/keşfeder
- Öğretmen farklı bakış açıları üzerinde çalışır.

Etkileşimli/otoriter iletişim yaklaşımı:

- Öğretmen öğrencilere bir dizi soru ile yol gösterir
- Fikrin özel bir noktasına erişme amacı ile cevap verme

Etkileşimsiz/otoriter iletişim yaklaşımı:

- Öğretmensadece fikrin gerekli gördüğü noktalarını sunar

‘Etkileşimli/diyalog ile yapılan’ iletişim yaklaşımında, öğretmen öğrencilerin kendi fikirlerini ifade etmeye fırsat verme amacı ile öğrencilere bir takım sorular yöneltir. Dahası öğretmen bu sorulara doğru ya da yanlış gibi yorumlarda bulunmaz sadece iletişimin devamını sağlar (Mercer, 2008). Öğretmen öğrencilerin fikirleri

bilimsel bilgilerden farklı dahi olsa bu fikirleri göz önüne alır (Chin, 2006). Bu sayede öğretmen öğrencilerin fikirlerini ortaya çıkarmış olacak ve öğretimin düzenlenmesinde bu fikirleri kullanabilecektir.

‘Etkileşimsiz/diyalog ile yapılan’ iletişim yaklaşımında, öğretmen öğrencilere sorular yöneltir ve bu sorulara verdiği cevaplardan öğrencilerin fikirlerini ortaya çıkarmaya çalışır. Ancak ‘etkileşimli/diyalog ile yapılan’ iletişim yaklaşımından farklı olarak öğrenci fikirlerini belirtmede tamamen serbest değildir, öğretmenin isteği ve kontrolü altındadır. Öğretmen iletişimin yönünü öğretimin amacına yönelik kendi belirler.

‘Etkileşimli/otoriter’ iletişim yaklaşımında, öğretmen iletişim sürecinde öğrencilerden biraz daha fazla baskındır. Bu iletişim yaklaşımında öğretmen farklı amaçlara yönelik sorular sorar. Örneğin, öğrencilerin kendi açıklamasını dinleyip dinlemediğini ve öğrencilerin anlatılanları anlayıp anlamadığını kontrol etmek için gibi amaçlara yönelik sorular sorar (Mercer, 2008).

‘Etkileşimsiz/otoriter’ iletişim yaklaşımında, öğretmen en baskın konumdadır. Bu iletişim yaklaşımında, öğretmen konuyu anlaması için gerekli gördüğü bilgiyi öğrencilere sözel olarak verir (Mercer, 2008). Öğretmen ile öğrenciler arasındaki iletişimin en az olduğu yaklaşım türüdür.

Etkileşimli olsun ya da olmasın otoriter iletişim yaklaşımında öğretmen öğrencilerden daha baskın bir rol oynar. İletişim sürecinin akışını öğretmen belirler ve bu süreci kendi istediği noktaya taşır. Öğrenciler ise daha pasif rol oynar, öğretmenin sorduğu sorulara cevap verir ya da öğretmenin verdiği görevleri yerine getirir. Otoriter iletişim yaklaşımı bilgi aktarımına odaklanır, aktarılan bilgiyi desteklemediği sürece yeni seslere kapalıdır ve sonuç odaklıdır (Scott, 1998). Diyalog ile yapılan iletişim yaklaşımı birçok sesi içermektedir, anlam geliştirmeye katkıda bulunabilecek yeni seslere açıktır ve sonuç odaklı değildir. (Scott, 1998). Etkileşimli iletişim yaklaşımında öğrencilerin soru sorduğu durumlar karşımıza çıkar (Aguiar, Mortimer & Scott, 2010).

2.5.4 Etkileşim Modelleri

Öğretim süresince öğretmen ve öğrenciler sürekli birbirleri ile konuşmakta ve birbirleri ile etkileşime girmektedir. Öğretmen ve öğrenciler arasında gerçekleşen etkileşimin nasıl gerçekleştiği ve içeriği birçok araştırmaya konu olmuştur (Mortimer & Scott, 2003; Louca, Zacharias & Tzialli, 2012; Scott, Mortimer & Aguiar, 2006; Wells, 1999).

Mortimer ve Scott (2003) ve Lemke (1990) ve öğretmen ve öğrenciler arasındaki etkileşim modellerini aşağıdaki gibi açıklamaktadır.

- **Başlangıç– Cevap– Değerlendirme (B–C–D) Etkileşim Modeli**

Lemke (1990) sınıf etkileşiminin yalnızca soru-cevap yaklaşımından oluşmadığını ve sınıf etkileşiminin başlangıç-soru-değerlendirme adını verdiği üçlü yaklaşımdan oluştuğunu belirtmiştir. Bu diyalog şu şekilde devam etmektedir: öğretmen hazırlığı, öğretmen sorusu, öğretmen çağrısı (sessizlik), öğrencilerin girişi, öğretmenin aday göstermesi, öğrenci cevapları, öğretmen değerlendirmesi ve öğretmenin ayrıntılara inmesi (Lemke, 1990). Bu yaklaşımlar arasından öğretmen sorusu, öğrenci cevapları ve öğretmen değerlendirmesi öne çıkmaktadır (Mortimer & Scott, 2003).

Başlangıç (B): Öğretmen bir soru ile başlar.

Cevap (C): Öğrenci öğretmenin sorduğu bu soruya cevap verir.

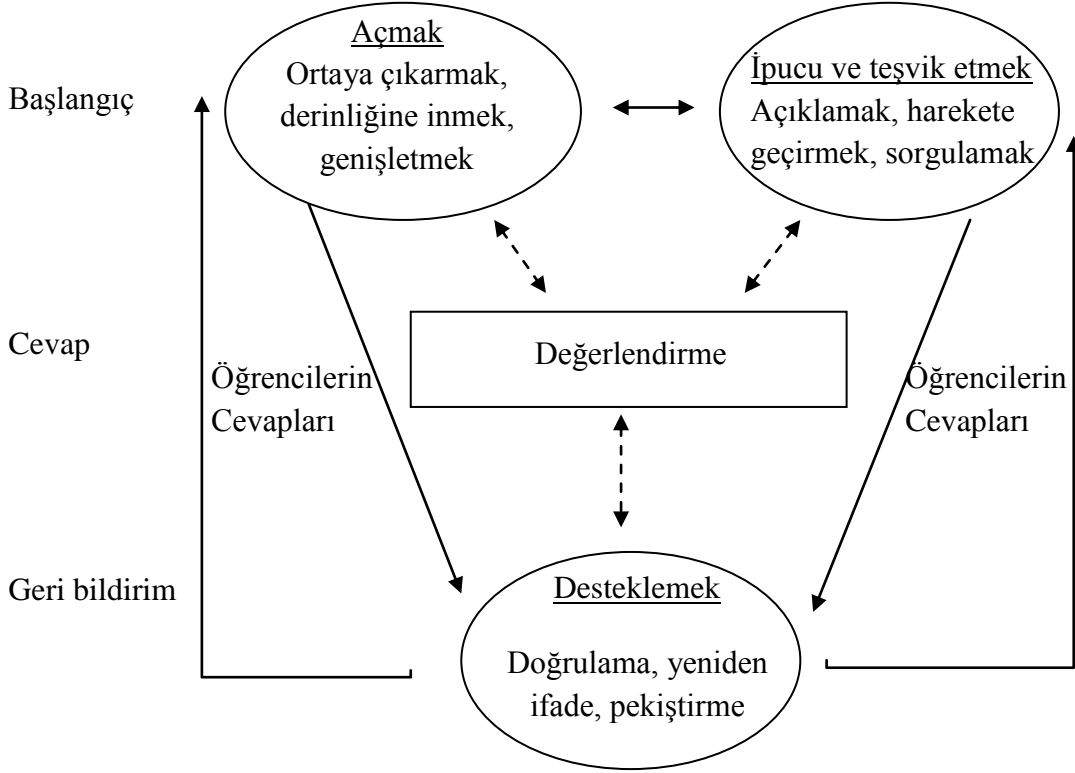
Değerlendirme (D): Öğretmen öğrencinin verdiği cevabı değerlendirir.

- **Başlangıç– Cevap– Geri Bildirim(B–C–G) Etkileşim Modeli**

Başlangıç (B): Öğretmen bir soru ile başlar.

Cevap (C): Öğrenci öğretmenin sorduğu bu soruya cevap verir.

Geri Bildirim(G): B–C–G etkileşim modeli B–C–D modelinden bu basamakta ayrılmaktadır. Öğretmen öğrencinin cevabına yönelik geri bildirim verir. Geri bildirim geleneksel B-C-G döngüsünde sadece değerlendirme yapmamakta ayrıca basit anımsamalar arkasındaki derin anlamları ortaya çıkarmakta ve öğrencileri daha aktif bir rol üstlenmesinde desteklemektedir (Chin, 2006).



Şekil 2.4: B–C–G etkileşim modelinde öğretmen konuşmalarının amacı (Chin, 2006)

Şekil 2.4’de görüldüğü gibi sınıf ortamında öğretmen öğrencilerin fikirlerini açmak, öğrencilere ipucu vermek ve onları teşvik etmek, öğrencileri desteklemek amaçları ile sorular sorar ve öğrencilerin cevaplarını alır. Öğretmen öğrenci cevaplarını destekler.

Üçlü etkileşim modelinde öğretmen soruyu hangi öğrencinin cevaplayacağı ve hangi cevabın doğru kabul edileceğine karar vermede baskındır (Kaya & Kılıç, 2010). Bu nedenle daha öğretmen merkezli bir yaklaşımdır. Öğrenciler etkileşimi başlatabilme, etkileşimin yönünü kontrol etme ve öğretmenlerine karşı çıkma gibi haklara sahip değildir (Lemke, 1990).

• **Başlangıç– Cevap– Geri Bildirim– Cevap– Geri Bildirim–(B–C–G–C–G–) Etkileşim Modeli**

Başlangıç: Öğretmen bir soru ile başlar.

Cevap: Öğrenci öğretmenin sorduğu bu soruya cevap verir.

Geri Bildirim: Öğretmen öğrencinin cevabına yönelik geri bildirim verir.

Cevap: Öğrenci öğretmenden aldığı geri bildirim doğrultusunda cevap verir.

Geri Bildirim: Öğretmen öğrencinin geri bildirim sonucu verdiği cevaba yönelik yeniden geri bildirim verir.

Bu etkileşim modeli üçlü modelden biraz daha öğrenci merkezlidir ve öğrencilere daha fazla esneklik verir.

Scott, Mortimer ve Aguiar (2006) etkileşim modellerini açıklarken açık ve kapalı zincir etkileşim modellerinden de bahsetmiştir. Açık zincir modelde (B–C–G–C–G–C–) iletişim modeli öğrenci cevabı ile son bulurken, kapalı zincir modelde (B–C–G–C–G–C–D) iletişim modeli öğretmen değerlendirmesi ile son bulmaktadır. Bazı durumlarda ise öğretmen başlangıç sorusunu sorar, daha sonra farklı öğrenciler sıra ile bu soru için kendi görüşlerini belirtirler (B–C₁–C₂–C₃–). Geri bildirim bir parçası olarak öğretmen öğrencilerin yorumlarının devam etmesini desteklemek için yorumu tekrarlayabilir, detayları ile açıklayabilir ve ayrıntılarını sorabilir (Chin, 2006). Kapalı zincir iletişim modelinde iletişimin başlaması ve sonlandırılması öğretmene bağlı olduğu için daha öğretmen merkezli iken, açık zincirde iletişimi öğretmen başlatmasına rağmen öğrenci cevapları ile son bulur.

2.5.5 Öğretmen Müdahaleleri

Anlam oluşturma sürecinin son basamağı olarak öğretmenin öğretim sürecindeki müdahaleleri karşımıza çıkmaktadır. Öğretmen öğretim sürecinde öğrencilerin öğrenmelerini kolaylaştırıcı rehber rolündedir (Brooks & Brooks, 1993). Öğretmen öğrenme süreçlerinde öğrencilere rehberlik yapabilmek amacı ile çeşitli roller üstlenmiştir. Öğretmenin sınıf ortamında üstlendiği rollere aşağıda kısaca değinilmiştir (Leach & Scott, 2003):

- Tanıtılan yeni kavramlar ile ilgili anahtar fikirler geliştirir.
- Yeni öğrenilenlerin epistemolojik özellikleri ile ilgili noktaları tanıtır.
- Sınıftaki bütün öğrenciler arasında paylaşılan anlamları destekler, anahtar fikirleri hepsi için ulaşılabilir kılar.
- Tanıtılan yeni kavramlar ile ilgili anlamaları kontrol eder.

Öğretmen öğretimi kolaylaştırmak amacı ile öğretim sürecine müdahalelerde bulunabilir. Öğretmen müdahaleleri ve rehberliği, öğrencilerin fikirlerinin, tanımlarının ve paylaşılan deneyimlerinin aydınlatılması, yorumlanması, ortaya çıkarılması, tartışılması, bu fikirler arasındaki zorlukların üstesinden gelinmesi ve bu fikirleri üzerinde yeni fikirlerin inşa edilmesi için yapılmaktadır (Mercer, 1995). Aşağıda öğretmenin öğretim sürecinde yaptığı müdahale türleri ve amaçları kısaca açıklanmaktadır (Mortimer & Scott, 2003).

Çizelge 2.4: Anlam oluşturma sürecinde öğretmen müdahaleleri

<i>Öğretmen Müdahaleleri</i>	<i>Öğretmen tarafından yapılabilecek hareketler</i>
Fikirleri şekillendirme	<ul style="list-style-type: none">• Yeni bir terime giriş• Öğrencilerin cevaplarını yorumlama• Fikirler arasındaki farkı ayırt etme
Fikirleri seçme	<ul style="list-style-type: none">• Öğrenci cevaplarının bir bölümüne odaklanma• Öğrenci cevabının tümünü gözden kaçırma
Anahtar fikirleri işaretlemek	<ul style="list-style-type: none">• Bir fikri tekrar etme• Öğrencilere bir fikri tekrar etmesini söyleme• Öğrenciyle doğrulayıcı değiş tokuşu canlandırma• Sesi belli bir tonlama ile kullanma
Fikirleri paylaşma	<ul style="list-style-type: none">• Öğrencilerin bireysel fikirlerini sınıf ile paylaşma• Öğrenciden fikri sınıfa tekrarlanması isteme• Grup bulgularını paylaşma• Öğrencilerden görüşlerini özetleyen posterler hazırlamasını isteme
Öğrencilerin anlamalarını kontrol etme	<ul style="list-style-type: none">• Öğrencilerden fikirlerini açıklamasını isteme• Öğrencilerden açıklamalarını yazmasını isteme• Belirli fikirler için sınıfın fikir birliğini kontrol etme
Yeniden gözden geçirme	<ul style="list-style-type: none">• Belirli bir deneyin sonuçlarını özetleme• Bir önceki dersteki aktiviteleri tekrar etme• Bilimsel hikaye sürecini gözden geçirme

Anlam oluşturma sürecinde ğretmen çeşitli amaçlar ile müdahalelerde bulunmaktadır. Öğrencinin sahip olduğu fikri ortaya çıkarmaya yönelik müdahalede bulunabileceği gibi öğrencilerin fikrini sınıf ile paylaşmak için de müdahalede bulunabilir. Ya da öğrencinin sahip olduğu fikri tekrarlayarak o fikir üzerinde durabilir. Bu müdahale örnekleri gibi ğretmen müdahaleleri çeşitlendirilebilir.

Anlam oluşturma süreçlerinde karşımıza çıkan bir diğer kavram ‘ğrenme ihtiyacı’ kavramıdır. ğrenme ihtiyacı kavramı okul biliminin sosyal dili ve öğrencinin sınıfa getirdiği sosyal dilin arasındaki farkı değerlendirme olarak tanımlanabilir (Leach & Scott, 2002). ğrenme ihtiyacı olarak isimlendirilen bilimin sosyal dili ile öğrencinin sınıfa getirdiği sosyal dil arasındaki farktan öğrenme etkileneceği için bu farkın ortadan kaldırılması önemlidir. ğrenme ihtiyaçlarını tanımlamadaki amaç, okul biliminin bazı aıalarını tanımlamada öğrenenin karşılaştığı zihinsel zorluklara odaklanmaktır. Öğretim bu öğrenme ihtiyaçlarını göz önüne alarak düzenlenebilir. Örneğin, fen dersinde verilen bilimsel modellerin kullanımında açıklamalar ve kuramlar üretme yolları birçok öğrencinin günlük sosyal dillerinin bir parçası değildir (Vosniadou, 1994; Driver vd., 1996; akt. Mortimer & Scott, 2003). ğrenme ihtiyaçları kavramsal değişim sürecinde oldukça önemlidir çünkü bilimsel bilgilerle öğrencilerin fikirleri birbirinden farklı olduğu durumlarda öğrenme ihtiyaçları ortaya çıkmaktadır. ğrenme ihtiyaçlarına göre düzenlenen ğretim ile öğrencilerin sınıfa getirdiği fikirler, bilimsel fikirlere doğru gelişebilir ve doğru anlamlar oluşturulabilir. Anlam oluşturmaya yönelik öğretimin amacı da öğrencilerin öğrenme ihtiyaçlarının karşılanmasıdır.

2.5.6 Anlam Oluşturma Sürecine Yönelik alışmalar

Aşağıda anlam oluşturma süreçleri ile ilgili alanyazında karşılaşılan çalışmalara kısaca değinilmiş ve bu çalışmalarda anlam oluşturma süreçlerinin hangi yönleri ile ele alındığı özetlenmiştir.

Aguiar, Mortimer ve Scott (2010)’un çalışmasının amacı Mortimer ve Scott (2003) tarafından geliştirilen ğretim amaçları, iletişim yaklaşımları ve etkileşim modelleri üzerine ğrenci sorularının etkilerini derinlemesine incelemektir. Bu amaç ile öğrencilerin enerji ve termal olaylar ile ilgili günlük ve bilimsel fikirleri arasında

bağlantı kurulmaya çalışılmıştır. Çalışmanın örnekleminibiryedinci sınıf ve ikidokuzuncu sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. Uygulama sırasında sınıf küçük çalışma gruplarına ayrılmış ve bu gruplar deneyler yapmış, elde ettikleri verileri ve sonuçları kendi aralarında tartışmıştır. Ardından öğretmenin liderliğinde sınıf tartışmaları yapmışlardır. Bütün dersler video ile kaydedilmiş ve öğrenci sorularının en sık karşılaşıldığı dersler analiz için seçilmiştir. Seçilen dersler öğrenci soruları ile başlamakta ve sessizlik, öğretmenin sınıfta yerini değiştirmesi, tamam, dahası gibi sözel ifadeler ile son bulmaktadır. Öğrenci soruları merak soruları ve temel bilgi soruları olarak ikiye ayrılmıştır. Ayrıca analizlerinde soruları ‘netleştirme’, ‘tahmin’ ve ‘tartışma’ olmak üzere üçe ayırmışlardır. Yedinci sınıf öğrencilerinin bitkilerden enerji eldesi ile ilgili görüşlerinin tartışıldığı birinci bölümdeki sorular netleştirme soruları; etkileşim modeli, başlangıç-cevap-değerlendirme; iletişim yaklaşımı, etkileşimli/ otoriter iletişim yaklaşımıdır. İkinci bölümde dokuzuncu sınıf öğrencilerinin ısı, sıcaklık, ısı transferi ve termal denge kavramları ile ilgili soruları incelenmiştir. Bu bölümde öğrenci soruları tahmin niteliğinde, etkileşim modeli başlangıç-cevap-değerlendirme ve iletişim yaklaşımı etkileşimli/diyalogla yapılan yaklaşımı biçimindedir. Üçüncü bölümde bir öğrencinin grup arkadaşlarına sorduğu sorular analiz edilmiştir. Bu öğrenci bilimsel ve günlük kavramlar arasında çatışma yaşamış ve fikirlerini arkadaşlarına sunmuştur. Buradaki amaç yeni öğrenilen kavram hakkında anlamları paylaşmaktır. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar, otoriter ya da diyalogla yapılan sınıf konuşmalarının doğasında, öğrencilerin daha serbest davrandığı öğrenme çevrelerinin sadece öğretmene bağlı olmadığı aynı zamanda öğretmen-öğrenci arasındaki etkileşime de bağlı olduğudur. Öğrenci soruları ile çatışmaların çözüldüğünü ve işbirlikli konuşma yoluyla açıklama üretebildiğini belirtmişlerdir. Öğrenci soru sorarak yeni bilimsel kavramların kendi ilgileri, deneyimleri ve bilgisi ile ilişkisini kurmaya çalışmaktadır.

Ametller, Leach ve Scott (2007) fen öğretiminin tasarlanmasında bazı noktalara değinmiştir. Öğrenmeye bakış açılarının altına öğretim için tasarlanan araçları ve öğretmenlerin mesleki bilgisini yerleştirmiştir. Tasarlanan araçların içerisinde öğrenme ihtiyaçları ve iletişim yaklaşımları yer almaktadır. Öğrenme ihtiyacının odağı öğretimin kavramsal ihtiyaçları iken, iletişim yaklaşımının odağı öğretimin kavramsal amaçlarını belirten öğretmen konuşmalarıdır. Diğer tasarlanan araçlar ise bunlar dışındaki amaçlara odaklanmaktadır. Bu çalışma kavramsal

öğrenme bakış açısı ve öğretimi tasarlama süreci arasındaki ilişkiye odaklanmıştır. Fen öğrenmede öğrenme ihtiyaçları ve iletişim yaklaşımları birlikte kullanılmıştır. İletişim yaklaşımını öğrenme ihtiyaçları ile yakın ilişki kurmada bir tasarım aracı olarak kullanmışlardır. Öğrencilerde, öğrenme ihtiyaçlarının ortaya çıkma nedeni onların önceki öğrenmelerinde kullandıkları sosyal dil ile fen derslerinin sosyal dili arasındaki farktır. Bu çalışmanın sonucunda öğretmenlerin fen sınıflarındaki konuşmalarının hem otoriter hem de diyalog iletişim yaklaşımı türünde olduğu belirtilmiştir. Fen sınıflarındaki bu farklı türdeki konuşmaların öğrencilerin anlam oluşturmalarını kolaylaştırdığından bahsetmişlerdir.

Campbell, Oh ve Neilson (2012) yaptıkları çalışmada model-temelli sorgulama yöntemini kullandığı fen sınıflarında etkileşim türlerini ve pedagojik işlevlerini araştırmıştır. Bu amaçla iki ortaöğretim fizik sınıfındaki ikişer saat ders kamera ile kaydedilmiştir. Kamera kayıtlarının her birinin uzunluğu kırkbeş dakikadır. Bu sınıflar ortaöğretim onuncu ve onikinci sınıf düzeyindedir. Bu amaçla fizik öğretmeni öğrencilere ilk olarak gözlemedikleri bilimsel olguyu açıklamak için geliştirdikleri fikirlerini kullanabilecekleri modelleri tanıtmıştır. Öğretmen,

- “bir ip yardımı ile masaya bağlanan balona, ilk olarak ipek kumaşa sürtülmüş cam bir çubuk yaklaştırılmış ve ardından balona kürke sürtülmüş plastik bir çubuk yaklaştırılmıştır”
- “plastik çubuk ve cam çubuk yaklaştırıldığında iletken metal ile kaplanmış bupalonun tepkisine bakılmıştır”
- “ipeğe sürtülmüş cam çubuğun ve ardından kürke sürtülmüş plastik çubuğun elektroskopa yaklaştırılması sonucu gösterdiği reaksiyon”

konularında gösteri deneyleri yapmıştır.

Video kayıtları analiz edilirken etkileşim türlerinin analizi için Oh ve Campbell (incelemede, 2013) tarafından geliştirilen analiz çerçevesi kullanılmıştır. Video verilerinin analizi için ard arda iki basamak izlenmiştir. İlk olarak, etkileşim türlerinin analizi için öğretim süreci dört bölüme ayrılmış ve her bölüm alt parçalara ayrılmıştır. Dersler analiz edilirken onbir çerçeve belirlenmiştir ve bunlardan altısı dikkat çekici bulunmuştur. Derslerin analizinde; keşfetme etkileşiminin türleri, keşfetme-düzeltilme sahneleri, keşfetme-tartışma sahneleri, ayrıntılı inceleme ve

yeniden düzenleme etkileşim türleri öğretmenin üstsöylemleri ve öğrencilerin etkileşimdeki aktif rolleri ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir. Bu çalışmanın sonucunda, öğretmenlerin, öğrencilerin modellemeleri üzerinde kritik bir rol oynadıkları belirlenmiştir. Bu çalışmada karşılaşılan etkileşim eylemi ‘üretken model etkileşimi’ daha ayrıntılı açıklanmıştır. Öğrencilerin üstsöylem, tartışma, ayrıntılı inceleme ve yeniden düzenleme etkileşim türlerinde aktif roller oynadığı belirlenmiştir. Tartışma, ayrıntılı inceleme ve yeniden düzenleme sayesinde öğrencilerin bilimsel bilgiyi daha iyi anladığı ifade edilmiştir.

Chin (2006) yaptığı çalışmada üç temel amaç belirlemiştir. Bu amaçlardan ilki fen sınıflarında konuşmaları ve soruları temsil eden analitik bir çerçeve geliştirmektir. İkincisi öğretmenlerin öğrencilerinin bilginin yapılandırılmasına olanak sağlayan kavramsal içerik hakkında ne düşündüğünü anlamak için nasıl sorular sorduklarını bulmak ve üçüncüsü öğretmenlerin öğretim sürecinde geri bildirim yaklaşımını kullanmalarını tanımlamaktır. Bu amaçla, Singapur’da yedinci sınıf düzeyinde iki sınıfta toplam ondört saat kamera kaydı yapılmıştır. Derslerde kütle, hacim, yoğunluk, element, karışım ve bileşik, fotosentez ve solunum konuları işlenmektedir. Bu derslerde sınıf aktiviteleri olarak, açıklayıcı konuşmalar, bütün sınıfı içeren tartışmalar, öğretmen gösterileri, küçük-grup deneyleri, eşli tartışmalar ve bireysel ya da grup tarafından gerçekleştirilen laboratuvar deneyleri seçilmiştir. Öğretmen sorularını, öğrencilerin fikirlerini ortaya çıkarmak, fikirlere açıklık kazandırmak ve bu fikirlerin derinliğine inmek amacıyla sormaktadır. Öğretmen sorularına öğrencilerin verdikleri cevapları ‘doğru’, ‘doğru ve yanlış cevapların karışımı’ ve ‘yanlış’ kategorileri altında toplamıştır. Öğretmen konuşmalarının doğası; öğretmen yorumu, öğretmen sorusu ve öğretmen açıklaması olarak belirlenmiş ve bu başlıklar altında analiz edilmiştir. Öğrencilerin cevaplarının doğası dışında, öğretmenlerin geri bildirimlerinin şekline karar vermede bazı akla yatkın faktörler de vardır. Bu faktörler, öğretilen konunun zorluk derecesi, zamanın yeterliliği, öğretmenin yeterliliği ve öğretim tekniği seçimleridir. Bu çalışmada öğrenciler öğretmenin sorduğu sorulara yanlış cevap verdiğinde, öğretmen açıkça ya da ima edici geri bildirimler ile yanlış düzeltmiştir. İma edici geri bildirim kullanmanın öğrencilerin fikirlerini geliştirmeyi desteklediği ve uygun şartlarda öğrencilerin doğru cevap vermesini sağladığı görülmektedir. Öğrencilerin anlamalarını ortaya çıkaran ve sınıf tartışmalarını hızlandıran öğretmen soruları

biçimlendirici değerlendirme için önemli bir araçtır. Bu çalışma sonucunda eğer öğretmenler, öğrencilerinde ortaya çıkarmaya çalıştıkları bilişsel süreçlerin türleri hakkında açık olurlarsa, bu tür cevapları güdeleyen soruları sormada uzman olabilecekleri belirtilmiştir.

Furberg ve Arnseth (2009) yaptıkları çalışmada ortaöğretim öğrencilerinde iş birlikli öğretimin genetik kavramında anlam oluşturma üzerine etkisini araştırmıştır. Öğrencilerin anlam oluşturmaları için dört önemli durum önermişlerdir:

- (a) kavramsallaştırmada öğrencilerin bilgi kaynaklarını kullanması
- (b) öğretmen müdahalesi
- (c) etkileşim yeteneğindeki değişim
- (d) anlam oluşturma sürecinin geleneksel açısı.

Furberg ve Arnseth (2009)'un çalışmalarında belirledikleri anlam oluşturma ile ilgili araştırma soruları şunlardır: öğretmenler konuşma sürelerinde öğrencilerin anlam oluşturmalarını nasıl kolaylaştırır? Geleneksel ilgiler genetikte öğrencilerin anlam oluşturmalarına nasıl etki eder? Anlam oluşturmada geleneksel öğretim yöntemlerinin etkili olmadığı ve öğrencilerin aktif olduğu ortamların daha etkili olduğu en temel sonuçlar arasındadır.

Kaya ve Kılıç (2010) çalışmasında sınıf içi diyalog türlerinden bahsetmiştir. Bu diyalog türlerini, üçlü diyalog olarak adlandırılan soru-cevap-değerlendirme (S-C-D), öğretmen-öğrenci tartışması, öğrencinin soru sorması, doğru tartışmalar ve çapraz tartışmalar olarak beş başlık altında toplamıştır. Her bir diyalog türü için fen derslerinde geçen örneklere yer verilmiştir. Üçlü diyaloglarda öğrenciler genellikle fen derslerinin içeriğini okuyup dinlerken, çok az konuşup yazarlar. Bu çalışmanın sonucunda S-C-D diyalog türünün fen derslerinde en sık karşılaşılan diyalog türü olmasına karşın öğrencilerin öğrenmesine en az katkısı olan konuşma türü olduğu belirtilmiştir.

Louca, Zacharia ve Tzialli (2012) çalışmalarında fen dersinde bir öğretmenin etkileşim modellerini araştırmıştır. Bu amaçla iki yıl süresince bir fen öğretmenin

sınıfta haftadaseksen dakika toplam 1385 dakikalık kamerakaydını yapmışlardır. Çalışmanın sonunda öğretmen ile yarı-yapılandırılmış görüşme yapılmıştır. Programda yer alan konular dörtya dabeş kişilik gruplar ile işbirlikli öğrenme yöntemleri kullanılarak öğrenilmiştir. Bu kamera kayıtlarından elde ettikleri verilerin analizinde mevcut analiz yöntemlerini eleştirmişlerdir. Öğretmen etkileşimlerinin analizi için tanımlama, yorumlama-değerlendirme, cevap yapılarını kullanmışlardır. Tanımlama yapısı, öğretmenin neyi cevapladığı, yorumlama-değerlendirme yapısı, öğretmenin öğrencilerin etkileşime katılımını nasıl yorumladığı ve değerlendirdiği, cevap yapısı ise öğretmenin öğrencinin etkileşime katılımına nasıl cevap verdiği ile ilgilenmektedir. Verilerin analizi iki bölümde gerçekleştirilmiştir. İlk bölümde tanımlama ve cevap verme yapılarının analizinde transkripsiyon yapılırken, ikinci bölümde yorumlama-değerlendirme yapısının analizinde ardışık analiz kullanılmıştır. Tanımlama yapısının analizi için onsekiz adet farklı kod, cevap verme yapısı için onaltı farklı kod belirlenmiştir. Bu kodların tanımları verilmiş ve öğretmenin sınıf içerisindeki etkileşim modellerinin sıklığı hesaplanmıştır. İkinci bölümde, tanımlama ve cevap verme yapıları arasındaki ilişkiyi tanımlamak için yorumlama-değerlendirme yapısı incelenmiştir. Bu çalışmanın sonucunda, öğrencilerin etkileşime katılımının yorumlama-değerlendirme yapısında elli tanesi istatistiksel olarak anlamlı bulunan toplam 288 kombinasyon belirlenmiştir. Öğrencilerin bilgi iddialarını yorumlama-değerlendirme yapısında tartışma esnasında öğrencilerin bilimsel olmayan fikirlerini bilimsel fikirler ile değiştirmesi araştırılmıştır. Öğrencilerin kanıtlarının yorumlanması ve değerlendirilmesinde öğretmen öğrencilerden fikirlerinin nedenlerini açıklamasını istemektedir. Yorumlama-değerlendirme yapısında öğretmen öğrencilerden konu ile ilgili deneyimlerini açıklamasını istemektedir. Öğrencilerin tartışmalarını yorumlama-değerlendirme yapısında, öğretmen öğrencilere konuşma sırasında konular arasındaki ilişkileri sorar. Öğretmenin öğrencilerin fikirlerine odaklandığı ve konuşmanın içeriğinde öğrencilere sorumluluk verdiği belirtilmiştir. Bu çalışmanın sonucunda, öğrencilerin fikirlerinin önemsendiği bir öğretim sürecinde anlam oluşturmanın kolaylaştığı belirtilmiştir.

Mercer (2008), çalışmasında Treagust ve Duit'in belirttiği kavramsal değişim için önemli noktaları incelemiş ve Treagust ve Duit'in kavramsal değişim kuramlarını, diyalog süreçlerine yeterince değinmedikleri için eleştirmiştir. Bu

çalışmanın amacı, sınıf tartışmalarında karşılaşılan günlük ve bilimsel kavramlar arasındaki farkların neler olduğu ve bunlar ile öğretmen tarafından nasıl başa çıkıldığı ve fen öğretme ve öğrenmenin bunun nasıl içine girdiğini açıklamaktır. Mercer (2008) çalışmasında İngiltere'deki ilköğretim ve ortaöğretim fen derslerinde öğretmen-öğrenciler arasındaki diyalog süreçlerini incelemiş ve bu süreçleri Mortimer ve Scott (2003)'un iletişim yaklaşımını kullanarak analiz etmiştir. Bu çalışmada sınıf tartışmalarının amacı, öğrencilerin öğretim öncesi sahip olduğu günlük fikirlerinin bilimsel fikirlere doğru değişmesini sağlamaktır. Bu amaçla, ay kavramına ilişkin öğretmen ve öğrenciler arasında geçen diyalog süreçlerinin bir kısmını örnek olarak vermiş ve bu süreçleri iletişim yaklaşımlarını kullanarak analiz etmiştir. Çalışmanın sonucunda, tartışmanın başlangıç bölümlerinde 'etkileşimli/diyalog ile yapılan' iletişim yaklaşımı kullanılırken, tartışmanın ilerleyen bölümlerinde 'etkileşimli/otoriter' yaklaşımın kullanıldığını ve ilerleyen kısımların bazı bölümlerinde 'etkileşimsiz/otoriter' yaklaşımın kullanıldığını belirlemiştir. Bu çalışmadan elde edilen sonuç, öğretmenin dersin farklı bölümlerinde farklı iletişim yaklaşımları kullandığıdır. Mercer (2008), öğretmenin gerekli gördüğünde farklı iletişim yaklaşımlarını kullanmasının öğrencilerin anlam geliştirmelerini desteklemek için uygun bir yaklaşım olduğunu belirtmektedir ve dersin amacına göre öğretmenin farklı iletişim yaklaşımlarını kullanabileceğini belirtmiştir.

Rahm (2004) çalışmasında bilim merkezindeki bir sergide öğrencilerin anlam oluşturmalarını incelemiştir. Bilim merkezleri fen kavramlarını yapılandırmada ziyaretçilerine doğrudan, kendi kendine, sözel olmayan deneyimler, cisimler ve görsellik sağlar. Çalışmanın örneklemini ondört yaş grubundaki yedi öğrenci oluşturmaktadır. Bu çalışmada incelenen diyalog süreci Ulusal Atmosfer Araştırma Merkezinin sergi salonunun gezildiği sekiz haftalık çalışmanın ikinci haftası boyunca kaydedilmiştir. Gezinin amacı bu merkezde yapılan bilim çeşitlerinin araştırılması süresince bilim insanları ile görüşmeler yapmaktır. İçerikte anlam oluşturma süreçlerinin analizini mümkün kılan katılımcı gözlem ve kamera kaydı kullanılmış ve bütün anlam oluşturma süreçleri kayıt altına alınmıştır. Öğrencilere gökyüzü sergisi gezdirilmiştir ve buradagüneş batımı kırmızı, gökyüzü mavi ve bulutlar beyaz renk olarak gösterilmiştir. Bu olayın gösterildiği bir düzenek kurulmuş ve öğrencilerin bu düzenek üzerinde tartışmaları istenmiştir. Öğrencilerden bu deneyi açıklamalarının istendiği görüşmelerde sergide yer alan mavi gökyüzü gösterisi için

birbirinden farklı anlam oluşturma süreçleri geliştirdikleri belirlenmiştir. Bu çalışmanın sonucunda, öğrencilerin müzede yaşadıkları aynı deneyimlerden farklı anlamlar geliştirdiği belirlenmiştir.

Scott (1998) çalışmasında, onüç-ondört yaşındaki öğrencilerin hava basıncı ile ilgili fikirlerini araştırmak üzere bir çalışma yapmıştır. Öğrencilere belirli bir alandaki hava azaltılırsa hava basıncının da azalacağı açıklanmış ve bu kuralın yeni bir içeriğe nasıl uygulanabileceğinin gösterilmesi amaçlanmıştır. Öğretmen sınıfın önünde vakum bulunan hava tulumu içerisine iki adet balon koymuştur. Ardından, öğretmen pompayı açtığında balonlar yavaşça şişmeye başlamıştır. Bu deney sonucunda, havanın alındığı ortamda balonun şiştiği gösterilmiştir. Öğrenciler bu durumu açıklarken öğretmenleri ile olan iletişim süreçleri incelenmiştir. Anlam oluşturma süreçlerindeki pedagojik müdahaleler üç temel aşamada toplanmıştır; bilimsel bilgiyi geliştirmek, öğrencilerin anlam oluşturmalarını desteklemek ve öğretimdeki bilimsel hikayeyi sürdürmek. Bilimsel bilgiyi geliştirmek için kavramsal çizgi (fikirlere biçimlendirmek, fikirleri seçmek, anahtar fikirleri işaretlemek) ve epistemolojik çizgi geliştirilmiştir. Öğrencilerin anlam oluşturmalarını desteklemek için paylaşılan anlamlar desteklenmiş ve öğrencilerin anlamları kontrol edilmiştir. Otoriter ve diyalog ile gerçekleşen tartışmanın genel özelliklerini şu şekilde özetlemiştir: otoriter tartışma genel olarak “bilgi transferi” üzerine odaklanırken, diyalog ile gerçekleşen tartışma birçok sesi içerir. Otoriter tartışma “kapalı”: verilen mesajı desteklemediği sürece yeni sesleri desteklemez iken, diyalogla yapılan tartışma, “açık”: yeni sesler anlam oluşturma sürecine dahil olmaktadır. Otoriter tartışmada belirlenmiş amaç: sonuç kontrollü, üretici amaç: sonuç önceden kestirilemeyebilir. Bu çalışmanın sonucunda otoriter ve diyalog ile yapılan tartışmalarda öğretmen ve öğrencilerin ifadelerinin doğası açıklanmıştır. Öğretmenler ve öğrencilerde karşılaşılan otoriter tartışmalar sonuca dayalı soru sorma ve cevap verme odaklı iken, diyalog ile yapılan tartışmalar kendiliğinden gelişen ve birbirlerinin fikirlerini tamamlayıcı yöndedir.

Scott, Mortimer ve Aguiar (2006), çalışmalarında Brezilya’daki ortaöğretim sınıflarındaki otoriter ve diyalogla gerçekleşen iletişim yaklaşımını incelemek için fen sınıflarında konuşma etkileşimlerinin analizi için bir çerçeve belirlemiştir. Derslerde öğrenciler küçük gruplar ile çalışmış ve ardından öğretmen tarafından

yönetilen bütün sınıfı kapsayan tartışmalar yapmışlardır. Grup çalışmalarında öğrenciler, deneyler yapmış ve deneylerden elde ettikleri sonuçları tartışmıştır. Öğretmen her bir deneyi probleme uygun bağlam içerisine yerleştirmek ve hikayenin gelişimi sırasında yerini saptama için derse giriş kısmını kendi yapmıştır. Sonraki bütün sınıf tartışmalarında, öğrenciler ve öğretmen, öğrencilerin ileri sürdüğü fikirleri ve açıklamaları tartışmışlardır. Birinci derste öğrencilere ısı ve sıcaklık kavramlarını tartışmalarını sağlayacak bir deney yaptırılmış ve bu kavramlar bütün sınıf tarafından tartışılmıştır. İkinci derste soğuk ve sıcak kavramları üzerinde tartışılmıştır. Üçüncü derste buz ve termometre arasında nasıl bir değişim yaşandığı sorulmuştur. Dördüncü derste ise sıcaklık arttıkça termometrede neler gerçekleştiği sorulmuştur. Öğrenciler önce çalışma gruplarında fikirlerini tartışmış, ardından fikirlerini öğretmen soruları ile sınıf ortamında tartışmışlardır. Bütün sınıf ortamı video kamera ile kayıt altına alınmış ve derslerin farklı evrelerindeki aktiviteler bölümlere ayrılmıştır. Bu bölümlerde öğretmen ve öğrenciler arasındaki tartışmaların otoriter yaklaşımda mı yoksa diyalog yaklaşımında mı olduğu incelenmiştir. Sonuçta birinci derste tartışma ‘etkileşimli/diyalog ile yapılan’ iletişim yaklaşımına göre gerçekleşmiştir. İkinci derste yine ‘etkileşimli/diyalog ile yapılan’ iletişim yaklaşımına göre düzenlenirken, üçüncü ve dördüncü dersler ‘etkileşimsiz/diyalog ile yapılan’ iletişim yaklaşımına göre düzenlenmiştir. Bu tür farklı iletişim yaklaşımları kullanmak öğrencilerin anlam oluşturma süreçlerini desteklemektedir.

Yeo ve Tan (2010)’ın çalışmalarının amacı fen alanında anlam oluşturma süreçlerinde güvenilir kaynakların nasıl kullanıldığını tespit etmektedir. Güvenilir kaynaklara örnek olarak, kitaplar, internet kaynakları, uzmanlar ve öğretmenler verilebilir. Araştırmanın örneklemini dokuzuncu sınıftaki beş öğrenci oluşturmaktadır. Problem tabanlı öğrenme aktivitelerinde bilimsel içerik öğretilmeden önce öğrencilere lunapark treni kazasının nedenini bulma görevi verilmiştir. Problem tabanlı öğrenme aktiviteleri süresince öğrenciler arasındaki işbirliğini desteklemek için bilgi yapılandırıcı bilgisayar destekli işbirlikli öğrenme sistemi kullanılmıştır. Problem tabanlı öğrenme aktiviteleri fen laboratuvarında ikişer saatlik üç ders şeklinde yürütülmüştür. Bu dersler sırasında öğrenciler lunapark treni nasıl çalışır ve kazaya neden olan faktörler nelerdir soruları üzerinde çalışmıştır. Bu fen derslerindeki anlam oluşturma basamakları şöyledir:

- Konuşma verileri, metin (konuşma) cümleciklere ardından sözel bileşenlere bölünür,
- Sözel kaynaklar teknik olarak bilgilendirilir, özetlenir ve anlam ilişkilerinin türü tanımlanır,
- Bilimsel anlamların türü tanımlanır,
- Fende anlam oluşturma gelişimi anlaşılır.

Sonuçlarda, öğrencilerin lunapark tren sistemindeki enerji değişimi kavramını bilimsel olarak anlamalarının sezgisel, günlük dünya görüşüne göre geliştiğini göstermektedir. Aktivitelerde güvenilir kaynakların varlığı öğrencilerin anlamalarında kademeli ilerleme için güçlü bir özelliktir.

Anlam oluşturma sürecine yönelik yapılan çalışmalarda anlam oluşturma beş basamağından biri ya da birkaçı üzerinde yoğunlaşmıştır. Bu çalışmalarda genellikle sınıf ortamındaki iletişim yaklaşımları ve etkileşim modelleri ortaya çıkarılmıştır. Diğer anlam oluşturma basamaklarına yönelik yapılan çalışma sayısı çok azdır. Anlam oluşturmaya yönelik bir öğretimde anlam oluşturma beş basamağının birlikte araştırıldığı bir çalışma yapılmamıştır. Bu çalışmada anlam oluşturmaya yönelik öğretimin beş basamağında yer almaktadır. Yapılan çalışmalarda anlam oluşturmaya yönelik yapılan sınıf içi etkinliklerin öğrencilerin öğrenmelerine olumlu etki yaptığı belirtilmiştir. Bu çalışmada da anlam oluşturmaya yönelik öğretim ile öğrencilerin fikirlerindeki gelişimin ve öğrencilerin bilimsel cevaplar vermesinde etkililiğinin ortaya çıkarılmasını amaçlanmıştır.

2.6 ‘Kuvvet ve Hareket’ Ünitesinde Yer Alan Kazanımlar

Tork, açısal momentum ve Kepler yasaları kavramlarının öğrencilerin karşısına ilk kez ortaöğretim onbirinci sınıf düzeyinde ‘Kuvvet ve Hareket’ ünitesinde çıktığı önceki bölümlerde belirtilmiştir. Öğrencilerin bu kavramları öğrenebilmesi için bazı ön bilgilere sahip olarak sınıf ortamına gelmesi gerekmektedir. Bu üniteye yer alan kavramların öğrenilmesi için ön bilgi niteliğindeki kavramlar sarmallık ilkesine uygun olarak ‘fen ve teknoloji’ ve ‘fizik’ dersi öğretim programlarında önceki sınıf düzeylerinde yer almaktadır. Sarmallık ilkesine uygun hazırlanan programlarda, daha önce öğrenilen kavramlar yeri

geldiğinde tekrar edilir. Bu tekrarların amacı, kavramları hatırlamaktan ziyade kapsamının genişletilmesidir (Demirel, 2007). Öğrenciler ortaöğretim onbirinci sınıf düzeyinde ‘Kuvvet ve Hareket’ ünitesine geldiğinde bu üniteye kavramları öğrenebilmesi için her sınıf düzeyinde gerekli ön bilgileri öğrenmiş olarak gelmesi hedeflenmiştir. Örneğin bir öğrencinin tork kavramını öğrenebilmesi için kuvvet kavramını, açısal momentum kavramını öğrenebilmesi için açısal hız kavramını eksiksiz olarak öğrenmiş olarak sınıf ortamına gelmelidir. Öğrenciler kuvvet kavramı ile ilk kez ilköğretim dördüncü sınıf düzeyinde karşılaşmış ve sonraki sınıf düzeylerinde de öğretime devam edilmiştir. Hız ve ivme kavramları ilköğretim altıncı sınıf düzeyinden itibaren çeşitli sınıf düzeylerinde yer almaktadır. Momentum ve açısal hız kavramları ise ‘Kuvvet ve Hareket’ ünitesinde daha önceki konularda yer almaktadır.

Bu çalışmanın amaçları ile ilişkili olan tork ve açısal momentum kavramlarına ilişkin onbirinci sınıf fizik öğretim programında yer alan kazanımlar şunlardır:

3. Net bir kuvvetin etkisinde dönen bir cismin hareketi ile ilgili olarak,

3.1. Torkun (kuvvet momenti) nelere bağlı olduğunu deneyerek gösterir.

3.2. Tork kavramının günlük yaşamdaki uygulamaları ile ilgili problemler çözer.

4. Net torkun sıfır olduğu durumda dönen bir cismin hareketi ile ilgili olarak,

4.1. Açısal momentum kavramını çizgisel momentum kavramı ile ilişki kurarak açıklar.

4.2. Açısal momentumun korunumunu örnekler ile açıklar.

4.3. Güneş sistemindeki gezegenlerin hareketlerini açıklar.

Onbirinci sınıf fizik öğretim programında yer alan bu kazanımlar öğretimin düzenlenmesi konusunda bu çalışmaya ışık tutmuştur. Öğretim sonucunda öğrencilerin yukarıdaki kazanımlara ilişkin doğru anlamlar oluşturması bu çalışmanın en temel amacıdır.

Aşağıda bu kazanımların yönelik olduğu tork, açısal momentum ve Kepler yasaları kavramlarına ilişkin yapılan çalışmalara yer verilmiştir.

2.7 Tork (Kuvvet Momenti) Kavramına İlişkin Çalışmalar

Aşağıda tork kavramına ilişkin fikirleri ortaya çıkarmaya yönelik ve bu kavramın öğretime ilişkin alanyazında karşılaşılan çalışmalara kısaca değinilmiştir.

Klammer (1998) yaptığı çalışmada alternatif kavramların ne olduğundan ve bu alternatif kavramların nasıl giderebileceğinden bahsetmiştir. Bu çalışmanın sonuna fizik eğitiminde sık karşılaşılan alternatif kavramları da eklemiştir. Klammer (1998) fizik kavramlarına ilişkin yaptığı alternatif kavram taramasında tork kavramına ilişkin aşağıdaki alternatif kavramlar ile karşılaşmıştır:

- Bir cisme etki eden her kuvvet bir tork üretecektir.
- Tork kuvvet ile aynıdır ve aynı yönlüdür.

Lising ve Elby (2005) çalışmalarında fiziğe giriş dersinde öğrenme üzerinde epistemolojinin etkilerini araştıran bir durum çalışması yapmıştır. Üniversite öğrencilerinin fikirlerini ‘günlük/başlangıç’ düşünceleri, ‘günlük başlangıç’, ‘formal düşünceler’ ve ‘formal’ olarak sınıflandırmıştır. Bu amaçla sınıftaki öğrencilerden biri seçilerek tork kavramına ilişkin fikirlerini belirlemek için görüşme yapılmıştır. Öğrenci görüşme esnasında tork kavramını yanlış bir formül olan $\tau = Ir$ ile açıklamaya çalışmıştır ve formülü anlamamış ya da onu nasıl kullanacağını hatırlamamış gibi görünmektedir. Özellikle, günlük deneyimleri ile sınıf ortamına gelmiştir ve bu deneyimleri kapı problemini çözmeye ona yardımcı olmuştur. Bu öğrencinin daha sık olarak günlük düşünceleri kullanmasına rağmen epistemolojik engel olarak formal ve günlük düşünceler arasında kaldığı görülmüştür. Bu

öğrencinin informal düşüncelerine güvenmesinin verdiği cevaplar üzerinde etkisi olmuştur.

Pol, Harskamp, Suhre ve Goedhart (2008) çalışmalarında Physhint isimli öğrenci kontrollü bilgisayar programını kullanarak ondört saatlik bir öğretim düzenlemişlerdir. Bu program öğrencilere problem çözmelerine yardım etmek amacıyla konu ile ilgili ipuçları vermektedir. Öğretim süresince birçok farklı konu ile tork, tork için farklı durumların ölçülmesi ve hesaplanması, dönen bir cisim etrafındaki kuvvetlerin hesaplanması konuları ele alınmıştır. Çalışmanın örneklemini onaltı yaş grubundaki öğrenciler oluşturmaktadır ve onbir öğrenci deney grubunda, yirmialtı öğrenci kontrol grubunda yer almıştır. Her iki grupta aynı kitap kullanılarak aynı sınıf ortamında ‘kuvvet’ konusuna ilişkin birlikte öğretim almıştır. Ancak bağımsız çalışmalarında deney grubu bilgisayar laboratuvarında Physhint isimli program ile çalışırken, kontrol grubu sınıfta çalışmaya devam etmiştir. Deney ve kontrol grubunun ikisine de problem çözme yeteneklerini belirlemek için öğretim öncesi ve öğretim sonrası test uygulanmıştır. Programın genel kullanımında kontrol grubu öğrencileri içerikte yer alan görevleri deney grubuna göre daha iyi yerine getirmiştir ve iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır. Problem çözme yeteneklerinde öğretim öncesi deney ve kontrol grubu arasında fark yokken, öğretim sonrasında deney grubunun problem çözme yetenekleri önemli ölçüde gelişmiştir. Deney grubunda yer alan onbir öğrencinin problem çözme yetenekleri detaylı bir şekilde ele alınmış ve öğretim sonrasında bu öğrencilerin problem çözme yeteneklerinin arttığı belirlenmiştir. Bu çalışmanın sonucunda, kuvvet ve tork kavramlarının öğretiminde Physhint isimli bilgisayar programını kullanmak klasik öğretime nazaran daha etkili olmuştur. Ancak bu çalışmada öğrencilerin kuvvet ve tork kavramlarına ilişkin ön test ve son testte verdikleri cevaplara yer verilmemiş sadece bu kavramlara ilişkin deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin problem çözme yeteneklerindeki gelişim üzerinde durulmuştur. Bu nedenle öğrencilerin tork kavramına ilişkin öğretim öncesi ve sonrası sahip olduğu fikirlerine yer verilmemiştir.

Pol, Harskamp ve Suhre (2008) çalışmalarında bir önceki çalışmalarına benzer bir çalışma yapmıştır. Physhint isimli bilgisayar programını kullanarak öğrencilerin birçok farklı konu ile tork, tork için farklı durumların ölçülmesi ve

hesaplanması, dönen bir nokta etrafındaki kuvvetlerin hesaplanması konuları ele alınmıştır. Örneklem onbeş-onaltı yaş grubunda ellidokuz öğrenciden oluşmaktadır. Bu çalışmanın bulguları da bir önceki çalışmalarının bulgularına benzemektedir ve öğrenci kontrollü program kullanmanın öğrencilerin problem çözme yeteneklerini arttırdığı belirlenmiştir. Bu çalışmada da tork kavramına ilişkin örneklemde yer alan öğrencilerin fikirlerini ortaya koyan bulgulara değinilmemiştir.

Ortiz (1999; akt. Redish, 2004) çalışmasında öğrencilerin tork kavramını ve geniş cisimlerin statüğünü anlamada güçlük çektiğini belirtmiştir. Kütle merkezinden dengeye getirilen düzensiz bir şekle sahip beyzbol sopasının sağ tarafının mı yoksa sol tarafının mı daha ağır olduğu sorusuna öğretim sonrası öğrencilerin büyük çoğunluğu doğru cevap vermiştir ve her iki yanında eşit ağırlıkta olduğunu belirtmiştir. Bu öğrenciler cevaplarını açıklarken çoğu denge kavramını kullanırken, az bir kısmı ise tork kavramını kullanmıştır. Öğrencilerin tork kavramına ilişkin fikirleri kullanmakta yeterli olmadığı ve bu problemi daha basit fizik ilkeleri ile açıkladıkları belirtilmiştir. Bu cevaplara dayanarak araştırmacı öğrencilerin tork kavramını anlamakta zorlandığını belirtmiş ve tork kavramının kavramsal değişimine yönelik öğretim tasarlanması gerekliliğine değinmiştir.

Rimoldini ve Singh (2005) yaptıkları çalışmada üniversitede fizik dersine giriş yapan altıyüzaltmışdokuz öğrencinin (beşyüzellidokuz genel fizik öğrencisi, doksanüç fizik dersine giriş öğrencisi ve onyediyedi mekanik kursu alan fizik öğrencisi) dönme ve dönme hareketi kavramları ile ilgili fikirlerini ortaya çıkarmayı amaçlamıştır. Araştırmacılar bu amaçla çoktan seçmeli ve açık uçlu sorulardan oluşan bir kavram testi kullanmış ve öğrenciler ile gösteri temelli görüşmeler yapmışlardır. Bu çalışmada, öğrencilerin tork kavramını anlamada benzer güçlükler yaşadığı tespit edilmiş ve genellikle öğrencilerin kuvvet kavramı ile karıştırarak tork kavramının tanımını ve anlamını anlamada güçlük yaşadıkları tespit edilmiştir. Görüşmelerde ise, öğrencilerin bütün noktalar merkez ekseninde olmasa dahi çubuğun üzerine farklı noktalardan etki eden farklı kuvvetlere bağlı torku hesaplamaya çalışmışlardır. Görüşmelerin ilerleyen bölümlerinde, sadece bazı öğrenciler dengede bir cisim üzerine herhangi bir noktadan etki eden net torkun sıfır olduğunu belirtmiş ve aralarından yalnızca bir öğrenci aynı düzlem üzerinde olmayan noktalardan etki eden farklı büyüklükteki kuvvetlerin cisim üzerinde

oluşturduğu net torku hesaplayabilmiştir. Öğrencilerde karşılaşılan alternatif kavramlar ise, 'tork kuvvetin açısal halidir' ve 'sabit tork sabit açısal hız üretir'. İkinci alternatif kavrama sahip öğrenciler 'eğer sabit tork varsa, hız sabit olmalıdır çünkü tork hızı etkilemektedir' şeklinde açıklamalar yapmıştır. Bazı öğrenciler ise torkun hız ya da ivme değişimini etkilemedeki rolünü karıştırmıştır. Bu çalışmanın sonucunda, öğrencilerin sorulara verdikleri cevaplardan tork kavramını anlamakta güçlük çektikleri belirlenmiş ve öğrencilerde çeşitli alternatif kavramlar ile karşılaşılmıştır.

Tork kavramına ilişkin Ortiz (1999; akt. Redish, 2004) ve Lising ve Elby (2005) yaptıkları çalışmalarda sadece öğrencilerin fikirleri üzerinde yoğunlaşmıştır. Öğrencilerin tork kavramına ilişkin fikirlerini ortaya çıkarmayı amaçlamışlar ancak ortaya çıkardıkları fikirlere yönelik öğretim yapmamışlardır. Pol, Harskamp, Suhre ve Goedhart (2008) ve Pol, Harskamp ve Suhre (2008) çalışmalarında öğretimde bilgisayar programı kullanımının tork kavramına ilişkin öğrencilerin problem çözme yetenekleri üzerindeki etkisini araştırmıştır. Ancak öğrencilerin öğretim öncesi ya da öğretim sonrası tork kavramına ilişkin ne türden fikirlere sahip olduğu belirtilmemiştir. Klammer (1998) çeşitli fizik kavramlarına ilişkin alanyazında karşılaştığı alternatif kavramları derlemiştir ve bu alternatif kavramlar arasında tork kavramına ilişkin alternatif kavramlar da mevcuttur. Bu çalışmalar, öğrencilerin sadece tork kavramına ilişkin fikirlerini belirlemeye yönelik yapılmamış ayrıca kuvvet konusunda yer alan çeşitli kavramları da çalışmaya dahil etmişlerdir. Bu nedenle tork kavramına ilişkin tespit edilen bulgular sınırlı kalmıştır. Ayrıca öğrencilerin tork kavramına ilişkin fikirlerinin belirlenip bu fikirler arasında alternatif kavram niteliğindeki fikirlerin bilimsel fikirlere doğru değişimine yönelik çalışmalara rastlanmamıştır. Oysaki Ortiz (1999; akt. Redish, 2004) çalışmasında tork kavramının anlaşılmasının güç olduğuna ve bu kavramın öğretime yönelik derslerin düzenlenmesinin gerekliliğine değinmiştir. Alanyazında araştırmacının bilgisi dahilinde tork kavramının öğretime yönelik çalışmaya rastlanmamıştır.

2.8 Açısal Momentum Kavramına İlişkin Çalışmalar

Alanyazında 1980’li yıllardan sonra momentum kavramına ilişkin birçok çalışma yapılmış olmasına karşın açısal momentuma ilişkin yapılan çalışma sayısı çok sınırlıdır. Açısal momentum kavramına ilişkin öğrencilerin sahip olduğu fikirleri ortaya çıkarmaya ve bu fikirlerin değişimine yönelik çalışma sayısı alanyazında oldukça azdır. Aşağıda açısal momentum kavramı ile ilgili yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlara kısaca değinilmiştir.

Close ve Heron (2011), üniversitede fiziğe giriş dersini alan öğrencilerin parçacıkların açısal momentumunu anlamalarına yönelik bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmalarında, iki ayrı deneyde bir top ağırlıksız ve sürtünmesiz ortamda çubuğa çarpmıştır. Top ve çubuk başka diğer cisimler ile temas halinde değildir. Her iki deneyde de top çubuğa göre aynı v_0 başlangıç hızı ile hareket etmektedir ve çarpışma sonucunda çubuğa yapışmıştır. Deney 1’de top çubuğun merkezine yapışırken, deney 2’de çubuğun kenarına yapışır. Top çubuğa çarpmadan önce çubuğun merkezi orta noktasıdır. Öğrencilere her iki deneyde çarpışma öncesi ve sonrası top-çubuk sisteminin toplam açısal momentumunun yönünün ne olabileceği sorulmuştur. Öğretim öncesi öğrencilerin sadece %16’sı soruya doğru cevap verirken, öğretim sonrası bu oran %49 olmuştur. Bu çalışma sonucunda, öğrencilerin sabit hızla hareket eden nokta benzeri cisimlerin sahip olduğu açısal momentumu öğretim sonrası dahi anlamada zorlandığı belirlenmiştir (Close & Heron, 2011).

Gray, Costanzo, Evans, Cornwell, Self ve Lane (2005) öğretim öncesi dörtyüzkırkbir ve geleneksel öğretim sonrası üçyüzon üniversite fizik öğrencisine dinamik kavram testinde açısal momentum kavramına ilişkin çoktan seçmeli bir soru sormuştur ve bu soru ile açısal momentumun vektörel doğasına ilişkin öğrencilerin fikirlerinin ortaya çıkarılmasını amaçlamıştır. Bu çalışmanın sonucunda, açısal momentum kavramına ilişkin doğru cevap oranının çok düşük olduğu ve öğrencilerin bu kavramı öğrenmekte zorlandığı belirlenmiştir. Hatta öğretim sonrası devlet üniversitesindeki fizik öğrencilerinin doğru cevap oranında azalma gözlenirken, özel üniversitedeki fizik öğrencilerinin doğru cevap oranında çok az bir artış gözlenmiştir.

Klammer (1998) fizik kavramlarına ilişkin yaptığı alternatif kavramlar taramasında açısız momentum kavramına ilişkin aşağıdaki alternatif kavramlar ile karşılaşmıştır.

- Bir doğru boyunca hareket eden cisimler açısız momentuma sahip olamaz.
- Açısız momentum vektörel bir büyüklük değildir.
- Açısız momentum ve çizgisel momentum aynı yöndedir.

Palmieri ve Strauch (1963), çalışmalarında laboratuara giriş dersinde tasarladıkları açısız momentumun korunumuna ilişkin bir deneyi tanıtmışlardır. Bu deneyde, orta noktasından sabitlenmiş dönebilen bir çubuğun ucuna bağlanan plastik şişeye m kütleli bir top fırlatılmıştır. Deneyin amacı, fırlatılan top dönen sisteme çarpmadan önce topun sahip olduğu açısız momentum ile top şişeye girdikten sonra dönen sistemin sahip olduğu açısız momentumun karşılaştırılmasıdır. Bu deneyden elde edilen veriler formüllerde yerine yerleştirilerek deney sonucunda açısız momentumun korunumu ispat edilmiştir. Bu çalışmanın sonucunda fizik dersine yeni giriş yapan öğrencilerin genellikle açısız momentumu anlamayı zor buldukları belirlenmiştir.

Yukarıda da bahsedildiği gibi Palmieri ve Strauch (1963) alışmalarında öğrencilerin açısız momentum kavramına yönelik fikirlerini ortaya çıkarmayı amaçlamamıştır. Bu çalışmalarda sadece açısız momentumun korunumunun nasıl daha iyi öğretileceğine ilişkin deneyler tasarlanmıştır. Bu deneylerde öğretim öncesi ve sonrası öğrencilerin fikirleri ortaya çıkarılmamıştır. Ya da yapılan bu deneylerin öğrencilerin fikirleri üzerindeki etkisi araştırılmamıştır. Klammer (1998) ise çalışmasında sadece alanyazında karşılaştığı açısız momentum kavramına ilişkin çeşitli alternatif kavramlara yer vermiştir. Gray vd.(2005) ise dinamiğin birçok kavramını içeren bir çalışma yapmış ve sadece bir soru ile açısız momentum kavramını çalışmalarına dahil etmişlerdir. Bu çalışmada da öğrencilerin bu soruya verdikleri cevaplar değerlendirilmiştir. Close ve Heron (2011) alışmasında fizik bölümü öğrencileri ile yaptığı bir deneyde açısız momentum kavramının anlaşılma düzeyini araştırmıştır.

Açısal momentum ve açısal momentumun korunumu kavramlarına ilişkin yapılan bu çalışmalar oldukça sınırlı sayıda ve kapsamı da oldukça dardır. Açısal momentum ve açısal momentumunu korunumu kavramlarına ilişkin öğrencilerin ne düşündüğüne ilişkin ya da bu kavramların nasıl daha iyi anlaşılacağına yönelik bir öğretimin tasarlandığı çok kapsamlı çalışmalar mevcut değildir.

2.9 Kepler Yasaları Kavramına İlişkin Çalışmalar

Fizik eğitimi alanında Kepler yasalarına ilişkin öğrencilerin fikirlerini araştıran çalışma sayısı oldukça azdır. Aşağıda bu çalışmalara ve bu çalışmalardan elde edilen bulgulara kısaca değinilmiştir.

Klammer (1998) yaptığı çalışmada Kepler yasalarına ilişkin alanyazında karşılaştığı şu alternatif kavramları derlemiştir:

- Gezegenler çembersel yörüngede dolanırlar.
- Tüm gezegenler kendi yörüngelerinde aynı hızla hareket eder.
- Gezegenlerin yörüngeleri kesinlikle aynı yörüngede yer alır.
- Güneş etrafında dolanan tüm gezegenler aynı periyotta döner.
- Dönme hareketi ile dolanma hareketi aynıdır.

Ruzhitskaya ve Speck (2009) çalışmalarında 43 üniversite öğrencisinin astronomi kavramlarına ilişkin fikirlerini araştırmayı amaçlamıştır. Bu amaçla, astronomi dersleri öğrencilerin yaparak öğrenecekleri yapılandırmacı öğrenme çevrelerine uygun düzenlenmiştir. Dersler süresince, öğrenciler CLEA proje takımı tarafından oluşturulan eğitim simülasyonları ve fikirlerin paylaşılması temelli öğretim veren astronomi çalışma kitabı kullanmıştır. Bazı dersler öğretmenin kısa sunumu ile yürütülmüştür. Çalışmanın ilk ve son günleri öğrenciler mevsimlerin oluşma nedeni, Ay'ın görünen büyüklüğü ve evreleri, gezegenlerin yörüngesi, Güneş sisteminin yapısı, Güneş, uzak yıldızlar ve ışığın doğası hakkında fikirlerini belirtmiştir. Bu çalışma sonucunda, öğrencilerin bazı kavramlara ilişkin doğru yapılar oluşturduğu belirlenirken, bazı kavramlara ilişkin ise yeni alternatif kavramların ortaya çıktığı belirlenmiştir. Öğretim sonrası dahi öğrenciler açısal momentumun korunumuna ve Kepler yasalarına bağlı olarak küçük gezegenlerin

daha hızlı döndüğünü düşünmektedir. Simülasyon ve işbirlikli grup tartışmaları temelli öğretim dahi öğrencilerin Kepler yasaları ile ilgili fikirleri üzerinde etkili olamamış ve alternatif kavramların oluşmasına neden olmuştur.

Yu, Sahami ve Denn (2010) çalışmalarında öğrencilerin Kepler yasaları ile ilgili fikirlerini belirlemek için yüzoniki üniversite öğrencisi ile yarı yapılandırılmış görüşmeler yapmıştır. Kepler'in birinci yasası olan gezegenlerin Güneş etrafındaki yörüngesi ile ilgili en sık karşılaşılan cevap yörüngenin oval, yumurta şekilli olduğu şeklindeki alternatif kavramlardır. Doğru cevap olan eliptik yörünge kavramını öğrencilerin %24'ü kullanmıştır. Öğrencilerin %12'si yörüngenin dairesel olduğundan bahsetmiştir. Öğrencilerin %8'i ise yörüngenin dairesel ve eliptik yörüngenin karışımı olduğunu söylemiştir. Kepler'in ikinci yasası olan gezegenlerin yörüngedeki hızı ile ilgili öğrencilerin %54'ü görüş belirtmemiştir. %21'i hızın sabit olduğunu söylemiştir. Doğru cevap olan gezegenlerin Güneş'e yakın iken hızlı olduğu, uzakta iken yavaş olduğu cevabını veren öğrenci oranı %15'dir. Öğrencilerin %7'si oluşturduğu anlamları karıştırmıştır. Kepler'in üçüncü yasası olan gezegenlerin Güneş'e olan mesafesine göre gezegenlerin hızı ile ilgili öğrencilerin çok çeşitli fikirlere sahip olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerin %42'si doğru cevap olan Güneş'e yaklaştığında gezegenlerin daha hızlı hareket ettiği, Güneş'ten uzaklaştığında daha yavaş hareket ettiği cevabını vermiştir. Öğrencilerin %19'u fikir belirtmemiştir. Öğrencilerin %11'i farklı hızlarda hareket ettiğini söylerken, %7'si karışık cevaplar vermiştir. Öğrencilerin %5'i uzak gezegenlerin daha büyük yörüngesi olduğunu, %4'ü hızın sabit olduğunu belirtmiştir. Öğrencilerin %4'ü gezegenlerin hızının boyutlarına ve kütesine bağlı olduğunu belirtirken, %4'lük bir kesim ise diğer faktörler başlığı altında yer alan cevaplar vermiştir. Öğrencilerin %4'ü daha büyük orbitallerde daha uzun zamanda hareket eder cevabını vermiştir. Bu çalışma sonucunda öğrencilerin Kepler yasaları ile ilgili sahip olduğu fikirlerin çoğunun alternatif kavram niteliğinde olduğu belirlenmiştir.

Klammer (1998) çalışmasında sadece Kepler yasaları ile ilgili alternatif kavramlara değinirken, Yu, Sahami ve Denn (2010) çalışmalarında öğrencilerin Kepler yasaları ile ilgili fikirlerini ortaya çıkarmaya yönelik görüşmeler yapmıştır. Bu çalışmada öğrencilerin Kepler yasaları ile ilgili sahip olduğu fikirlerin çoğunun alternatif kavram niteliğinde olduğu belirlenmiştir. Ruzhitskaya ve Speck (2009) ise

çalışmalarında yapılandırmacı öğrenme çevrelerine uygun düzenlenen öğretim sonucu öğrencilerin fikirlerinde gerçekleşen değişimi incelemiştir. Bu çalışma sonucunda, işbirlikli grup tartışmalarının ve simülasyonların öğrencilerin Kepler yasaları ile ilgili alternatif kavramlarındeki değişiminde yeterli olmadığı hatta yeni alternatif kavramların oluşmasına neden olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmalar sonucunda, Kepler yasalarına ilişkin öğrencilerin öğretim öncesi çeşitli alternatif kavramlara sahip olduğu belirlenmiş ve kavramsal değişime yönelik yapılan öğretimin dahi öğrencilerin alternatif kavramlarının bilimsel fikirleredoğru değişiminde etkili olamadığı belirtilmiştir. Kepler yasalarının öğretime yönelik yapılan çalışma sayısı sadece bir tanedir ve bu çalışmada da işbirlikli çalışma grupları ile yapılan öğretimin çok etkili olmadığı belirtilmiştir. Kepler yasalarının öğretiminde farklı öğretim yöntemlerinin kullanıldığı çalışmalar yapılmamıştır.

Tork, açısal momentum ve Kepler yasaları kavramlarına ilişkin yapılan çalışma sayısı dinamiğin diğer kavramlarına oranla oldukça azdır. Alanyazın taramasında çok sayıda çalışmaya rastlanmamış olması nedeni ile çeşitli çalışmalardan elde edilen sonuçlar ile bu çalışmanın sonuçlarının karşılaştırılması pek olası değildir. Çünkü bu çalışmanın örnekleminin özelliklerinde benzer çalışmalara alanyazında rastlanmamıştır. Bu nedenle bu çalışmadan elde edilen sonuçlar ayrıntılı bir şekilde incelenecek ancak benzer çalışmaların sonuçları ile çok fazla karşılaştırılamayacaktır.

Alanyazında bu kavramlara ilişkin karşılaşılan çalışmalar arasında ise özellikle öğretime yönelik çalışma sayısı yukarıda da belirtildiği gibi birkaç taneyi geçmektedir. Yapılan çalışmalar öğrencilerin bu kavramlara ilişkin çeşitli alternatif kavramları olduğunu göstermesine rağmen, öğrencilerde karşılaşılan bu alternatif kavramların değişimine yönelik nasıl bir öğretim düzenleneceğine ilişkin çalışma sayısı yok denecek kadar azdır. Bu kavramların öğretime ilişkin yapılan sınırlı sayıdaki çalışmaların sonuçlarında, öğrencilerin öğretim sonrası dahi bu kavramları anlamakta güçlük çektikleri belirtilmektedir. Hatta yukarıdaki çalışmaların bir kısmında öğretim sonrası bu kavramlara ilişkin öğrencilerde yeni alternatif kavramların oluştuğundan bahsedilmektedir.

Yukarıda bulgularına kısaca değinilen bu kavramlara ilişkin yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlarda, bu kavramların öğrenilmesinin bir hayli güç

olduğu belirlenmiş ve geleneksel ğretim yöntemlerinin bu kavramların ğretimi için yeterli olmadığı tespit edilmiştir. Bu sonulararağmen kavramsal değişimi sağlamak için öğretimin düzenlendiği çalışma sayısı çok azdır. alışmalar bu kavramların öğrenilmesinde yaşanan güçlüklerden bahsetmiş ancak bu kavramların öğretiminin nasıl gerçekleştirileceğine yönelik önerilerde bulunulmamıştır. Bu kavramlara ilişkin alanyazında karşılaşılan çalışmalar, bu kavramlara ilişkin daha fazla sayıda ve daha nitelikli çalışmalar yapılmasının gerekliliğini ortaya koymuştur. Özellikle de bu kavramların öğretiminin nasıl gerçekleştirebileceğine yönelik çalışmalar yapılmalıdır. Kullanılan ğretim yöntemlerinin etkililiği bu çalışmalar sonucunda tartışılabilir.

Bu çalışmaya konu olan kavramlara ilişkin alanyazında karşılaşılan çalışmaların sonucunda tork, açısal momentum ve Kepler yasaları kavramları ile ilgili öğretimin gerekliliği ortaya konmuştur. Bu çalışmada öğrencilerin öğrenmekte zorlandıkları tork, açısal momentum ve Kepler yasaları kavramlarına ilişkin anlam oluşturmaya yönelik düzenlenen ğretim sayesinde öğrencilerin bilimsel bilgiler ile uyumlu yapılar oluşturması amaçlanmaktadır. Bu amaçla seçilen araştırma modeli, araştırmanın rneklemi ve bu örneklemin özellikleri, örneklemin seçilme nedenleri, veri toplama araçlarının neler olduğu ve nasıl geliştirildiği, araştırma verilerinin nasıl toplandığı, araştırma sonucunda elde edilen verilerin nasıl analiz edildiği ve yorumlandığı üçüncü bölümde ayrıntılı olarak açıklanmaktadır.

3. YÖNTEM

Bu bölümde ilk olarak bu çalışmada kullanılan araştırma deseni açıklanmaktadır.

3.1 Araştırma Deseni

Bu çalışmada araştırma iki aşamadan oluşmaktadır. Bu çalışmanın birinci aşamasında araştırma deseni olarak zayıf deneysel desenden biri olan tek grup ön-test son-test kullanılmıştır. Bu desen tek faktörlü gruplar içi ya da tekrarlı ölçümler deseni olarak da isimlendirilmektedir (Büyüköztürk, Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2010). Bu çalışma deney öncesi, deneysel süreç ve deney sonrası olmak üzere üç aşamadan oluşmaktadır. Zayıf deneysel araştırma deseninde araştırma grubuna ön-test uygulanır, ardından araştırma grubu üzerinde deneysel çalışma gerçekleştirilir ve son olarak da aynı gruba son-test uygulanır (Cohen, Manion & Morrison, 2005). Deney-öncesi araştırma modelinde deneysel çalışmanın ön-test ve son-test arasındaki farka etkisi araştırılır. Zayıf deneysel araştırma deseni kısaca şu şekilde gösterilmektedir (Cohen vd., 2005; sf.213)

Çizelge 3.1: Zayıf deneysel araştırma deseninin temsili

Grup	Ön-test	İşlem	Son-test
G	O ₁	X	O ₂

Çizelge 3.1’de O₁ ön-test uygulanan araştırma grubunu, X deneysel çalışmayı ve O₂ ise son-test uygulanan aynı grubu temsil etmektedir. Deneysel çalışmalarda işlem sürecibu çalışmada da olduğu gibi genellikle öğretimin etkiliğinin araştırılmasıdır. Deney-öncesi araştırma modelinde deney grubu ile arasında ortaya çıkan farkı yorumlamak için kontrol grubu yer almamaktadır (Cohen vd., 2005).

Bu çalışmanın ikinci aşamasında nitel çalışmalarda kullanılan durum çalışması yöntemi kullanılmıştır. Durum çalışması yöntemi ile öğretim sürecinin anlam oluşturmaya etkisi derinlemesine incelenmiştir. Sınıfta öğretim süresince birlikte çalışan gruplar arasından seçilen bir grupta yer alan iki öğrencinin öğretim sürecinde grup içerisindeki ve sınıf ortamındaki anlam oluşturma süreçlerinde durum çalışması yöntemi kullanılmıştır. Burada bu iki öğrencinin sınıf ortamında anlam oluşturma süreçleri ayrıntılı bir biçimde betimlenmiştir. Durum çalışması, “*güncel bir olguyu kendi yaşam çerçevesi içinde çalışan, olgu ve içinde bulunduğu içerik arasındaki sınırların kesin hatlarıyla belirgin olmadığı ve birden fazla kanıt ya da veri kaynağının mevcut olduğu durumlarda kullanılan, görgül bir araştırma yöntemidir* (Yin, 1984; akt. Yıldırım ve Şimşek, 2005; sf. 277). Durum çalışmasının bir başka tanımı ise, bir olayı meydana getiren ayrıntıları tanımlamak ve görmek, bir olaya ilişkin olası açıklamaları geliştirmek ve bir olayı değerlendirmek amacı ile kullanılmasıdır (Büyüköztürk vd., 2010; sf. 20). Durum çalışması, neden ve sonuç ilişkisini kurmakta, gerçek bağlamı içerisinde gözlemlerin yapılmasının güçlü bir yön olduğunu savunmakta ve içeriğin neden ve sonuçlar üzerinde belirleyici bir faktör olduğunu belirtmektedir (Cohen vd., 2005; sf. 181).

Bu çalışmada tanımlayıcı durum çalışması yöntemi seçilmiştir. Tanımlayıcı durum çalışması yönteminde araştırmaya başlamadan önce uygulanabilir kuramsal bir yönelim oluşturulmalı ve tanımlanmalıdır (Berg, 2001; sf. 230). Bu tür durum çalışması türünde, bir olay kendi çerçevesi içinde bütün yönleri ile sunulmaktadır (Altunışık, Çoşkun, Bayraktaroğlu & Yıldırım, 2005). Bu çalışmada da öğrencilerin kendi sınıf ortamlarında ayrıntılı bir biçimde anlam oluşturma süreçleri incelenmektedir ve bu nedenle bu çalışmada tanımlayıcı durum çalışması kullanılmıştır.

Aşağıda araştırmanın örnekleminin özellikleri ve nasıl seçildiği, veri toplama araçlarının neler olduğu, nasıl geliştirildiği, hangi amaçlar ile kullanıldığı ve bu araçlar ile toplanan verilerin nasıl analiz edildiği açıklanmaktadır.

3.2 Araştırmanın Örneklemi

Nitel araştırmaların amacı, elde edilen sonuçları daha geniş kitlelere genellemek değil, elde edilen sonuçlarından derinlemesine sonuçlar çıkarmak ve ayrıntılı olarak incelemektir (Robson, 1993). Bu nedenle nitel araştırmalarda araştırma bulgularından elde edilen sonuçların bir evrene genellenmesi gibi bir amaç belirlenmemiştir. Nitel araştırmaların amacı, daha küçük örneklemlerde daha ayrıntılı araştırma yapabilmektir. Bu çalışmada genelleme yapılabilecek büyüklükte bir örneklem belirlemek yerinesınırlı sayıda öğrenci ile daha ayrıntılı bir çalışma yapılması amaçlanmıştır.

Araştırmanın örneklemi seçkisiz olmayan örnekleme yöntemlerinden biri olan kolay ulaşılabilir örnekleme yöntemi ile belirlenmiştir. Kolay ulaşılabilir örnekleme yöntemi, örneklem olarak araştırma anında ulaşılabilecek kişilerin seçilmesi temellidir (Gay & Airasion, 2000). Bu örnekleme yöntemi için uygun örnekleme yöntemi, kazara örnekleme yöntemi ve elverişlilik örnekleme yöntemi gibi isimler de kullanılmaktadır. Kolay ulaşılabilir örnekleme yönteminde örnekleme kolay ulaşılabildiği ve araştırmacı için elverişli olması nedenleri ile seçilir. Bu çalışmada örnekleme yer alan okul araştırmacının araştırmasını yürütebileceği en elverişli ortamı sunduğu için diğer okullar arasından seçilmiştir.

3.2.1 Örneklem Seçimi

Bu araştırma 2012-2013 öğretim yılında Balıkesir il merkezindeki Cumhuriyet Anadolu Lisesi'nde gerçekleştirilmiştir. Örnekleme dahil edilen okul Balıkesir il merkezinde yer alan onyedı adet düz lise, Anadolu lisesi, fen lisesi ve Anadolu öğretmen lisesi arasından kolay ulaşılabilir örnekleme yöntemi ile seçilmiştir. Uygulamanın yapıldığı okul devlet okuludur ve okulun türü Anadolu lisesidir. Bu okula öğrenciler Seviye Belirleme Sınavı (SBS) puan türü ile yerleştirilmiştir ve okulun başarısı Balıkesir il merkezinde yer alan liseler arasında orta düzeydedir. Bu okulun seçilme nedenleri,

- Sınıfların çok kalabalık olmayışı; bu okulda fen sınıfları ortalama yirmibeş kişi ile sınırlı tutulmuştur ve bu çalışmanın amacına göre uygulama yapılan sınıfta yeterli sayıda öğrenci mevcuttur.

- Okul yönetimi ve fizik dersine giren öğretmen uygulamaya sıcak bakmış ve fizik öğretmeni ile birlikte uyumlu bir şekilde çalışılmış; fizik öğretmeni uygulama sırasında sınıfın düzenlemesi konusunda oldukça istekli davranmıştır. Ayrıca öğretmen araştırmacıya öğrenciler ve sınıf hakkında araştırmacının çalışmasında kullanacağı konularda (öğrencilerin fizik başarısı, sınıfın genel başarısı, laboratuvar ortamı vb.) gerekli bilgileri vermiştir.

- Okulda fizik derslerinin işlendiği ayrı bir fizik laboratuvarı mevcuttur. Fizik laboratuvarı öğretimin uygulanabileceği şekilde düzenlenebilir özelliktedir. Araştırmanın sınıf ortamında gerçekleştirilmesi uygun olmadığı için fizik laboratuvarı olan bir okul seçilmiştir.

- Okulun başarısı il düzeyinde orta sıralarda yer almaktadır. Böylece bu çalışma orta düzeyde bir ortaöğretimde yürütülerek ortaya çıkan sonuçlar çok başarılı ya da başarısı düşük olan öğrencileri temsil etmemektedir.

3.2.2 Örneklem Özellikleri ve Grupların Oluşturulması

Bu araştırma yirmibeşonbirinci sınıf öğrencisi ile yürütülmüştür. Araştırma yapılacak okul belirlendikten sonra bu okuldaki fen alanındaki beşonbirincisınıftan biri seçilerek çalışma yürütülmüştür. Araştırmaya dahil edilen sınıfın seçilme nedenleri, çalışmaya katılan fizik öğretmenin bu beş sınıf arasından iki sınıfa derse girmesi ve seçilen sınıfın bu iki sınıf arasından fizik dersindeki sınav başarısının orta düzeyde olmasıdır. Böylece örnekleme fizik başarısı orta düzeyde olan öğrenciler dahil edilmiştir. Çizelge 3.2’de örneklemdaki öğrencilerin özelliklerine değinilmiştir.

Çizelge 3.2:Örnekleme yer alan sınıftaki öğrencilerin özellikleri

Öğrenci Sayısı	Grup sayısı	Kız Öğrenci Sayısı	Erkek Öğrenci Sayısı
25	8	14	11

Öğretim süresince öğrencilerin kendi aralarında fikirlerini tartışmaları için sınıf ortalama iki-üç kişiden oluşan sekiz çalışma grubuna ayrılmıştır. Bu gruplar öğretim süresince işbirlikli çalışmalar yürütmüştür. İşbirlikli çalışma gruplarının oluşturulma nedeni öğrencilerin birlikte etkileşime geçerek anlam oluşturmalarının sağlanmasıdır. Öğretmenler işbirlikli grup yapılarını kullanarak grup elemanları arasındaki dayanışmayı desteklemekte, öğrencilerin küçük gruplar halinde çalışmasına yardım etmekte böylece bütün öğrenciler grup içerisindeki bilgi paylaşımına ve grup raporlarının geliştirilmesine katılmaktadır (NSES, 1996). Bu durumda bütün öğrencilerin birlikte çalışarak anlam oluşturmalarını kolaylaştırmaktadır. Öğrenme çalışma gruplarında gerçekleşecek ise öğrenciler arasındaki etkileşimde anlamlı iletişim oldukça önemlidir (Atwater, 1996). Öğretim sırasında gruplar arasındaki iletişim süreçleri bu çalışmada ayrıntılı olarak ele alınmıştır. İşbirlikli aktivitelere ve etkileşime katılmak öğrencilere gelecekte benzer problem ile karşılaştıklarında çözüm üretmeleri için mevcut kaynakları içselleştirmelerini sağlamaktadır (Wells, 1999). Grup çalışmaları yapmak öğrencilerin motivasyonlarını arttırmakta, bu sayede bireysel öğrenme daha kolay gerçekleşmektedir (Ersoy & Başer, 2010). Bu çalışmada öğrenciler öğretim süresince işbirlikli gruplar içerisinde kendi ve arkadaşlarının fikirleri üzerinde tartışmış ve bu fikirleri sınıf ortamında açıklamıştır. Öğrencilerin birbirileri ile etkileşimde olduğu sınıf ortamlarında anlam oluşturmaya yönelik öğretim daha etkili olduğu yapılan çalışmalar sonucu bulunmuştur (Sickel, Witzig, Vanmali & Abell, 2013).

Çalışma gruplarını belirlemeden önce derse giren fizik öğretmeni ile sınıfın genel fizik başarısı ve öğrencilerin bireysel fizik başarısı hakkında görüşme yapılmıştır. Öğrencilerin fizik başarısı öğretimin uygulandığı dönem başında yapılan fizik yazılısından öğrencilerin aldığı not ile ölçülmüştür. Öğrencilerin fizik yazılısına ilişkin veriler öğretmenden alındıktan sonra bu notlara göre heterojen öğrenci grupları oluşturulmuştur. Çalışma grupları kendi içinde heterojen iken, gruplar birbirleri ile homojendir. Çalışma gruplarında yer alan öğrencilerin fizik başarıları birbirinden farklı olacak şekilde gruplar ayarlanmıştır. Aynı gruba fizik başarısı yüksek öğrenciler, fizik başarısı orta öğrenciler ve fizik başarısı düşük öğrenciler yerleştirilmiştir. Bu şekilde çalışma gruplarının oluşturulmasının nedeni farklı başarı düzeyindeki öğrencilerin grup içerisinde diyaloglar ile aktif bir öğrenmenin gerçekleşebilmesini sağlanmasıdır (Aksoy & Gürbüz, 2012). Bu sayede

öğrenciler sahip oldukları fikirleri tartışabilmiş ve her düzeydeki öğrencilerin birbirleri ile etkileşime girmiştir.

Öğretim sürecinde etkileşim süreçlerini ayrıntılı bir biçimde incelemek için çalışma grupları arasından bir grup belirlenmiştir. Durum çalışması için bu grubun belirlenme nedeni, bu grupta yer alan iki öğrencinin fikirlerini rahat ifade etmesidir. Çizelge 3.3’de çalışmalarına odaklanılan bu gruptaki öğrencilerin özelliklerine yer verilmiştir.

Çizelge 3.3: Durum çalışmasına dahil edilen örneklem grubunun özellikleri

Grup No	Öğrenci Sayısı	Öğrenci no	Kız Öğrenci	Erkek Öğrenci	Fizik Başarısı (%)
1. grup	2	Öğrenci 18	√		47
		Öğrenci 21		√	60

Durum çalışması için seçilen iki öğrenci öğretim süresince rahatça birbirleri ile fikirlerini paylaşabilecek yapıdadır. Bu sayede grup çalışmaları sırasında rahatça grup içi tartışmalarını yürütebilmişlerdir. Öğrencilerin fizik başarısı hesaplanırken okuldaki fizik yazılısından aldıkları puanlar göz önüne alınmıştır. Fizik yazılısından aldıkları puan yüzde başarı olarak hesaplanmıştır. Fizik yazılısından aldıkları puanlar öğrencilerin fizik dersindeki genel başarıları konusunda az da olsa bir fikir vermeye yardımcı olmuştur. Durum çalışmasında yer alan öğrencilerin fizik başarıları çok yüksek değildir ve fizik başarısı düşük ve orta olan öğrenciler bu grupta yer almıştır. Ayrıca öğretmeninde bu konudaki fikirleri dikkate alınmıştır.

3.3 Anlam Oluşturmaya Yönelik Düzenlenen Öğretim

Anlam oluşturmaya yönelik öğretim bölüm 3.2.2’de açıklanan örneklemde 2012-2013 öğretim yılının birinci döneminde uygulanmıştır. Öğretimin gerçekleştirilmesi için tork, açısal momentum ve Kepler yasalarına ilişkin üç adet ders planı hazırlanmıştır (bkz. EK A). Anlam oluşturmaya yönelik hazırlanan öğretimin amaçlarına (Mortimer & Scott, 2003) ve öğretim sürecindeki etkinliklere aşağıda çizelgelerde her bir ders için yer verilmektedir.

Çizelge 3.4: Tork kavramına yönelik düzenlenen öğretimin çerçevesi

Öğretimin Amaçları	Öğretim Amaçlarına Yönelik Gerçekleştirilen Etkinlikler
Problemi açmak	Öğrencilerin konuya dikkatini çekmek ve konu hakkında sahip oldukları ön bilgilerini ortaya çıkarmak amacı ile kuvvet ve kuvvetin uygulanma noktası arasındaki ilişkiye dair bir hikaye ile derse giriş yapılması
Öğrencilerin fikirlerini keşfetmek ve üzerinde çalışmak	Sınıf kapısını daha kolay açmak için kuvvetin uygulanma noktası, uygulanması gereken kuvvetin büyüklüğü ve kuvvetin uygulanma doğrultusu hakkında öğrencilerin grup olarak fikirlerini tartışabileceği bir etkinlik düzenlenmesi
Bilimsel hikayeye giriş ve geliştirme	Döndürme etkisi, kuvvet ve kuvvetin uygulanma mesafesi için sayısal değerler verilerek grup olarak öğrencilerin grafik çizmesi ve bu nicelikler arasındaki orantıyı bulması
Öğrencilere bilimsel fikirler ile çalışmasında ve içselleştirmesinde rehberlik etme	<ul style="list-style-type: none">• Öğrencilerin grup olarak kuvvet-kuvvetin uygulanma mesafesi, döndürme etkisi-kuvvet, döndürme etkisi-kuvvetin uygulanma mesafesi için üç adet grafik çizmesi ve çizilen grafikleri yorumlanması• Sıkışan vidayı sökme etkiliğinde öğrencilerin grup olarak vidayı sökerken uygulanan kuvvet ve vidanın hareket yönünü tartışarak tork vektörünün yönünü bulması
Öğrencilere bilimsel görüşün uygulanması ve kullanımının genişletilmesinde rehberlik etmek ve kullanımı için sorumluluk vermek	Öğrencilere bu konuda öğrendikleri kavramlara ilişkin 3 adet bağlam temelli problem verilerek grup arkadaşları ile birlikte çözmelerinin istenmesi
Bilimsel hikayenin gelişimini desteklemek	Öğrencilerden konunun başında verilen bilimsel hikayeyi derste tork kavramına ilişkin öğrendikleri bilgileri kullanarak dersin sonunda açıklamalarının istenmesi

Çizelge 3.5: Açısal momentum kavramına yönelik düzenlenen öğretimin çerçevesi

Öğretimin Amaçları	Öğretim Amaçlarına Yönelik Gerçekleştirilen Etkinlikler
Problemi açmak	Bu ünite içerisinde öğrendikleri doğrusal yörüngelerde hareket eden cisimlerin sahip olduğu momentum kavramını kullanarak dairesel yörüngelerde hareket eden cisimlerin sahip olduğu momentumun ne olabileceği konusunda grup arkadaşları ile tartışmalarının istenmesi
Öğrencilerin fikirlerini keşfetmek ve üzerinde çalışmak	Öğrencilerin grup olarak dönen cisimlerin dönme yarıçapları ile momentumları arasındaki ilişkiyi gösteren bir grafik çizmesi ve bu grafiği yorumlaması
Bilimsel hikayeye giriş ve geliştirme	Öğrencilerin konuya dikkatini çekmek ve konu hakkında sahip oldukları ön bilgilerini ortaya çıkarmak amacı ile açısal momentumun korunumu ile ilgili bir hikaye ile derse giriş yapılması
Öğrencilere bilimsel fikirler ile çalışmasında ve içselleştirmesinde rehberlik etme	Öğrencilerin grup arkadaşları ile birlikte açısal momentumun korunduğu olaylara örnekler vermesi ve açısal momentumun korunumunun bu olaylarda nasıl kullanılacağını belirtmesi
Öğrencilere bilimsel görüşün uygulanması ve kullanımının genişletilmesinde rehberlik etmek ve kullanımı için sorumluluk vermek	<ul style="list-style-type: none">Farklı uzaklıktaki yörüngelerde dönen topun sahip olduğu momentum etkinliğinde öğrencilerin açısal momentum kavramını çizgisel momentum kavramını kullanarak açıklaması“Dambıl ile dönen öğrenciye ne oldu?” etkinliği ile grup olarak öğrencilerin eylemsizlik momenti ve açısal hız arasındaki ilişkiyi tartışması ve sonuçta hangi niceliğin sabit kaldığının belirlenmesi
Bilimsel hikayenin gelişimini desteklemek	Öğrencilerden konunun başında verilen bilimsel hikayeyi derste açısal momentumun korunumu kavramına ilişkin öğrendikleri bilgileri kullanarak dersin sonunda açıklamalarının istenmesi

Çizelge 3.6: Kepler yasalarına yönelik düzenlenen öğretimin çerçevesi

Öğretimin Amaçları	Öğretim Amaçlarına Yönelik Gerçekleştirilen Etkinlikler
Problemi açmak	Dünya'nın yörüngesinin eliptik ya da dairesel olduğunu söyleyen grupların fikirlerini ispatlaması
Öğrencilerin fikirlerini keşfetmek ve üzerinde çalışmak	Öğrencilerin grup olarak Dünya'nın Güneş etrafındaki yörüngesinin en uzak ve en yakın yerleri üzerinden belirlenen iki noktada Dünya'nın sahip olduğu hızın karşılaştırması
Bilimsel hikayeye giriş ve geliştirme	Öğrencilerin konuya dikkatini çekmek ve konu hakkında sahip oldukları ön bilgilerini ortaya çıkarmak amacı ile Dünya'nın Güneş etrafındaki yörüngesi ile ilgili bir hikaye ile derse giriş yapılması
Öğrencilere bilimsel fikirler ile çalışmasında ve içselleştirmesinde rehberlik etme	Kepler'in ikinci yasasının uygulaması olarak Venüs, Dünya ve Mars gezegenlerinin Güneş'in etrafında dolanma sürelerini ve Güneş'e olan uzaklıklarının verilip öğrencilerin grup olarak Kepler'in üçüncü yasasını ispatlamalarının istenmesi
Öğrencilere bilimsel görüşün uygulanması ve kullanımının genişletilmesinde rehberlik etmek ve kullanımı için sorumluluk vermek	"Gezegenlerin yörüngesi" etkinliği ile öğrencilerin grup olarak gezegenlerin Güneş etrafında nasıl bir yörüngede hareket ettiğini keşfetmeleri
Bilimsel hikayenin gelişimini desteklemek	Gezegenlerin yörüngesi isimli etkinlik sonucunda elde edilen verilerden gezegenlerinin yörüngesinin yorumlanması

3.3.1 Öğretimin Uygulanması

Tork kavramına ilişkin olan ilk planın ve açısal momentum ve açısal momentumun korunumuna ilişkin olan ikinci planın uygulama süresi ikişer ders saatidir. Üçüncü plan olan Kepler yasalarına ilişkin planın uygulanma süresi bir ders saati olarak belirlenmiştir. Bu üç konu için düzenlenen öğretimin amacı öğrencilerin buradaki kavram ve yasalara ilişkin anlam oluşturmasını sağlamaktır. Aşağıda bu kavram ve yasalara ilişkin düzenlenen öğretimin uygulama basamaklarına kısaca değinilmiştir.

Tork kavramının öğretimine yönelik düzenlenen planın uygulaması şu şekilde gerçekleşmiştir. Derse girişte araştırmacı tarafından yazılan hikaye sınıftan seçilen bir öğrenci tarafından okunmuş ve beş dakika süre ile bu hikayede sorulan soruya grup olarak cevap aramaları istenmiştir. Öğretmen bu esnada gruplar arasında dolaşarak öğrencilerin neler yaptığını kontrol etmiştir. Kendi aralarında tartışmaları sona erdikten sonra öğrenciler torkun nelere bağlı olduğunu deneyerek gösterecekleri bir deney yapmışlardır. Bu deney sırasında öğrenciler gruplar içerisinde sınıf kapısını açmak için kuvvetindönme noktasına hangi uzaklıktan uygulaması, hangi büyüklükte kuvvet uygulamaları gerektiği ve kuvvetin uygulanma doğrultusunu tartışmıştır. Ardından da kuvvetin büyüklüğü, kuvvetin uygulanma doğrultusu ve döndürme etkisi niceliklerinin büyüklükleri verilmiş ve bu büyüklüklere bakarak grafik çizmeleri istenmiştir. Bu grafiklerden elde edilen verilerden öğrencilere döndürme etkisi ile kuvvet ve konum vektörleri arasında nasıl birilişki olduğu kavratılmıştır. Ardından tork kavramı öğretmen tarafından açıklanmıştır çünkü bu kavram ile öğrenciler formal olarak ilk kez karşılaşmıştır. Sıkışan vidayı sökme etkinliği ile öğrencilere sağ el kuralı kavratılmaya çalışılmıştır. Öğretmen sağ el kuralını öğrencilere açıklamıştır. Derse başlarken tartışılan hikayedeki soruya öğrenciler bu derste öğrendikleri bilgileri kullanarak cevap vermiştir. Ardından öğrencilere derste öğrendiklerini uygulamaları için üç adet bağlam temelli problem verilmiş ve grup arkadaşları ile tartışarak çözmeleri istenmiştir.

Açısal momentum ve korunumu kavramının öğretimine yönelik düzenlenen planın uygulaması şu şekilde gerçekleşmiştir. Öğretmen öğrencilere bir önceki konuda öğrendikleri momentum kavramının ne olduğunu sorarak derse giriş

yapmıştır. Öğrenciler momentum kavramını açıkladıktan sonra dairesel yörüngelerde hareket eden cisimlerin sahip olduğu momentumları sorulmuştur. Öğrenciler fikirlerini grup arkadaşları ile tartışmıştır. Farklı uzaklıktaki yörüngelerde dönen topun sahip olduğu momentum isimli etkinlik ile öğrencilerin dönen cisimlerin momentumunu kavraması amaçlanmıştır. Ardından cismin hızı, dönme yarıçapı ve momentumu verilerek bu üç nicelik ile ilgili öğrencilerden grafik çizmeleri istenmiştir. Çizdikleri grafik üzerinde bu nicelikler arasındaki ilişkiyi yorumlamaları istenmiştir. Bu etkinlik sonrasında öğretmen formal olarak ilk kez karşılaştıkları bir kavram olduğu için açısız momentum kavramını açıklamıştır. Soru cevap yöntemi ile açısız momentumun yönünü öğrencilere buldurmuştur. Öğretmen ile öğrenciler birlikte açısız momentumun formülünü çıkarmışlardır. İkinci dersin başında açısız momentumun korunumu kavramına yönelik araştırmacı tarafından yazılan hikaye seçilen bir öğrenci tarafından yüksek sesle bütün sınıfa okunmuştur. Çalışma grupları bu hikayedeki buz patencisinin yaptığı hareketlerin nedenlerini kendi aralarında tartışmış ve fikirlerini sınıfa açıklamışlardır. Açısız momentumun korunumu kavramına yönelik dönen sandalyede oturan öğrenciye ne oldu etkinliği yapılmıştır. Gruplardan seçilen öğrenciler ellerine ağırlıkları alarak dönen sandalyeye oturmuş ve kollarını açarak ve kapayarak dönme hareketini yapmışlardır. Bu hareketleri sırasında çalışma grupları kollarını açtıklarında ve kollarını kapattıklarında hareketlerinde ne gibi değişim gözlediklerini tartışmışlardır. Bu etkinlik sonunda eylemsizlik momenti ile açısız hızın ters orantılı olduğu belirlenmiştir. Öğrencilere bu iki niceliğin çarpımı olan açısız momentumun korunduğu öğretmen tarafından açıklanmıştır. Öğretmen tarafından açısız momentumun neden korunduğu anlatılmıştır. Öğrencilerin açısız momentumun korunumu kavramını anlayıp anlamadıklarını kontrol etmek için uygulama düzeyinde sorular sorulmuştur. Yüksekten atlayan sporcuların hızlı dönmek için neden bacaklarını topladığını öğrencilerden açıklamaları istenmiştir. Öğrencilerden açısız momentumun korunduğu olaylara çeşitli örnekler vermeleri ve bu olaylarda açısız momentumun korunumunun nasıl gerçekleştiğini açıklamaları istenmiştir.

Kepler yasaları kavramının öğretimine yönelik düzenlenen planın uygulaması şu şekilde gerçekleşmiştir. Öğretmen derse araştırmacı tarafından yazılan bir hikaye ile giriş yapmıştır. Çalışma grupları kendi aralarında Dünya'nın Güneş etrafındaki yörüngesi ile ilgili fikirlerini tartışmış ve fikirlerini sınıfa açıklamışlardır.

Öğrencilerden savundukları bu fikirlerini açıklamaları istenmiş ve öğrenciler gezegenlerin Güneş etrafındaki yörüngesi ile ilgili fikirlerini açıklamıştır. Öğretmen çalışma kağıtlarında yer alan resimlerde Güneş'in neden farklı büyüklüklerde olduğunu sormuştur. Buradan öğrencilerin eliptik yörünge kavramını kullanarak Dünya'nın Güneş'e yaklaşıp uzaklaştığını belirtmeleri beklenmiştir. Gezegenlerin Güneş etrafında dolandığı yörüngenin şeklini gösteren bir etkinlik yapılmıştır. Öğrenciler bu etkinlikte çizdikleri gezegenlerin yörüngelerinin elips olduğunu belirtmişlerdir. Bu etkinlik sonunda öğretmen Kepler'in birinci yasası olan yörüngeler yasasını açıklamıştır. Kepler'in ikinci yasası olan alanlar yasasının öğrencilerin kavraması için öğrencilerden Dünya'nın Güneş etrafındaki yörüngesi üzerinde seçilen noktaların birleştirilmesi ile taranan alanları karşılaştırmaları istenmiştir. Bu kalan alanların eşit olduğu ve bunun Kepler'in ikinci yasası olan gezegenleri Güneş'e birleştiren yarıçap vektörünün eşit zaman aralıklarında eşit alanlar taradığı belirtilmiştir. Öğretmen tarafından Kepler'in ikinci yasasının açıklaması yapılmıştır. Öğretmen Kepler'in üçüncü yasasının öğrencilere doğrudan açıklamıştır. Gezegenlerin Güneş etrafında dolanma periyotlarına ilişkin bir problem ile ders sonlandırılmıştır.

3.3.1.1 Araştırmacının Öğretim Sürecindeki Rolü

Araştırmacı çalışma başlamadan bir ay öncesinden sınıfta gözlemci olarak katılımcı rolü ile yer almıştır. Ayrıca araştırmacı fizik öğretmeni tarafından yürütülen bu derslerde sınıf ortamını kamera ile kaydetmiştir. Gözlemci olarak katılımcı rolünde, araştırmacı gözlemci kimliğini gizlemez ve araştırılan duruma katılarak gözlem yapılan kişiler ile yakın ilişkiler kurar (Ekiz, 2003; sf. 58). Bu sayede öğrenciler uygulama öncesinde sınıf ortamında araştırmacının ve kameranın varlığına alışmıştır. Araştırmacı da bu süre zarfında öğrencileri yakından tanımış ve onlar ile iletişime geçmiştir. Bu sayede öğrenciler çalışma sırasında araştırmacının karşısında daha rahat davranmış ve kamera kayıtları esnasında fikirlerini belirtmekten çekinmemiştir.

Araştırmacı çalışmanın uygulama süresince öğretimi yürüten kişi olarak görev üstlenmiştir. Araştırmacı öğretim öncesi kavram testini uygulamış ve ön

görüşmeleri yapmış, öğretimi yürütmüş ve öğretim sonrası aynı kavram testini tekrar uygulamış ve son görüşmeleri de yapmıştır. Öğretimi derse giren fizik öğretmenin değil de araştırmacının yürütme nedenleri arasında;

- Fizik öğretmenin geliştirilen öğretim hakkında çok fazla bilgiye sahip olmaması ve anlam oluşturmaya yönelik düzenlenen öğretimi gerçekleştirmek için gerekli yeterliliği olmaması
 - Düzenlenen öğretimin öğretmenin dersi işlediği öğretim yöntemlerinden farklı olması
 - Fizik öğretmenine öğretimin içeriği ve uygulanma aşamaları konusunda gerekli bilgileri vermek için yeterli zamanın olmaması
 - Fizik öğretmenin öğretimi yapmak için gönüllü olmaması

gibi nedenler sayılabilir.

3.3.1.2 Öğrencilerin Öğretim Sürecindeki Rolü

Öğrenciler öğretim süresince çalışma gruplarına ayrılmıştır. Öğretim süresince öğrencilerden grup arkadaşları ile işbirliği yapması ve konu ile ilgili fikirlerini tartışması istenmiştir. Çalışma gruplarında öğrencilerin birbirleri ile fikirlerini tartışabileceği ve konu ya da kavrama ilişkin ortak sonuca varabileceği ortamlar oluşturulmuştur. Çalışma gruplarında öğrenciler birbirleri ile işbirliği içerisinde çalışmıştır. Öğrenciler grup içerisinde fikirlerini sunmuş ve birbirinden farklı fikirler üzerinde tartışmalar yapmış, fikirlerinin nedenlerini gerekçeleri ile savunmuşlardır. Böylece öğrenciler fikirlerinin gerekçelerini anlatmış ve birbirlerini fikirleri hakkında ikna etmeye çalışmıştır. Öğrenciler kendi aralarında oluşturdukları tartışma ortamlarında fikirlerini birbirlerine daha rahat ve ayrıntılı olarak sunabilmiştir. Öğrencilerin etkileşime geçtikleri öğrenme ortamları öğrencilerin anlam oluşturmaya yardımcı olmuştur.

3.4 Verilerin Toplanması

Aşağıdaki bölümlerde veri toplama araçlarının neler olduğuna, nasıl geliştirildiğine, hangi amaçla kullanıldığına ve geçerlik, güvenirlik çalışmalarına değinilmiştir.

Bu araştırmanın amacına yönelik veri toplama süreci aşağıdaki gibi özetlenebilir.

- Öğrencilerin tork, açısal momentum ve Kepler yasaları kavramları ve yasalarına ilişkin fikirlerinin belirlenmesi amacı ile açık uçlu kavramsal anlama testi geliştirilmiştir. Uzman görüşü ve pilot çalışma sonucunda teste son şekli verilmiştir.

- Bu test öğretim öncesi ve sonrası örnekleme uygulanmıştır.

- Öğretim esnasında sınıf ortamının ve çalışma gruplarına ayrılan sınıftan seçilen bir grupta yer alan öğrencilerin çalışmalarının ve sınıf ortamının daha ayrıntılı incelemesi için öğretim süreci iki adet kamera ile kayıt altına alınmıştır. İki tane kameradan biri çalışma grubunu kaydederken, diğer bir kamerada sınıf ortamını kaydetmiştir.

- Öğretim süresince grup içerisinde tartıştıkları fikirlerini yazabilecekleri çalışma kağıtları gruplara dağıtılmıştır. Bu çalışma kağıtları gruplardan öğretimin hemen bitiminde toplanmıştır. Çalışma kağıtları öğretim süresince sınıf ortamında yapılan etkinlikler için sorulan sorular hakkında grupların fikirlerini yazması amacı ile kullanılmıştır.

- Sınıf gözlemleri süresince grup çalışmaları üzerinde odaklanılan iki öğrenci ile öğretim öncesi ve öğretim sonrası yarı-yapılandırılmış görüşme yapılmıştır. Bu görüşmelerde öğrencilerin öğretim öncesi ve öğretim sonrası sahip olduğu fikirleri ve nedenleri ortaya çıkarılmıştır. Öğretim sonrası yapılan görüşmelerde öğrencilerin fikirlerinde değişim meydana gelmiş ise nedenleri araştırılmıştır.

- Her bir kavrama ilişkin gerçekleştirilen öğretim sonrasında öğrencilerin öğretime ilişkin fikirlerini ortaya çıkarmak amacı ile öğrencilere bireysel olarak ders günlükleri dağıtılmış ve bu günlükler sayesinde öğrencilerin öğretime ilişkin görüşleri alınmıştır. Öğrenciler bu günlüklerde öğretimin hangi yönlerini faydalı bulduklarını, öğretimde nerede zorlandıklarını vb. belirtmeleri istenmiştir.

3.4.1 Veri Toplama Araçları

Bu bölümde bu çalışmanın araştırma sorularına cevap aramak için geliştirilen veri toplama araçlarına yer verilmektedir. Bu amaç ile geliştirilen kavramsal anlama testi, sınıf gözlemlerinde veri toplama amacı ve verilerin nasıl toplandığı, yarı-yapılandırılmış görüşmelerin amacı ve içeriği, öğretim sonrası öğrenciler tarafından bireysel doldurulan ders günlüklerinin içeriği hakkında açıklamalar yapılmıştır. Aşağıda Çizelge 3.7’de hangi araştırma sorusuna yönelik hangi veri toplama aracının kullanıldığı yer almaktadır.

Çizelge 3.7: Çalışmanın araştırma sorularına yönelik hazırlanan veri toplama araçları

Araştırma Soruları	Veri toplama aracı
Birinci, ikinci ve üçüncü araştırma soruları	Öğretim öncesi ve öğretim sonrası uygulanan kavramsal anlama testi
Dördüncü, beşinci ve altıncı araştırma soruları	Sınıf gözlemleri ve yarı-yapılandırılmış görüşmeler
Yedinci sekizinci ve dokuzuncu araştırma soruları	Ders günlükleri

3.4.1.1 Kavramsal Anlama Testi

Bu çalışmanın birinci, ikinci ve üçüncü araştırma soruları olan öğrencilerin öğretim öncesi ve sonrası tork, açısal momentum ve Kepler yasaları ile ilgilifikirlerine ilişkin veriler kavramsal anlama testi ile toplanmıştır. Ortaöğretim onbirinci sınıf öğrencilerinin tork, açısal momentum ve Kepler yasalarına ilişkin fikirlerini belirlemek amacı ile bir kavramsal anlama testi hazırlanmıştır. Bu kavram testi hazırlanırken Croker ve Algina, 1986; Cohen, 1984 (akt. Büyüktürk vd., 2010) bir test geliştirmek için belirlediği basamaklar sırası ile gerçekleştirilmiştir. Aşağıda bir test geliştirmek için hangi aşamaların gerekli olduğu ve bu çalışmada

kavram testini geliştirme sürecinde bu basamaklarda neler yapıldığı kısaca anlatılmaktadır.

- **Testin amacının belirlenmesi:** Kavram testi ortaöğretim onbirinci sınıf öğrencilerinin tork, açısal momentum ve Kepler yasaları ile ilgili fikirlerini belirlemek amacıyla hazırlanmıştır.

- **Test ile ölçülecek özelliklerin belirlenmesi:** Kavram testinde yer alan sorular ile araştırmaya konu olan kavramlar ve yasalara ilişkin onbirinci sınıf öğrencilerinin fikirlerinin öğretim öncesi ve sonrası belirlenmesi hedeflenmiştir.

- **Ölçülecek özelliğe en uygun madde türlerinin seçilmesi ve maddelerin yazılması, madde havuzunun oluşturulması:** Kavram testi hazırlanırken bu kavramlara ilişkin alanyazında yer alan çalışmalar araştırılmış ancak bu kavramlara ilişkin öğrencilerin fikirlerini ortaya çıkarmaya yönelik bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle kavram testindeki sorular hazırlanırken fizik kitapları incelenmiş ve kazanımlara uygun bu kitaplarda yer alan sorulara teste yer verilmiştir. Ayrıca yine kazanımlara uygun olarak araştırmacı tarafından sorular yazılmıştır. Böylece bu kavramlara ilişkin sorulardan oluşan bir soru havuzu oluşturulmuştur.

- **Test maddelerinin ölçülecek özelliği ölçmedeki yeterliliğine yönelik teknik denetimden geçirilmesi ve dil açısından anlaşılabilirliğinin denetlenmesi:** Kavram testinde yer alan soruların programda yer alan kazanımların kazandırılmasına yönelik olup olmadığı fizik eğitimcileri tarafından incelenmiş ve kavram testi bir dil bilimci tarafından kontrol edilmiştir.

- **Uzman görüşü alınarak test maddelerinin düzeltilmesi ve yönergesi ve soruları ile birlikte ön deneme formunun oluşturulması:** Bu kavram testi ilk olarak on fizik eğitimcisine incelemesi amacıyla gönderilmiştir ve beş fizik eğitimcisinden teste ilişkin bildirim gelmiştir. Bu bildirimler doğrultusunda sorular düzeltilmiş ve onbeş adet açık uçlu sorudan oluşan bir kavram testi oluşturulmuştur.

- **Ön uygulamanın yapılması:** Kavram testi 2011-2012 öğretim yılının birinci döneminde Balıkesir il merkezinde yer alan bir ortaöğretim kurumundaki ellibeşonbirinci sınıf öğrencisine öğretim öncesi ve öğretim sonrası uygulanmıştır. Ardından test 2011-2012 öğretim yılının ikinci döneminin sonunda iki farklı ortaöğretim kurumundaki yüzotuzüç onuncu sınıf öğrencisine uygulanmıştır ve bu öğrenciler araştırmaya konu olan kavramlara ilişkin herhangi bir formal öğretim almamıştır. Öğretim almamış bu öğrencilerin kavramsal anlama testinde yer alan sorulara ilişkin anlamakta güçlük çektikleri hususlar belirlenmiştir.

- **Ön uygulamadan elde edilecek verilere göre teste son şeklinin verilmesi:** Öğrencilerin sorulara verdikleri cevaplar analiz edilmiş ve öğrencilerin anlamakta güçlük çektiği sorular düzeltilmiştir. Pilot çalışma sonucunda onbir adet açık uçlu sorudan oluşan bir kavramsal anlama testi geliştirilmiştir (bkz. Ek B).

Aşağıda Çizelge3.8’de bu kavramsal anlama testinde yer alan soruların hangi kazanıma yönelik hazırlandığı belirtilmektedir.

Çizelge 3.8: Ünite kazanımlarını ölçmeye yönelik kavramsal anlama testinde yer alan soruların kazanımlara göre dağılımı

Kazanım	Kazanımın ilgili olduğu sorular
3. Net bir kuvvetin etkisinde dönen bir cismin hareketi ile ilgili olarak,	
3.1. Torkun (kuvvet momenti) nelere bağlı olduğunu deneyerek gösterir.	Soru 1, Soru 2, Soru 3, Soru 4, Soru 5
3.2. Tork kavramının günlük yaşamdaki uygulamaları ile ilgili problemler çözer.	Soru 6, Soru 7
4. Net torkun sıfır olduğu durumda dönen bir cismin hareketi ile ilgili olarak,	
4.1. Açısal momentum kavramını çizgisel momentum kavramı ile ilişki kurarak açıklar.	-
4.2. Açısal momentumun korunumunu örnekler ile açıklar.	Soru 8, Soru 9
4.3. Güneş sistemindeki gezegenlerin hareketlerini açıklar.	Soru 10, Soru 11

Kavram testinde yer alan sorular kavramsal temelli ve olaysal temelli olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Kavramsal temelli sorularda, öğrencilerden verilen kavram ile ilgili açıklama yapmaları ya da verilen kavramı bir cümle içerisinde kullanmaları ya da tanımlamaları istenmektedir. Olaysal temelli sorularda ise, öğrencilerden sunulan fiziksel bir sistem ya da olay hakkında tahminde bulunmaları ya da tahminlerini doğrulayıcı fikirler belirtmeleri istenmektedir (Driver & Erikson, 1983; akt. Küçüközer, 2004).

Çizelge 3.9’da kavramsal anlama testinde yer alan soruların her biri için hangi amaçla sorulduğu, kimin tarafından geliştirildiği ve kavramsal ya da olaysal temelli mi hazırlandığına değinilmiştir.

Çizelge 3.9: Kavramsal anlama testinde yer alan soruların amacı, kim tarafından geliştirildiği ve dayandığı temel

Soru No	Amacı	Kim tarafından geliştirildi	Dayandığı temel
1A	Öğrencilerin torku oluşturan kuvvetin büyüklüğü ve kuvvetin dönme noktasına olan uzaklığının arasındaki ilişki konusunda ne bildiklerinin ortaya çıkarılması	College Physics (sf. 228)	Kavramsal temelli
1B			
2	Dönebilen bir cisim üzerine uygulanan kuvvet ve kuvvetin dönme noktasına uzaklığının çarpımının döndürme üzerindeki etkisinin araştırılması	Araştırmacı	Kavramsal temelli
3	Kuvvetin dönme noktasına mesafesi kısaldığı zaman uygulanması gereken kuvvetin artması gerektiği kavramının ortaya çıkarılması	College Physics (sf. 250)	Olaysal temelli
4	Öğrencilerin hangi doğrultudan ve dönme noktasına hangi uzaklıktan uygulanan kuvvetlerin cismi döndürebileceği konusunda ne düşündüklerinin belirlemesi	Araştırmacı	Kavramsal temelli
5	Bir cismi döndürmede uygulanan kuvvetin doğrultusunun cismin dönmesi üzerindeki etkisi ve bu durumun açıklaması	Araştırmacı	Kavramsal temelli
6A	Öğrencilerin sağ el kuralını ne ölçüde kavradıklarının belirlenmesi	Araştırmacı	Olaysal temelli
6B	Öğrencilerin kuvvet ve kuvvet kolu arasındaki mesafeyi açıklaması		

Çizelge 3.9 (devam): Kavramsal anlama testinde yer alan soruların amacı, kim tarafından geliştirildiği ve dayandığı temel

7	Çeşmeyi kapatmak için musluğun hangi yöne doğru çevirilmesi gerektiği ve sağ el kuralının uygulamalarını yorumlanması	Araştırmacı	Olaysal temelli
8	Dışarıdan etki eden tork olmadığı için açısal momentumun korunduğu ve öğrencilerin açısal momentumun, açısal hız ve eylemsizlik momentumunun çarpımı olduğu konusundaki fikirlerinin ortaya çıkarılması	Araştırmacı	Olaysal temelli
9	Öğrencilerin eylemsizlik momenti ve açısal hız arasındaki ilişkiyi kurmaları ve açısal momentumun korunumu yasasını ne ölçüde kavradıklarının belirlenmesi	Serway-Türkçe (sf. 349)	Olaysal temelli
10	Öğrencilerin Dünya'nın Güneş'e daha uzak olduğu noktada hızının daha fazla olduğunu, Güneş'e yaklaştıkça hızının azaldığını kavrayıp kavramadıklarının belirlenmesi	Araştırmacı	Kavramsal temelli
11	Öğrencilerin Keplerin ikinci yasası olan alanlar yasasını kullanması ve Dünya'yı Güneş'e birleştiren yarıçap vektörünün Güneş etrafında eşit zaman aralıklarında eşit alanlar taradığını belirtmeleri	Araştırmacı	Kavramsal temelli

3.4.1.2 Sınıf Gözlemleri

Araştırmada öğretim esnasında sınıf ortamında gerçekleşen olaylar iki video kamera ile kaydedilmiştir. Kameralardan biri bütün sınıf ortamına odaklanırken, diğer bir kamera çalışma grupları arasından seçilen bir grup üzerine odaklanmıştır. Bütün sınıf ortamının kameraya alınmasının amacı öğretim esnasında grupların genelini öğretime nasıl katıldığını tespit edebilmek ve öğretimde sınıf düzeninin nasıl olduğu ve öğretime etkisini belirlemektir. Yapılan çalışmalarda öğrenme çevrelerinin düzeninin öğrencilerin öğrenmesi üzerinde oldukça etkili olduğu tespit edilmiştir (Walker, 2004). Bu çalışmada öğrenme çevreleri düzenlenirken öğrencilerin birbirleri ile daha fazla etkileşime geçebileceği ve fikirlerini daha serbest tartışabileceği ortamların oluşturulmasına dikkat edilmiştir. Bu türden öğretim ortamlarının oluşturulması anlam oluşturmaya yönelik öğretimi kolaylaştırmaktadır.

Kamera kayıtlarının etik kuralları için öğrenciler kamera ile çekilmeye başlamadan önce çalışmanın amacına yönelik bilgilendirilmiştir (Cohen vd., 2005). Öğrencilere çalışma konusunda gönüllü olup olmadıkları sorulmuştur (Cohen vd., 2005). Öğrencilerden elde edilen veriler öğrencilerin izni olmaksızın kullanılmamış ve öğrencilerin kimlikleri her birine kod verilerek gizlenmiştir. Öğrencilerden elde edilen veriler bir başka kimseler tarafından erişilemeyecek şekilde saklanmıştır (Cohen vd., 2005). Kamera kayıtlarındaki görüntüler sadece araştırmacı tarafından incelenmiş ve kamera kayıtlarından alıntılar yapıldığında öğrencilerin yüzleri gizlenmiştir.

Çalışma grupları arasından rastgele seçilen bir grup öğretim süresince kamera ile kayıt altına alınmıştır. Durum çalışmasındaki grubun rastgele seçilme nedeni, çalışma gruplarının birbirleri ile benzer yapıda oluşturulmasıdır. Bu gruptaki iki öğrencinin öğretim sırasında birbirleri ile olan etkileşimleri ve kavramlar hakkındaki fikirlerini nasıl açıkladıkları ortaya çıkarılmıştır. Grup içerisinde öğrenciler kendi fikirlerini ortaya koymuş ve fikirlerini grup arkadaşları ile tartışma olanağı bulmuştur. Böylece öğretim sırasında öğrencilerin tork, açısal momentum ve Kepler yasaları kavramlarına ilişkin anlam oluşturma süreçlerinin nasıl şekillendiği tespit edilmiştir. Öğretim sürecinden elde edilen veriler öğrencilerin öğretim öncesi ve

sonrası kavram testinde yer alan sorulara verdikleri cevapların yorumlanması amacı ile de kullanılmıştır. Öğretim sürecinin video kayıtları, öğrencilerin kavram testinde yer alan sorulara verdikleri cevaplardaki öğretim öncesi ve sonrası değişimlerin olası nedenleri hakkında da veriler sağlamıştır. Bu veriler ışığında, öğrencilerin fikirlerinin neden değiştiği, hangi etkinliğin öğrencilerin anlam oluşturma süreçleri üzerinde etkili olduğu, sınıf etkileşimlerinin içeriği ya da öğretmen ile öğrenciler ve öğrenciler ile öğrenciler arasındaki diyalog süreçleri belirlenmiş ve yorumlanmıştır.

3.4.1.3 Görüşmeler

Araştırmadan daha ayrıntılı veri elde etmek ve elde edilen verilerin birbirlerini desteklemesi için yarı-yapılandırılmış görüşme tekniği kullanılmıştır. Görüşme, araştırmada cevabı aranan sorulara ilişkin ilgili kişilerden veri toplama şeklidir (Büyüköztürk vd., 2010). Görüşmeler yapılandırılmış, yapılandırılmamış ve yarı-yapılandırılmış olarak sınıflandırılmaktadır. Bu çalışmada kullanılan yarı-yapılandırılmış görüşmelerde, araştırmacı görüşme sorularını görüşme öncesinde hazırlamakta ancak görüşme yapılan kişiden gelen cevaplar doğrultusunda soruların yeniden düzenlenmesi ve tartışılması yapılabilmektedir (Berg, 2001; sf. 70).

Öğretimin pilot çalışması sırasında örnekleme de yer alan iki sınıftan rastgele seçilen toplam yedi öğrenci ile öğretim öncesi ve öğretim sonrası yarı-yapılandırılmış görüşme yapılmıştır. Pilot çalışmada yarı-yapılandırılmış görüşmelerin amacı görüşmelerde yer alan soruların anlaşılabilirliğinin ve işlevliliğinin test edilmesidir. Bir diğer amacı da öğrencilerin uygulanan öğretim hakkındaki fikirlerinin ortaya çıkarılmasıdır. Görüşme soruları ile ilgili fikirlerinden elde edilen veriler ışığında öğretim öncesi görüşme sorularına (bkz. EK C) ve öğretim sonrası görüşme sorularına (bkz. EK Ç) son şekli verilmiştir.

Çalışmanın öğretim öncesi ve sonrasında video ile kaydedilen çalışma grubunda yer alan toplam iki öğrenci ile yarı-yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Öğretim öncesi her bir öğrenci ile yapılan görüşmenin süresi ortalama yirmibeş dakikadır. Öğretim sonrası aynı öğrenciler ile yapılan yarı-yapılandırılmış görüşmelerin ortalama süresi otuzbeş dakika olmuştur. Görüşmeler sonunda toplamda ikiyüzkırk dakikalık görüşme verisi elde edilmiştir.

Öğretim öncesi yapılan yarı-yapılandırılmış görüşmenin amacı, öğrencilerin öğretim öncesi kavramsal anlama testindeki sorulara verdikleri cevaplar hakkındaki fikirlerini daha ayrıntılı biçimde ortaya çıkarmaktır. Öğretim sonrası yapılan yarı-yapılandırılmış görüşmelerin amacı ise, öğrencilerin öğretim öncesi ve öğretim sonrası fikirlerini karşılaştırmak ve anlam oluşturmaya yönelik öğretim hakkındaki fikirlerini ortaya çıkarmaktır. Eğer öğretim sonrasında öğrencilerin fikirlerinde değişim gerçekleşmişse öğrencilere fikirlerindeki bu değişimin nedenleri sorulmuştur. Böylece öğrencilerin fikirlerinin ne yönde değiştiği ve bu değişimlerin nedenleri belirlenmiştir. Öğretim öncesi öğrencilerin fikirleri alternatif kavram niteliğinde ise ve öğretim sonrası bilimsel bilgilere doğru değişim göstermiş ise, bu değişimin nedeni araştırılmıştır. Eğer öğrencide öğretim öncesi alternatif kavram mevcut ise ve öğretim sonrası da bu alternatif kavramı sürdürmeye devam ediyor ise öğrencinin fikirlerinde neden bir değişim yaşanmadığı ve öğretimin neden etkili olamadığı araştırılmıştır.

3.4.1.3.1 Öğretim Öncesi Yapılan Görüşme

Öğretim öncesi yapılan görüşmelerin amacı öğrencilerin kavram testinde yer alan sorulara ilişkin ön kavramlarını ortaya çıkarmaktır. Bu amaçla öğrencilerden kavram testinde yer alan sorulara verdikleri cevapların nedenlerini soru sırası ile açıklamaları istenmiştir. Öğretim öncesi görüşmelerde tork, açısal momentum ve Kepler yasaları kavramları araştırmacı tarafından kullanılmamış ve öğrenciler sadece soru ile ilgili görüş belirtmiştir.

3.4.1.3.2 Tork Kavramına İlişkin Öğretim Sonrası Yapılan Görüşme

Görüşmenin tork kavramı ile ilgili bölümünde sorulan sorular öğrencilerin öğretim sonrası bu kavrama ilişkin fikirlerini ortaya çıkarmaya yöneliktir. Öğretim öncesi sahip oldukları fikirlerde öğretim sonrası değişim gerçekleşti ise bu değişime öğretimin etkisi sorulmuştur. Yapılan görüşmelerde tork kavramına ilişkin aşağıdaki sorular sorulmuştur.

- Eğer tork kavramını bir arkadaşınıza açıklıyor olsaydınız, nasıl anlatırdınız?
- Öğretim öncesi tork kavramı ile ilgili fikirleriniz nelerdi?
- Öğretim sonrası bu kavrama ilişkin fikirlerinizde değişim oldu mu? Eğer olduysa neler değiştii?
- Fikirlerinizdeki bu değişimin nedeni nedir? Fikirlerinizdeki bu değişimde öğretimin etkisi nedir?

3.4.1.3.3 Açısal Momentum Kavramına İlişkin Öğretim Sonrası Yapılan Görüşme

Öğretim sonrası yapılan görüşmelerde açısal momentum kavramına ilişkin öğrencilerin fikirleri aşağıdaki sorular aracılığı ile ortaya çıkarılmıştır.

- Eğer açısal momentum kavramını bir arkadaşınıza açıklıyor olsaydınız, nasıl anlatırdınız?
- Öğretim öncesi açısal momentum kavramı ile ilgili fikirleriniz nelerdi?
- Öğretim sonrası bu kavrama ilişkin fikirlerinizde değişim oldu mu? Eğer değişim olduysa neler değiştii?
- Fikirlerinizdeki bu değişimin nedeni nedir? Fikirlerinizdeki bu değişimde öğretimin etkisi nedir?

3.4.1.3.4 Açısal Momentumun Korunumu Yasasına İlişkin Öğretim Sonrası Yapılan Görüşme

- Eğer açısal momentum korunumu kavramını bir arkadaşınıza açıklıyor olsaydınız, nasıl anlatırdınız?
- Öğretim öncesi açısal momentum korunumu kavramı ile ilgili fikirleriniz nelerdi?
- Öğretim sonrası bu kavrama ilişkin fikirlerinizde değişim oldu mu? Eğer değişim olduysa neler değiştii?

- Fikirlerinizdeki bu değişimin nedeni nedir? Fikirlerinizdeki bu değişimde öğretim etkisi nedir?

3.4.1.3.5 Kepler Yasalarına İlişkin Öğretim Sonrası Yapılan Görüşme

Öğretim sonrası yapılan görüşmelerde Kepler yasaları kavramına ilişkin aşağıdaki sorular sorularak öğrencilerin fikirlerinin ortaya çıkarılması amaçlanmıştır.

- Kepler'in ikinci yasasını açıklamak için açısal momentumun korunumunu nasıl kullanırsınız?
- Kepler yasaları ile ilgili öğretim sürecinde neler öğrendiniz?

3.4.1.3.6 Görüşme Süreci

Görüşmeler, araştırmacı ile görüşme yapılan öğrenci arasında yüz yüze, boş ve sessiz bir sınıfta gerçekleştirilmiştir. Görüşmeler gönüllülük esasına göre yürütülmüş ve çalışmalarına odaklanılan gruplarda yer alan öğrencilere görüşmeyi kabul edip etmedikleri sorulmuştur. Bu dört öğrencinin hepsi görüşme yapmayı kabul etmiştir. Görüşme sırasında görüşmeci tarafsız bir tutum takınmış ve öğrenciyi yönlendirebilecek her türlü davranıştan kaçınmıştır. Bu sayede öğrencinin görüşmeciden etkilenmesi engellenmiştir. Görüşme yapılan öğrenciye görüşmenin amacı açıklandıktan sonra izin alınarak görüşme süreci ses kayıt cihazı ile kaydedilmiştir. Böylece görüşmelerden elde edilen verilerin daha sonra hatırlanamamasının önüne geçilmiş ve elde edilen verinin tamamının kullanılması sağlanmıştır. Görüşme süreci sohbet tarzında gerçekleştirilmiş ve öğrencileri yargılayıcı ifadelerden uzak durulmuştur. Böylece sadece öğrencilerin fikirlerinin öne çıkması sağlanmıştır. Öğrencinin rahatça fikirlerini ifade edebileceği bir ortam oluşturulmaya çalışılmıştır.

3.4.1.4 Öğretim Sonrası Ders Günlükleri

Bu çalışmanın yedinci, sekizinci ve üçüncü araştırma soruları olan öğrencilerin öğretim öncesi ve sonrası tork, açısal momentum ve Kepler yasaları ile ilgili fikirlerine ilişkin veriler ders günlükleri aracılığı ile toplanmıştır. Tork, açısal momentum ve Kepler yasalarının öğretimine ilişkin öğrencilerin görüşlerini almak için ders günlükleri hazırlanmıştır (bkz. Ek D). Ders günlüğü, öğrencilerin derste okuduklarını, konuştuklarını, düşündüklerini, yorumlarını, tavsiyelerini, beğenilerini, eleştirilerini ortaya koymaya yarayan günlüklerdir (Özarlan, 2011). Bu çalışmada ders günlüklerinin kullanılma amacı, anlam oluşturmaya yönelik işlenen dersler hakkında öğrencilerin görüşlerini ortaya çıkarmaktır. Ders günlükleri öğrencileri ne öğrendiği ve nasıl öğrendiği konusunda yansıtma yapmaları için teşvik eden, onların kendi öğrenmelerinin gelişimi ile ilgili farkındalığını arttıran araçlar olarak ele alınabilir (Güvenç, 2011). Ders günlükleri bazı çalışmalarda ders sırasında bazı çalışmalarda ise evde doldurulmaktadır (Güvenç, 2011). Ders günlükleri içeriğine göre yapılandırılmış ve yapılandırılmamış olarak ikiye ayrılır. Yapılandırılmış ders günlükleri, öğrencilerin düşüncelerine rehberlik etmeye, odaklanmaları gereken noktaları açığa çıkarmaya çalışan tamamlanması gereken ifadelerden oluşmaktadır (Güvenç, 2011). Yapılandırılmamış ders günlüklerinde ise öğrencilerden konuları nasıl açıkladıkları sorulmaktadır (Güvenç, 2011).

Bu çalışmada ders günlükleri hazırlanırken Günel, Hand ve Mcdermott (2009)'un ortaöğretim öğrencilerinin kavramsal anlamaları üzerine yazmanın etkisini araştırdıkları çalışmalarında kullandıkları geri bildirim kağıtlarında yer alan sorulardan yararlanılmıştır. Bu geri bildirim kağıtlarındaki beş sorudan dördü bu çalışmanın amacına uygun hale getirilerek kullanılmıştır. Bu sorular,

- İşlenen dersin hangi bölümlerindeki açıklamaların anlaşılması kolay ve yardımcıdır?
- Derste ki açıklamaların hangi bölümlerinin anlaşılması zordur?
- Dersi işledikten sonra kavramın günlük yaşamdaki uygulamaları ile ilgili neler anladınız?
- Bu ders planı için diğer yorumlarınız nelerdir?
şeklindedir.

Ayrıca bu sorular haricinde ders günlüklerine iki soru daha eklenmiştir. Bu sorular aşağıdaki gibidir:

- Bu dersi işledikten sonra, işlenen ders ile ilgili neler öğrendiniz? Öğrendiklerinizi nasıl açıklarsınız?
- Bu dersin işlenişi ve içeriği için yapacağımız diğer yorumlarınız nelerdir?

Öğrenciler bu sorular için fikirlerini cevaplar için boş bırakılan yerlere yazmıştır. Her bir kavrama ilişkin öğretim tamamlandıktan sonra öğrencilere bireysel olarak ders günlükleri dağıtılmıştır. Öğrencilerin ders günlüklerini doldurması için ders süresinden bir bölüm ayrılmamıştır. Öğrenciler ders günlüklerini evde doldurmuştur. Ders günlükleri bir sonraki derse başlamadan önce öğrencilerden toplanmıştır.

3.4.2 Veri Toplama Araçlarının Geçerlik ve Güvenirlik Çalışmaları

Bir araştırmanın kabul görmesinde en önemli etkenler geçerli ve güvenilir olmasıdır ve bu nedenle araştırmanın geçerlik ve güvenilirlik çalışmaları yapılmalıdır.

3.4.2.1 Veri Toplama Araçlarının Güvenirlik Çalışmaları

Araştırmanın güvenirliliği; bir araştırmanın bulgularının gerçeği yansıtıp yansıtması, yansıtıyorsa yansıtma derecesi, araştırmanın farklı zamanlarda ya da farklı kişiler aracılığı ile yürütüldüğünde aynı ya da benzer sonuçlara ulaşılması olarak tanımlanabilir (Gay & Airasion, 2000; sf. 169).

Bu çalışmanın güvenirliliğini sağlamak için,

- Veri toplama sürecinde yukarıdaki bölümlerde açıklanan çeşitli veri toplama araçları (gözlem, görüşme, kavram testi, ders günlükleri) kullanılmış ve bu sayede elde edilen verilerin birbirini desteklemesi sağlanmıştır.
- Veri toplama araçlarının geliştirilme süreçleri, içeriği, nasıl kullanıldığı ve analiz edildiği ayrıntılı bir biçimde bu çalışma içerisinde aktarılmıştır.

- Verilerin toplandığı örneklem ve araştırma ortamı ayrıntılı bir biçimde betimlenmiştir.
- Veri analizi sürecinde kavram testinde yer alan soruların analizinde ikincil araştırmacı kullanılarak yanlılık azaltılmaya çalışılmıştır.
- Veri analizi sonucu elde edilen bulgular hiç değiştirilmeden doğrudan aktarılmıştır. Böylece nitel araştırmalardaki araştırmacının yanlılığı azaltılmaya çalışılmıştır.

3.4.2.2 Veri Toplama Araçlarının Geçerlik Çalışmaları

Araştırmanın geçerliolmasının şartlarından biri güvenilir olmasıdır. Geçerlik, ölçülmek istenen özelliğin diğer özellikler ile karıştırılmadan doğru ölçme derecesidir (Büyüköztürk vd., 2010). Araştırmanın geçerliği iç geçerlik ve dış geçerlik olmak üzere iki bölümde incelebilir.

3.4.2.2.1 İç Geçerlik Çalışmaları

Bir çalışmanın iç geçerliğini sağlamak için LeCompte ve Preissle (1993) tarafından belirlenen beş madde uygulanmıştır (akt. Cohen vd., 2005). Aşağıda bu beş maddeye ve bu maddelere yönelik bu çalışmada neler yapıldığına yer verilmiştir.

- *Düşük çıkarıma neden olan tanımlayıcılar kullanarak:* Araştırmacı çalışmadan elde ettiği verileri doğrudan paylaşarak okuyucuya çıkarımda bulunma olanağı sunmamıştır.
- *Çoklu araştırma teknikleri kullanarak:* Bu araştırmada gözlem, görüşme ve anket analizi gibi çoklu veri toplama araçları kullanılmıştır. Araştırmada gözlem, görüşme ve doküman toplama birlikte yapılarak her üç yöntemden elde edilen verilerin birbirleriyle karşılaştırılarak tutarlılık gösterip göstermediğinin tespit edilmesi amaçlanmıştır (Gay & Airasian, 2000).

- *Katılımcı araştırmacılar kullanarak:* Araştırmacı araştırma süresince katılımcı araştırmacı görevi üstlenmiştir ve örneklemdaki bireylerin araştırmacının varlığından ve amacından haberi vardır.

- *Verilerin pilot çalışmasını yaparak:* Veri toplama araçlarının ve öğretimin pilot çalışması bir önceki yıl yapılmış ve pilot çalışma sonucunda veri toplama araçlarında ve öğretimde gerekli görölen değişiklikler yapılmıştır.

- *Verileri kaydetmek, saklamak ve yeniden düzenlemek için mekanik araçlar kullanarak:* Sınıf gözlemlerinin kaydedilmesinde kamera, görüşmelerin kaydedilmesinde ise ses kayıt cihazları kullanılmıştır. Böylece araştırma süresince araştırmacı tarafından not alınamayacak kadar çok veri eldesi gerçekteşmiştir.

Bu araştırmanın iç geçerliğinin sağlanması amacı ile bu beş basamaktan hepsi bu çalışmada gerçekteştirilmiştir.

3.4.2.2.2 Dış Geçerlik Çalışmaları

Araştırmanın dış geçerliğinin sağlanması için iki koşul gereklidir. Bunlar araştırmanın başka çalışmalar ile kıyaslanabilirliği ve transfer edilebilirliğidir (Cohen vd., 2005). Ancak dış geçerliği sağlamak için gerekli şartlardan biri olan araştırmanın başka çalışmalar ile kıyaslanabilirliği bu çalışma için çok da mümkün değildir. Çünkü araştırmaya konu olan kavramların öğretimine ilişkin bu çalışmanın örneklemine benzer bir örneklem ile yapılmış çalışma yoktur. Bu nedenle bu çalışmanın sonuçları başka çalışmalar ile karşılaştırılması çok olası değildir. Diğer bir koşul olan transfer edilebilirliği ise bu çalışmada geliştirilen veri toplama araçlarının gelecekte yapılacak olan çalışmalarda kullanılabilirliği ile ölçülebilecektir.

3.5 Veri Analizi

Bu bölümde veri toplama araçlarından elde edilen verilerin analizinin nasıl gerçekleştirildiğine değinilmektedir.

Bu çalışmada kullanılan ve önceki bölümlerde tanıtılan veri toplama araçlarından elde edilen verilerin analizi nitel analiz yöntemleri ile gerçekleştirilmiştir.

Kavramsal anlama testinde yer alan açık uçlu soruların analizinde “sabit karşılaştırma metodu” kullanılmıştır. Sabit karşılaştırma metodu Glaser (1965) tarafından geliştirilen kuram geliştirme modeli üzerinde şekillenmiştir (akt. Uçar, 2007). Sabit karşılaştırma metoduna göre veriler satır satır yazıya dökülür, geçici kodlar oluşturulur ve bu kodların tutarlılığını sağlamak ve olumsuz durumları belirlemek için diğer bir transkript ile karşılaştırılması yapılır (Goulding, 2005). Bu analiz metodunda araştırmacı elde edilen verileri mevcut veriler, kategoriler ve kuramlar ile karşılaştırır ve mevcut veriler ile yeni elde edilen veriler tam uyumlu hale gelene kadar devam ederler (Cohen vd., 2005).

Bu çalışmada veri toplama araçlarından olan kamera kayıtlarından elde edilen verilerin içerik analizi yapılmıştır. Nitel veri analizi yöntemlerinden biri olan içerik analizinde araştırmadan elde edilen verileri açıklayabilecek kavramlara ve ilişkilere ulaşmak amaçlanmaktadır (Yıldırım & Şimşek, 2005). Bu amaç ile birbirine benzeyen veriler belirli kategoriler çevresinde bir araya getirilir ve düzenlenir. Kamera kayıtlarından elde edilen verilerin analizinde kullanılan kategoriler anlam oluşturma basamaklarından yararlanılarak hazırlanmıştır.

Öğretim öncesi ve sonrası öğrenciler ile gerçekleştirilen yarı-yapılandırılmış görüşmelerden ve ders günlüklerinden elde edilen verilerin analizinde betimsel analiz kullanılmıştır. Betimsel analizin amacı, elde edilen verilerin daha önceden belirlenen temalara göre düzenlenmesi ve yorumlanmasıdır (Yıldırım & Şimşek, 2005).

Aşağıda kavramsal anlama testinde yer alan açık uçlu sorulardan, sınıf ortamının ve grup çalışmalarının kamera kayıtlarından, öğretim öncesi ve öğretim sonrası yapılan yarı-yapılandırılmış görüşmelerden ve her ders sonrası öğrenciler

tarafından doldurulan ders günlüklerinden elde edilen verilerin analiz yöntemleri açıklanmaktadır.

3.5.1 Kavramsal Anlama Testinin Nitel Analizi

Kavramsal anlama testinde yer alan soruların hepsi açık uçlu sorular olup, sorulardan elde edilen verilerin analizinde sabit karşılaştırma metodu kullanılmıştır. Bu amaçla alanyazında karşılaşılan benzer analiz yöntemi kullanan çalışmalar araştırılmış ve bu çalışmalarda öğrencilerin cevaplarının nasıl analiz edildiği incelenmiştir (Mortimer & Scott, 2003; Trundle, Atwood & Christopher, 2002; Vosniadou, 1994). Aşağıda bu çalışmalarda kullanılan cevap kategorilerine yer verilmiştir.

- Mortimer ve Scott, (2003) anlam oluşturma süreçlerinde sınıf etkileşimlerinin içeriğini ‘günlük’ ve ‘bilimsel’ olmak üzere iki kategori altında toplamıştır.
- Trundle, Atwood ve Christopher (2002) cevapları kavramsal anlamda altı kategoride toplamıştır. Bu kategoriler ‘bilimsel’, ‘alternatif parça ile birlikte bilimsel’, ‘bilimsel parça’, ‘alternatif’, ‘alternatif parça’ ve ‘anlama yok’ kategorilerdir.
- Uçar (2007) öğretmen adaylarının cevaplarını ‘bilimsel’, ‘bilimsel parça’, ‘bilimsel parça ile birlikte alternatif’, ‘alternatif’ ve ‘alternatif parça’ kategorileri altında toplamıştır.
- Vosniadou (1994) zihinsel modelleri, ‘bilimsel model’, ‘sentez model’ ve ‘başlangıç modeli’ olmak üzere üç kategori içerisinde toplanmıştır.

Bu çalışmada kavramsal anlama testinde yer alan soruların analizinde Trundle vd. (2002) ve Uçar (2007) çalışmalarında kullandıkları kategoriden yararlanarak oluşturulan cevap kategorileri kullanılmıştır. Bu çalışmada öğrencilerin açık uçlu sorulara verdikleri cevapların farklı kategorilerde yer alabileceği ve bu cevapların Trundle vd. (2002) ve Uçar (2007) kullandığı cevap kategorileri kullanılarak analiz edilebileceği belirlenmiştir.

Trundle vd. (2002) ve Uçar (2007) çalışmalarında kullandıkları bu analiz yöntemiyle pilot çalışmada öğretim öncesi ve sonrası uygulanan kavramsal anlamatestinde yer alan açık uçlu sorularanaliz edilmiştir. Analiz sırasında bu çalışmalarda cevapların yerleştirildiği kategoriler ile açık uçlu sorulardan elde edilen veriler karşılaştırılmıştır.

Analiz sonucunda Trundle vd. (2002) ve Uçar (2007) çalışmalarında kullandıkları kategorilerden biraz farklılık gösteren altı kategorilik bir analiz yöntemi belirlenmiştir. Aşağıda kavram testinde yer alan soruların analizinde kullanılan kategorilere ve açıklamalarına yer verilmektedir.

- **Bilimsel anlama:** Bilimsel olarak kabul edilen şekli ile uyumlu anlama olarak tanımlanmaktadır. Bu kategori için verilen cevap bilimsel doğru cevabın bütün yönlerini tam olarak içine almalı ve bütün sorularda öğrenci doğru cevabı vermelidir.
- **Bilimsel parça:** Eğer cevap alternatif kavramları içermiyor ancak doğru cevabında sadece bazı yönlerini içine alıyorsa bu kategoride yer alır. Doğru cevap için gerekli bütün faktörler cevap içerisinde yer almamaktadır.
- **Bilimsel parça ile birlikte alternatif parça:** Kavrama ilişkin doğru cevabın bazı yönlerini içermekle birlikte aynı zamanda alternatif kavram niteliğindeki cevabı da içermektedir.
- **Alternatif anlama:** Kavrama ilişkin alanyazında karşılaşılan alternatif kavramlarailişkin fikirleri konu ile ilgili bütün sorularda gösteriyor ise cevap bu kategoride yer alır.
- **Alternatif parça:** Bu kategoride yer alan cevaplarda sadece bir soruda alternatif kavram ile karşılaşılır ve öğrenci bu alternatif kavrama ilişkin fikirlerini bütün sorularda göstermez.
- **Anlama yok:** Bu kategoride yer alan cevaplar, bilimsel ya da alternatif kavramsal anlamayı yansıtmayacak açıklamaları içermektedir ya da öğrenciler kavrama ilişkin fikir belirtmemişlerdir.

Kavram testinde yer alan soruların analizi yapılırken, aynı kavrama ilişkin soruların analizi birlikte aynı tema içerisinde yapılmıştır. Kavram testinde yer alan sorular tork kavramı, tork kavramında kuvvetin doğrultusu, torkun yönünü belirleme,

açısal momentumun korunumu ve Kepler yasaları temaları altında toplanmıştır. Çizelge 3.10’da bu temalara ve temaların altında yer alan sorulara yer verilmiştir.

Çizelge 3.10:Analiz için belirlenen temalara göre soru dağılımı

Temalar	Temalarda yer alan sorular
• Tork kavramı	Soru 1A, Soru 1B, Soru 2, Soru 3
• Tork kavramında kuvvetin doğrultusu	Soru 4, Soru 5
• Torkun yönünü belirleme	Soru 6, Soru 7
• Açısal momentumun korunumu	Soru 8, Soru 9
• Kepler yasaları	Soru 10, Soru 11

Tork kavramı teması için öğrencilerin soru 1A, soru 1B, soru 2 ve soru 3’e verdikleri cevapların analizi birlikte yapılmış ve oluşturulan cevap kategorilerine yerleştirilmiştir. Tork kavramında kuvvetin doğrultusu teması için soru 4 ve soru 5’in, torkun yönünü belirleme temasında soru 6 ve soru 7’nin, açısal momentumun korunumu temasında soru 8 ve soru 9’un ve Kepler yasaları temasında soru 10 ve soru 11’in analizi birlikte yapılmıştır.

Öncelikle her temada doğru cevap ve karşılaşılan alternatif kavramlar birbirinden farklı olduğu için her tema için altı cevap kategorisinden oluşan farklı cevap kategorileri hazırlanmıştır. Öğrencilerin öğretim öncesi ve öğretim sonrası temada verdikleri cevapların hangi cevap kategorisine girdiği belirlenmiştir.

Her bir tema için bu altı kategori altında yer alan öğrenci cevaplarının frekans hesabı yapılmıştır. Bu sayede her bir tema için öğrencilerin öğretim öncesi ve sonrası fikirlerinin karşılaştırılması yapılmıştır. Öğrencilerin öğretim öncesi ve öğretim sonrası sorulara verdikleri cevaplar arasındaki farkın belirlenmesi açısından bu cevap kategorileri önemlidir. Öğrencilerin fikirlerinde gerçekleşen değişimleri belirlemek

için bu cevap kategorileri kullanılmış ve bu sayede öğrencilerin fikirlerindeki değişim üzerinde tartışılmıştır.

Kavram testinde yer alan her bir tema için hazırlanan cevap kategorilerinde hangi cevapların yer aldığına ilişkin analiz kriterlerine aşağıda verilmektedir.

Çizelge 3.11’de tork kavramı temasının analizi için hazırlanan cevap kategorileri için analiz kriterlerine yer verilmiştir.

Çizelge 3.11:Tork kavramı teması için oluşturulan cevap kategorileri ve analiz kriterleri

Cevap kategorisi	Analiz kriterleri
Bilimsel	<p>Bilimsel cevap kategorisinde bu tema için öğrencilerin,</p> <ul style="list-style-type: none">• kapının dönme yönü ve• kapının dönme yönünü, yarıçap vektörü ile kuvvet vektörünün çarpımı olan tork vektörünün büyüklüğünün belirlediği <p>açıklamalarını yapmaları gerekmektedir. Bilimsel cevap kategorisi içerisinde öğrenciler bu iki açıklamayı tork kavramı teması içerisinde yer alan her dört soruda da eksiksiz olarak belirtmelidirler.</p>
Bilimsel parça	<p>Bu cevap kategorisinde öğrenciler doğru cevap için gerekli iki açıklamadan sadece birine değinmiştir ve doğru cevap için gerekli diğer açıklamayı yapamamıştır. Bu temada yer alan dört sorunun hiçbirinde alternatif kavramlar ile karşılaşılmamıştır.</p>
Bilimsel parça ile birlikte alternatif parça	<p>Bu cevap kategorisinde öğrenciler doğru cevap vermiş ancak doğru cevabı tam olarak bütün yönleri ile açıklayamamıştır. Cevaplarının açıklamalarında çeşitli alternatif kavramlar ile karşılaşmış ancak bu alternatif kavramları ilişkin fikirlerini de bütün sorularda göstermemiştir.</p>
Alternatif	<p>Bu cevap kategorisinde öğrenciler bu temada yer alan dört soru içinde aynı alternatif kavramı göstermiştir.</p>
Alternatif parça	<p>Bu cevap kategorisinde yer alan öğrencilerde alternatif kavramlar ile karşılaşmıştır ancak bu dört soruda aynı alternatif kavram ile karşılaşılmamıştır.</p>
Anlama yok	<p>Cevap yok ya da ilişkisiz cevaplar</p>

Çizelge 3.12’de tork kavramında kuvvetin doğrultusu temasının analizi için hazırlanan cevap kategorileri için analiz kriterlerine yer verilmiştir.

Çizelge 3.12:Tork kavramında kuvvetin doğrultusu teması için oluşturulan cevap kategorileri ve analiz kriterleri

Cevap kategorisi	Analiz kriterleri
Bilimsel	<p>Bilimsel cevap kategorisinde bu tema için öğrencilerin,</p> <ul style="list-style-type: none">• hangi kuvvetlerin çubuğu döndürebileceği• yarıçap vektörü, kuvvetin büyüklüğünün ve uygulanma doğrultusunun vektörel çarpımı <p>açıklamalarını yapmaları gerekmektedir. Bilimsel cevap kategorisi içerisinde öğrenciler bu iki açıklamayı tork kavramında kuvvetin doğrultusu teması içerisinde yer alan her iki soruda da eksiksiz olarak belirtmelidirler.</p>
Bilimsel parça	<p>Bu cevap kategorisinde öğrenciler doğru cevap için gerekli iki açıklamadan sadece birine değinmiştir ve doğru cevap için gerekli diğer açıklamayı yapamamıştır. Bu temada yer alan iki sorunun hiçbirinde alternatif kavramlar ile karşılaşmamıştır.</p>
Bilimsel parça ile birlikte alternatif parça	<p>Bu cevap kategorisinde öğrenciler doğru cevap vermiş ancak doğru cevabı tam olarak bütün yönleri ile açıklayamamıştır. Cevaplarının açıklamalarında çeşitli alternatif kavramlar ile karşılaşmış ancak bu alternatif kavramları ilişkin fikirlerini de bütün sorularda göstermemiştir.</p>
Alternatif	<p>Bu cevap kategorisinde öğrenciler bu temada yer alan iki soru içinde aynı alternatif kavrama ilişkin görüş belirtmiştir.</p>
Alternatif parça	<p>Bu cevap kategorisinde yer alan öğrencilerde alternatif kavramlar ile karşılaşmıştır ancak bu iki soruda aynı alternatif kavram ile karşılaşmamıştır.</p>
Anlama yok	<p>Cevap yok ya da ilişkisiz cevaplar</p>

Çizelge 3.13'de torkun yönünü belirleme temasının analizi için hazırlanan cevap kategorileri için analiz kriterlerine yer verilmiştir.

Çizelge 3.13:Torkun yönünü belirleme teması için oluşturulan cevap kategorileri ve analiz kriterleri

Cevap kategorisi	Analiz kriterleri
Bilimsel	<p>Bilimsel cevap kategorisinde bu tema için öğrencilerin,</p> <ul style="list-style-type: none">• Vidanın hareket yönünü• Vektörel çarpımda vektörlerin çarpım sırasını ve• Sağ el kuralını <p>açıklamaları gerekmektedir. Bilimsel cevap kategorisi içerisinde öğrenciler bu üç açıklamayı torkun yönünü belirleme teması içerisinde yer alan her iki soruda da eksiksiz olarak belirtmelidirler.</p>
Bilimsel parça	<p>Bu cevap kategorisinde öğrenciler doğru cevap için gerekli üç açıklamadan sadece bazılarını değinmiştir ve doğru cevap için gerekli bütün açıklamaları yapamamıştır. Bu temada yer alan iki sorunun hiçbirinde alternatif kavramlar ile karşılaşılmasıdır.</p>
Bilimsel parça ile birlikte alternatif parça	<p>Bu cevap kategorisinde öğrenciler doğru cevap vermiş ancak doğru cevabı tam olarak bütün yönleri ile açıklayamamıştır. Cevaplarının açıklamalarında çeşitli alternatif kavramlar ile karşılaşmış ancak bu alternatif kavramları ilişkin fikirlerini de bütün sorularda göstermemiştir.</p>
Alternatif	<p>Bu cevap kategorisinde öğrenciler bu temada yer alan iki soru içinde aynı alternatif kavrama ilişkin görüş belirtmiştir.</p>
Alternatif parça	<p>Bu cevap kategorisinde yer alan öğrencilerde alternatif kavramlar ile karşılaşmıştır ancak bu iki soruda aynı alternatif kavram ile karşılaşılmasıdır.</p>
Anlama yok	<p>Cevap yok ya da ilişkisiz cevaplar</p>

Çizelge 3.14’de açısal momentumun korunumu temasının analizi için hazırlanan cevap kategorileri için analiz kriterlerine yer verilmiştir.

Çizelge 3.14:Açısal momentumun korunumu teması için oluşturulan cevap kategorileri ve analiz kriterleri

Cevap kategorisi	Analiz kriterleri
Bilimsel	<p>Bilimsel cevap kategorisinde bu tema için öğrencilerin,</p> <ul style="list-style-type: none">• Açısal momentumun korunumundan $I\omega$ çarpımının sabit olduğu,• Yarıçap azalınca eylemsizlik momentinin artacağı ($I = mr^2$),• Eylemsizlik momenti azalınca açısal hızın artacağı <p>açıklamalarını yapmaları gerekmektedir. Bilimsel cevap kategorisi içerisinde öğrenciler bu üç açıklamayı açısal momentumun korunumu teması içerisinde yer alan her iki soruda da eksiksiz olarak belirtmelidirler.</p>
Bilimsel parça	<p>Bu cevap kategorisinde öğrenciler doğru cevap için gerekli üç açıklamadan sadece bazılarını değinmiştir ve doğru cevap için gerekli bu üç açıklamanın hepsini yapamamıştır. Bu temada yer alan iki sorunun hiçbirinde alternatif kavramlar ile karşılaşılmamıştır.</p>
Bilimsel parça ile birlikte alternatif parça	<p>Bu cevap kategorisinde öğrenciler doğru cevap vermiş ancak doğru cevabı tam olarak bütün yönleri ile açıklayamamıştır. Cevaplarının açıklamalarında çeşitli alternatif kavramlar ile karşılaşılmış ancak bu alternatif kavramlara ilişkin fikirlerini de bütün sorularda göstermemiştir.</p>
Alternatif	<p>Bu cevap kategorisinde öğrenciler bu temada yer alan iki soru içinde aynı alternatif kavrama ilişkin görüş belirtmiştir.</p>
Alternatif parça	<p>Bu cevap kategorisinde yer alan öğrencilerde alternatif kavramlar ile karşılaşılmıştır ancak bu iki soruda aynı alternatif kavram ile karşılaşılmamıştır.</p>
Anlama yok	<p>Cevap yok ya da ilişkisiz cevaplar</p>

Çizelge 3.15’de Kepler yasaları temasının analizi için hazırlanan cevap kategorileri için analiz kriterlerine yer verilmiştir.

Çizelge 3.15: Kepler yasaları teması için oluşturulan cevap kategorileri ve analiz kriterleri

Cevap kategorisi	Analiz kriterleri
Bilimsel	<p>Bilimsel cevap kategorisinde bu tema için öğrencilerin,</p> <ul style="list-style-type: none">• Açısal momentumun korunumundan Dünya Güneş’e yakın iken hızlı, uzak iken yavaş hareket eder,• Dünya Güneş çevresinde eşit zamanlarda eşit alanlar tarar,• Bunlar Kepler yasaları ile açıklanır <p>açıklamalarını yapmaları gerekmektedir. Bilimsel cevap kategorisi içerisinde öğrenciler bu üç açıklamayı Kepler yasaları teması içerisinde yer alan her iki soruda da eksiksiz olarak belirtmelidirler.</p>
Bilimsel parça	<p>Bu cevap kategorisinde öğrenciler doğru cevap için gerekli üç açıklamadan sadece bazılarını deyinmiştir ve doğru cevap için gerekli bütün açıklamaları yapamamıştır. Bu temada yer alan iki sorunun hiçbirinde alternatif kavramlar ile karşılaşılmamıştır.</p>
Bilimsel parça ile birlikte alternatif parça	<p>Bu cevap kategorisinde öğrenciler doğru cevap vermiş ancak doğru cevabı tam olarak bütün yönleri ile açıklayamamıştır. Cevaplarının açıklamalarında çeşitli alternatif kavramlar ile karşılaşmış ancak bu alternatif kavramlara ilişkin fikirlerini de bütün sorularda göstermemiştir.</p>
Alternatif	<p>Bu cevap kategorisinde öğrenciler bu temada yer alan iki soru içinde aynı alternatif kavrama ilişkin görüş belirtmiştir.</p>
Alternatif parça	<p>Bu cevap kategorisinde yer alan öğrencilerde alternatif kavramlar ile karşılaşmıştır ancak bu iki soruda aynı alternatif kavram ile karşılaşılmamıştır.</p>
Anlama yok	<p>Cevap yok ya da ilişkisiz cevaplar</p>

3.5.1.1 Kavram Testindeki Soruların Analizinde İkincil Araştırmacı Kullanılması

Araştırma sonuçlarının güvenilirliğini arttırmak için kavram testinin analizinde ikincil araştırmacı kullanılmıştır. İkincil bir araştırmacı kavram testinde yer alan açık uçlu sorulara öğrencilerin verdiği cevapları araştırmacıdan bağımsız olarak analiz kategorilerine göre analiz etmiştir. Araştırmacıların analiz sonuçları birbirine yaklaştıkça çalışmanın güvenilirliği artmaktadır (Gay & Airasion, 2000). Araştırmacı ve ikincil araştırmacı arasındaki tutarlılık aşağıdaki bağıntıya göre hesaplanmıştır (Novak, 1977).

$$p = \frac{N_a \times 100}{N_t}$$

p= Tutarlılık yüzdesi

N_a = Her iki kodlamacı tarafında aynı şekilde kodlanan öğrenci sayısı

N_t = Toplam öğrenci sayısı

Kavram testi yirmibeş öğrenciye öğretim öncesi ve sonrası uygulanmıştır. İkincil araştırmacı bu kağıtlar arasından dörtkağıdı analiz etmiştir. Bu kağıtlardan yedi tanesi öğretim öncesi, yedi tanesi öğretim sonrası uygulanan kavram testleri arasından rastgele seçilmiştir.

Kavram testinde yer alan soruların her biri için ve ortalamada araştırmacılar arasındaki tutarlılık aşağıda Çizelge 3.16'de verilmektedir.

Çizelge 3.16: Araştırmacı ile ikincil araştırmacı arasındaki tutarlılık yüzdeleri

Soru Numarası	p(Tutarlılık yüzdesi)	Ortalama tutarlılık yüzdesi
Tema 1	1.00	
Tema 2	0,93	
Tema 3	0,82	0,92
Tema 4	0,93	
Tema 5	0,93	

İki araştırmacı arasındaki tutarlılık yüzdesinin %70'den fazla olduğu durumlarda güvenilir bir analiz yapıldığı belirtilmektedir (Yıldırım & Şimşek, 2005). Bu araştırmada kavram testinin geneli için iki araştırmacı arasındaki tutarlılık yüzdesi %92 olarak hesaplanmıştır. Bu oran araştırmacı tarafından yapılan analizin güvenilir olduğunu ve analizin araştırmacının yanlılığını içermediğini göstermektedir.

3.5.2 Kamera Kayıtlarının Nitel Analizi

Tork ve açısal momentum kavramlarının öğretimi esnasında hem bütün sınıf ortamı hem de öğrencilerin oluşturduğu çalışma gruplarından belirlenen bir grup, toplam iki adet kamera ile kayıt altına alınmıştır. Sınıf ortamı ve çalışma grubu öğretim süresince beş ders saati kamera ile kaydedilmiştir. Her bir kamera kaydının ortalama süresi kırk dakikadır. Böylece toplamda dörtyüz dakikalık video kaydı elde edilmiştir.

Video kayıtları araştırmacı tarafından izlenmiş ve transkripsiyon edilmiştir. Video kayıtlarından elde edilen verilerin analizinde kodlama sistemi kullanılmıştır. Bu kodlama sisteminde her bir konuşmaya ve konuşmacıya kod verilmiş, bu konuşmacıya ait diyalog yazılmış ve bu diyalogun hangi zaman aralığında gerçekleştiği belirtilmiştir (bkz. EK E).

Kamera kayıtlarının kodlamasında tork konusu 'T' kodu ile, açısal momentum 'AÇ' kodu ile ve Kepler yasaları 'K' kodu ile kodlanmıştır. Öğretim sürecinde yer alan bireylerin kodlanmasında, öğretimi yürüten kişi olan araştırmacı 'A', durum çalışmasına dahil edilen öğrenci 18 'Ö18', öğrenci 21 'Ö21' ve sınıftaki diğer öğrenciler ise 'Ö' kodu ile kodlanmıştır. Transkripsiyon edilen konuşmaların hangi zaman aralığında gerçekleştiği de ayrı bir sütunda yer almıştır. Kodlama sistemine bir örnek olarak 'T48-Ö21' satırı tork konusunda, 48. satırda yer alan öğrenci 21'in konuşmasını belirtmektedir. Bir diğer örnek olarak 'AÇ457-A' satırı açısal momentum konusunda 457. satırda yer alan öğretmen konuşmasını ifade etmektedir. Aşağıda kamera kayıtlarının transkriptine kısa bir örnek verilmiştir.

K9-A: Evet arkadaşlar, özetle gezegenlerin güneş etrafında nasıl bir yörüngede dolandığını tartışın aranızda. Yörüngenin şeklinin ne olabileceğini yazın oraya. Hadi bakalım.

K10-Ö21: Yörüngenin şekli bence elips.

K11-Ö18: Dünya'nın mı?

K12-Ö21: Hayır yörüngenin şekli. Dünya'nın Güneş etrafında dolandığı yörüngenin şeklinin nasıl olduğunu tartışınız ve fikirlerinizi arkadaşlarınıza açıklayınız diyor. Ben elips diye düşünüyorum. Dairesel, daire şeklinde de olabilir aslında.

K13-Ö18: Peki.

Bu diyalog örneği Kepler yasaları konusunda geçtiği için K harfi ile kodlanmıştır. 'K9' satırı öğretmenin konuşmasını belirtirken, 'K10' satırı öğrenci 21'in 'K11' satırı ise öğrenci 18'in konuşmasını kodlamaktadır. Bu satırlarda öğretmen ve öğrencilerin aralarındaki diyalog süreci yer almaktadır.

Kamera kayıtlarından elde edilen verilerin içerik analizi yapılmıştır. Öğretim süreci anlam oluşturmaya yönelik düzenlendiği için kamera kayıtlarının analizinde de anlam oluşturma beş basamağı kullanılmıştır (Mortimer & Scott, 2003). Öğretimin analizinde kullanılan bu basamakların neler olduğu ve öğretmen ve öğrencilerin hangi konuşmalarının ve davranışlarının bu basamaklar altına girdiği aşağıda açıklanmaktadır.

1- Öğretimin Amaçları: Öğretim planları anlam oluşturma birinci basamağı olan öğretimin amaçlarına uygun hazırlanmıştır. Mortimer ve Scott (2003) anlam oluşturma sürecinde öğretim amacıyla altı basamak belirlemiştir. Bu basamaklar

- Problemi açmak
- Öğrencilerin fikirleri keşfetmek ve üzerinde çalışmak
- Bilimsel hikayeye giriş ve geliştirme

- Öğrencilerin bilimsel fikirler ile çalışmasında ve içselleştirmesinde rehberlik etme
- Öğrencilere bilimsel görüşün uygulanması ve kullanımının genişletilmesinde rehberlik etme ve kullanımı için sorumluluk verme
- Bilimsel hikayenin gelişimini destekleme

Öğretim sürecinde yapılan etkinliklerin hangi öğretim amacına yönelik olduğu belirtilmiştir.

2- İçerik: Öğretim süresince öğrencilerin kendi aralarında ve öğretmen ile tartıştıkları fikirlerin anlam oluşturmanın ikinci basamağı olan içerik basamağında yer alanaşağıdaki kategoriler kullanılarak analiz edilmiştir.

- Günlük- Bilimsel
- Tanımlama-Açıklama-Genelleme
- Deneysel-Teorik

3- İletişim yaklaşımı: Anlam oluşturmanın üçüncü basamağı iletişim yaklaşımında öğrencilerin kendi aralarında ve öğrenciler ile öğretmen arasındaki iletişim,

- ‘etkileşimli/diyalog ile yapılan’,
- ‘etkileşimsiz/diyalog ile yapılan’,
- ‘etkileşimli/otoriter’,
- ‘etkileşimsiz/otoriter’ kodları ile analiz edilmiştir.

4- Etkileşim modelleri: Etkileşim modellerinde öğretmenin ve öğrencilerin sınıf ortamındaki soru cevap süreçlerinin analizi gerçekleştirilmiştir. Öğretmen konuşmaları ‘başlangıç’, ‘cevap’, ‘değerlendirme’ ve ‘geri bildirim’ kategorileri, öğrenci konuşmaları da ‘başlangıç’ ve ‘cevap’ kategorileri altında toplanmıştır.

- B-C-D etkileşim modeli için ‘başlangıç’, ‘cevap’ ve ‘değerlendirme’ kodları
- B-C-G etkileşim modeli için ‘başlangıç’, ‘cevap’ ve ‘geri bildirim’ kodları
- B-C-G-C-G etkileşim modeli için ‘başlangıç’, ‘cevap’, ‘geri bildirim’, ‘cevap’ ve ‘geri bildirim’ kodları kullanılmıştır.

5- Öğretmen müdahaleleri: Öğretim sürecinde öğretmenin öğretim sürecine ve öğrencilere müdahaleleri anlam oluşturmanın son basamağı olan öğretmen müdahaleleri ile analiz edilmiştir. Öğretim sürecine öğretmen müdahaleleri;

- Fikirleri şekillendirme
- Fikirleri seçme
- Anahtar fikirleri işaretleme
- Fikirleri paylaşma
- Öğrencilerin anlamlarını kontrol etme
- Yeniden gözden geçirme kodları ile analiz edilmiştir.

3.5.3 Yarı-yapılandırılmış Görüşmelerin Nitel Analizi

Yarı-yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen verilerin nasıl analiz edildiğine bu bölümde değinilmiştir.

Görüşmelerden elde edilen verilerin betimsel analizi yapılmıştır. Ses kayıt cihazı ile kaydedilen toplam ikiyüzkırk dakikalık görüşme verisi önce yazıya dökülmüştür. Görüşmelerden elde edilen bu veriler sınıf gözlemlerinden elde edilen verilerin desteklenmesi amacı ile açıklanmış ve yorumlanmıştır. Betimsel analizin özelliklerinden biri olan verilerden doğrudan alıntılara yer verme bu çalışmada da öğrencilerin fikirlerinin belirtmek amacı ile kullanılmıştır. Bu amaçla, öğretim öncesi ve sonrası yapılan görüşmelerde öğrencilerin kavram testinde yer alan sorulara verdikleri cevapların nedenleri ortaya çıkarılmış ve bu veriler bulgularda ilgili yerlerde kullanılmıştır. Öğrencilerin fikirlerinde gerçekleşen değişimlerin gerçekleşme nedenleri öğretim sonrası görüşmelerde sorulan sorular sayesinde ortaya çıkarılmıştır. Öğrenciler bu görüşmeler esnasında kavram testinde yer alan sorular ile

ilgili fikirlerindeki değişimleri ve değişimlerin neden kaynaklandığını belirtmişlerdir. Ayrıca öğretim sonrası görüşmelerde öğrencilere öğretimi etkili bulup bulmadıkları konusunda sorular da yönelmiş ve öğretim hakkında öğrencilerin fikirleri alınmıştır.

Öğretim sonrası elde edilen görüşme verilerinin analizinde Thorley (1990)'ın geliştirdiği 'durum analiz kategorileri' kullanılmıştır (akt. Anıl, 2010). Bu durum analiz kategorileri Hewson ve Hennessey (1991) tarafından da kullanılmıştır. Çizelge 3.17'de durum analiz kategorileri ve bu kategorilerde yer alan durumlar yer almaktadır.

Çizelge 3.17:Durum analiz kategorileri ve açıklamaları

Kavramsal değişim dereceleri	Kavramsal değişimde gerçekleşenler
Anlaşılır	<ul style="list-style-type: none">• Görüntü (çizimler ya da gösterimler, hakkında konuşarak ya da açıklayarak, kavram haritaları kullanarak)• Örnek verme (günlük yaşamından örnek verebilme)• Dil (kendi ifadeleri ile tanımlayabilme)
Mantıklı	<ul style="list-style-type: none">• Diğer bilgi (bilinen ya da inanılan diğer fikirler ve kavramlar ile uyumlu olmalı)• Laboratuvar deneyimi (laboratuvar deneyimleri ve gözlemler ile olan tutarlılık)• Geçmiş deneyimler (kavrama ilişkin geçmişteki yaşananlar)• Bilişsel yapı (bilişsel veriler ile tutarlılık)• Doğa ötesi (nesne ve düşüncelerin ontolojik durumlarına başvurma)• Akla yatkın benzetmeler (diğer kavramlardan faydalanmak)• Gerçek işleyiş (nedensel işleyişten faydalanmak)
Yararlı	<ul style="list-style-type: none">• Güç (kavramı geniş alanlarda kullanma)• Umut verici ifadeler (kavram ile ilgili beklentiler, yeni kavram ile neler yapılabileceği)• Rekabet (kavramları karşılaştırmak)

Görüşmelerde öğrencilerin cevapları bu dereceler kullanılarak kavramsal değişim için analiz edilmiştir. Bu kategoriler kullanılarak Posner vd. (1982) kavramsal değişim kuramlarında yer alan kavramsal değişim için gerekli olan üç maddenin analizi yapılmıştır. Görüşmelerde öğrenciler doğrudan yeni kavramı anlaşılır ya da mantıklı bulduğunu söyleyebilir. Öğrencilerin görüşmelerde sorulara verdikleri cevaplar durum analiz kategorileri kullanılarak analiz edilerek kavramsal değişim için gerekli şartların yerine getirilip getirilmediği ortaya çıkarılmıştır.

3.5.4 Ders Günlüklerinin Nitel Analizi

Her konunun öğretimi sonrasında öğrencilerin bireysel olarak doldurduğu ders günlüklerinden elde edilen verilerin betimsel analizi yapılmıştır. Ders günlüklerinin analizinde öğrencilerin ders ile ilgili belirttikleri görüşleri kategoriler içerisine yerleştirilmiştir. Bu kategoriler oluşturulurken araştırmacı ders günlüklerini tek tek okumuş ve öğrencilerin cevapların yerleştirileceği uygun kategoriler belirlemiştir. Öğrencilerin birbiri ile benzer fikirleri aynı kategori içerisine yerleştirilmiştir. Birbirinden farklı olan fikirler için farklı kategoriler belirlenmiş ve farklı kategoriler içerisine yerleştirilmiştir.

Ders günlükleri öğrencilerin öğretim ile ilgili görüşleri hakkında bilgi vermiştir. Öğrenciler dersin olumlu ve olumsuz gördükleri yönlerini bu ders günlüklerinde belirtmiştir. Ayrıca araştırmacıya öğretimin düzenlenmesi konusunda da önerilerde bulunmuşlardır. Öğretimin etkililiğinin değerlendirilmesinde bu bulgulardan yararlanılmıştır. Eğer öğrencilerde öğretim sonrası kavramsal değişim gerçekleşmemiş ise bu öğrencilerin fikirleri üzerinde öğretimin neden etkili olamadığı hakkında görüşmelerin yanı sıra ders günlüklerinden de çıkarımlarda bulunulmuştur. Öğrencilerde öğretim sonrası kavramsal değişim gerçekleşmedi ise ve eğer öğretimi de yeterince etkili bulmadıysa bu bulgular üzerinde durulmuş ve olası nedenleri yorumlanmıştır.

Yöntem bölümünde ayrıntılı bir şekilde açıklanan toplanan verilerin analizi süreci sonunda elde edilen bulgulara ve bu bulguların yorumlanmasına bir sonraki bölümde ayrıntılı bir şekilde yer verilmektedir.

4. BULGULAR VE YORUM

Bu bölümde öğrencilerin kavram testine verdiği cevapların, kamera ile kaydedilen öğretim sürecinin, öğrenciler ile yapılan yarı-yapılandırılmış görüşmelerin ve ders günlüklerinin analizinden elde edilen bulgulara yer verilmiştir. Kavram testinde yer alan her bir sorunun analizinden elde edilen bulgulara ve bu bulguların yorumlanmasında kullanılan kamera kayıtlarından ve görüşmelerden elde edilen bulgulara sırası ile aşağıda değinilmiştir.

4.1 Kavram Testinin Analizinden Elde Edilen Bulgular

Kavram testinde yer alan beşemanın bu araştırmanın amacına uygun olarak geliştirilen değerlendirme kategorilerine göre analizinden elde edilen bulgulara aşağıda kısaca değinilmektedir. Bu bölümde bu çalışmanın araştırma soruları olan birinci, ikinci ve üçüncü araştırma sorularına cevap aranmıştır. Bölüm 4.1.1, 4.1.2 ve 4.1.3 birinci araştırma sorusu olan “ortaöğretim onbirinci sınıf öğrencilerinin öğretim öncesi ve öğretim sonrası tork kavramına ilişkin sahip olduğu fikirleri nelerdir” araştırma sorusunun araştırılmasına yöneliktir. Bölüm 4.1.4’de ikinci araştırma sorusu olan “ortaöğretim onbirinci sınıf öğrencilerinin öğretim öncesi ve öğretim sonrası açısal momentum kavramına ilişkin sahip olduğu fikirleri nelerdir” araştırma sorusuna ait bulgular yer almaktadır. Bölüm 4.1.5’de üçüncü araştırma sorusu olan “ortaöğretim onbirinci sınıf öğrencilerinin öğretim öncesi ve öğretim sonrası Kepler yasalarına ilişkin sahip olduğu fikirleri nelerdir” araştırma sorusuna ait bulgular yer almaktadır.

4.1.1 Tork Kavramı Temasının Analizinden Elde Edilen Bulgular

Tork kavramı teması ile ilgili kavram testinde yer alan dört sorunun değerlendirme kategorilerine göre birlikte analizinden elde edilen bulgulara aşağıda yer verilmektedir.

Çizelge 4.1:Tork kavramı temasını cevap kategorileri kullanılarak analizinden elde edilen bulgular

Cevap kategorisi	Öğretim öncesi n (%)(Ö.N)	Öğretim sonrası n (%)(Ö.N)
Bilimsel	0	2 (8)(Ö9, 21)
Bilimsel parça	5 (20)(Ö7, 9, 12, 17, 21)	11 (44)(Ö2, 7, 11, 12, 13, 14, 15, Ö16, 17, 18, 23)
Bilimsel parça ile birlikte alternatif parça	1 (4)(Ö11)	3 (12)(Ö5, 10, 20)
Alternatif	6 (24)(Ö1, 4, 5, 19, 22, 25)	4 (16)(Ö4, 22, 24, 25)
Alternatif parça	4 (16)(Ö3, 10, 14, 15)	3 (12)(Ö1, 3, 19)
Anlama yok	9 (36)(Ö2, 6, 8, 13, 16, 18, 20, 23, 24)	2 (8)(Ö6, 8)

Çizelge 4.1’de görüldüğü üzere öğretim öncesi hiçbir öğrenci bilimsel cevabı veremez iken, öğretim sonrası sadece iki öğrenci (Ö9, Ö21) ‘bilimsel cevap’ kategorisinde yer alan cevaplar vermiştir. Bu iki öğrenci öğretim öncesi ‘bilimsel parça’ kategorisinde yer alırken, öğretim sonrası cevapları ‘bilimsel’ cevap kategorisinde yer almıştır.

Öğretim öncesi öğrencilerin %20’sinin cevapları ‘bilimsel parça’ cevap kategorisinde yer alırken, öğretim sonrası bu kategoride yer alan öğrenci oranı %44 olmuştur. Öğretim sonrası öğrencilerin ‘bilimsel parça’ cevap kategorisine giren cevap oranında artış olmuştur. Öğretim öncesi bu kategoride yer alan üç öğrencinin (Ö7, Ö12, Ö17) öğretim sonrası da fikirlerinde değişim olmamış ve bu cevap kategorisine giren cevaplar vermiştir. Öğretim sonrası bu kategoride yer alan öğrenciler öğretim öncesi ‘bilimsel parça ile birlikte alternatif parça’ (Ö11), ‘alternatif parça’ (Ö3) ve ‘anlama yok’ (Ö2, Ö13, Ö16, Ö18, Ö23) cevap kategorilerinde yer almıştır. Öğretim sonrası bu öğrencilerin fikirlerinde değişim

olmuştur. Öğretim öncesi bu öğrenciler herhangi bir bilimsel fikre sahip değil iken, öğretim bu öğrencileri bilimsel cevaplar vermesini sağlamıştır.

Öğretim öncesi ‘bilimsel parça ile birlikte alternatif parça’ cevap kategorisinde yer alan cevap oranı %4 iken, öğretim sonrası bu oran artış göstermiş ve %12’ye yükselmiştir. Öğretim öncesi bu cevap kategorisinde yer alan bir öğrenci (Ö11), öğretim sonrası ‘bilimsel parça’ cevap kategorisine giren cevap vermiştir. Öğretim sonrası ‘Ö11’in cevabındaki alternatif fikirler değişmiş ve öğrenci bilimsel cevabı vermiştir. Öğretim sonrası bu kategoride yer alan üç öğrenci (Ö5, Ö10, Ö20) ise, öğretim öncesi ‘alternatif’ (Ö5), ‘alternatif parça’ (Ö10) ve ‘anlama yok’ (Ö20) cevap kategorilerine giren cevaplar vermiştir. Öğretim sonrası bu öğrenciler bilimsel cevabın yanında sahip oldukları alternatif kavrama ilişkin fikirlerini de sürdürmeye devam etmiştir. Bu üç öğrencinin fikirleri öğretimden etkilenmiş ancak öğretim öncesi sahip oldukları alternatif kavramlara ilişkin fikirlerini tam olarak değiştirememiştir. Bu durum Vosniadou (1994)’ün kavramsal değişim kuramındaki sentez zihinsel modeli ile benzerdir. Sentez zihinsel modelde öğrenciler bilimsel fikrin yanında günlük fikirlerini de devam ettirmektedir. Öğretim bu kategoride yer alan öğrenci sayısında artışa neden olmuştur. Öğretim sonrası öğrenciler bilimsel cevabın yanında alternatif kavrama ilişkin fikirlerini de göstermektedir.

Öğretim öncesi bu temadaki dört soruyada aynı cevabı vererek sahip olduğu alternatif kavrama ilişkin fikir belirten öğrenci oranı %24 iken, öğretim sonrası her soruda aynı alternatif kavrama ilişkin fikir belirten öğrenci oranı %16’ya düşmüştür. Öğretim öncesi ve öğretim sonrası cevaplarında aynı alternatif kavramı kullanmaya devam eden üç öğrenci (Ö4, Ö22, Ö25) olmuştur. Öğretim bu üç öğrencide karşılaşılan alternatif fikirlerin değişiminde etkili olamamıştır. Bu öğrenciler öğretim sonrası alternatif kavramailişkin fikirlerini sürdürmeye devam etmiştir. Öğretim sonrası bu kategoride yer alan bir öğrenci (Ö24) öğretim öncesi görüş belirtmemiştir. Öğretim sonrası bu öğrencide oluşan fikirler alternatif kavram özelliğindedir. Öğretim öncesi bu kategoride yer alan diğer öğrencilerden biri ‘Ö5’ öğretim sonrası ‘bilimsel parça ile birlikte alternatif parça’ cevap kategorisinde, ikisi ‘Ö1’ ve ‘Ö19’ ‘alternatif parça’ cevap kategorisinde yer almıştır. Öğretim sonrası bu öğrencilerin alternatif kavramlarına ilişkin fikirlerinde değişim olmamıştır.

Öğretim öncesi ‘alternatif parça’ cevap kategorisinde öğrencilerin %16’sı yer alırken, öğretim sonrası bu oran %12’ye düşmüştür. Öğretim sonrası bu cevap kategorisinde yer alan üç öğrenciden (Ö1, Ö3, Ö19) biri (Ö3) öğretim öncesinde bu kategoride yer almaktadır. Diğer iki öğrenci (Ö1, Ö19) ise ‘alternatif’ cevap kategorisinde yer almaktadır. Öğretim bu iki öğrencinin öğretim öncesi sahip olduğu alternatif fikrin değişiminde yani kavramsal değişimde etkili olamamıştır. Öğrenciler bütün sorularda sahip olduğu fikri göstermemiş ancak fikrini sürdürmeye devam etmiştir.

Öğrencilerin cevaplarında en büyük değişim ‘anlama yok’ cevap kategorisinde gerçekleşmiştir. Öğretim öncesi öğrencilerin %36’sı bu kategoride yer alırken, öğretim bu oranda azalmaya neden olmuş ve öğretim sonrası öğrencilerin %8’nin cevapları bu kategoride yer almıştır. Öğretim sonrası anlama yok cevap kategorisinde yer alan iki öğrenci (Ö6, Ö8) öğretim öncesi de bu kategoride yer almaktadır. Öğretim öncesi bu kategoride yer alan beş öğrenci (Ö2, Ö13, Ö16, Ö18, Ö23) öğretim sonrası ‘bilimsel cevap’ kategorisinde yer almıştır. Öğretim öncesi bu kavrama ilişkin fikri olmayan bu beş öğrenci öğretim sonrası bilimsel fikirler oluşturmuştur.

Öğretim tork kavramı temasında öğrencilerin genellik ile fikirlerinin değişiminde etkili olmuştur. Öğrencilerin öğretim sonrası verdikleri cevapların yer aldığı kategoriler, öğretim öncesi cevaplarının yer aldığı kategorilere göre daha bilimsel düzeydedir. Ancak öğretim bazı öğrencilerin tork kavramı ile ilgili fikirlerinin değişiminde etkili olamamıştır ve dokuz öğrencinin öğretim öncesi ve öğretim sonrası verdiği cevaplar, aynı cevap kategorisine girmiştir. Öğretimin bu öğrencilerin fikirlerinde değişime neden olamaması öğretimin içeriğine bağlı olabilir.

Aşağıda Çizelge 4.2’de bu temada öğretim öncesi ve öğretim sonrası karşılaşılan alternatif kavramlara yer verilmiştir.

Çizelge 4.2:Tork kavramı temasında öğretim öncesi ve öğretim sonrası öğrencilerde karşılaşılan alternatif kavramlar

Öğretim Öncesi		Öğretim Sonrası	
Alternatif Kavram	n	Alternatif Kavram	n
Eşit büyüklükte kuvvetler cismi döndüremez (mesafenin dikkate alınmadığı durumlarda) (Ö3, Ö22, Ö25)	3	Eşit büyüklükte kuvvetler cismi döndüremez (mesafenin uzaklığın dikkate alınmadığı durumlarda) (Ö22, Ö25)	1
Kuvvetin dönme noktasına mesafesiazaldıkça küçük bir kuvvet ile denge sağlanır (Ö10)	1		
Cisim üzerine etki eden kuvvetlerin büyüklüğü eşit ise daha kısa mesafeden uygulanan kuvvet yönünde döner (Ö4, Ö15, Ö19)	3	Cisim üzerine etki eden kuvvetlerin büyüklüğü eşit ise daha kısa mesafeden uygulanan kuvvet yönünde döner (Ö3, Ö4,Ö19,Ö24)	4
Cisim büyük kuvvetin uygulandığı yöne doğru döner (mesafenin dikkate alınmadığı durumlarda) (Ö1, Ö5, Ö14)	3	Cisim büyük kuvvetin uygulandığı yöne doğru döner (mesafenin dikkate alınmadığı durumlarda) (Ö1)	1

Tork kavramı temasında öğretim öncesi onöğrencide dört farklı alternatif kavram ile karşılaşılrken, öğretimin ardından altı öğrencide üç farklı alternatif kavram ile karşılaşılmıştır. Öğrencilerde karşılaşılan bu fikirlerin alternatif kavram olarak sınıflandırılma nedeni bu bilgilerin bilimsel fikirler ile uyumlu olmamasıdır. Öğrenciler sahip olduğu alternatif fikirlerini bu temada yer alan dört sorunun hepsinde göstermiştir. Öğrenciler bu fikirlerini bütün sorularda göstermedi ise bu tür cevaplar ‘alternatif parça’ cevap kategorisinde yer almıştır.

“Eşit büyüklükte kuvvetler cismi döndüremez” alternatif kavramı ile öğretim öncesi üçöğrencide (Ö3, Ö22, Ö25) karşılaşılmıştır. Öğretim sonrası bu alternatif kavram ile ikiöğrencide (Ö22, Ö25) karşılaşılmaya devam edilmiştir. Bu öğrenciler öğretim öncesinde bu alternatif kavramı göstermektedir ve öğretim bu öğrencilerin alternatif kavrama ilişkin fikirlerinin değişiminde etkili olamamıştır. Öğretim öncesi

bu alternatif kavrama sahip diğer öğrenci (Ö3) öğretim sonrası farklı bir alternatif kavram ile karşımıza çıkmıştır. Öğretim bu alternatif kavrama sahip öğrencilerin fikirlerinin değişimi üzerinde çok etkili olamamış ve yukarıda da belirtildiği gibi bu öğrencilerde öğretim sonrası bu alternatif kavram ile karşılaşılmaya devam edilmiştir. Bu alternatif kavram değişime direnç göstermiştir. Bu tür alternatif kavramların değişimi birçok kavramsal değişim kuramında (Tyson vd., 1997) belirtilen güçlü revizyonu gerekli kılmaktadır.

“Kuvvetin dönme noktasına mesafesi azaldıkça küçük bir kuvvet ile denge sağlanır” alternatif kavramı ile öğretim öncesi sadece bir öğrencide (Ö10) karşılaşmıştır. Öğretim sonrası bu alternatif kavrama rastlanmamıştır. Öğretim ‘Ö10’da karşılaşılan bu alternatif kavrama ilişkin fikirlerin değişimini sağlamıştır diyebiliriz.

“Cisim üzerine etki eden kuvvetlerin büyüklüğü eşit ise daha kısa mesafeden uygulanan kuvvet yönünde döner” alternatif kavramı ile öğretim öncesi üç öğrencide (Ö4, Ö15, Ö19), öğretim sonrası ise dört öğrencide (Ö3, Ö4, Ö19, Ö24) karşılaşmıştır. Öğretim öncesi bu alternatif kavram ile karşılaşılan iki öğrencinin (Ö4, Ö19) öğretim sonrası da bu alternatif kavrama ilişkin fikirlerinde değişim gözlenmemiştir. Öğretim bu öğrencilerin fikirlerindeki değişimde etkili olamamıştır. Alternatif kavram bu öğrencilerde değişime direnç göstermiştir. Öğretim öncesi bu alternatif kavrama sahip diğer öğrenci (Ö15) ise öğretim sonrası ‘bilimsel parça’ cevap kategorisine giren cevaplar vermiştir. Öğretim bu öğrencinin fikirlerinin bilimsel bilgiye doğru değişimini sağlamıştır. Alternatif kavram bu öğrencide değişime direnç göstermemiş ve öğretim öğrencinin fikirlerindeki değişimde etkili olmuştur. Öğretim sonrası ise öğretim öncesinden farklı olan iki öğrencide (Ö3, Ö24) bu alternatif kavram ile karşılaşmıştır. Bu öğrencilerden biri (Ö3) öğretim öncesi farklı bir alternatif kavrama sahip iken, diğeri (Ö24) öğretim öncesi bu kavrama ilişkin görüş bildirmemiştir. Öğretim bu iki öğrencide bu alternatif kavrama ilişkin fikirlerin oluşmasına neden olmuş olabilir. Öğretim öncesi bu alternatif kavram ile karşılaşılmayan öğrencilerde öğretim sonrası bu alternatif kavram ile karşılaşmıştır. Öğretimin içeriği bu alternatif kavramda artışa neden olabilir. Öğretim sırasında torkun, kuvvet ve dönme noktasına olan uzaklığın çarpımı olduğu belirtilmiştir.

Ancak bu alternatif kavrama sahip öğrenciler dönme noktasına olan uzaklığı doğru yapılandıramamıştır.

“Cisim büyük kuvvetin uygulandığı yöne doğru döner” alternatif kavramı ile öğretim öncesi üç öğrencide (Ö1, Ö5, Ö14), öğretim sonrası bir öğrencide (Ö1) karşılaşılmıştır. Öğretim sonrası bu alternatif kavram ile karşılaşılan öğrenci (Ö1) öğretim öncesi de bu alternatif kavrama ilişkin fikirlere sahiptir ve öğretim bu öğrencinin fikirlerinin değişiminde etkili olamamıştır. Öğretim öncesi bu alternatif kavrama sahip diğer iki öğrencinin (Ö5, Ö14) fikirleri üzerinde öğretim etkili olmuştur. Öğretim sonrası ‘Ö5’ Vosniadou (1994)’ün belirttiği gibi sentez zihinsel modeli kullanmıştır. Öğrenci bilimsel bilgisinin yanında alternatif kavrama ilişkin fikrini göstermeye devam etmiştir. Bu öğrenci bilimsel bilginin açıklamasında sahip olduğu alternatif kavrama ilişkin fikrini kullanmıştır. Öğretim sonrası ‘Ö14’ bu alternatif kavrama ilişkin fikrini değiştirmiş ve bilimsel cevabı vermiştir. Bu alternatif kavram genel olarak öğretime direnç göstermemiş ve öğretim öğrencilerin bu alternatif kavrama ilişkin fikirlerinin değişiminde etkili olmuştur. Öğretim sürecinde torkun kuvvet ve dönme noktasına olan uzaklığın çarpımına eşit olduğu belirtilmiş ve öğrenciler cismi döndürmek için sadece kuvvetin yeterli olmadığını kavramıştır.

4.1.2 Tork Kavramında Kuvvetin Doğrultusu Temasının Analizinden Elde Edilen Bulgular

Tork kavramında kuvvetin doğrultusu teması ile ilgili kavram testinde yer alan iki sorunun değerlendirme kategorilerine göre birlikte analizinden elde edilen bulgulara aşağıda yer verilmektedir.

Çizelge 4.3:Tork kavramında kuvvetin doğrultusu temasının cevap kategorileri kullanılarak analizinden elde edilen bulgular

Cevap kategorisi	Öğretim öncesi n (%) (Ö.N)	Öğretim sonrası n (%) (Ö.N)
Bilimsel	0	4 (%16)(Ö2, 7, 9, 18)
Bilimsel parça	3 (%12)(Ö1, 14, 17)	12 (%48)(Ö1, 3, 6, 11, 13, 14, 16, 17, 20, 21, 23, 25)
Bilimsel parça ile birlikte alternatif parça	7 (%28)(Ö7, 9, 11, 20, 22, 23, 25)	6 (%24)(Ö4, 10, 15, 19, 22, 24)
Alternatif	0	0
Alternatif parça	9 (%36)(Ö2, 3, 4, 8, 10, 12, 15, 19, 21)	3 (%12)(Ö5, 8, 12)
Anlama yok	6 (%24)(Ö5, 6, 13, 16, 18, 24)	0

Çizelge 4.3’de görüldüğü üzere tork kavramında kuvvetin doğrultusu temasında yer alan sorularda öğretim öncesi ‘bilimsel’ cevap kategorisinde yer alan öğrenci ile karşılaşmamıştır. Öğretim sonrası öğrencilerin %16’sı bilimsel cevabı vermiştir. Öğretim sonrası bilimsel cevap veren bu dörtöğrenci (Ö2, Ö7, Ö9, Ö18)öğretim öncesi ‘bilimsel parça ile birlikte alternatif parça’ (Ö7, Ö9), ‘alternatif parça’ (Ö2) ve ‘anlama yok’ (Ö18) cevap kategorilerinde yer alan açıklamalar yapmışlardır. Öğretim sonrası bu öğrencilerin fikirleri bilimsel fikirlere doğru değişim göstermiştir. Öğretim bu öğrencilerin fikirlerinin değişiminde etkili olmuştur diyebiliriz. Öğretim ‘Ö7’ ve ‘Ö9’daki alternatif kavramlara ilişkin fikirlerin değişiminde etkili olmuş ve öğretim sonrası bu öğrenciler bilimsel cevaba ilişkin fikirlerini belirtmiştir. ‘Ö2’nin ise öğretim öncesi bu kavrama ilişkin alternatif fikirleri mevcuttur. Öğretim sonrası bu öğrencinin alternatif kavrama ilişkin fikirleri değişmiştir.

Öğretim öncesi öğrencilerin %12’sinin cevapları ‘bilimsel parça’ cevapkategorisinde yer alırken, öğretim sonrası öğrencilerin %48’nin cevapları bu

kategoride yer almıştır. Öğretim sonrası ‘bilimsel parça’ cevap kategorisinde yer alan cevap sayısında artış olmuştur. Öğretim öncesi bu kategoriye giren cevaplar veren üç öğrenci (Ö1, Ö14, Ö17), öğretim sonrası da bu kategoride yer almaya devam etmiş ve fikirlerinde değişim olmamıştır. Öğretim sonrası verdiği cevaplar bu kategoride yer alan öğrenciler arasından öğretim öncesi ‘bilimsel parça ile birlikte alternatif parça’ cevap kategorisinde dört öğrenci (Ö11, Ö20, Ö23, Ö25), ‘alternatif parça’ cevap kategorisinde iki öğrenci (Ö3, Ö21) ve ‘anlama yok’ cevap kategorisinde üç öğrenci (Ö6, Ö13, Ö16) yer almıştır. Öğretim sonrası bu öğrencilerde karşılaşılan alternatif kavramlara ilişkin fikirler değişmiş, fikri olmayan öğrenciler ise bilimsel fikir oluşturmuştur.

‘Bilimsel parça ile birlikte alternatif parça’ cevap kategorisinde öğretim öncesi öğrencilerin %28’i yer alırken, öğretim sonrası bu oran %24’e düşmüştür. Öğretim öncesi bu kategoride yer alan iki öğrenci (Ö7, Ö9) öğretim sonrası ‘bilimsel’ ve dört öğrenci (Ö11, Ö20, Ö23, Ö25) ‘bilimsel parça’ cevap kategorilerinde yer almıştır. Bu öğrenciler öğretim öncesi sentez zihinsel modele sahiptir. Öğretim öncesi bilimsel cevabın yanında cevaplarında alternatif kavrama ilişkin fikirlerini de kullanmaktadırlar. Öğretim bu öğrencilerin alternatif kavrama ilişkin fikirlerinde değişim sağlamış ve öğretim sonrası öğrenciler bilimsel bilgiyi kullanmıştır. Öğretim öncesi ve öğretim sonrası bu cevap kategorisine giren cevap veren öğrenci sayısı sadece bir (Ö22) olmuştur. Öğretim sonrası bu cevap kategorisinde yer alan üç öğrenci (Ö4, Ö10, Ö19) öğretim öncesi ‘alternatif parça’ cevap kategorisinde yer almaktadır. Öğretim bu öğrencinin bilimsel bilgiyi öğrenmesini sağlamıştır ancak öğrenci sahip olduğu alternatif kavrama ilişkin fikrini değiştirmemiştir. Öğretim sonrası fikrini açıklamada sahip olduğu alternatif kavramı kullanmaya devam etmiştir. Öğretim sonrası bu kategoride yer alan bir öğrenci (Ö24) öğretim öncesi ‘anlama yok’ cevap kategorisinde yer alan cevap vermiştir.

Öğretim öncesi ve öğretim sonrası hiçbir öğrenci bu temadaki bütün sorularda aynı alternatif kavramı göstermemiştir. Bu nedenle öğretim öncesi ve öğretim sonrası ‘alternatif’ cevap kategorisinde yer alan öğrenci olmamıştır.

‘Alternatif parça’ cevap kategorisinde öğretim öncesi öğrencilerin %36’sının verdiği cevaplar yer alırken, öğretim sonrası bu oran %12’ye düşmüştür. Öğretim sonrası bu kategoride yer alan cevaplar veren üç öğrenciden ikisi (Ö8, Ö12) öğretim

öncesi de bu kategoride yer alan cevaplar vermiştir. Diğer öğrenci (Ö5) ise öğretim öncesi herhangi bir görüş belirtmemiştir. Öğretim öncesi bu öğrencinin bu kavrama ilişkin herhangi bir fikri yok iken, öğretim bu öğrencide alternatif kavram oluşmasına neden olmuştur. Ancak bu öğrenci bu alternatif kavrama ilişkin fikrini bütün sorularda kullanmamıştır. Öğretim öncesi bu kategoride yer alan yedi öğrenci (Ö2, Ö3, Ö4, Ö10, Ö15, Ö19, Ö21) öğretim sonrası fikirlerini değiştirmiş ve bu kavrama ilişkin bilimsel bilgiyi öğrenmiştir. Bu öğrencilerden ikisi (Ö4, Ö10) bilimsel bilgi ile birlikte sahip oldukları alternatif kavramları sürdürmeye devam etmiştir. Bu iki öğrenci sentez zihinsel modelde kalmıştır.

Öğretim öncesi öğrencilerin %24'ü 'anlama yok' cevap kategorisinde yer alırken, öğretim sonrası bu kategoride yer alan öğrenci olmamıştır. Öğretim sonrası bu kavrama ilişkin görüş belirtmeyen öğrenci olmamıştır. Öğretim öncesi bu kategoride yer alan 'Ö5' haricindeki bütün öğrenciler öğretim sonrası bu kavrama ilişkin bilimsel cevap vermiştir. Öğretim öncesi bu kategoride yer alan 'Ö18' öğretim sonrası 'bilimsel' cevap kategorisinde yer almıştır. 'Ö6', 'Ö13' ve 'Ö16' öğretim sonrası 'bilimsel parça' cevap kategorisinde yer almıştır. Öğretim sonrası bu öğrenciler bilimsel bilgiyi oluşturmuştur.

Öğretim, tork kavramında kuvvetin doğrultusu temasında yer alan öğrencilerin fikirlerinin değişiminde genel olarak etkili olmuştur. Genellikle öğretim sonrası öğrenciler bilimsel cevaplar vermiş ve cevapları öğretim öncesine göre daha bilimsel kategorilerde yer almıştır. Toplamda altı öğrencinin cevaplarında öğretim sonrası değişim olmamış ve öğretim öncesi sahip oldukları fikirlerini sürdürmeye devam etmiştir.

Aşağıda Çizelge4.4'de bu temada öğretim öncesi ve öğretim sonrası öğrencilerde karşılaşılan alternatif kavramlara yer verilmiştir.

Çizelge 4.4:Tork kavramında kuvvetin doğrultusu temasında öğretim öncesi ve öğretim sonrası öğrencilerdekarşılaşılan alternatif kavramlar

Öğretim Öncesi		Öğretim Sonrası	
Alternatif Kavram	n	Alternatif Kavram	n
Uygulandığı açı ile cismin merkezine en uzak olan kuvvetler cismi döndürebilir. (Ö3, Ö15,Ö19)	3	Cisme uygulanan eşit büyüklükteki kuvvetler cismi dengelenmediğinden hiçbir kuvvet cismi döndüremez (mesafenin dikkate alınmadığı durumlarda). (Ö5)	1
Tabana dik uygulanan kuvvetlercismi döndüremez. Birbirine dik uygulanan kuvvetlerden birbirini dengelemeyen kuvvetler cismi döndürebilir. (Ö4)	1		
Cisme belli bir büyüklükte açı ile uygulanan kuvvet cismi daha çok döndürür. (Ö2, Ö8, Ö10, Ö12)	4	Cisme belli bir büyüklükte açı ile uygulanan kuvvet cismi daha çok döndürür. (Ö8, Ö12)	2

Tork kavramında kuvvetin doğrultusu temasında öğretim öncesi sekiz öğrencide üç farklı alternatif kavram ile karşılaşılrken, öğretim sonrası üç öğrencide iki farklı alternatif kavram ile karşılaşılmıştır. Öğrencilerin bu temada bilimsel bilgiler ile uyumlu olmayan fikirlerinin alternatif kavram olarak sınıflandırılmasının nedeni bu temada yer alan iki soruda da öğrencilerin aynı alternatif kavrama ilişkin cevabı vermesidir. Öğrencilerin fikirleri bilimsel bilgiler ile uyumlu olmadığı için ve bütün sorularda bu fikri gösterdikleri için bu fikirler alternatif kavram olarak sınıflandırılmıştır. Öğrenciler bu alternatif kavramlara ilişkin verdiği cevabı bütün sorularda göstermiyor ise ‘alternatif parça’ cevap kategorisinde yer almıştır.

“Uygulandıkları açı ile cismin merkezine en uzak olan kuvvetler cismi döndürebilir” alternatif kavramı ile öğretim öncesi üç öğrencide (Ö3, Ö15, Ö19) karşılaşılmıştır. Öğretim sonrası ‘Ö3’ bu kavrama ilişkin bilimsel cevap vermiştir. Öğretim bu öğrencinin sahip olduğu alternatif kavrama ilişkin fikirlerini değiştirmesinde etkili olmuştur. Öğretim sonrası ‘Ö15’ ve ‘Ö19’ bilimsel bilginin yanında cevaplarının açıklamalarında sahip oldukları alternatif kavrama ilişkin

fikirlerinde kullanmıştır. Vosniadou (1994)'ün kavramsal değişim kuramına göre bu iki öğrenci öğretim öncesi günlük zihinsel modelde iken, öğretim sonrası sentez zihinsel modelde yer almıştır.

“Tabana dik uygulanan kuvvetler cismi döndüremez. Birbirine dik uygulanan kuvvetlerden birbirini dengelemeyen kuvvetler cismi döndürebilir” alternatif kavramı öğretim öncesi bir öğrencide (Ö4) karşılaşılmıştır. Öğretim bu öğrencinin fikrinde değişime neden olmuş ve öğretim sonrası bu öğrencide bu alternatif kavram ile karşılaşılmamıştır.

“Cisme belli bir büyüklükte açı ile uygulanan kuvvet cismi daha çok döndürür” alternatif kavramı ile öğretim öncesi dört öğrencide (Ö2, Ö8, Ö10, Ö12), öğretim sonrası iki öğrencide (Ö8, Ö12) karşılaşılmıştır. Öğretim bu alternatif kavram ile karşılaşılan iki öğrencinin (Ö8, Ö12) fikirleri üzerinde etkili olmamıştır. Öğretim öncesi bu alternatif kavrama ilişkin fikirlere sahip bir öğrenci (Ö2) öğretim sonrası bilimsel cevabı vermiştir. Öğretim bu öğrencinin fikirlerinin değişimde etkili olmuştur. ‘Ö10’ ise öğretim sonrası bilimsel cevabın yanında cevabının açıklamasında alternatif kavramı kullanmıştır. Bu öğrenci Vosniadou (1994)'ün kavramsal değişim kuramına göre öğretim öncesi günlük zihinsel modelde iken, öğretim sonrası sentez zihinsel modelde yer almıştır. Öğretim sonrası bu alternatif kavrama sahip sadece bir öğrenci fikrini değiştirmiştir. Diğer bir öğrencide bilimsel bilginin yanında bu alternatif kavrama ilişkin fikir görülmeye devam etmiştir. İki öğrencinin ise fikirlerinde değişim olmamıştır. Buradan hareket ile bu alternatif kavram değişime dirençli diyebiliriz.

“Cisme uygulanan eşit büyüklükteki kuvvetler cismi dengelendiğinden hiçbir kuvvet cismi döndüremez” alternatif kavramı ile öğretim öncesi karşılaşılmamıştır. Öğretim sonrası ise bir öğrenci (Ö5) bu alternatif kavrama ilişkin görüş belirtmiştir. Bu öğrenci öğretim öncesi bu kavrama ilişkin fikir belirtmemiştir. Öğretim bu öğrencide bu alternatif kavrama ilişkin fikirlerin oluşmasına neden olmuştur diyebiliriz.

4.1.3 Torkun Yönünü Belirleme Temasının Analizinden Elde Edilen Bulgular

Torkun yönünü belirleme teması ile ilgili kavram testinde yer alan iki sorunun değerlendirme kategorilerine göre birlikte analizinden elde edilen bulgulara aşağıda yer verilmektedir.

Çizelge 4.5:Torkun yönünü belirleme temasının cevap kategorileri kullanılarak analizinden elde edilen bulgular

Cevap kategorisi	Öğretim öncesi n (%)(Ö.N)	Öğretim sonrası n (%)(Ö.N)
Bilimsel	0	1 (%4)(Ö18)
Bilimsel parça	6 (%24)(Ö3, 4, 9, 14, 15, 23)	13 (%52)(Ö1, 2, 4, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 19, 20, 23)
Bilimsel parça ile birlikte alternatif parça	9 (%36)(Ö1, 5, 7, 8, 10, 12, 16, 17, 20)	8 (%32)(Ö3, 5, 6, 7, 10, 16, 21, 22)
Alternatif	0	1 (%4)(Ö8)
Alternatif parça	6 (%24)(Ö2, 11, 13, 19, 22, 25)	1 (%4)(Ö25)
Anlama yok	4 (%16)(Ö6, 18, 21, 24)	1 (%4)(Ö24)

Çizelge4.5’de de görüldüğü üzere, torkun yönünü belirleme temasında öğretim öncesi ‘bilimsel’ cevap kategorisinde yer alan cevaplar ile karşılaşmamıştır. Öğretim sonrası sadece bir öğrenci (Ö18) bu temada yer alan her iki soruda da tam olarak doğru cevabı verebilmiştir. Bu öğrenci öğretim öncesi bu kavrama ilişkin görüş belirtmemiştir. Öğretim bu öğrencinin bilimsel fikirler oluşturmasını sağlamıştır.

‘Bilimsel parça’ cevap kategorisinde öğretim öncesi öğrencilerin %24’nün verdiği cevaplar yer alırken, öğretim sonrası bu oran %52’ye yükselmiştir. Öğretim

öncesi bu kategoride yer alan cevap veren beş öğrencinin (Ö4, Ö9, Ö14, Ö15, Ö23) öğretim sonrası fikirlerinde değişim olmamıştır. Öğretim sonrası bu cevap kategorisinde yer alan dört öğrenci (Ö1, Ö12, Ö17, Ö20) öğretim öncesi ‘bilimsel parça ile birlikte alternatif parça’ cevap kategorisinde yer almıştır. Bu öğrenciler öğretim öncesi cevaplarında alternatif kavramlar kullanmıştır. Öğretim sonrası öğrencilerde karşılaşılan bu alternatif kavramlara ilişkin fikirler değişmiştir. Öğretim öncesi ‘alternatif parça’ cevap kategorilerinde yer alan dört öğrencinin (Ö2, Ö11, Ö13, Ö19) fikirleri bilimsel bilgiye doğru değişim göstermiştir. Öğretim öncesi bu öğrencilerde karşılaşılan alternatif kavramlar ile öğretim sonrası karşılaşılmamıştır.

‘Bilimsel parça ile birlikte alternatif parça’ cevap kategorisinde öğretim öncesi öğrencilerin %36’sının verdiği cevaplar yer alırken, öğretim sonrası bu oran biraz azalmış ve öğrencilerin %32’sinin cevapları bu kategoride yer almıştır. Öğretim öncesi bu kategoride yer alan cevaplar veren dört öğrencinin (Ö5, Ö7, Ö10, Ö16) öğretim sonrası fikirlerinde değişim olmamıştır. Öğretim sonrası bu kategoriye giren cevap veren bir öğrenci (Ö3) öğretim öncesi ‘bilimsel parça’, bir öğrenci (Ö22) ‘alternatif parça’ ve iki öğrenci (Ö6, Ö21) ‘anlama yok’ cevap kategorilerinde yer alan cevaplar vermiştir. Öğretim sonrası bu öğrencilerin fikirleri değişmiştir. Ancak öğrencilerin fikirleri her zaman doğru cevaplara doğru değişim göstermemiştir. Öğretim öncesi ‘bilimsel parça’ cevap kategorisinde yer alan cevaplar veren bir öğrencinin (Ö3) cevaplarında öğretim sonrası alternatif kavramlar ile karşılaşılmıştır. ‘Ö22’ öğretim öncesi alternatif fikre sahip iken, öğretim sonrası bu alternatif kavrama ilişkin fikri ile birlikte bilimsel cevabı kullanmıştır.

‘Alternatif’ cevap kategorisinde öğretim öncesi öğrencilerin hiçbiri yer almaz iken, öğretim sonrası bir öğrenci (Ö8) bu kategoride yer almıştır. Öğretim sonrası bu kategoride yer alan ‘Ö8’, öğretim öncesi ‘bilimsel parça ile birlikte alternatif parça’ cevap kategorisinde yer almıştır. Öğretim sonrası bu öğrencide öğretim öncesi karşılaşılan alternatif kavrama ilişkin fikirler güçlenmiş ve öğrenci öğretim sonrası bütün cevaplarında bu alternatif kavrama ilişkin fikirlerini kullanmıştır.

‘Alternatif parça’ cevap kategorisinde öğretim öncesi öğrencilerin cevaplarının %24’ü yer alırken, öğretim sonrası bu oranda düşüş gerçekleşmiş ve %4’e inmiştir. Öğretim öncesi bu kategoride yer alan cevaplar veren altı öğrenciden (Ö2, Ö11, Ö13, Ö19, Ö22, Ö25) bir öğrencinin (Ö25) fikirlerinde öğretim sonrası

değişim olmamıştır. Öğretim öncesi bu kategoride yer alan dört öğrenci (Ö2, Ö11, Ö13, Ö19) öğretim sonrası ‘bilimsel parça’ cevap kategorisinde yer almıştır. Öğretim sonrası bu öğrencilerin fikirleri bilimsel bilgiye doğru değişmiştir. Bir öğrenci (Ö22) öğretim sonrası ‘bilimsel parça ile birlikte alternatif parça’ cevap kategorisine giren cevaplar vermiştir. Bu öğrenci günlük zihinsel modelden sentez zihinsel modele geçmiştir. Öğretim sonrası bu öğrenci bilimsel cevabıyanında alternatif kavrama ilişkin fikirlerini de kullanmıştır.

‘Anlama yok’ cevap kategorisinde öğretim öncesi dört öğrenci (Ö6, Ö18, Ö21, Ö24) yer alırken, öğretim sonrası bu öğrencilerden ikisi (Ö6, Ö21) ‘bilimsel parça ile birlikte alternatif parça’ cevap kategorisine giren cevaplar verirken, bir öğrenci (Ö18) ‘bilimsel’ cevap kategorisinde yer alan cevaplar vermiştir. Diğer öğrenci (Ö24) ise öğretim sonrası bu cevap kategorisinde kalmaya devam etmiştir. Öğretim bu öğrencinin (Ö24) bu kavrama ilişkin fikir oluşturmasında etkili olamamıştır.

Yukarıda verilen bulgular doğrultusunda, öğretim bu tema için öğrencilerin yarısından fazlasının (%56) fikirlerinin değişiminde etkili olmuştur diyebiliriz. Öğretim sonrası öğrencilerin cevapları genellikle doğru cevaplara doğru değişim gösterirken, bazı öğrencilerin fikirlerinde değişim olmamıştır ve az sayıda öğrenci de öğretim sonrası alternatif kavramlar ile karşılaşmıştır. Öğretim öncesi ve öğretim sonrası onbiröğrencinin cevaplarının yer aldığı kategoriler değişmemiştir. İkiöğrencide öğretim öncesi alternatif kavramlar ile karşılaşılmaz iken, öğretim sonrası bu öğrenciler cevaplarında alternatif kavramlar kullanmıştır. Biröğrenci ise öğretim öncesi bilimsel cevap ile birlikte alternatif kavrama sahip iken, öğretim bu öğrencinin alternatif kavramını desteklemiş ve öğretim sonrası öğrenci cevaplarında bu alternatif kavramı kullanmaya başlamıştır.

Aşağıda Çizelge 4.6’da bu temada öğretim öncesi ve öğretim sonrası karşılaşılan alternatif kavramlara değinilmiştir.

Çizelge 4.6:Torkun yönünü belirleme temasında öğretim öncesi ve öğretim sonrası öğrencilerde karşılaşılan alternatif kavramlar

Öğretim Öncesi		Öğretim Sonrası	
Alternatif Kavram	n	Alternatif Kavram	n
Civatalar üzerindeki dalgaların yönünde çevrildiğinde çıkar (Ö2, Ö13)	2	Sağ el kuralına göre civata saat yönünde çevrildiğinde çıkarılır (Ö8, Ö25)	2
Vida ve civatalar sola çevrildiğinde çıkarılır (Ö11, Ö19, Ö22, Ö25)	4		

Torkun yönünü belirleme temasında öğretim öncesi altı öğrencide iki farklı alternatif kavram ile karşılaşılırken, öğretim sonrası iki öğrencide bir alternatif kavram ile karşılaşmıştır. Çizelge 4.6’da alternatif kavram olarak sınıflandırılan fikirler bilimsel bilgiler ile uyumlu değildir. Öğrenciler bu fikirlerini bu temada yer alan her iki soruda da göstermiştir. Bu nedenle bu fikirler alternatif kavram olarak sınıflandırılmıştır.

“Civatalar üzerindeki dalgaların yönünde çevrildiğinde çıkar” alternatif kavramı ile öğretim öncesi iki öğrencide (Ö2, Ö13) karşılaşmıştır. Öğretim sonrası bu öğrencilerin fikirleri değişmiştir. Öğretim sonrası bu alternatif kavrama ilişkin fikirler ile karşılaşmamıştır. Bu alternatif kavram değişime dirençli değildir ve öğretim bu alternatif kavram üzerinde etkili olmuştur.

“Vida ve civatalar sola çevrildiğinde çıkarılır” alternatif kavramı ile öğretim öncesi dört öğrencide (Ö11, Ö19, Ö22, Ö25) karşılaşılırken, öğretim sonrası bu alternatif kavram ile karşılaşmamıştır. Öğretim öğrencilerin fikirlerinde değişime yol açmıştır. Bu alternatif kavram değişime karşı dirençli değildir. Öğretim öncesi bu alternatif kavrama sahip bir öğrenci (Ö25) öğretim sonrası “Sağ el kuralına göre civata saat yönünde çevrildiğinde çıkarılır” alternatif kavramına ilişkin görüş belirtmiştir. Öğretim bu öğrencide sahip olduğu alternatif kavrama ilişkin fikrini açıklamada öğrendiği bilimsel bilgiyi kullanmasına neden olmuştur. Bu alternatif kavram öğretimden etkilenmiş ve öğretim öğrencide bu alternatif kavramın ortaya çıkmasına neden olmuştur. Bu öğrenci alternatif kavrama ilişkin fikrini açıklamada

bilimsel bilgiyi kullanmıştır. Öğretim sonrası benzer şekilde bir öğrenci (Ö8) “Sağ el kuralına göre civata saat yönünde çevrildiğinde çıkarılır” alternatif kavramını göstermiştir. Öğretim öğrencilerin fikirlerinin değişiminde etkili olmuştur ancak iki öğrenci (Ö8, Ö25) öğretim sonrası öğrendikleri bilimsel bilgiyi alternatif kavramlarını açıklamada kullanmıştır.

4.1.4 Açısal Momentumun Korunumu Temasının Analizinden Elde Edilen Bulgular

Açısal momentumun korunumu teması ile ilgili kavram testinde yer alan iki sorunun değerlendirme kategorilerine göre birlikte analizinden elde edilen bulgulara aşağıda kısaca değinilmiştir.

Çizelge 4.7:Açısal momentumun korunumu temasının cevap kategorileri kullanılarak analizinden elde edilen bulgular

Cevap kategorisi	Öğretim öncesi n (%)(Ö.N)	Öğretim sonrası n (%)(Ö.N)
Bilimsel	0	1 (%4)(Ö17)
Bilimsel parça	0	16 (%64)(Ö1, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 20, 21, 23, 25)
Bilimsel parça ile birlikte alternatif parça	3 (%12)(Ö9, 14, 20)	3 (%12)(Ö2, 4, 9)
Alternatif	4 (%16)(Ö2, 5, 17, 19)	0
Alternatif parça	14 (%56)(Ö1, 3, 4, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 21, 23)	4 (%16)(Ö3, 8, 19, 24)
Anlama yok	4 (%16)(Ö18, 22, 24, 25)	1 (%4)(Ö22)

Çizelge 4.7’de görüldüğü üzere, öğretim öncesi ‘bilimsel’ cevap kategorisine giren cevaplar ile karşılaşılmaz iken, öğretim sonrası sadece bir öğrencide (Ö17) doğru cevap ile karşılaşmıştır. Öğretim sonrası bilimsel cevabı veren öğrenci öğretim öncesi ‘alternatif’ cevap kategorisinde yer alan cevaplar vermiştir. Öğretim bu öğrencinin alternatif kavramları üzerinde etkili olmuş ve öğretim sonrası öğrencide karşılaşılan alternatif kavramlara ilişkin fikirler bilimsel bilgilerle değişmiştir.

Öğretim öncesi ‘bilimsel parça’ cevap kategorisine giren cevaplar ile karşılaşılmaz iken, öğretim sonrası öğrencilerin %64’nün cevapları bu kategori içerisinde yer almıştır. ‘Bilimsel parça’ cevap kategorisinde öğretim sonrası çok büyük oranda bir artış olmuş ve öğretim sonrası en sık karşılaşılan cevap kategorisi olmuştur. Öğretim sonrası bu cevap kategorisinde yer alan iki öğrenci (Ö14, Ö20) öğretim öncesi ‘bilimsel parça ile birlikte alternatif parça’, bir öğrenci (Ö5) ‘alternatif’, onbir öğrenci (Ö1, Ö6, Ö7, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö15, Ö16, Ö21, Ö23) ‘alternatif parça’ ve iki öğrenci (Ö18, Ö25) ‘anlama yok’ cevap kategorilerine giren cevaplar vermiştir. Bu öğrencilerin fikirleri öğretim sonrası değişmiştir. Öğretim öncesi alternatif fikirlere sahip öğrencilerin fikirleri öğretim sonrası bilimsel fikirlere doğru değişmiştir. Öğretim öncesi bu kavrama ilişkin fikri olmayan öğrenciler öğretim sonrası bilimsel fikir oluşturmuştur.

‘Bilimsel parça ile birlikte alternatif parça’ cevap kategorisine giren cevap oranında öğretim öncesi ve öğretim sonrası değişim olmamış ve bu oran %12 olmuştur. Öğretim öncesi ve öğretim sonrası bir öğrenci (Ö9) fikrini değiştirmemiş ve bu kategoriye giren cevaplar vermiştir. Öğretim öncesi bu kategoride yer alan diğer iki öğrenci (Ö14, Ö20) öğretim sonrası ‘bilimsel parça’ cevap kategorisinde yer almıştır. Öğretim sonrası bu öğrencilerin sahip olduğu alternatif kavrama ilişkin fikirlerinde değişim olmuştur ve bilimsel cevabı vermişlerdir. Öğretim sonrası bu kategoride yer alan bir öğrenci (Ö2) öğretim öncesi ‘alternatif’ ve bir öğrenci (Ö4) ‘alternatif parça’ cevap kategorilerinde yer alan cevaplar vermiştir. Öğretim öncesi bu kategorilerde yer alan öğrenciler öğretim sonrası bilimsel cevabın yanında sahip oldukları alternatif kavramları kullanmıştır. Bu öğrenciler öğretim sonrası sentez zihinsel modelde yer almaktadır. Bu kategoride yer alan cevap oranı öğretim öncesi

ve öğretim sonrası aynı olmasına rağmen, bu kategoride yer alan öğrenciler değişmiştir.

‘Alternatif’ cevap kategorisinde öğretim öncesi öğrencilerin %16’sının verdiği cevaplar yer alırken, öğretim sonrası hiçbir öğrencide bütün sorularda aynı alternatif kavram ile karşılaşılmamıştır. Öğretim öncesi alternatif kavramlara sahip öğrencilerden ikisinde (Ö2, Ö19) öğretim sonrası alternatif kavramlar görülmeye devam etmiş, bu alternatif kavramları öğrenciler bütün sorularda kullanmamıştır. Diğer iki öğrenci (Ö5, Ö17) öğretim sonrası bilimsel cevabı vermiştir. Öğretim sonrası bu öğrencilerin alternatif kavramlara ilişkin fikirleri bilimsel fikirlere doğru değişmiştir.

Öğretim öncesi öğrencilerde en sık karşılaşılan cevap kategorisi ‘alternatif parça’ cevap kategorisi olmuştur ve öğrencilerin %56’sının verdiği cevaplar bu kategoride yer almıştır. Bu öğrenciler bu kavrama ilişkin alternatif kavrama sahiptir ancak bu alternatif kavramı bütün cevaplarında kullanmamışlardır. Öğretim sonrası bu kategoriye giren cevap oranı azalmış ve %16’ya gerilemiştir. Öğretim sonrası bu kategoride yer alan dört öğrenciden ikisi (Ö3, Ö8) öğretim öncesi de bu kategoride yer alan cevaplar vermiştir. Diğer öğrencilerden biri (Ö24) öğretim öncesi ‘anlama yok’ cevap kategorisinde yer almıştır. Öğretim sonrası bu öğrencide alternatif kavrama ilişkin fikirler ortaya çıkmıştır. Diğer öğrenci öğretim öncesi (Ö19) ‘alternatif’ cevap kategorisinde yer almaktadır. Öğretim öncesi verdiği cevap ‘alternatif’ cevap kategorisinde yer alan öğrenci öğretim sonrası bu alternatif kavramı göstermiş ancak bütün sorularda bu alternatif kavrama ilişkin fikrini kullanmamıştır.

‘Anlama yok’ cevap kategorisinde öğretim öncesi öğrencilerin %16’sının verdiği cevaplar yer alırken, öğretim sonrası bu oran azalmış ve %4 olmuştur. Öğretim sonrası bu kategoride yer alan öğrenci (Ö22) öğretim öncesi de bu kavrama ilişkin görüş belirtmemiştir. Bu öğrenci de öğretim öncesi olduğu gibi öğretim sonrası da bu kavrama ilişkin fikir oluşmamıştır. Öğretim öncesi bu kategoride yer alan cevap veren iki öğrenci (Ö18, Ö25) öğretim sonrası ‘bilimsel parça’ cevap kategorisinde yer almıştır. Öğretim bu öğrencilerde bilimsel fikirlerin oluşmasını sağlamıştır. Bir öğrenci (Ö24) öğretim sonrası ‘alternatif parça’ kategorisinde yer

alan cevaplar vermiştir. Öğretim bu öğrencide bilimsel gerçekler ile uyumlu olmayan alternatif fikirlerin oluşmasına yol açmıştır.

Öğretim açısal momentumun korunumu temasında öğrencilerin fikirleri üzerinde etkili olmuştur. Öğretim öncesi öğrencilerde ‘bilimsel’ ve ‘bilimsel parça’ cevap kategorilerine giren cevaplar ile karşılaşılmamıştır. Öğretim öncesi en sık karşılaşılan cevap kategorisi ‘alternatif parça’ cevap kategorisi iken, öğretim sonrası ‘bilimsel parça’ cevap kategorisi olmuştur. Öğrencilerde karşılaşılan alternatif kavramlar ile öğretim sonrası da karşılaşılmamıştır. Öğretim öncesi ve öğretim sonrası sadece dört öğrenci (Ö3, Ö8, Ö9, Ö22) aynı cevabı vermiştir ve öğretim bu dört öğrencinin fikirlerinin değişimi üzerinde etkili olamamıştır. Diğer bütün öğrenciler öğretim sonrası öğretim öncesine göre bilimsel cevaplar vermiştir.

Aşağıda Çizelge4.8’de açısal momentumun korunumu temasında öğretim öncesi ve öğretim sonrası karşılaşılan alternatif kavramlara yer verilmiştir.

Çizelge 4.8:Açısal momentumun korunumu temasında öğretim öncesi ve öğretim sonrası öğrencilerde karşılaşılan alternatif kavramlar

Öğretim Öncesi		Öğretim Sonrası	
Alternatif Kavram	n	Alternatif Kavram	n
Dönerken kollarını açıp kapatmak dengeyi sağlar (Ö3, Ö4, Ö7, Ö10, Ö11, Ö12, Ö23)	7	Dönerken kollarını açıp kapatmak dengeyi sağlar. (Ö3, Ö19, Ö24)	3
Dönerken kollarını açıp kapatmak hava basıncını azaltır. (Ö1, Ö2, Ö6, Ö13, Ö15, Ö16, Ö21)	7		
Dönerken kollarını açıp kapatmak hava sürtünmesini azaltıp kolay hareket etmeyi sağlar. (Ö5, Ö17, Ö19)	3	Dönerken kollarını açıp kapatmak daha ileriye atlayabilmeyi sağlar. (Ö8)	1
Dönerken kollarını açıp kapatmak daha ileriye atlayabilmeyi sağlar. (Ö8)	1		

Açısal momentumun korunumu temasında öğretim öncesi onsekiz öğrencide dört farklı alternatif kavram ile karşılaşılrken, öğretim sonrası toplam dör öğrencide iki farklı alternatif kavram ile karşılaşılmıştır. Öğretim hem karşılaşılan alternatif kavramların çeşidinde hem de karşılaşıma sıklığında azalmaya neden olmuştur. Öğrencilerde karşılaşılan bilimsel bilgiler ile uyumlu olmayan fikirler alternatif kavram olarak sınıflandırılmıştır. Öğrenciler bu fikirlerini açısal momentumun korunumu ile ilgili her iki soruda da göstermiştir.

“Dönerken kollarını açıp kapatmak dengeyi sağlar” alternatif kavramı ile öğretim öncesi yedi öğrencide (Ö3, Ö4, Ö7, Ö10, Ö11, Ö12, Ö23) karşılaşılrken, öğretim sonrası bu alternatif kavram ile üç öğrencide (Ö3, Ö19, Ö24) karşılaşılmıştır. Öğretim öncesi bu alternatif kavram ile karşılaşılan öğrencilerden biri (Ö3) öğretim sonrasında bu alternatif kavrama ilişkin fikrini sürdürmüştür. Öğretim bu öğrencinin bu alternatif kavrama ilişkin fikrinde değişime neden olamamıştır. Öğretim sonrası bu alternatif kavrama ilişkin fikirler ile karşılaşılan öğrencilerden biri (Ö24) öğretim öncesi bu kavrama ilişkin herhangi bir alternatif kavrama sahip değildir. Öğretim sonrası bu öğrencide bu alternatif kavrama ilişkin fikirler oluşmuştur. Öğretim sonrası bu alternatif kavram ile karşılaşılan diğer öğrenci (Ö19) öğretim öncesi bu kavrama ilişkin farklı bir alternatif kavrama sahiptir. Öğretim öncesi bu alternatif kavrama sahip diğer öğrencilerin fikirleri üzerinde öğretim etkili olmuş ve öğretim sonrası bu öğrencilerde bu alternatif kavrama ilişkin fikirler ile karşılaşılmamıştır. Bu alternatif kavram öğretime dirençli değildir ancak öğretiminde bu alternatif kavrama neden olduğu görülmüştür.

“Dönerken kollarını açıp kapatmak hava basıncını azaltır” alternatif kavramı ile öğretim öncesi yedi öğrencide (Ö1, Ö2, Ö6, Ö13, Ö15, Ö16, Ö21) karşılaşılmıştır. ‘Ö2’ öğretim sonrası ‘bilimsel parça ile birlikte alternatif parça’ cevap kategorisinde yer almıştır. Bu öğrenci bilimsel bilginin yanında cevaplarının açıklamalarında alternatif kavrama ilişkin fikirlerini kullanmaya devam etmiştir. Bu öğrenci öğretim sonrası sentez zihinsel modelinde yer almıştır. Öğretim sonrası diğer altı öğrencinin fikirleri değişmiş ve bu alternatif kavram ile öğretim sonrası karşılaşılmıştır. Bu alternatif kavram değişime dirençli değildir. Öğretim bu alternatif kavrama ilişkin fikirlerin değişiminde etkili olmuştur.

“Dönerken kollarını açıp kapatmak hava sürtünmesini azaltıp kolay hareket etmeyi sağlar ” alternatif kavramı ile öğretim öncesi üç öğrencide (Ö5, Ö17, Ö19) karşılaşılmış ve öğretim sonrası bu öğrencilerin fikirleri değişmiştir. Öğretim sonrası bu alternatif kavram ile karşılaşılmamıştır. Bu alternatif kavram değişime dirençli değildir.

“Dönerken kollarını açıp kapatmak daha ileriye atlayabilmeyi sağlar” alternatif kavramı ile öğretim öncesi ve öğretim sonrası aynı öğrencide (Ö8) karşılaşılmıştır. Öğretim bu öğrencinin fikirleri üzerinde etkili olamamış ve bu öğrencide öğretim sonrası bu alternatif kavrama ilişkin fikirler görülmeye devam etmiştir.

4.1.5 Kepler Yasaları Temasının Analizinden Elde Edilen Bulgular

Kepler yasaları teması ile ilgili iki sorunun değerlendirme kategorilerine göre birlikte analizinden elde edilen bulgulara aşağıda yer verilmektedir.

Çizelge 4.9:Kepler yasaları temasının cevap kategorileri kullanılarak analizinden elde edilen bulgular

Cevap kategorisi	Öğretim öncesi n (%) (Ö.N)	Öğretim sonrası n (%) (Ö.N)
Bilimsel	0	3 (%12)(Ö9, 17, 18)
Bilimsel parça	0	9 (%36)(Ö1, 2, 10, 11, 13, 14, 21, 22, 23)
Bilimsel parça ile birlikte alternatif parça	3 (%12)(Ö13, 19, 22)	9 (%36)(Ö3, 4, 7, 8, 12, 15, 19, 20, 25)
Alternatif	1 (%4)(Ö9)	0
Alternatif parça	12 (%48)(Ö2, 5, 7, 8, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 21, 25)	4 (%16)(Ö5, 6, 16, 24)
Anlama yok	9 (%36)(Ö1, 3, 4, 6, 17, 18, 20, 23, 24)	0

Çizelge4.9’da görüldüğü üzere, Kepler yasaları temasında öğretim öncesi bilimsel cevap ile karşılaşılmaz iken, öğretim sonrası öğrencilerin %12’sinin cevapları ‘bilimsel cevap’ kategorisinde yer almıştır. Öğretim sonrası bütün sorularda bilimsel cevabı veren bir öğrenci (Ö9) öğretim öncesi ‘alternatif’ ve iki öğrenci (Ö17, Ö18) öğretim öncesi ‘anlama yok’ cevap kategorilerinde yer almıştır. Öğretim öncesi Kepler yasaları ile ilgili fikirleri bulunmayan iki öğrencide (Ö17, Ö18) öğretim sonrası bilimsel cevaba ilişkin fikirler oluşmuştur.

‘Bilimsel parça’ cevap kategorisine giren cevaplar ile öğretim öncesi karşılaşılmaz iken, öğretim sonrası öğrencilerin %36’sının cevapları bu kategoride yer almıştır. Öğretim sonrası bu kategoride yer alan cevaplar veren iki öğrenci (Ö13, Ö22) öğretim öncesi ‘bilimsel parça ile birlikte alternatif parça’, beş öğrenci (Ö2, Ö10, Ö11, Ö14, Ö21) ‘alternatif parça’ ve iki öğrenci (Ö1, Ö23) ‘anlama yok’ cevap kategorilerinde yer alan cevaplar vermiştir. Öğretim öncesi çeşitli alternatif kavramlara sahip öğrencilerin fikirleri öğretim sonrası değişmiştir. Öğretim sonrası bu öğrencilerin fikirleri bilimsel bilgiye doğru değişmiştir.

‘Bilimsel parça ile birlikte alternatif parça’ cevap kategorisinde öğretim öncesi öğrencilerin cevaplarının %12’si, öğretim sonrası ise %36’sının cevapları yer almıştır. Sadece bir öğrenci (Ö19) öğretim öncesi ve öğretim sonrası bu cevap kategorisine giren cevabı vermiştir. Öğretim sonrası bu kategoride yer alan beş öğrenci (Ö7, Ö8, Ö12, Ö15, Ö25) öğretim öncesi ‘alternatif parça’ ve üç öğrenci (Ö3, Ö4, Ö20) ‘anlama yok’ cevap kategorilerinde yer alan cevaplar vermiştir. ‘Alternatif parça’ cevap kategorisinde yer alan öğrenciler öğretim sonrası bilimsel bilginin yanında alternatif kavrama ilişkin fikirlerini göstermiştir. Bu öğrenciler Vosinadou (1994)’nın kavramsal değişim kuramında sentez zihinsel modelde yer almıştır.

‘Alternatif’ cevap kategorisinde öğretim öncesi bir öğrencinin (Ö9) verdiği cevap yer alırken, bu temada öğretim sonrası yer alan öğrenciler ile karşılaşılmamıştır. Öğretim öncesi bu kategoride yer alan öğrenci yukarıda belirtildiği üzere öğretim sonrası bilimsel cevap vermiştir.

‘Alternatif parça’ cevap kategorisinde öğretim öncesi öğrencilerin %48’nin cevapları yer alırken, öğretim sonrası bu oran azalmış ve %16’ya düşmüştür. İki

öğrenci (Ö5, Ö16) öğretim öncesi ve öğretim sonrası aynı cevabı vererek, bu kategoride yer almıştır. Öğretim sonrası bu öğrencilerin fikirleri değişmemiştir. Öğretim sonrası bu cevap kategorisinde yer alan diğer iki öğrenci (Ö6, Ö24) ise öğretim öncesi ‘anlama yok’ cevap kategorisinde yer almıştır. Öğretim bu kavramda fikir belirtmeyen bu öğrencilerin alternatif kavramlara ilişkin fikirler oluşturmalarına neden olmuştur. Öğretim öncesi bu kategoride yer alan beş öğrenci (Ö2, Ö10, Ö11, Ö14, Ö21) öğretim sonrası ‘bilimsel parça’ cevap kategorisinde yer almıştır. Bu öğrencilerin alternatif kavramlara ilişkin fikirleri öğretim sonrası bilimsel fikirlere doğru değişim göstermiştir. Beş öğrenci (Ö7, Ö8, Ö12, Ö15, Ö25) öğretim sonrası ‘bilimsel parça ile birlikte alternatif parça’ cevap kategorilerinde yer alan cevaplar vermiştir. Bu öğrenciler bilimsel bilginin yanında alternatif kavramlara ilişkin fikirlerini sürdürmeye devam etmiştir. Bu öğrenciler sentez zihinsel modelde yer almıştır.

Öğrencilerin %36’sı öğretim öncesi ‘anlama yok’ cevap kategorisinde yer alırken, öğretim sonrası bu cevap kategorisinde yer alan hiçbir cevap türü ile karşılaşmamıştır. Öğretim sonrası bütün öğrenciler bu kavrama yönelik fikir oluşturmuştur.

Yukarıda değinilen bulgular doğrultusunda öğretimin Kepler yasaları teması ile ilgili öğrencilerin fikirleri üzerinde etkili olduğunu söyleyebiliriz. Öğretim öncesi öğrencilerde bilimsel cevaplar ile karşılaşılmaz iken, öğretim sonrası öğrencilerin %48’i ‘bilimsel’ ve ‘bilimsel parça’ cevap kategorilerinde yer alan cevaplar vermiştir. Ayrıca bu öğrencilerin cevaplarında herhangi bir alternatif kavram ile karşılaşmamıştır. Bu öğrencilerde öğretim öncesi karşılaşılan alternatif kavramlara ilişkin fikirler öğretim sonrası değişmiştir. Bu temada sadece üç öğrencinin öğretim sonrası fikrinde değişim olmamış ve öğretim öncesi ile öğretim sonrası verdikleri cevaplar aynı cevap kategorisinde yer almıştır. Ayrıca öğretim öncesi alternatif kavramlara sahip olmayıp, öğretim sonrası alternatif kavramların ortaya çıktığı durumlar ile karşılaşmamıştır.

Aşağıda Çizelge 4.10’da Kepler yasaları temasında öğretim öncesi ve öğretim sonrası karşılaşılan alternatif kavramlara yer verilmiştir.

Çizelge 4.10:Kepler yasaları temasında öğretim öncesi ve öğretim sonrası öğrencilerde karşılaşılan alternatif kavramlar

Öğretim Öncesi		Öğretim Sonrası	
Alternatif Kavram	n	Alternatif Kavram	n
Dünyanın güneş etrafındaki yörüngesinde hızı sabittir. (Ö9, Ö16, Ö25)	3	Dünyanın güneşe daha uzak olduğu noktada hızı daha fazladır. (Ö5)	1
Dünyanın güneşe daha uzak olduğu noktada hızı daha fazladır. (Ö5, Ö7, Ö8, Ö10, Ö11)	5	Dünya güneşden daha uzaklaştıkça konum vektörünün taradığı alan artar. (Ö6, Ö16)	2
Dünya güneşe uzak olduğunda güneşin çekim kuvveti azalır ve dünya daha hızlı döner. (Ö14, Ö21)	2	Dünya güneşe yaklaştığında konum vektörünün taradığı alan artar. (Ö24)	1
Dünya güneşe yaklaştığında konum vektörünün taradığı alan artar. (Ö2, Ö12, Ö15)	3		

Kepler yasaları temasında öğretim öncesi onüç öğrencide dört farklı alternatif kavram ile karşılaşılrken, öğretim sonrası dört öğrencide üç farklı alternatif kavram ile karşılaşılmıştır. Öğretim sonrası öğrencilerde karşılaşılan alternatif kavramların görülme sıklığı azalmıştır. Öğrencilerde Kepler yasaları ile ilgili sahip olduğu bilimsel bilgiler ile uyumlu olmayan alternatif kavramları bu temada yer alan iki soruda da karşılaşılmıştır.

“Dünyanın güneş etrafındaki yörüngesinde hızı sabittir” alternatif kavramı ile öğretim öncesi üç öğrencide (Ö9, Ö16, Ö25) karşılaşılmıştır. Öğretim sonrası bu alternatif kavram ile karşılaşılmamıştır. Bu alternatif kavram değişime dirençli değildir. Öğretim öncesi bu alternatif kavrama sahip öğrencide (Ö16) öğretim sonrası farklı bir alternatif kavram ile karşılaşılmıştır.

“Dünyanın güneşe daha uzak olduğu noktada hızı daha fazladır” alternatif kavramı ile öğretim öncesi beş öğrencide (Ö5, Ö7, Ö8, Ö10, Ö11) karşılaşılrken, öğretim sonrası bu alternatif kavram ile bir öğrencide (Ö5) karşılaşılmıştır. Bu

öğrencinin alternatif kavrama ilişkin fikri öğretim sonrası değişmemiştir. İki öğrenci (Ö7, Ö8) öğretim sonrası bilimsel bilgi ile birlikte cevaplarının açıklamalarında sahip oldukları alternatif kavramlarını da kullanmıştır. Bu öğrenciler öğretim öncesi günlük zihinsel modelde yer alırken, öğretim sonrası sentez zihinsel modelde yer almıştır. Öğretim öncesi bu alternatif kavrama ilişkin fikirlere sahip olan diğer iki öğrencinin (Ö10, Ö11) fikirleri üzerinde öğretim etkili olmuş ve öğretim sonrası bu öğrencilerde alternatif kavram ile karşılaşılmasıdır.

“Dünya güneşe uzak olduğunda güneşin çekim kuvveti azalır ve dünya daha hızlı döner” alternatif kavramı ile öğretim öncesi iki öğrencide (Ö14, Ö21) karşılaşılırken, öğretim sonrası bu alternatif kavram ile karşılaşılmasıdır. Bu öğrenciler öğretim sonrası bu alternatif kavrama ilişkin fikirleri değiştirmiştir. Öğretim bu alternatif kavrama ilişkin fikirlerin değişiminde etkili olmuş diyebiliriz.

“Dünya güneşe yaklaştığında konum vektörünün taradığı alan artar” alternatif kavramı ile öğretim öncesi üç öğrencide (Ö2, Ö12, Ö15), öğretim sonrası bir öğrencide (Ö24) karşılaşılmasıdır. Öğretim öncesi bu alternatif kavram ile karşılaşılan öğrencilerin fikirleri öğretim sonrası değişmiştir. Öğretim sonrası bu alternatif kavrama ilişkin görüş bildiren öğrenci (Ö24) ise öğretim öncesi herhangi bir fikre sahip değildir. Öğretim sonrası bu öğrencide alternatif kavrama ilişkin fikirler oluşmuştur.

4.2 Durum Çalışmasına Dahil Edilen Öğrencilerin Kavram Testinde Yer Alan Sorulara Verdiği Cevaplar

Sınıf genelindeki öğrencilerin kavram testinde yer alan sorulara öğretim öncesi ve öğretim sonrası verdikleri cevaplardan sonrabu bölümde durum çalışmasına dahil edilen öğrencilerin kavram testinde yer alan sorulara verdikleri cevaplara yer verilmiştir. Bölüm 4.2’de dördüncü, beşinci ve altıncı araştırma sorularına ilişkin bulgulara yer verilmiştir.

4.2.1 Durum Çalışmasına Dahil Edilen Öğrencilerin Kavram Testinde Tork Kavramı ile İlgili Sorulara Verdikleri Cevapların Analizinden Elde Edilen Bulgular

Bu bölümde, çalışmaları kamera ile kaydedilen bir grupta yer alan iki öğrencinin kavram testinde yer alan tork kavramı ile ilgili sorulara öğretim öncesi ve öğretim sonrası verdikleri cevaplardaki değişime odaklanılmıştır. Öğrencilerin öğretim sonrası cevaplarında değişim oldu ise bu değişimin olası nedenleri burada açıklanmaya çalışılmıştır. Öğrenciler ile öğretim öncesi ve öğretim sonrası yapılan görüşmelerden elde edilen bulgular öğrencilerin cevaplarındaki değişimin nedenlerini açıklamakta gerekli yerlerde kullanılmıştır.

4.2.1.1 Durum Çalışmasına Dahil Edilen Öğrencilerin Tork Kavramı Teması ile İlgili Kavram Testinde Yer Alan Sorulara Verdikleri Cevaplardan Elde Edilen Bulgular

Durum çalışmasındaki öğrencilerin öğretim öncesi ve sonrası tork kavramı teması ile ilgili kavram testinde yer alan dört soruya verdiği cevapların birlikte analiz edilmesinden elde edilen sonuçlara aşağıda yer verilmektedir.

Çizelge 4.11:Durum çalışması yürütülen öğrencilerin öğretim öncesi ve sonrası tork kavramı temasına verdikleri cevapların karşılaştırılması

Öğrenci No	Öğretim öncesi cevap kategorisi	Öğretim sonrası cevap kategorisi
Öğrenci 18 (Ö18)	Anlama yok	Bilimsel parça
Öğrenci 21 (Ö21)	Bilimsel parça	Bilimsel

Çizelge 4.11’de görüldüğü üzere tork kavramı temasında ‘Ö18’ öğretim öncesi soru hakkında cevap vermez iken, ‘Ö21’ nin verdiği cevaplar bilimsel parça cevap kategorisinde yer almıştır. ‘Ö21’ öğretim öncesi kapıların dönme yönünü

doğru tahmin etmiş ve cevabının açıklamasında ‘yükXyük kolu’ formülünü kullanmıştır. ‘Ö21’ ile öğretim öncesi yapılan görüşmeden elde edilen verilere aşağıda kısaca değinilmektedir.

A: Soruya bakalım ne cevap vermişsin.

Ö21:Cevap 2. Yük x yük kolundan kuvvet bulunur diye yazdım. Hareket yönü bulunur.

A: Cevabı açıklayabilir misin?

Ö21: Fizikte biraz mantıklı düşünürsek eskiden de görmüş olduğum bir şeydi. Yük x yük kolu 100N’luk bir kuvvet var. F_2 ’de ise iki yönüne kuvvet var. Aynı oda 1m’den kuvvet daha fazla olduğu için olacak. (Bilimsel parça)

A: Yani sen kuvvet koluyla kuvveti çarptın. Daha önceki bilgilerini nereden öğrendiğini hatırlıyor musun?

Ö21: Hatırlamıyorum ama öğrenmiştim, anımsadım.

Bu görüşme kesitinden de anlaşılacağı üzere ‘Ö21’ önceki bilgilerini kullanarak bu sorulara doğru cevap vermiştir ancak bilimsel açıklama yapamamıştır. Daha önce bildiği bir kavramı bu sorular cevaplamak için kullanmıştır. Ancak tork kavramına ilişkin bilgisi olmadığı için cevabı ‘bilimsel parça’ cevap kategorisinde yer almıştır. ‘Ö21’ öğretim sonrası bilimsel doğru cevabı vermiş ve cevabının açıklamasında tork kavramını kullanmıştır. ‘Ö21’ öğretim öncesi ‘yükXyük kolu’ açıklamasını öğretim sonrası tork kavramı ile değiştirmiştir ve bilimsel doğru cevabı vermiştir.

Öğretim sonrası ‘Ö18’ kapının dönme yönünü doğru tahmin etmiş ve cevabının açıklamasında kapının büyük kuvvet doğrultusunda ya da uzak mesafeden uygulanan kuvvet doğrultusunda döneceğini belirtmiştir. Temada yer alan sorulardan sadece birinde tork kavramından bahsetmiş ancak bu cevap ile diğer sorularda

karşılaşılmadığı için 'Ö18'in cevapları 'bilimsel parça' cevap kategorisinde yer almıştır.

Öğretim sonrası 'Ö18' ile yapılan görüşmeden elde edilen bulgulara aşağıda yer verilmektedir.

A: Tork kavramı ile ilgili fikirlerindeki değişim nedenleri nelerdir?

Ö18: Derste işlediğimiz için ve artık konuyu bildiğim için.

A: Öğretim etkili oldu mu?

Ö18: Evet.

A: Tork ile ilgili öğretimin hangi noktaları etkili oldu öğrendiklerinde?

*Ö18: Öncelikle bir soru sorup bunun hakkında yorum yapmamızı istediniz. Bilmesem bile yorum yapmaya çalışıyordum. Sonra örnekler vererek açıklıyordum. Konuyu anlamaya çalışıyorduk. En son olarak konuyu anlatıp gerçek nedenini öğreniyorduk (**Mantıklılık- Gerçek işleyiş**). Kendi yorumum ile gerçek nedeni karşılaştırabildiğim için daha iyi anladığımı düşünüyorum (**Faydalılık- Rekabet**).*

A: Kendin yorum yaptın sonra da bilimsel bilgi üzerine konuştuk. Bilimsel bilgi ile senin yorumun uyuşmuyor ise ne yaptın?

Ö18: Hangi yorumumda daha doğru olur diye tekrar düşünmeye başladım. Gerçek olanın daha mantıklı olduğunu, kendi düşüncemin saçma olduğunu düşündüm.

A: Peki bilimselaçıklamanın daha mantıklı olduğuna nasıl inandın?

*Ö18: Günlük yaşamda gördüğüm için (**Anlaşılabilirlik- Günlük yaşamdan örnek verme**) birde deney yaptığımız için daha mantıklı geldi (**Mantıklılık- laboratuvar deneyimleri**). Gerçek olan gördüm zaten örneği var. Ama ben sadece düşünüyordum diğer fikirleri.*

A: O zaman sen bilimsel bilgi ile karşılaştığın zaman senin fikirlerin sana mantıksız mı gelmeye başladı?

Ö18: Hepsinde değil tabii ki de. Günlük yaşamda gördüklerim, kendi yorumumla birleştirdiklerim benim ilköğretim öncesinde söylediğim cümleler falan. Ama şimdi bilimsel gerçeği biliyorum.

A: Uyuşmadığı konularda sen kendi fikrini saklamaya mı devam ettin, yoksa bizim anlattıklarımızı mı kabul ettin? Yoksa benim fikrim bence mantıklı kalabilir ya da öğretmenim bunu anlattı bu daha mantıklı geldi bunu kabul edeyim mi dedin, hangisini yaptın?

Ö18: Öğretmenimin anlattığı daha mantıklı geldi dedim.

Öğretim sonrası bu iki öğrencinin tork kavramı ile ilgili fikirleri değişmiştir. ‘Ö18’ öğretim öncesi bu kavrama ilişkin görüş belirtmez iken, öğretim sonrası ‘bilimsel parça’ cevap kategorisinde yer almıştır. ‘Ö21’ ise bildiği bir kavramı öğretim sayesinde tork kavramına ötelemiş ve bilimsel cevabı vermiştir. Bu iki öğrencide bu tema için öğretim sonrası doğru cevaba ulaşmayı başarmıştır. ‘Ö18’ fikirlerindeki değişim nedeni olarak öğretimi göstermiştir. Öğretim sırasında fikirlerini ortaya çıkarmaya yönelik sorulan soruların ve örnek verilerek yapılan açıklamaların öğrenmeyi kolaylaştırdığından bahsetmiştir. ‘Ö18’ öğretimin içeriğinin kendisine mantıklı geldiğinden bahsetmiştir. Posner vd. (1982) belirttiği gibi kavramsal değişimin gerçekleşmesi için öğrencinin yeni kavramı mantıklı bulması gerekmektedir. ‘Ö18’ öğretimin içeriğini mantıklı bulmuş ve öğretim öncesi bu kavrama ilişkin görüş belirtmez iken öğretim sonrası ‘bilimsel parça’ cevap kategorisinde yer alan cevap vermiştir. ‘Ö18’ öğretim sonrası yeni öğrendiği kavrama anlaşılır, mantıklı ve faydalı bulmuştur.

4.2.1.2 Durum Çalışmasına Dahil Edilen Öğrencilerin Tork Kavramında Kuvvetin Doğrultusu Teması ile İlgili Kavram Testinde Yer Alan Sorulara Verdikleri Cevaplardan Elde Edilen Bulgular

Bu bölümde durum çalışmasına dahil edilen iki öğrencinin kavram testinde yer alan tork kavramında kuvvetin doğrultusu ile ilgili sorulara öğretim öncesi ve öğretim sonrası verdikleri cevaplardaki değişime odaklanılmıştır. Öğrencilerin öğretim sonrası cevaplarında değişim oldu ise bu değişimin olası nedenleri burada açıklanmaya çalışılmıştır. Öğrenciler ile öğretim öncesi ve öğretim sonrası yapılan görüşmelerden elde edilen bulgular öğrencilerin cevaplarındaki değişimin nedenlerini açıklamakta kullanılmıştır.

Çizelge 4.12:Durum çalışması yürütülen öğrencilerin öğretim öncesi ve sonrası tork kavramında kuvvetin doğrultusu temasına verdikleri cevapların karşılaştırılması

Öğrenci No	Öğretim öncesi cevap kategorisi	Öğretim sonrası cevap kategorisi
Öğrenci 18 (Ö18)	Anlama yok	Bilimsel
Öğrenci 21 (Ö21)	Alternatif parça	Bilimsel parça

Çizelge 4.12’de görüldüğü üzere, öğretim öncesi ‘Ö18’ verdiği cevaplar ‘anlama yok’ cevap kategorisinde yer alırken, öğretim sonrası verdiği cevap ‘bilimsel’ cevap kategorisinde yer almıştır. Öğretim sonrası ‘Ö18’ hangi uzaklıktan ve doğrultudan uygulanan kuvvetlerin çubuğu döndürebildiğini doğru belirtmiştir. Bilimsel olarak kabul edilen cevabı veren ‘Ö18’ ile öğretim sonrası gerçekleştirilen görüşmenin bir bölümüne aşağıda yer verilmektedir.

*A: Peki dördüncü soruda hangi kuvvetler döndürür diye sormuşuz.
Sende D ve B kuvvetleri dedin.*

Ö18: *C demedim. Çünkü, C'de ucuyla yaptığı açı 180° yani tork 0 olacak. Hareket etmez. Burada da A noktasını söylemedim yani A kuvvetini. Çünkü, yarıçap vektörü sıfır yine tork sıfır olacak. D ve B açılar 90° bu yüzden tork en büyük değer alacak. Uzaklıkları var yarıçap vektörleri sıfır değil. Bunların döndürülebileceğine inanıyorum. (Bilimsel)*

A: O yüzden B ve D dedin. C'de uygulanma doğrultusu ve A'da da yarıçap vektörü 0 olmasından dolayı döndürmez dedin. Peki soru 5'te ne dedin? $F1 > F2 > F3$ niye böyle düşündün?

Ö18: *F1 kuvveti yine 90°'lik bir açıyla yapıldığı için en büyük değeri alacaktır. F2 45°'lik $\sin 45 = \frac{\sqrt{2}}{2}$ 'den yine 1'den küçük bir değer. F3'te 180° olduğu için ve $\sin 0$ olduğu için tork yok o yüzden. (Bilimsel) (Anlaşılrlık- Dil)*

Yukarıda bir bölümüne değinilen görüşmede öğretim sonrası 'Ö18' tork kavramında kuvvetin uygulanma doğrultusunu tam olarak doğru açıklamış ve kuvvetin çubuğu döndürmede açının etkisini doğru açıklamıştır. Öğretim öncesi bu kavrama ilişkin fikri olmayan Ö18'in fikirlerinin bilimsel bilgiye doğru değişiminde öğretim etkili olmuştur.

'Ö21'nin öğretim öncesi verdiği cevaplar 'alternatif parça' cevap kategorisinde yer almıştır. Öğretim öncesi 'Ö21' kuvvetlerin döndürme etkisinde hangi kuvvetlerin çubuğu döndüreceğini doğru olarak tahmin edememiştir. Öğretim öncesi 'Ö21' kuvvetin uygulanma mesafesi ve uygulanma doğrultusunu kullanmamıştır. Öğretim sonrası 'Ö21' ise cevabında kuvvetin uygulanma mesafesini göz önüne almamış ancak kuvvetin uygulanma doğrultusunun çubuğu döndürme etkisini doğru olarak belirtmiştir. Bu nedenle öğretim sonrası 'Ö21' bilimsel parça cevap kategorisinde yer almıştır.

Öğretim bu temada öğrencilerin fikirlerinin değişiminde etkili olmuştur. Öğretim öncesi iki öğrencide bu kavrama ilişkin bilimsel fikre sahip değil iken, öğretim sonrası bu öğrenciler bilimsel doğru cevaba ulaşmıştır. 'Ö21' de öğretim öncesi karşılaşılan alternatif kavram hakkındaki fikirleri üzerinde öğretim etkili olmuş ve öğretim sonrası 'Ö21' bu alternatif kavrama ilişkin fikirlerini değiştirmiştir. 'Ö18' ise öğretim öncesi hiçbir fikre sahip değil iken, öğretim sonrası bu kavrama ilişkin bilimsel cevabı vermiştir.

4.2.1.3 Durum Çalışmasına Dahil Edilen Öğrencilerin Torkun Yönünü Belirleme Teması ile İlgili Kavram Testinde Yer Alan Sorulara Verdikleri Cevaplardan Elde Edilen Bulgular

Torkun yönünü belirleme temasında yer alan iki sorunun öğretim öncesi ve öğretim sonrası birlikte analiz edilmesinden elde edilen bulgulara aşağıda yer verilmektedir. Öğrenciler ile öğretim öncesi ve öğretim sonrası yapılan görüşmelerden elde edilen bulgular öğrencilerin cevaplarındaki değişimin nedenlerini açıklamakta kullanılmıştır.

Çizelge 4.13: Durum çalışması yürütülen öğrencilerin öğretim öncesi ve öğretim sonrası torkun yönünü belirleme temasına verdikleri cevapların karşılaştırılması

Öğrenci No	Öğretim öncesi cevap kategorisi	Öğretim sonrası cevap kategorisi
Öğrenci 18 (Ö18)	Anlama yok	Bilimsel
Öğrenci 21 (Ö21)	Anlama yok	Bilimsel parça ile birlikte alternatif parça

Çizelge 4.13’de görüldüğü üzere, öğretim öncesi ‘Ö18’ ve ‘Ö21’ bu temada yer alan sorulara cevap verememiştir. Bu nedenle, öğretim öncesi bu iki öğrenci ile yapılan görüşmelerde öğrenciler bu temada yer alan sorulara ilişkin fikir belirtmemiştir.

Öğretim sonrası ‘Ö18’ verdiği cevaplarda vidanın dönme yönünü doğru olarak tahmin ederken, cevabının nedeninin sağ el kuralı ile açıklamıştır. Sağ el kuralına göre civatanın yukarı doğru hareket etmesi için saat yönünün tersine kuvvet uygulamamız gerektiğini söylemiştir. ‘Ö18’ bu temada yer alan sorulara tam olarak doğru cevabı vermiştir. Öğretim sonrası ‘Ö21’ bir soruda vidanın dönme yönünü doğru belirtirken, diğerinde yanlış yönde belirtmiş ve ‘bilimsel parça ile birlikte alternatif parça’ cevap kategorisinde yer almıştır.

Öğretim sonrası 'Ö18' ile yapılan görüşmeden elde edilen bulgulara aşağıda yer verilmektedir.

A: Tork kavramı ile ilgili fikirlerindeki değişim nedenleri nelerdir?

Ö18: Derste işlediğimiz için ve artık konuyu bildiğim için.

A: Öğretim etkili oldu mu?

Ö18: Evet.

A: Tork ile ilgili öğretimin hangi noktaları etkili oldu öğrendiklerinde?

Ö18: Öncelikle bir soru sorup bunun hakkında yorum yapmamızı istediniz. Bilmesem bile yorum yapmaya çalışıyordum. Sonra örnekler vererek açıklıyordum. (Anlaşılrlık- Örnek verme) Konuyu anlamaya çalışıyorduk. En son olarak konuyu anlatıp gerçek nedenini öğreniyorduk. Kendi yorumum ile gerçek nedeni karşılaştırabildiğim için daha iyi anladığımı düşünüyorum. (Mantıklılık- Gerçek işleyiş)

A: Kendin yorum yaptın sonra da bilimsel bilgi üzerine konuştuk. Bilimsel bilgi ile senin yorumun uyuşmuyor ise ne yaptın?

Ö18: Hangi yorumumda daha doğru olur diye tekrar düşünmeye başladım. Gerçek olanın daha mantıklı olduğunu, kendi düşüncemin saçma olduğunu düşündüm.

A: Peki bilimselaçıklamanın daha mantıklı olduğuna nasıl inandın?

Ö18: Günlük yaşamda gördüğüm için birde deney yaptığımız için daha mantıklı geldi. Gerçek olan gördüm zaten örneği var. Ama ben sadece düşünüyordum diğer fikirleri.

A: O zaman sen bilimsel bilgi ile karşılaştığın zaman senin fikirlerin sana mantıksız mı gelmeye başladı?

Ö18: *Hepsinde değil tabii ki de. Günlük yaşamda gördüklerim, kendi yorumumla birleştirdiklerim benim ilköğretim öncesinde söylediğim cümleler falan. Ama şimdi bilimsel gerçeği biliyorum. (Anlaşılrlık- Örnek verme)*

A: *Uyuşmadığı konularda sen kendi fikrini saklamaya mı devam ettin, yoksa bizim anlattıklarımızı mı kabul ettin? Yoksa benim fikrim bence mantıklı kalabilir ya da öğretmenim bunu anlattı bu daha mantıklı geldi bunu kabul edeyim mi dedin, hangisini yaptın?*

Ö18: *Öğretmenimin anlattığı daha mantıklı geldi dedim. (Yararlı- Rekabet)*

Öğretim öncesi tork kavramı ile ilgili anlam oluşturamayan ‘Ö18’ öğretim sonrası bu kavrama ilişkin bilimsel cevaplar vermiştir. ‘Ö18’ öğretim sonrası yapılan görüşmede fikirlerindeki değişimin nedeni olarak öğretimi göstermiştir. Öğrencinin de belirttiği gibi öğretim sırasında günlük yaşamdan verilen örnekler ve deneyler öğrencinin daha iyi anlamasını sağlamıştır. Öğrenci kendi fikri ile uyumlu olmayan fikirler ile karşılaştığında kendine mantıklı gelen fikri kabul ettiğini söylemiştir. Posner vd. (1982) belirttiği gibi yeni fikrin mantıklı olması kavramsal değişimin basamaklarından biridir. ‘Ö18’ kendi fikri ile yeni kavramları karşılaştırdığından bahsetmiştir. Bu karşılaştırma sonucunda genellikle yeni öğrendiği fikirlerin kendisi için mantıklı olduğunu belirtmiş ve eski fikirlerini değiştirdiğini belirtmiştir. Bu değişim sonucu kavram testinde yer alan tork kavramı ile ilgili sorulara doğru cevaplar verdiği görülmüştür. ‘Ö18’in fikirleri öğretimden etkilenmiş ve öğretim sonrası bilimsel cevaplara doğru değişmiştir. Öğretimin içeriği ‘Ö18’de belirttiği gibi mantıklı gelmiş ve ‘Ö18’ tarafından kabul edilmiştir.

Öğretim sonrası ‘Ö21’ ile yapılan görüşmeden bir kesite aşağıda yer verilmektedir.

A: *Tork kavramıyla ilgili fikirlerinde değişmeler olduysa bunların nedenleri nelerdir? Örneğin hani yazdığın cevapları karşılaştırabiliriz. Burada üçüncü soruya cevap vermemişsin. Botanikçi daha az kuvvet uygular çünkü merkeze olan mesafe arttıkça uygulamamız gereken kuvvet azalır diyorsun. Burada ki fikirlerinde ki değişimin etkisi ne oldu?*

Ö21: Kapıyı açma ve kapama deneyi etkili oldu. Mesela, kapıyı açarken ya da kapakları ileri doğru iterken sınıfta birkaç arkadaşımız da denediği için ben orda gördüklerimi yazdım. **(Mantıklılık-laboratuvar deneyimi)**

A: Öğretimde yapılanlar senin fikirlerinde etkili oldu mu?

Ö21: Evet.

A: Hangi açıdan?

Ö21: Bir kapı deyip geçilmiyor artık. Kapı açılıyor ama onun da bir mantığı olduğunu kavradım. **(Anlaşılır-örnek verme)**

A: Önceden daha sezgisel mi cevap veriyordun bazı şeylere?

Ö21: Evet.

A: Şimdi fiziksel olarak açıklayabilir misin bunu? Hangi fizik kuralıyla açıklayabilirsin?

Ö21: Tork ile açıklayabiliriz.

A: Nasıl?

Ö21: Az önce de söylediğim gibi burada da yazdım. Mesafe önemli. Birde mesafe arttıkça uygulayacağımız kuvvetin azalacağını düşünüyorum. **(Bilimsel parça ile birlikte alternatif parça)**

Durum çalışmasına dahil edilen 'Ö18' ve 'Ö21' tork ve torkun günlük yaşamdaki uygulamaları ile ilgili üç temada yer alan sorulara öğretim öncesi çoğunlukla cevap veremediği görülmüştür. Öğretim öncesi 'Ö21' sadece tema 1'de 'bilimsel parça' ve tema 2'de 'alternatif parça' cevap kategorisine giren cevaplar vermiştir. Öğretim öncesi bu üç temadaki diğer bütün cevaplar 'anlama yok' cevap kategorisinde yer almıştır. Özellikle tema 3'de öğretim öncesi iki öğrencide anlama yok cevap kategorisinde yer almıştır. Yukarıda analizine yer verilen tork kavramına yönelik öğretim sonrası ise durum çalışmasına dahil edilen iki öğrenci genellikle bilimsel ya da bilimsel parça cevap kategorilerinde yer alan cevaplar vermiştir.

Öğretim ‘Ö18’ ve ‘Ö21’ nin fikirleri üzerinde etkili olmuş ve bu fikirler öğretim sonrası bilimsel cevaplara doğru değişim göstermiştir.

Öğretimin öğrencilerin fikirlerinde etkili olma nedenleri anlam oluşturmaya yönelik öğretimin içeriği ile açıklanabilir. Tork kavramının öğretimi süresince öğrencilerin grup içerisinde fikirlerini tartışması sağlanmıştır. Bu iletişim yaklaşımında öğrenciler fikirlerini açıklamada serbesttir ve fikirlerini birbirine açıklamışlardır. Grup tartışması sırasında bu fikirler üzerinde tartışmışlar ve birbirlerine fikirlerinin gerekçelerini açıklamışlardır. Ayrıca öğretmen ile öğrenciler arasında etkileşim olmuştur. Öğretmen ile öğrenciler arasında soru cevap süreçleri ile öğrencilerin fikirleri üzerinde tartışılmıştır.

Öğretim sonrası ‘Ö18’ ve ‘Ö21’ ile yapılan görüşmelerde öğrenciler tork kavramının öğretimine ilişkin fikirlerini belirtmiştir. Öğrencilerin bu yeni kavram ile ilgili fikirlerinin durum analizi kategorileri kullanılarak analizinden elde edilen bulgulara aşağıda yer verilmektedir.

Çizelge 4.14: Durum çalışmasındaki öğrenciler ile tork kavramı ile ilgili yapılan görüşmelerin durum analiz kategorileri ile analizinden elde edilen bulgular

Kavramın Durumu	Ö18	Ö21
Anlaşılır	+	+
Mantıklı	+	+
Yararlı	+	-

‘Ö18’ tork kavramı ile ilgili yeni öğrendiği bilgileri anlaşılır, mantıklı ve yararlı bulmuştur. Anlaşılabilirlik kavramının durumunda öğrenci günlük yaşam ile ilgili örnekler vermenin öğrenmesi üzerindeki etkisinden bahsetmiştir. Mantıklılık kavram durumunda öğrenci gerçek işleyiş alt kategorisinde yer alan gerçek neden ile kendi yorumunu karşılaştırma fırsatı bulmuştur. Yararlı kavram durumunda ‘Ö18’ güç alt kategorisindeki öğrenci kendi fikri ile sınıfta öğrendiği fikri karşılaştırmıştır.

‘Ö18’de öğretim sonrası kavramsal değişim için gerekli üç şartta yerine gelmiştir. Bunun sonucu olarak öğretim öncesi bu öğrenci ‘anlama yok’ cevap kategorisinde iken, öğretim sonrası bilimsel cevabı vermiştir. Öğretim sonrası ‘Ö18’de kavramsal değişim gerçekleşmiştir.

‘Ö21’ ise tork kavramı ile ilgili öğrendiklerini anlaşılır ve mantıklı bulmuştur. Ancak bu kavramı yararlı bulduğuna dair bir görüşme verisi elde edilememiştir. ‘Ö21’ tork kavramı ile ilgili günlük yaşamdan örnekler vererek kavramı anlaşılır bulmuştur. Yaptıkları etkinlikleri sonucu gözlemlerinden edindiği deneyimlerden bahsetmiş ve mantıklılık kavram durumunda yer almıştır.

‘Ö21’ öğretim sonrası kavramsal değişim için gerekli iki şartı yerine getirmiş ve son şarta ilişkin görüş belirtmemiştir. ‘Ö21’ öğretim öncesi tork kavramına ilişkin doğru fikirlere sahip değil iken, öğretim sonrası ‘tema 3’de alternatif fikirlerini sürdürmeye devam etmiştir. Bu öğrenci yeni kavramı yararlı bulmamış ve sorulara verdiği cevaplarda kullanmamış olabilir.

4.2.1.4 Tork Kavramının Anlam Oluşturma Basamaklarına Göre Analizinden Elde Edilen Bulgular

Bu bölümde iki ders saati süresince tork kavramı ile ilgili yürütülen öğretimin anlam oluşturma basamaklarına göre analizinden elde edilen bulgular yer almaktadır. Bu bölümde dördüncü araştırma sorusu olan “anlam oluşturmaya yönelik hazırlanan öğretim durum çalışmasına dahil edilen öğrencilerin tork kavramına ilişkin fikirlerinin değişiminde etkili olmuş mudur” araştırma sorusuna ait bulgulara yer verilmiştir.

Öğretimin anlam oluşturma basamaklarına göre analizi yapılırken öğretim süresince kamera ile kayıt edilen ikigruptan birinin kamera kayıtları kullanılmıştır. Bu bölümde birinci grupta yer alan öğrenci 18 (Ö18) ile öğrenci 21 (Ö21) arasında gerçekleşen anlam oluşturma süreçleri ayrıntılı bir biçimde ele alınmıştır. Öğretim süresince gerçekleşen olaylar hangi anlam oluşturma basamağında yer aldığı örnek verilerek açıklanmıştır.

İlk olarak aşağıda tork kavramı ile ilgili öğretimin bu basamaklara uygun analizinden elde edilen bulgulara değinilmiştir.

Tork kavramının öğretimi iki ders saati sürmüştür. Öğretimde sınıf çalışma gruplarına ayrılmış ve çalışma grupları kendi içerisinde fikirlerini tartışmıştır. Tartışmanın ardından gruplar fikirlerini sınıf ile paylaşmış ve sınıf genelinde bu fikirler üzerinde durulmuştur.

Tork kavramına ilişkin toplam seksen dakikalık öğretim süresi dört bölüm altında incelenmiştir. Tork kavramı ile ilgili ders içeriğinin bölümlere ayrılma nedeni dersin içeriğinde farklı yöntemler ile ders işlenmesi ve bu yöntemlerin farklı anlam oluşturma basamakları ile değerlendirilmesidir.

Aşağıda bu dört bölüm için anlam oluşturma basamaklarında hangi öğretim süreçlerinin yer aldığı ve bu süreçlere örnekler verilmiştir.

4.2.1.4.1 Tork Birinci Bölümün Anlam Oluşturma Basamaklarına Göre Analizinden Elde Edilen Bulgular

Aşağıda Çizelge 4.15’de tork bölüm 1’de yer alan diyaloglar içerisindeki bütün anlam oluşturma basamaklarına yer verilmiştir ve bu diyaloglar arasından seçilen örnekler ile neden bu anlam oluşturma basamaklarının seçildiği belirtilmiştir. Ancak bu bölümde bütün diyaloglara yer verilememiş ve yer verilen diyalogların içerisinden kısa alıntılara yer verilmiştir. Diyalogların tamamında çizelgede belirtilen anlam oluşturma süreçlerinin dışında anlam oluşturma süreçleri yer almamaktadır.

Tork kavramı ile ilgili birinci bölüm dersin girişinden başlayarak torkun nelere bağlı olduğunu deneyerek gösterme etkinliğinin sonuna kadar devam etmektedir. Bu bölüm dersin transkripsiyonunda ‘T1’ satırı ile başlamakta ve ‘T207’ satırı ile son bulmaktadır Aşağıda Çizelge 4.15’de birinci bölümün içeriğinin hangi anlam oluşturma süreçlerinde yer aldığı belirtilmektedir.

Çizelge 4.15:Tork bölüm 1'in anlam oluşturma basamaklarına göre analizi

Öğretimin Amacı	<ul style="list-style-type: none">• Problemi açma• Öğrencilerin fikirlerini keşfetme ve üzerinde çalışma
İçerik	Günlük- deneysel tasvir
İletişim Yaklaşımı	<ul style="list-style-type: none">• Öğretmen-öğrenci: Etkileşimli/diyalog ile yapılan• Öğrenci-öğrenci: Etkileşimli/diyalog ile yapılan
Etkileşim modeli	B-C-G-C-G-C-G-C-G zinciri
Öğretmen müdahalesi	<ul style="list-style-type: none">• Anahtar fikirleri işaretleme• Öğrencilerin anlamalarını kontrol etme

Tork birinci bölümde anlam oluşturma basamaklarına göre analiz edilen ‘diyalog 1’ ve ‘diyalog 2’ örnekleri yer almaktadır.

Aşağıda durum çalışmasına dahil edilen iki öğrencinin (‘Ö18’ ve ‘Ö21’) aralarında kapıyı daha kolay açmak için neler yapması gerektiğini tartıştığı ‘diyalog 1’den (D1) bir kesite (T63-T75) yer verilmiştir.

“Diyalog 1”

T63-Ö18: Kapının ortasından mı ittirirsek daha kolay açarız, ucundan mı ittirirsek daha kolay açarız diye soru sormuşlardı hani. Ucundan ittirirse Ali amca daha kolay açtırmaz mı?

T64-Ö21: Olabilir.

T65-Ö18: Aynı zamanda diyelim.

T66-Ö21: Huu. Kapının ucundan (Bilimsel parça)

T67-Ö18: Kapı kolu mu kolu mu diyeyim yoksa ucundan

T68-Ö21: Kapının en uç köşesinden

T69-Ö18: Kapının uç köşesinden derken bu taraftan mı?

T70-Ö21: Evet diyebiliriz.

T71-Ö18: Dersek. Kapıyı uçtan açarsa köpek kapıyı

T72-Ö21: açabilir. Kapıyı daha kolay açmak için köpek kuvveti hangi uzaklıktan uygulamalı?

T73-Ö18: En uçtan değil mi? Menteşeye en uzaktan değil mi?

T74-Ö21: Menteşe var ya. Şurada duvar var. Şu şurada.

T75-Ö18: Menteşeye en uzak nokta. **(Bilimsel parça)**

Bu diyalogda durum çalışmasındaki öğrenciler aralarında kapıyı nasıl daha kolay açacaklarını tartışmaktadır. Diyalogun başında ‘T63’ satırında ‘Ö1’ dersin başında yer alan hikayede verilen problem durumuna çözüm yolu aramaktadır. Grup arkadaşı ile bu problem durumu üzerinde fikirlerini tartışmaktadırlar. Bu durum ‘problemi açma’ öğretim amacı ile açıklanabilir. Bu öğretim amacı öğrencilerin zihinsel olarak bilimsel hikayenin gelişimine ilgisini çekmeyi gerektirmektedir. Öğrencilerin ilgisini çekmek amacı derse bir hikaye ile giriş yapılmıştır. ‘Ö18’ ve ‘Ö21’ köpeğin kapıyı nasıl daha kolay açacağı üzerinde görüş belirtmektedir. Bu ikiöğrenci arasında geçen diyalogda öğrenciler fikirlerini birbirine açıklamakta ve bu fikirleri tartışmaktadır (T37-T79). Öğrenciler arasındaki iletişim yaklaşımı ‘etkileşimli/diyalog ile yapılan’ iletişim yaklaşımı olarak belirlenmiştir. Bu iletişim yaklaşımında her ikiöğrencide birbirinin fikirlerini dinlemiştir (T63-T75). Öğrenciler arasında geçen diyalogun içeriği bilimsel bir dilde gerçeklemektedir ve deneysel tasvirlerde bulunmaktadırlar (T67, T68). ‘T66’ satırında ‘Ö21’in cevabı ve ‘T75’ satırında ‘Ö18’in cevabı bilimsel fikirlerdir. Öğrencilerin kendi aralarında tartıştıkları fikirleri bilimsel bilgi özelliğindedir. Bu tartışmanın sonrasında tork kavramı ile ilgili öğretim sonrası ‘Ö18’ ‘bilimsel parça’ cevap kategorisinde yer alan cevaplar verirken, ‘Ö21’ ‘bilimsel’ cevap kategorisinde yer alan cevaplar vermiştir.

‘Diyalog 2’ (D2) öğretmen (A) ile öğrenciler (‘Ö’) arasında geçen kapının nasıl daha kolay açılabileceğini tartıştıkları bir diyalogdan (T97-T107) alıntıdır. Bu

diyalogda öğrenciler gruplar arkadaşları ile tartıştıkları fikirlerini sınıf ortamında açıklamaktadır. Durum çalışmasına dahil edilen öğrencilerin fikirleri bu tartışmalardan etkilenebileceği için sınıf ortamında geçen bu diyaloglara da yer verilmiştir. Bu diyalog süreci sınıf ortamındaki öğretimin içeriğinin nasıl gerçekleştiği hakkında da bilgi vermektedir.

“Diyalog 2”

T97-A: Ayağa kalk. Arkadaşlar dinleyin.

T98-Ö3: Şimdi insana ya da ne bileyim bir canlı varlığa yapacağı hareketi öğretmek için önce kendisi yapması gerekir. Özellikle köpeğin öğrenmesi için kendisinin kapıyı açması gerekiyor öğrenebilmesi için. Mesela gazete geldiğinde gazeteyi getiren kapıyı açsa ya da herhangi bir uyarı verse gazetenin geldiğini anladiysa adam, ilk önce kendisi koşar. Kapıya gider, kapıyı açar, gazeteyi alır. Bunu gören köpekte koşturur ve kapıyı açıp gazeteyi alır. Köpek böylece öğrenir.

T99-A: Evet arkadaşlar. Biraz sonra öğreneceğimiz konuda nasıl kapıyı daha kolay açacak köpek bunu göreceğiz. Siz düşüncelerinizi söylediniz.

T100-Ö: O zaman kapının ucundan ittirsin. (Bilimsel parça)

T101-A: Efendim.

T102-Ö: Hocam, kapının aşağısından ittirirse daha rahat açar. (Alternatif parça)

T103-A: Nereden? Aşağısından mı, ucundan mı?

T104-Ö: Kapının menteşesinden. (Alternatif parça)

T105-A: Kapının menteşesinden. Arkadaşlar size bir soru. Kapı kolları neden kapı kenarlarına konuluyor, menteşeye değil de? Kapı kolu nerede?

T106-Ö: Kapının dışında. (Alternatif parça)

T107-Ö: Hocam, kapının ucunda.

Bu diyalogda öğrenciler grup içerisinde tartıştıkları kapıyı nasıl daha kolay açacaklarına ilişkin fikirlerini sınıf ortamında açıklamışlardır. ‘T-97’ satırında öğretmen kapının nasıl daha kolay açılabileceği ile ilgili öğrencilerin fikirlerini açıklamalarını ister. Bu durum ‘öğrencilerin fikirlerini keşfetme ve üzerinde çalışma’ öğretim amacı ile açıklanabilir. Bu öğretim amacıyla özel bir durum ile ilgili öğrencilerin fikirlerinin ortaya çıkarılması amaçlanmaktadır. ‘D2’ süresince öğretmen ile öğrenciler arasında gerçekleşen diyalogda öğrenciler kapının nasıl daha kolay açılabileceği ile ilgili fikirlerini açıklamıştır (T100, T102, T104, T106). Öğretmen ile öğrenciler arasında ‘etkileşimli/diyalog ile yapılan’ iletişim yaklaşımı geçmiştir. Bu diyalog süresince öğretmen öğrencilerin fikirlerini dinlemiş ve bilimsel bilgiler ile uyumlu değilse bile öğrencilerin fikirlerini dikkate almıştır. ‘T103’ satırında öğretmen kuvvetin nereden uygulanması gerektiğini sorar, ‘T104’ satırında öğrenci cevap vermiştir, ‘T105’ satırında öğretmen cevabı tekrar ederek geri bildirim vermiştir. Öğretmen ile öğrenciler arasındaki bu etkileşim modeli ‘B-C-G’ olarak belirlenmiştir. Öğretmen öğrencilerin verdiği cevapları değerlendiren ifadeler kullanmamıştır. ‘T97’ satırında öğretmen öğrenciden fikrini açıklamasını istemiş ve ‘öğrencilerin anlamalarını kontrol etme’ müdahalesinde bulunmuştur. ‘T105’ satırında öğretmen bir önceki satırdaki öğrenci cevabını tekrar ederek ‘anahtar fikirleri işaretleme’ müdahalesinde bulunmuştur. Öğrencilerin hepsinin fikirleri bilimsel bilgi ile uyumlu değildir. ‘T102’, ‘T104’ ve ‘T106’ satırlarında öğrencilerin belirttiği fikirler alternatif kavram niteliğindedir. Bu öğrenciler kapının daha kolay açılması için kuvvetin uygulanma noktaları hakkında yanlış tahminlerde bulunmuştur. Öğretim sonrası bu temada öğrencilerin yarıdan fazlası bilimsel cevap vermiştir. Ancak sınıfın diğer yarısı soruya ilişkin bilimsel fikirler sunamamıştır. Bu diyalogda öğrenciler sahip oldukları alternatif kavramlara ilişkin fikirlerini sınıf ortamında açıklamıştır. Öğretim durum çalışmasında yer alan öğrencilerin fikirlerinde etkili olurken, sınıftaki bazı öğrencilerin fikirlerinin değişiminde etkili olamamıştır.

4.2.1.4.2 Tork İkinci Bölümün Anlam Oluşturma Basamaklarına Göre Analizinden Elde Edilen Bulgular

Tork kavramı ikinci bölüm döndürme etkisi ile ilgili grafik çizimleriyle başlayarak tork vektörünün büyüklüğünün ve yönünün bulunduğu bölüme kadar devam etmektedir. Bu bölüm dersin transkripsiyonunda ‘T208’ satırı ile başlar ve ‘T347’ satırı ile son bulur. Aşağıda Çizelge 4.16’da ikinci bölümün içeriğinin hangi anlam oluşturma süreçlerinde yer aldığı belirtilmektedir.

Çizelge 4.16:Tork bölüm 2’in anlam oluşturma basamaklarına göre analizi

Öğretimin Amacı	<ul style="list-style-type: none">• Bilimsel hikayeyi geliştirme• Öğrencilere bilimsel fikirler ile çalışmada ve içselleştirmesinde rehberlik etme
İçerik	<ul style="list-style-type: none">• Bilimsel- deneysel tasvir• Bilimsel-teorik açıklama• Öğretmen-öğrenci: Etkileşimli/otoriter
İletişim Yaklaşımı	Etkileşimli/diyalog ile yapılan <ul style="list-style-type: none">• Öğrenci-öğrenci: Etkileşimli/diyalog ile yapılan
Etkileşim modeli	B-C-G-C-G zinciri
Öğretmen müdahalesi	<ul style="list-style-type: none">• Fikirleri şekillendirme• Anahtar fikirleri işaretleme• Öğrencilerin anlamlarını kontrol etme

Tork kavramı ile ilgili ikinci bölümde anlam oluşturma basamaklarını açıklamak için “diyalog 3”, “diyalog 4” ve “diyalog 5” örnek verilmiştir.

Aşağıda verilen ‘diyalog 3’ (D3) durum çalışmasına dahil edilen öğrenciler (‘Ö18’, ‘Ö21’) arasında geçen döndürme etkisine dair grafik çizmenin tartışıldığı diyalogdan (T259-T270) bir alıntıdır.

“Diyalog 3”

T259-Ö18: grafiğe ilişkin verilen verileri nasıl yorumlarsınız?

T260-Ö21: Şimdi mesela aııı dönme noktasına olan mesafe arttıkça döndürme etkisi de artıyor.

T261-Ö18: Yarıçap arttıkça

T262-Ö21: Döndürme, u dönme noktası diyelim. Dönme noktasına olan mesafe arttıkça döndürme etkisi de artar. **(Bilimsel)**

T263-Ö18: Döndürme etkisi artar. İkinci grafiğe ilişkin verilen verileri yorumlayın diyor.

T264-Ö21: Kuvvet orada artmış. Arttıkça, kuvvet arttıkça döndürme etkisi artar. Kuvvet arttıkça döndürme etkisi de artar. **(Bilimsel)**

T265-Ö18: Hımm. Döndürme etkisi de

T266-Ö21: Eee kuvvet arttıkça

T267-Ö18: Verilen verileri kullanarak diyor.

T268-Ö21: yarıçap azalır. Ee şey dönme noktasına olan uzaklık. Kuvvet arttıkça, kuvvet arttıkça

T269-Ö18: kuvvet arttıkça

T270-Ö21: Döndürme etkisi artar. **(Bilimsel)**

Bu diyalogda durum çalışmasındaki öğrenciler tork kavramı ile ilgili tartışmaktadır. ‘D3’de ‘Ö18’ ve ‘Ö21’ arasında geçen diyalogda öğrenciler

döndürme etkisi, kuvvet ve yarıçap arasındaki ilişkiyi yorumlamaya çalışmaktadır. Öğrenciler grafik yardımı ile bu veriler arasında nasıl bir ilişki olduğunu tartışmaktadır. Bu öğrenciler arasındaki diyalogda öğretim amacı ‘öğrencilere bilimsel fikirler ile çalışmasında ve içselleştirme rehberlik etme’ olarak belirlenmiştir. Bu öğretim amacıyla öğrencilere bireysel olarak, grup içerisinde ya da bütün sınıf ortamında yeni bilimsel anlamlar ile konuşmasında ve düşünmesinde olanaklar sunulması gerekmektedir. Bu diyalogda da ‘Ö18’ ile ‘Ö21’ kendi arasında yarıçap vektörü ile kuvvet vektörünün döndürme etkisi arasındaki ilişkiyi tartışmaktadır ve bu tartışma sonucunda bilimsel gerçeğe ulaşmışlardır. Öğrencilerin bu tartışmalarının içeriği bilimsel bir içerik taşımaktadır. ‘T262’, ‘T264’, ‘T268’ ve ‘T280’ satırlarında ‘Ö21’in belirttiği fikirleri bilimsel bilgi ile uyumludur. Öğretim sonrası ‘Ö21’ bu kavram ile ilgili kavram testinde yer alan sorulara bilimsel cevabı vermiştir. Öğretimin içeriği öğrencilerin fikirleri üzerinde etkili olmuştur. ‘Ö21’ öğretim öncesi bilimsel bilgiye sahiptir ancak öğretim bu öğrencinin tam doğru cevabı vermesini sağlamıştır. ‘Ö18’in öğretim öncesi bu kavrama ilişkin herhangi bir fikri yokken, öğretim sonrası bilimsel cevabı vermiştir. Bu öğrencinin fikrindeki değişimde arkadaşı ile etkileşime geçmesi ve arkadaşının fikrinden etkilenmesi etkili olmuş olabilir. Ayrıca öğrenciler deneysel bilgi üzerinden durumu tasvir etmektedirler. Bu öğrenciler arasındaki iletişim yaklaşımı ‘etkileşimli/diyalog ile yapılan’ iletişim yaklaşımıdır. Öğrenciler bu diyalogda döndürme etkisi ile kuvvet ve yarıçap arasındaki ilişkiyi tartışmış ve döndürme etkisi ile kuvvetin ve yarıçapın doğru orantılı olduğunu bulmuştur. Öğrencilerin aralarında tartıştığı fikirleri bilimsel cevaplar ile uyumludur. Bu diyalogda öğretmen ile etkileşime geçilmediği için etkileşim modeli ve öğretmen müdahaleleri bulunmamaktadır.

Aşağıdaki ‘diyalog 4’ (D4) öğretmen (A) ile öğrenciler (‘Ö21’, ‘Ö3’, ‘Ö’) arasında geçen vektörel çarpımın tartışıldığı diyalogdan (T287-T304) bir alıntıdır. Bu diyalogda durum çalışmasında yer alan ‘Ö21’ grup arkadaşı ile tartıştığını fikirleri sınıf ortamında açıklamaktadır.

“Diyalog 4”

T287-A: *Şimdi arkadaşlar yarıçap vektörü adını verdiğimiz bu dönme noktasına olan mesafe bir vektördür değil mi?*

T288-Ö21: *Huu hu*

T289-A: *Kuvvet nedir?*

T291-Ö3: *Kuvvette vektördür.*

T292-Ö21: *Oda bir vektör.*

T293-A: *Kuvvette bir vektördür. Burada iki vektörün çarpımından bahsediyoruz o zaman.*

T294-Ö21: *Evet.*

T295-A: *Burada iki vektörün çarpılması sonucu üçüncü bir vektörden bahsedeceğiz. Şimdi vektörlerin çarpımını biliyor musunuz, hatırlıyor musunuz?*

T297-Ö21: *Skaler çarpımlar*

T298-A: *Vektörler nasıl çarpılıyordu?*

T299-Ö: *Skaler çarpım*

T300-A: *Skaler ve vektörel olarak iki şekilde çarpılıyor. Biz arkadaşlar vektörel çarpım ile ilgileneceğiz. Vektörel çarpım neydi, nasıldı hatırlıyor musunuz?*

T301-Ö: *Hatırlamıyoruz.*

T302-A: *Vektörel çarpımda, iki vektörün vektörel çarpımı sonucunda üçüncü bir vektör elde ediyorduk. Şöyle düşünelim. \vec{A} ve \vec{B} vektörleri.....*

T303-Ö: *Koordinatların çarpımı mı? X ler ile x ler. (Alternatif parça)*

T304-A: *\vec{A} , \vec{B} vektörlerinin çarpımı sonucunda üçüncü bir \vec{C} vektörünü elde ederiz arkadaşlar.*

Bu diyalog öğretmen ile sınıf genelindeki öğrenciler arasında geçmektedir. Öğretmen ile öğrenciler vektörel çarpımın öğretimi öncesi bu kavram üzerinde tartışmaktadır. Bu süreçte öğretmen ile öğrenciler arasındaki iletişim yaklaşımı ‘etkileşimli/otoriter’ iletişim yaklaşımıdır. Bu iletişim yaklaşımında öğretmen ile öğrenci arasında iletişim vardır ama öğretmen öğrencinin fikirleri üzerinde durmaz. Öğretmen fikrin özel bir noktasına ulaşmaya odaklanır. Bu diyalog örneğinde de öğretmen öğrencilere söz hakkı vermiş ancak dersi vektörel çarpımı anlatmak üzere kendisi yönlendirmiştir. Diyalogda da görüldüğü üzere öğrencilerin cevapları dersin içeriğini yönlendirmede etkili olamamış ve öğretmen vektörel çarpımın anlatılmasına odaklanmıştır. Öğrenciler vektörel çarpıma ilişkin bilimsel fikirlere sahip değildir. Öğrencilerin öğretim öncesi sahip olduğu fikirler alternatif kavram niteliğindedir. ‘T302’ satırında öğretmen öğrencilerin ilk kez duyduğu vektörel çarpımından bahsederek ‘fikirlere şekillendirme’ müdahalesinde bulunmuştur.

‘Diyalog 5’ (D5) öğretmen (A) ile öğrenciler (Ö) arasında geçen döndürme etkisi ile kuvvet arasındaki ilişkinin tartışıldığı bir diyalogdan (T240-T244) alıntıdır. Bu diyalogda öğrenciler döndürme etkisi ile kuvvet arasındaki ilişkiyi tartışmaktadır. Durum çalışmasına dahil edilen öğrenciler bu kavrama ilişkin bilimsel fikirlere sahip değil iken, öğretim sonrası bilimsel cevabı vermiştir. Öğrencilerin fikirlerindeki değişimde sınıf ortamındaki tartışmalar etkili olabileceği için öğretimin içeriği hakkında bilgi veren bu diyalog kesitine yer verilmiştir.

“Diyalog 5”

T240-A:Evet arkadaşlar, ikinci grafik ile ilgili ne diyorsunuz? Hadi bakalım. Fikirlerinizi alalım. Evet ayağa kalk söyle arkadaşlarına.

T241-Ö: Döndürme etkisi ve kuvvet yine doğru orantılı olarak gitmiş.

(Bilimsel)

T242-A: Arkadaşlarınız böyle diyor. Başka fikri olan?

T243-Ö: Döndürme etkisi ile kuvvet doğru orantılıdır. (Bilimsel)

T244-A: Döndürme etkisi ile kuvvetin doğru orantılı olduğunu söylüyorlar.

'D5'de sınıf ortamında grafik 2'de yer alan döndürme etkisi ile kuvvet arasındaki ilişki tartışılmıştır. Bu tartışmada öğretim amacı 'bilimsel hikayeyi geliştirme' olarak belirlenmiştir. Bu öğretim amacında sınıfın sosyal ortamında ulaşılabilir bilimsel anlamlar oluşturmayı gerektirmektedir. Bu diyalog kesitinde de öğrenciler sınıf içerisinde grup arkadaşları ile tartıştıkları ve kararlaştırdıkları fikirlerini açıklamış ve bilimsel olarak doğru açıklamalarda bulunmuşlardır. Bu diyalogda öğretmen ile öğrenciler arasında 'etkileşimli/diyalog ile yapılan' iletişim yaklaşımı geçmektedir. Öğretmen öğrencilere söz vermekte ve onların fikirlerini dinlemektedir. Dersin içeriğini öğrencilerin fikirlerine göre sürdürmektedir. 'T240' satırında öğretmen grafiği yorumlamalarını ister, 'T241' satırında öğrenci cevap verir, 'T242' satırında öğretmen geri bildirim verir, 'T243' satırında öğrenci cevap verir ve 'T244' satırında öğretmen geri bildirim vererek diyalogu sonlandırır. Öğretmen ve öğrenciler arasındaki etkileşim modeli 'B-C-G-C-G' zinciri olarak belirlenmiştir. 'T240' satırında öğretmen öğrenciden fikrini sınıfa açıklamasını isteyerek 'öğrencilerin anlamalarını kontrol etme' müdahalesinde bulunmuştur. 'T242' satırında öğretmen farklı fikirleri sorarak 'fikirlere şekillendirme' müdahalesinde bulunmuştur. 'T244' satırında öğretmen bir önceki satırdaki öğrenci cevabını tekrar ederek 'anahtar fikirleri işaretleme' müdahalesinde bulunmuştur. Bu diyalogda öğrenciler torkun kuvvet ile doğru orantılı olduğunu belirtmiştir. Öğrenciler grafik çizimleri sonrası torkun nelere bağlı olduğunu doğru yapılandırmıştır. Öğrencilerin bu kavrama ilişkin verdikleri cevaplar bilimsel cevap niteliğindedir.

4.2.1.4.3 Tork Üçüncü Bölümün Anlam Oluşturma Basamaklarına Göre Analizinden Elde Edilen Bulgular

Tork kavramı ile ilgili üçüncü bölüm sıkışan vidayı sökme etkinliği ile başlayarak birinci dersin sonuna kadar devam etmektedir. Üçüncü bölüm sonuna kadar öğrenciler sağ el kuralını tartışmaktadır. Bu bölüm dersin transkripsiyonunda 'T348' satırı ile başlar ve 'T455' satırı ile son bulur. Aşağıda Çizelge 4.17'de üçüncü bölümün içeriğinin hangi anlam oluşturma süreçlerinde yer aldığı belirtilmektedir.

Çizelge 4.17:Tork bölüm 3'ün anlam oluşturma basamaklarına göre analizi

Öğretimin Amacı	<ul style="list-style-type: none">• Öğrencilere bilimsel görüşün uygulanması ve kullanımının genişletilmesinde rehberlik etme ve kullanımı için sorumluluk verme
İçerik	<ul style="list-style-type: none">• Günlük-deneysel tasvir• Bilimsel- deneysel açıklama• Öğretmen-öğrenci: Etkileşimli/otoriter
İletişim Yaklaşımı	Etkileşimsiz/otoriter
Etkileşim modeli	B-C-G zinciri (Değerlendirme yok)
Öğretmen müdahalesi	<ul style="list-style-type: none">• Fikirleri şekillendirme

Tork kavramı ile ilgili üçüncü bölümde ‘diyalog 6’ ve ‘diyalog 7’ yer almaktadır.

Aşağıda durum çalışmasına dahil edilen iki öğrenci (‘Ö18’, ‘Ö21’) arasında geçen sağ el kuralı ile ilgili tartıştıkları ‘diyalog 6’dan (D6) bir alıntıya (T358-T415) yer verilmiştir.

“Diyalog 6”

T358-Ö18: Sence buradan tutarsak kuvvet daha mı az?

T359-Ö21: Aaa. Devam et. Devam.

T360-Ö18: Çek elini, çek elini. Şöyle gidecek alttan mı çıkıyor?

T361-Ö21: Saat yönünde çeviriyoruz. (Bilimsel parça)

T365-A: Evet arkadaşlar.

T366-Ö: Saat yönünde (Bilimsel parça)

T367-Ö: Saat yönünde (Bilimsel parça)

T368-Ö18: Saat yönüne doğru (Bilimsel parça)

Bu diyalogda durum çalışmasındaki öğrenciler vida etkinliğini tartışmaktadırlar. 'D6'da öğrenciler sağ el kuralını kullanarak torkun yönünü belirleme etkinliğini yapmışlardır. Burada öğretimin amacı 'öğrencilere bilimsel görüşün uygulanması ve kullanımının genişletilmesinde rehberlik etme ve kullanımı için sorumluluk verme' olarak belirlenmiştir. Bu öğretim amacı öğretilen bilimsel anlamların uygulanmasında öğrencileri desteklemeyi gerektirmektedir. 'Ö18' ve 'Ö21' aralarında tartışırken bilimsel bir dil kullanmaktadır. Yaptıkları deneyin sonuçlarını tasvir etmektedirler (T361). 'Ö18' ve 'Ö21' arasında anahtarın dönme yönünde bir tartışma yaşanmıştır ve öğrenciler gözlemleri üzerinde fikirlerini belirtmiştir. Öğrenciler arasındaki iletişim yaklaşımı 'etkileşimli/diyalog ile yapılan' iletişim yaklaşımıdır. 'T361' ve 'T368' satırlarında durum çalışmasındaki iki öğrenci bilimsel cevaplar vermiştir. Sınıftaki diğer öğrencilerde bu diyalogda bilimsel cevaplar vermiştir. Öğrenciler bu diyalog süresince vida etkinliğini yaparak sonuçlarında kendi aralarında tartışmıştır. Bu etkinlik öğrencilerin sağ el kuralı ile ilgili bilimsel fikirler geliştirmesini sağlamıştır. Öğrenciler etkinlik süresince birlikte çalışmış ve fikirlerini tartışmıştır.

'Diyalog 7' (D7) öğretmen (A) ve öğrenciler (Ö18, Ö) arasında geçen vektörlerin yönünün tartışıldığı bir diyalogdan (T423-T429) alıntıdır. Durum çalışmasında yer alan 'Ö18' bu diyalogda grup arkadaşı ile tartıştığı fikrini sınıf ortamında belirtmiştir. Bu diyalogda durum çalışmasındaki öğrencilerin kendi aralarındaki tartışmalar sonucunda edindikleri fikirlerini sınıf ortamında açıklamaları yer almıştır.

“Diyalog 7”

T423-A: Arkadaşlar beni dinlerseniz.... Sağ elimizin başparmağını ne yapalım? Konum vektörü olarak almıştık. Konum vektörü burada neyi temsil ediyor aslında? Anahtarı değil mi?

T424-Ö: Evet.

T425-A: Siz vidaya doğru anahtarı tutuyorsunuz. Anahtarınızı tuttuğunuz nokta ile vida arasındaki mesafe konum vektörü. Başparmağınız. Kuvveti anahtarı döndürmek için uyguluyorsunuz. Değil mi arkadaşlar?

T426-Ö: Evet.

T427-A: Kuvvet vektörünüzde işaret parmağınız oluyor. Buna dik olarak hareket eden orta parmağınız neyi gösterir?

T428-Ö18: Vidanın dönme yönünü (Bilimsel parça)

T429-A: Yani tork vektörünün yönünü. Yani ne yaparsınız? Vidayı yerinden sökerseniz. Vida yukarı doğru hareket eder. Değil mi arkadaşlar bu durumda?...

Bu diyalogda öğretmen öğrencilerin kendi aralarında tartıştıkları sağ el kuralını açıklamıştır. ‘D7’de ‘T423’ satırında öğretmen soru sorarak başlar, ‘T424’ satırında öğrenci cevap verir, ‘T425’ satırında öğretmen geri bildirim verir ve tekrar soru sorar, ‘T426’ satırında öğrenci cevap verir, ‘T427’ satırında öğretmen geri bildirim verir ve tekrar soru sorar, ‘T428’ satırında öğrenci cevap verir ve ‘T429’ satırında öğretmen geri bildirim verir. Öğretmen ile öğrenciler arasında gerçekleşen etkileşim modeli ‘B-C-G’ zinciri olarak belirlenmiştir ve bu zincir araka arkaya birkaç kez tekrarlanmıştır. Öğretmenin ‘T423’ ve ‘T425’ satırlarında sorduğu sorular sadece kendi fikirlerini doğrulamak amacı ile sorulmuştur. Öğretmen bu sorular aracılığı ile öğrencilerin fikirlerini ortaya çıkarmaya yönelik girişimde bulunmamıştır. Bu bölümde öğretmen ile öğrenciler arasında ‘etkileşimli/otoriter’ iletişim yaklaşımı gerçekleşmiştir. Öğretmenin öğretim sürecinin devamında öğrencilere söz hakkı vermeden sadece bilimsel bilgileri aktardığı bölümlerde, iletişim yaklaşımı ‘etkileşimsiz/otoriter’ olarak belirlenmiştir. Öğretmenin sunduğu

dersin içeriği bilimseldir ve deneysel veriler üzerinden açıklama yapmaktadır. Öğretmen vidayı sökme etkinliğinin sonuçlarını bilimsel karşılıklarını kullanarak öğrencilere açıklamaktadır. Bu diyalog kesitinde ‘fikirleri paylaşma’ öğretmen müdahalesi ile karşılaşmış ve öğretmen öğrencilerin bireysel fikirlerini sınıf ile paylaşmasını istemiştir. Diyalogda görülebileceği gibi bu diyalogun başında öğretmen öğrencilerden fikirlerini açıklamasını istemiştir. ‘T425’ ve ‘T427’ satırlarında öğretmen sağ el kuralının gösterimini öğrencilere açıklayarak ‘fikirleri şekillendirme’ müdahalesinde bulunmuştur. Bu satırlarda öğretmen öğrencilerin ilk kez karşılaştıkları durumları açıklamaktadır. ‘T428’ satırında ‘Ö18’ sağ el kuralına ilişkin bilimsel cevap vermiştir. Önceki diyalogda grup arkadaşı ile tartışan ‘Ö18’ bilimsel fikre sahiptir ve öğretim sonrası kavram testinde de bilimsel cevap vermiştir. Vida etkinliği ‘Ö18’in fikirlerinin bilimsel fikirlere doğru değişiminde etkili olmuştur.

4.2.1.4.4 Tork Dördüncü Bölümün Anlam Oluşturma Basamaklarına Göre Analizinden Elde Edilen Bulgular

Tork kavramı ile ilgili dördüncü bölüm ikinci ders saatinin başında birinci problemin çalışma grupları arasında tartışılması ile başlar, üçüncü problemin sonuçlarının sınıf ortamında tartışılması ile son bulur. Bu bölüm dersin transkripsionunda ‘T456’ satırı ile başlar ve ‘T914’ satırı ile son bulur. Aşağıda Çizelge 4.18’de dördüncü bölümün içeriğinin hangi anlam oluşturma süreçlerinde yer aldığı belirtilmektedir.

Çizelge 4.18:Tork bölüm 4'ün anlam oluşturma basamaklarına göre analizi

Öğretimin Amacı	<ul style="list-style-type: none">• Bilimsel hikayenin gelişimini destekleme
İçerik	<ul style="list-style-type: none">• Bilimsel- teorik genelleme
İletişim Yaklaşımı	<ul style="list-style-type: none">• Öğretmen-öğrenci: Etkileşimli/otoriter• Öğrenci-öğrenci: Etkileşimli/diyalog ile yapılan
Etkileşim modeli	B-C-G-C-G-C-G zinciri
Öğretmen müdahalesi	<ul style="list-style-type: none">• Anahtar fikirleri işaretleme• Öğrencilerin anlamlarını kontrol etme

Tork kavramı ile ilgili dördüncü bölümde ‘diyalog 8’ ve ‘diyalog 9’ yer almaktadır.

Bu ‘diyalog 8’ (D8) öğrencilerin (‘Ö18’, ‘Ö21’) arasında tork vektörünün yönü ile ilgili fikirlerini tartıştığı bir diyalogdan (T526-T533) alıntıdır. Bu diyalogda durum çalışmasındaki öğrenciler aralarında vidanın hareket yönünü tartışmaktadır.

“Diyalog 8”

T526-A: Evet arkadaşlar, kendi aranızda tartışın bakalım. Orada farklı nicelikler var. İki dakikada vaktiniz var. Şekilde görüyorsunuz vidanın şeklini. Çıkartmak için vidayı ne tarafa doğru çevirmeniz gerekiyor? Aranızda tartışın arkadaşlar.

T527-Ö18: Sağ el kuralına göre, orta parmak vidanın hareket yönünü verir. (Bilimsel parça)

T528-Ö21: Haklısın.

T530-Ö18: Şimdi buraya ters yönde çevirir diyelim.

T531-Ö21: Niye ters yönde çevirir dedik?

T532-Ö18: Sağ el kuralına göre anahtar yarıçap vektörü (Bilimsel parça)

T533-Ö21: Anahtarı ucundan tuttuk, döndürdük. Çıkarmak için mi?

Bu diyalogda öğretmen öğrencilerden sağ el kuralının uygulamasının yapıldığı bir problem çözmelerini istemiştir. Bu diyalog durum çalışmasına dahil edilen iki öğrenci arasında geçmektedir. ‘D8’de öğretimin amacı ‘bilimsel hikayenin gelişimini destekleme’ olarak belirlenmiştir. Bu amaçta öğretmen yeni öğrenilen bilginin farklı durumlara nasıl aktarıldığını kontrol eder. ‘T526’ satırında öğretmen öğrencilerin bir önceki ders tork ile ilgili öğrendiklerini kullanarak sorduğu soruları çözmelerini istemektedir. ‘Ö18’ ile ‘Ö21’ arasında geçen diyalog öğrencilerin öğrendikleri sağ el kuralını kullanarak problemi çözmeye çalıştıkları bir duruma örnek verilmiştir. Öğrenciler arasında geçen iletişim yaklaşımı ‘etkileşimli/diyalog ile yapılan’ iletişim yaklaşımıdır. Bu diyalog süresince öğrenciler fikirlerini birbirlerine açıklamış ve bu fikirleri dinlemişlerdir. Öğrencilerin kendi aralarında tartıştıkları fikirler bilimsel bilgi ile uyumludur. ‘Ö18’ ‘T527’ ve ‘T532’ satırlarında bilimsel cevabı vermiştir ve cevabını açıklamıştır. Grup arkadaşı ‘Ö18’in fikirlerini kabul etmiştir. ‘Ö18’, ‘Ö21’in fikirlerini etkilemiş ve fikirlerinin değişimini sağlamıştır. Vida etkinliği ‘Ö18’in fikirlerinin bilimsel bilgiye doğru değişimini sağlamıştır ve bu öğrenci öğrendiklerini farklı durumlara uygulayabilmiştir. Grup arkadaşı ile etkileşime geçerek onunda fikirlerini etkilemiştir.

‘Diyalog 9’ (D9) öğretmen (A) ile öğrenciler (Ö21, Ö) arasında geçen problem çözümüne ilişkin bir diyalogdanalıntıdır. Bu diyalog süresince durum çalışmasında yer alan ‘Ö21’ grup arkadaşı ile tartıştığı fikirleri sınıf ortamında açıklamaktadır.

“Diyalog 9”

T709-A: ...Uğurcan. A şıkkını cevapla bakalım bize.

T710-Ö: Hocam bir yönünde iner. Neden dersiniz, hummm.

T713-Ö: Tahterevalli biryönüne doğru iner hocam. Çünkü yarıçap arttıkça tork artar. (Bilimsel parça)

T715-A: Ne diyorsunuz?

T719-Ö21: Doğru diyoruz hocam.

T723-A: Burada döndürme etkisine baktık. Ne dedi arkadaşınız. Burada neler eşit?

T725-Ö: Kuvvetler eşit.

T726-A: Kuvvetler eşit değil mi arkadaşlar. Kuvvetler eşit ise neye baktı arkadaşınız burada.

T728-Ö21: Yarıçapa (Bilimsel parça)

T729-A: Uzaklığı büyük olan daha kolay döndürür. Yani ne tarafa doğru döner dediniz?

T732-Ö21: Bir

T733-A: Bir yönünde. Aşağıya doğru tahterevalli B noktasına iner.

Bu diyalog öğretmen ile öğrenciler arasında geçen torkun uygulamasına bir örnektir. 'D9' 'T709' satırında öğretmen öğrenciden soruyu cevaplamasını isteyerek başlamıştır. Bu öğretmen müdahalesi 'öğrencilerin anlamalarını kontrol etme' olarak açıklanmaktadır. Bir sonraki satırda öğrenci cevap vermiştir. Bu diyalog sürecinde öğretmen ile öğrenciler arasındaki iletişim yaklaşımı 'etkileşimli/otoriter' iletişim yaklaşımı olarak belirlenmiştir. Öğretmen öğrencilere soru sormuştur ancak bu sorular öğrencilerin fikirlerini ortaya çıkarmaya yönelik değil öğretmenin sorduğu sorulara dönüt verme türündedir. Sınıf etkileşiminin içeriği 'bilimsel-teorik genelleme' olarak gerçekleşmiştir. Öğrenciler sorulara öğrendikleri bilimsel bilgiyi kullanarak açıklama getirdikleri için bu içerikte yer alan cevaplar vermişlerdir. 'T723' satırında öğretmen bir soru sorarak başlar, 'T725' satırında öğrenci cevap verir, 'T726' satırında öğretmen geri bildirim verir ve tekrar soru sorar, 'T728'

satırında öğrenci cevap verir, 'T729' satırında öğretmen geri bildirim verir ve soru sorar, 'T732' satırında öğrenci cevap verir ve 'T733' satırında öğretmen geri bildirim verir. Öğretmen ile öğrenciler arasındaki bu soru cevap süreci 'B-C-G-C-G-C-G' etkileşim modeli ile açıklanmaktadır. Bu diyalogda öğrencilerin fikirlerini sınıf ile paylaşarak 'fikirleri paylaşma' öğretmen müdahalesi ile karşılaşılmıştır. Öğretmen 'T726' satırında bir önceki satırda yer alan öğrencinin cevabını tekrar ederek 'anahtar fikirleri işaretleme' öğretmen müdahalesinde bulunmuştur. 'T713' satırında öğrenci problemin cevabına ilişkin bilimsel fikirler belirtmiştir. Bu öğrenci torkun nelere bağlı olduğunu belirtmiştir. Diyalogun ilerleyen bölümlerinde sınıftaki diğer öğrenciler de bu probleme ilişkin doğru cevaplar vermiştir. Bu öğrenciler öğretim sonrası tork kavramına ilişkin doğru cevaplar geliştirmiştir. Bilimsel fikirlerini farklı problemlerin çözümünde kullanmışlardır.

4.2.2 Durum Çalışmasına Dahil Edilen Öğrencilerden Açısal Momentum Kavramı ile İlgili Elde Edilen Verilerin Analizi

Bu bölümde durum çalışmasına dahil edilen öğrencilerin açısal momentum ile ilgili kavram testine verdiği cevaplar, yarı-yapılandırılmış görüşmeler ve öğretimin içeriği analiz edilmiş ve yorumlanmıştır.

4.2.2.1 Kavram Testinde Açısal Momentum Kavramı ile İlgili Sorulara Verdikleri Cevapların Analizinden Elde Edilen Bulgular

Bu bölümde, durum çalışması yürütülen öğrencilerin açısal momentum kavramı ile ilgili kavram testinde yer alan sorulara öğretim öncesi ve öğretim sonrası verdiği cevaplar karşılaştırılmıştır.

Çizelge 4.19: Durum çalışması yürütülen öğrencilerin öğretim öncesi ve sonrası açısal momentumun korunumu temasına verdikleri cevapların karşılaştırılması

Öğrenci No	Öğretim öncesi cevap kategorisi	Öğretim sonrası cevap kategorisi
Öğrenci 18 (Ö18)	Anlama yok	Bilimsel parça
Öğrenci 21 (Ö21)	Alternatif parça	Bilimsel parça

Çizelge 4.19’da görüldüğü üzere, bu temada yer alan sorulara ‘Ö18’ öğretim öncesi cevap verememiştir. Öğretim öncesi ‘Ö18’ bu kavram hakkında herhangi bir görüş bildirmemiştir. Öğretim sonrası ‘Ö18’in bu temadaki sorulara verdiği cevaplar doğru ancak eksiktir. Bu öğrenci cevaplarında yarıçapı azaltmanın hızı arttırdığını belirtmiş ancak bunun açısal momentumun korunumunun bir sonucu olduğunu belirtmemiştir.

‘Ö21’ öğretim öncesi verdiği cevaplar ‘alternatif parça’ cevap kategorisinde yer almaktadır. ‘Ö21’ öğretim öncesi cevabında dengeyi sağlamak için bu hareketin yapıldığını belirtmiştir. Aşağıda ‘Ö21’ ile öğretim öncesi yapılan yarı-yapılandırılmış görüşmeden bir bölüme yer verilmiştir.

A: Balerin neden böyle dönüyor?

Ö21: Hem dengeyi sağlamak için, hem de dönüş hızına göre hareketleri değişir yani. Hızlı dönüyorsa değiştirir. Yavaş dönüyorsa daha farklı yapar.

A: Nasıl yapar hareketlerini?

Ö21: Mesela hızlı dönerken bence dengelemek için açması gerekiyor. Benim mantığıma göre.

A: Yani kollar açıkken daha hızlı döner o zaman.

Ö21: Bence öyle.

A: Kapattığında ne yapar?

Ö21: Daha yavaş döner.

A: Neden?

Ö21: Nedenini bilmiyorum ki açıklayamıyorum yani.

‘Ö21’ bu görüşmede cevabını açıklamaktadır ancak cevabının nedeni hakkında fikir sahibi değildir. ‘Ö21’ balerinin bu kollarını açıp kapatma hareketini dengesini sağlamak için yaptığından bahsetmiştir. Ancak balerinin bu hareketi yapma nedenini açıklayamamıştır. Bu alternatif kavramı açısal momentum ile ilgili bir soruda kullanmasına rağmen diğer soruyu açıklarken bu alternatif kavramı kullanmamıştır. Yani ‘Ö21’ öğretim öncesi bu alternatif kavram ilişkin fikrinde süreklilik göstermemiştir.

Öğretim öncesi ‘Ö18’ bu kavrama ilişkin görüş belirtmemiştir. ‘Ö21’ nin cevaplarında ise bu kavrama ilişkin alternatif kavram ile karşılaşılmıştır. Yani öğretim öncesi her iki öğrencide de bu kavrama ilişkin bilimsel cevap ile karşılaşılmamıştır. Öğretim sonrası bu iki öğrenci kavrama ilişkin doğru ancak eksik cevaplar vermiştir. Bu nedenle de öğretim sonrası cevapları ‘bilimsel parça’ cevap kategorisinde yer almıştır.

Öğretim sonrası ‘Ö21’ açısal momentum ile fikirlerindeki değişim nedenleri ile ilgili elde edilen bulgulara aşağıda yer verilmektedir.

A: Öğretim sonrası da senin fikirlerinde değişim oldu mu açısal momentumla ilgili?

Ö21: Evet oldu.

A: Nasıl oldu?

Ö21: Eskiden varsayımlarla yaptığım şeyleri artık bilime dayalı olarak yapmış oldum yani.

A: Öğretim etkili oldu mu senin üzerinde?

Ö21: Evet, oldu. Deney ve gözlemle daha rahat anlayabiliyoruz. **(Mantıklılık- Laboratuvar deneyimi)** Görerek insanlar %10'unu, ama uygulayıp yaparak %90'ının anlayabiliyorlar. Bunlarda bize lazım olduğunda aklımıza gelip hatırlayacağımızı düşünüyorum.

A: Hangi deneydi o?

Ö21: Kapıyı açma konusunda, dambillarla yaptığımız vardı. Bu deneylerin bence yaşamımızda bir yeri olacaktır. **(Anlaşılrlık-örnek verme)**

A: Dambillar ile yaptığımız etkinlik senin açısai momentumu anlamayı kolaylaştırdı mı?

Ö21: Evet.

A: O etkinlik sana ne öğretti?

Ö21: Etkinlik bana bir yerde hızlı olacaksam kollarımı falan açmamam gerektiğini öğretti. **(Yararlılık-umut verici)**

Açısai momentum kavramı ile ilgili 'Ö21' öğretim öncesi herhangi bir fikre sahip değil iken, öğretim sonrası verdiği cevaplar 'bilimsel parça' cevap kategorisinde yer almıştır. 'Ö21' derste yapılan dambıl etkinliğinin öğrenmesi üzerinde etkili olduğunu belirtmiştir. Bu etkinliği kullanışlı bulduğunu belirtmiştir. Posner vd. (1982) kavramsal değişim için belirttiği yeni öğrenilen kavramın yararlı olması şartı bu öğrencide gerçeklemiştir. 'Ö21' bu etkinliği kullanışlı bulmuş ve günlük yaşamında nasıl uygulayabileceğini yorumlamıştır. Açısai momentumun anlam oluşturulmasına yönelik öğretimin içeriği 'Ö21' için fikirlerinin değişiminde etkili olmuştur. Özellikle de yapılan etkinlikler öğrencinin zihninde daha kalıcı olmuştur. Bu öğretimin içeriği açısai momentum hakkında hiçbir fikri olmayan 'Ö21'nin bilimsel fikirlere doğru değişiminde etkili olmuştur.

Yukarıda içeriğine değinilen açısai momentumun anlam oluşturulmasına yönelik öğretim bu öğrencilerin fikirlerinin değişiminde etkili olmuştur. Açısai momentum kavramının anlam oluşturulmasına yönelik gerçekleştirilen öğretim sonrası öğrencilerin büyük bir çoğunluğu doğru cevap vermiştir. Öğretim süresince

öğrenciler arasında geçen tartışmalar, sınıf içi etkileşim, öğretmen öğrenciler arasındaki soru cevap süreci ve öğretmen müdahaleleri bu öğrencilerin fikirlerinin değişimini sağlamıştır. Öğretim süresince bu iki öğrenci açısız momentum ile ilgili sahip oldukları fikirlerini tartışmış ve birbirlerinin fikirlerini etkilemiştir. Bu öğretimin içeriği öğrencilerin açısız momentum ve açısız momentumun korunumu kavramları ile ilgili doğru anlamlar oluşturmasını sağlamıştır. Öğretim öncesi sınıf genelinde hiçbir öğrencinin açısız momentum ve açısız momentumun korunumu kavramlarına ilişkin bilimsel bilgisi yoktur. Öğretim sonrası sınıftaki öğrencilerin yarısından fazlası bilimsel cevap vermiştir. Durum çalışmasında yer alan iki öğrenci de ‘bilimsel parça’ cevap kategorisinde yer almıştır. Öğrencilerin fikirleri üzerinde öğretim etkili olmuş ve bilimsel bilgiye doğru değişimini sağlamıştır. Aşağıda sınıf genelindeki öğrencilerin ve durum çalışmasına dahil edilen öğrencilerin açısız momentum kavramı hakkındaki fikirlerinin değişmesini sağlayan öğretim süreci ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir. Öğretim sürecinde öğrenciler arasında geçen tartışmalar, öğretmen ile öğrenciler arasındaki etkileşim süreci, öğretmen müdahaleleri anlatılmıştır.

Öğretim sonrası ‘Ö18’ ve ‘Ö21’ ile yapılan görüşmelerde öğrenciler açısız momentum kavramının öğretime ilişkin fikirlerini belirtmiştir. Öğrencilerin bu yeni kavram ile ilgili fikirlerinin durum analizi kategorileri kullanılarak analizinden elde edilen bulgulara aşağıda yer verilmektedir.

Çizelge 4.20: Durum çalışmasındaki öğrenciler ile açısız momentum kavramı ile ilgili yapılan görüşmelerin durum analiz kategorileri ile analizinden elde edilen bulgular

Kavramın Durumu	Ö18	Ö21
Anlaşılır	+	+
Mantıklı	+	+
Yararlı	-	+

‘Ö18’ anlaşılabilirlik kavram durumunda örnek verme alt kategorisinde yer alan günlük yaşamdan örnek vermenin öğrenmesindeki etkisinden bahsetmiştir. Mantıklılık kavram durumunda diğer bilgi ve kavramlar ile yeni bilginin tutarlılığını

karşılaştırmıştır. Bu öğrenci ile yapılan görüşmede yararlı durumuna ilişkin veri ile karşılaşılmamıştır. Bu öğrencinin öğretim öncesi cevabı ‘anlama yok’ cevap kategorisinde yer alırken, öğretim sonrası ‘bilimsel parça’ cevap kategorisinde yer almıştır. Öğretim bu öğrencinin fikirlerini değiştirmesinde etkili olmuştur. Bu öğrenci yeni öğrendiği kavramı yararlı görmemiş ve bütün cevaplarında kullanmamıştır. Bu neden ile de cevapları ‘bilimsel parça’ cevap kategorisinde yer almış olabilir.

‘Ö21’ öğretim sonrası açısal momentum kavramı ile ilgili öğrendiklerini anlaşılır, mantıklı ve yararlı bulmuştur. Anlaşılabilirlik durum kategorisinde örnek verme alt kategorisinde yer alan günlük yaşam ile ilgili örnek verme davranışında bulunmuştur. Mantıklılık durum kategorisinde laboratuvar deneyimi kategorisinde deney ve gözlemlerinin sonuçlarının öğrenmesindeki etkisinden bahsetmiştir. Yararlılık kategorisinde yeni kavrama ilişkin umut verici ifadeler kullanmıştır. ‘Ö21’de kavramsal değişim için gerekli olan üç şartta gerçekleşmiştir. ‘Ö21’ bu temada öğretim öncesi ‘anlama yok’ cevap kategorisinde yer alırken, öğretim sonrası ‘bilimsel parça’ cevap kategorisinde yer almıştır. Öğretim bu öğrencinin açısal momentum kavramı ile ilgili fikirlerinin değişiminde etkili olmuş ve öğrenci bu kavrama ilişkin fikirlerini değiştirmiştir.

4.2.2.2 Durum Çalışmasına Dahil Edilen Öğrencilerin Açısal Momentum Kavramına İlişkin Anlam Oluşturma Süreçlerinin Analizinden Elde Edilen Bulgular

Açısal momentumun kavramının anlam oluşturulmasına yönelik ikidirs saati süren ve dörtbölüm altında incelenen öğretimin analizinden elde edilen bulgulara aşağıda kısaca değinilmektedir. Bu bölümde beşinci araştırma sorusu olan “anlam oluşturmaya yönelik hazırlanan öğretim durum çalışmasına dahil edilen öğrencilerin açısal momentum kavramına ilişkin fikirlerinin değişiminde etkili olmuş mudur” araştırma sorusuna ait bulgulara yer verilmiştir.

4.2.2.2.1 Açısal Momentum Birinci Bölümün Anlam Oluşturma Basamaklarına Göre Analizinden Elde Edilen Bulgular

Açısal momentum kavramına ilişkin öğretimin dört bölüm altında incelenme nedeni ise dersin genelinde birçok anlam oluşturma basamağına rastlanması ve öğretim sürecinin gerekli görülen yerlerden bölünmesinin analizi daha anlaşılır kılacağıdır.

Açısal momentum ders içeriğinin birinci bölümü momentum kavramının tekrar edildiği kısım ile başlamakta ve momentum ile yarıçap arasındaki ilişkiyi veren grafiğin analizi ile son bulmaktadır. Bu bölüm, dersin transkripsiyonunda ‘AÇ1’ satırı ile başlamakta ve ‘AÇ53’ satırı ile son bulmaktadır. Aşağıda açısal momentum ders içeriğinin birinci bölümünün analizinden elde edilen bulgulara değinilmiştir.

Çizelge 4.21:Açısal momentum bölüm 1’in anlam oluşturma basamaklarına göre analizi

Öğretimin Amacı	<ul style="list-style-type: none">• Problemi açma• Öğrencilerin fikirlerini keşfetme ve üzerinde çalışma
İçerik	<ul style="list-style-type: none">• Günlük-teorik tasvir• Öğretmen-öğrenci: Etkileşimli/diyalog ile yapılan
İletişim Yaklaşımı	Etkileşimsiz/otoriter
Etkileşim modeli	B-C-G-C-G-C zinciri
Öğretmen müdahalesi	<ul style="list-style-type: none">• Fikirleri şekillendirme• Öğrencilerin anlamlarını kontrol etme• Anahtar fikirleri işaretleme

‘Diyalog 10’ (D10) bölüm 1’de ‘AÇ5-AÇ9’ satırları arasında yer almakta ve durum çalışmasına dahil edilen ‘Ö18’ ile ‘Ö21’ arasında geçmektedir. Bu diyalogda durum çalışmasındaki öğrenciler öğretim öncesi dönen cisimlerin momentumlarını tartışmaktadır.

“Diyalog 10”

AÇ5-A: Şimdi birlikte doğrusal değil de dairesel yörüngelerde hareket eden cisimlerin sahip olduğu momentumlar hakkında aranızda tartışın. 1-2 dakika vaktiniz var. Dönen cisimlerin sahip olduğu momentum ne olabilir?

AÇ6-Ö18: Dönen cisimlerin dönme momentumlarını nasıl açıklarız diyor? Nasıl açıklarız dönen cisimlerin momentumlarını?

AÇ7-Ö21: Doğrusal hareket ile aynı değil mi? (Alternatif parça)

AÇ8-Ö18: Yaptığı hareket aynı. Haklı olabilirsin? OK.

AÇ9-Ö21: Cevabı yazıyorum.

‘D10’da ‘Ö18’ ile ‘Ö21’ aralarında dönen cisimlerin momentumlarını tartışmaktadır ve bu tartışma süresince başka öğrenciler ve öğretmen yer almamaktadır. Bu tartışma ile ‘problemi açma’ öğretimin amacı gerçekleştirilmiştir. ‘Problemi açma’ öğretim amacıyla öğrencilerin bilimsel hikaye karşı zihinsel olarak ilgisi çekilmektedir. ‘AÇ5’ satırında öğretmenin sorduğu dairesel yörüngelerde hareket eden cisimlerin momentumları sorusu ile öğrencilerin derse karşı ilgisinin çekilmesi amaçlanmış ve öğrencilerin bu durumu kendi arasında tartışması istenmiştir. Böylece öğrenciler ilk kez karşılaştıkları dönen cisimlerin momentumları kavramı hakkında tartışmış ve üzerinde fikir yürütmüştür. ‘D10’nun devamında ‘Ö18’ ve ‘Ö21’ dönen cisimlerin momentumunun ne olabileceğini kendi aralarında tartışmıştır. Bu tartışmanın içeriği günlük dilde gerçekleşmiştir çünkü öğrenciler ilk kez duydukları bir kavram üzerinde tartışmaktadır. ‘AÇ7’ satırında ‘Ö21’ açışal momentum ile ilgili sahip olduğu alternatif fikirleri sunmuştur. Burada öğrenci dairesel hareketin de doğrusal hareket ile aynı olacağını belirtmiştir. Öğrencinin fikri Vosniadou (1994)’ün kavramsal değişim kuramında günlük zihinsel model ile benzerdir. Bu diyalog süreci ile öğrencilerin sahip olduğu fikirler ortaya çıkarılarak kendi aralarında tartışmaları sağlanmıştır. Bu durum öğrencilerin fikirlerinin farkına

varmalarını sağlamıştır. Böylece öğrenci kendi fikri ile arkadaşının fikrini karşılaştırma fırsatı bulmuştur. Alternatif kavrama sahip 'Ö21' grup arkadaşını ikna etmiş ve bu alternatif fikir üzerinde fikir birliğine varmışlardır. Öğrencilerin kendi aralarındaki konuşmalarının içeriği teoriktir ve durumu tasvir etmektedirler. Öğrenciler arasında gerçekleşen iletişim yaklaşımı 'etkileşimli/diyalog ile yapılan' iletişim yaklaşımıdır çünkü bu iki öğrenci birbirlerine fikirlerini sunmuş ve bu fikirler üzerinde fikir birliğine varmıştır. Diyalogun sonunda tartışmaları sonucu ortaya çıkan fikri çalışma kağıdına yazmaya karar vermişlerdir. Ancak bu fikir bilimsel bilgi ile uyumlu bir fikir değildir.

'Diyalog 11' (D11) bölüm 1'de 'AÇ10-AÇ21' satırları arasında yer alan öğretmen ile sınıftaki öğrenciler arasında gerçekleşen dönen cisimlerin momentumlarını tartıştıkları bir diyalogdan alıntıdır. Bu diyalog süresince öğretmen öğrencilerin dönen cisimlerin sahip olduğu momentumları ile ilgili fikirlerini ortaya çıkarmayı amaçlamaktadır. Durum çalışmasındaki öğrenciler bu tartışma sürecindeki fikirlerden etkilenmiş olabileceği için bu tartışma sürecine yer verilmiştir.

"Diyalog 11"

AÇ10-A: ... Evet hadi bakalım. Dönen cisimlerin momentumları için birşey söyleyebilir miyiz? Emin ne düşünüyorsun?

AÇ11-Ö3: Şimdi ben şöyle düşündüm. Sonuç olarak bir cismin dönmesi için belli bir hıza ihtiyacı var. Bunun da zaten kendi kütlesi var. Momentuma kütle çarpı hız dedik. Döndüğünde eğer düzgün dairesel hareket yapıyorsa hızı her yerde aynı olur. Kütlesi de değişmeyeceğine göre kütesine etki eden ağırlığı olur. Momentumu yine korunur. (Alternatif parça)

AÇ12-A: Momentumu çizgisel momentum ile aynı mı olur? Ne diyorsunuz arkadaşlar? Ne diyorsun Özalp?

AÇ13-Ö: Kütle ile kuvvetin çarpımıdır.

AÇ14-A: Neden?

AÇ15-Ö: Bir merkezci kuvvet etki eder. Kuvvet etki eder cisme. (Alternatif parça)

AÇ16-A: Katılıyor musunuz? Başka fikriniz var mı?

AÇ17-Ö: Momentum, kütle ile hızın çarpımıdır. Burada hareket yaparken belli bir açıya sahip olması lazım. O zaman hızının da açıya göre değişmesi gerekir.

AÇ18-A: Arkadaşınız açısız hızı düşünebiliriz dedi.

AÇ19-Ö: Cisim düzgün dairesel hareket mi yapacak yoksa sadece dönecek mi?

AÇ20-A: Sadece dönecek.

AÇ21-Ö: O zaman hızı değişecek.

Bu diyalogda öğrencilerin açısız momentum ile ilgili öğretim öncesi sahip oldukları fikirlerinin ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. 'D11'de 'AÇ10' satırında öğretmen öğrencilerden grup içerisinde tartıştıkları dönen cisimlerin sahip olduğu momentum ile ilgili fikirlerini açıklamasını istemiştir. Öğretmenin öğrencilerden fikirlerini açıklamasını istemesi 'öğrencilerin fikirlerini keşfetme ve üzerinde çalışma' öğretim amacı ile açıklanmaktadır. Bu öğretim amacında özel olgular ya da fikirler ile ilgili öğrencilerin anlamlarını araştırma durumu söz konusudur. Öğretmen 'D11' süresince öğrencilerin fikirlerini dikkate almıştır. Öğretmen öğrencilerin verdiği cevaplara yönelik sorular sormuştur ve öğrencilerde bu sorulara cevap vermiştir. Bu nedenle öğretmen ile öğrenciler arasında gerçekleşen iletişim yaklaşımı 'etkileşimli/diyalog ile yapılan' iletişim yaklaşımıdır. Öğretmenin sorduğu soruya öğrencilerin verdiği cevaplarda öğrencilerin fikirlerinin ortaya çıkarılma fırsatı olmuştur. 'AÇ11' satırında Ö3'ün ve 'AÇ15' satırında Ö'nün cevaplarında alternatif kavramlar ile karşılaşmıştır. 'D1'de durum çalışmasında yer alan iki öğrencinin 'D2'de sınıf genelindeki öğrencilerin öğretim öncesi açısız momentum kavramına ilişkin alternatif fikirleri olduğu görülmüştür. Öğrencilerin öğretim öncesi kavram testine verdikleri cevaplarda alternatif fikirleri olduğu belirlenmişti. Bu diyaloglarda da bu alternatif kavramlara ilişkin fikirlerini belirtmişlerdir. Öğretime başlamadan önce öğrencilerin açısız momentum kavramına ilişkin çeşitli alternatif fikirleri mevcuttur. Öğretmen ile öğrenciler arasındaki soru cevap süreci 'B-C-G-C-G-C' şeklinde gerçekleşmiştir. 'AÇ10' satırında öğretmen dönen cisimlerin sahip olduğu momentumu sorarak diyaloga başlamıştır. 'AÇ11' satırında öğrenciler bu soruya cevap vermiştir. 'AÇ12' satırında öğretmen geri bildirim vermiş ve 'AÇ13' satırında öğrenci cevap vermiştir. 'AÇ14' satırında öğretmen geri bildirim vermiş ve 'AÇ15' satırında bu bildirim karşılık öğrenci cevabı ile karşılaşmıştır. 'D11' süresince çeşitli öğretmen müdahaleleri ile karşılaşmıştır. 'AÇ10' ve 'AÇ12' satırlarında öğretmen öğrencilerden dönen cisimlerin momentumları ile ilgili fikirlerini açıklamalarını isteyerek 'öğrencilerin anlamlarını kontrol etme' müdahalesinde

bulunmuştur. Öğretmen ‘AÇ16’ satırında sınıftaki öğrencilere ‘AÇ15’ satırında yer alan öğrencinin verdiği cevaba katılıp katılmadıklarını ve başka fikri olan öğrencilerin cevaplarını sormuştur. Bu öğretmen müdahalesi ‘fikirleri şekillendirme’ öğretmen müdahalesi ile açıklanmaktadır ve öğrencilerin fikirleri arasındaki farkı ayırt etme amacı ile yapılmıştır. Öğretmen ‘AÇ18’ satırında bir önceki satırdaki öğrenci cevabını tekrar ederek ‘anahtar fikirleri işaretleme’ müdahalesinde bulunmuştur.

‘Diyalog 12’ (D12) bölüm 1’de ‘AÇ48-AÇ54’ satırları arasında yer alan öğretmen ile sınıftaki öğrenciler arasında gerçekleşen açısız momentumun tanımını tartıştıkları bir diyalogdan alıntıdır. Bu diyalogda öğretmen açısız momentum kavramını açıklamaktadır. Durum çalışmasına dahil edilen öğrencilerin bu kavramı nasıl yapılandırdıklarını anlamada bu diyalog yol göstermektedir.

“Diyalog 12”

AÇ48-A: Şimdi arkadaşlar grafikte dikkat ettiyseniz momentum ile yarıçap vektörünün ters orantılı olduğunu söyledik. Peki bunların çarpımını nasıl yorumlarız?

AÇ49-Ö: Nasıl?

AÇ50-A: Burada beş tane değer verdik. Çarpımlar hep sabit değer değil mi?

AÇ51-Ö: Evet.

AÇ52-A: Burada bunların çarpımı... Şimdi size ne olduğunu söyleyeyim. Sabit bir değer ve burada hep sabit kalıyor. Bu yeni bir kavram. Biz buna açısız momentum adını vereceğiz.

AÇ53-Ö: Açısız momentum!!!

AÇ54-A: Açısız momentum adını ilk kez duydunuz. Açısız momentum dönen ve dolanan cisimlerin momentumu olarak da isimlendirebilir arkadaşlar. Dönen ve dolanan cisimlerin momentumuna açısız momentum adını veriyoruz. Açısız momentum nasıl gösterilir? Evet. Sembolü L dir arkadaşlar. Yarıçap vektörü ile momentumun çarpımı ile elde edilir...

Bu diyalogda öğretmen öğrencilere açısız momentumu tanımlamaktadır. ‘D12’de ‘AÇ48’ satırında öğretmen dersin önceki bölümünde çizdikleri grafikleri yorumlamaktadır. Öğretmen ile öğrenciler arasındaki iletişim yaklaşımı

‘etkileşimsiz/otoriter’ iletişim yaklaşımıdır. Öğretmen öğrencilerin fikirlerini ortaya çıkarmaya yönelik değil, yeni bir kavramı tanıtmaya yönelik öğretimi sürdürmektedir. Bu diyalogda öğretmen öğrencilerin ilk kez karşılaştıkları bir kavram olan açıl momentumu tanımlamaktadır. Bu nedenle süreç biraz daha öğretmen merkezli olmuştur. Burada öğretmen öğrencilerin ilk kez karşılaştıkları bir kavramı yapılandırmaları için bilimsel bilgiyi kullanmıştır. Öğretmen ‘fikirlere şekillendirme’ müdahalesinde bulunmuştur. Bu diyalog süresince açıl momentum kavramını tanıtarak yeni bir terime giriş yapmıştır. Bu diyalog süresince öğrenciler sadece öğretmenin anlattıklarını onaylayan ifadeler kullanmıştır ve kendi aralarında ya da öğretmen ile etkileşime geçmemişlerdir.

4.2.2.2.2 Açıl Momentum İkinci Bölümün Anlam Oluşturma Basamaklarına Göre Analizinden Elde Edilen Bulgular

Açıl momentum bölüm 2 açıl momentumun tanımı ile başlamakta ve açıl momentumun eylemsizlik momenti ile açıl hızın çarpımı olduğunun açıklandığı bölüme kadar devam etmektedir. Bu bölüm ‘AÇ54’ satırı ile ‘AÇ184’ satırı arasında kalan bölümdür. Aşağıda açıl momentum bölüm 2’nin anlam oluşturma basamaklarına göre analizinden elde edilen bulgulara değinilmiştir.

Çizelge 4.22: Açısal momentum bölüm 2'nin anlam oluşturma basamaklarına göre analizi

Öğretimin Amacı	<ul style="list-style-type: none">• Bilimsel hikayeye giriş ve geliştirme• Öğrencilerin bilimsel fikirler ile çalışmasında ve içselleştirmesinde rehberlik etme
İçerik	Bilimsel-teorik açıklama Öğretmen-öğrenci: Etkileşimsiz/otoriter
İletişim Yaklaşımı	Etkileşimli/diyalog ile yapılan Öğrenci-öğrenci: Etkileşimli/diyalog ile yapılan
Etkileşim modeli	B-C-G zinciri
Öğretmen müdahalesi	<ul style="list-style-type: none">• Öğrencilerin anlamlarını kontrol etme• Fikirleri şekillendirme• Anahtar fikirleri işaretleme

‘Diyalog 13’ (D13) açısal momentum bölüm 2’de öğretmen (A) ve öğrenciler (‘Ö18’, ‘Ö21’ ve ‘Ö’) arasında geçen açısal momentum vektörünün yönünün tartışıldığı bir diyalogdan (AÇ74-AÇ99) alıntıdır. Bu diyalogda durum çalışmasındaki öğrenciler açısal momentum yönü ile ilgili fikirlerini tartışmakta ve daha sonra bu fikirlerini sınıf ortamında açıklamaktadır.

“Diyalog 13”

AÇ74-A: ... Peki önünüzdeki kağıtta var. Açısal momentum vektörünün yönünü nasıl buluruz? Hadi bakalım.

AÇ75-Ö: Açısal momentumun yönünü?

AÇ76-A: Bir vektör olduğuna göre büyüklüğünü bulun. Hadi bakalım tartışın arkadaşlarınız ile?

AÇ77-Ö21: Şimdi yarıçap olarak düşünürsek? Yarıçap hep sabit olduğu için...

AÇ78-Ö18: Pozitif yönde açı olarak alamaz mıyız?

AÇ79-Ö21: Bence momentumun yönü ile aynı yönde olabilir.

AÇ80-Ö18: Momentumun yönü mü?

AÇ81-Ö21: Bana momentumun yönü ile aynı geliyor. Çünkü yarıçap vektörü sabit ama momentumun vektörüne göre değişebilir yönü. Momentum vektörüne göre değişir. (Alternatif parça) Sen?

AÇ82-Ö18: Bence $\sin\theta$ açısı pozitif yönde olduğuna göre.

AÇ83-Ö21: Açıya göre diyorsun.

AÇ84-Ö18: Evet.

AÇ85-Ö21: Yanındaki açının ölçüsüne göre buluruz. Nasıl çizeceğiz arasındaki açıyla?

AÇ86-A: Evet. Ne diyorsunuz arkadaşlar. Nasıl buluruz.

AÇ89-Ö: Hocam biz grupça bileşenlerine ayırarak buluruz dedik.

AÇ90-A: Başka, Hanım.

AÇ91-Ö18: Ben $\sin \theta$ 'nin pozitif yönde olup olmadığından buluruz diyorum. (Alternatif parça)

AÇ92-Ö21: Açının büyüklüğüne bağlı

AÇ93-A: Emin sen ne diyorsun?

AÇ94-Ö3: Ben şöyle düşündüm. Biz itmede şey yapmıştık. $F_x \Delta t$ yapmıştık. İtmede vektörel büyüklüktü F de vektörel büyüklüktü. F hangi yönde ise itme de o yönde oluyordu. Uygulanan kuvvet yönünde oluyordu. Burada momentum hangi yönde ise açısal momentumda o yönde olması lazım. (Alternatif parça)

AÇ95-A: Momentum ile açısal momentum aynı yönde midir?

AÇ98-Ö: Aynı yöndedir. (Alternatif parça)

AÇ99-A: Neden? Şimdi arkadaşlar burada vektörel büyüklük olduğuna göre tork da vektöreldir. Yönünü nasıl bulacağımızdan bahsettik sağ el kuralına göre. Açısal momentumu da öyle bulamaz mıyız?

Bu diyaloga başlamadan önceki öğretim sürecinde öğrencilere açısal momentum kavramının tanımı verilmiştir. Öğrencilerden açısal momentum vektörünün yönünü bulmaları istenmiş ve öğrenciler aralarında vektörün yönünü tartışmıştır. 'D13'de 'öğrencilerin bilimsel fikirler ile çalışmasında ve içselleştirmesinde rehberlik etme' öğretim amacı ile karşılaşılmıştır (AÇ77-AÇ85). Bu öğretim amacında öğrencilere yeni bilimsel anlamlar hakkında konuşması ve düşünmesinde olanaklar sağlanır. Bu öğretim amacına yönelik 'AÇ74' satırında öğretmen öğrencilerden grup içerisinde açısal momentum vektörünün yönünü nasıl bulacaklarını tartışmalarını istemiş ve öğrencilerin açısal momentum vektörünün

yönü kavramı ile ilgili kendi aralarında tartışmalarına olanak sağlamıştır. ‘AÇ77’ ve ‘AÇ85’ satırları arasında durum çalışmasına dahil edilen ikiöğrenci kendi aralarında açısız momentum vektörünün yönünü nasıl bulabileceklerini tartışmıştır. Bu öğrenciler arasında geçen iletişim yaklaşımı ‘etkileşimli/diyalog ile yapılan’ iletişim yaklaşımıdır çünkü ikiöğrencide konu hakkında görüş belirtmiş ve bu fikirler üzerinde ortak bir fikre ulaşmıştır. Ancak bu iki öğrencinin kendi aralarında tartıştıkları fikirleri bilimsel bilgi ile uyumlu değildir. ‘AÇ81’ satırında ‘Ö21’ sahip olduğu alternatif kavrama ilişkin fikirlerini açıklamaya devam etmektedir. Bu satırda ‘Ö21’ açısız momentumun yönü ile momentumun yönünün aynı olacağı alternatif kavramına ilişkin görüş belirtmektedir. ‘AÇ91’ satırında ‘Ö18’ açısız momentumun yönünün açığa bağlı olduğu fikrini savunmaktadır. ‘AÇ86’ satırında öğretmen öğrencilerden grup arkadaşları ile tartıştıkları fikirlerini açıklamasını isteyerek ‘öğrencilerin anlamalarını kontrol etme’ müdahalesinde bulunmuştur. İlerleyen satırlarda öğrenciler kendi fikirlerini belirtmiştir ve öğretmen bu fikirleri dinlemiştir. Öğrencilerin belirttiği fikirler bilimsel bilgi ile uyumlu değildir. Bu diyalog süresince öğretmen ile öğrenciler arasındaki iletişim yaklaşımı ‘etkileşimli/diyalog ile yapılan’ iletişim yaklaşımı olarak belirlenmiştir. Bu diyalog sonunda öğrencilerin açısız momentum vektörünün yönü ile ilgili sahip oldukları alternatif fikirleri belirlenmiştir.

‘Diyalog 14’ (D14) açısız momentum bölüm 2’de öğretmen (A) ve öğrenciler (Ö) arasında geçen eylemsizlik momentini tartıştıkları bir diyalogdan (AÇ138-AÇ155) alıntıdır. Bu diyalog durum çalışmasında yer alan öğrencilerin eylemsizlik momenti ile ilgili fikirlerini nasıl yapılandırdıklarına yol gösterebilir.

“Diyalog 14”

AÇ138-A: ... $L=rxp$ ’den. Momentumu (p)’yi açtığımız zaman mxv değil mi. Bu durumda $rxmxv$ oluyor. Açısız hız ile çizgisel hız arasındaki ilişkiyi de biliyoruz. Çizgisel hız yerine rxw yi koyduk. Değerlerini yazdığımızda mxr^2xw olduğunu bulduk. Bir problem var mı?

AÇ140-Ö: Yokkkkk

AÇ141-A: Peki size bir soru soracağım. Burada ilk kez duyacaksınız. Onun ne olduğunu daha sonra açıklayacağım. Fizikte mr^2 özel bir isim alır.

AÇ142-Ö: mr^2

AÇ143-A: mr^2 'e fizikte biz eylemsizlik momenti deriz. Daha önce duydunuz mu?

AÇ144-Ö: Eylemsizliği duyduk.

AÇ146-Ö: İleri giderken bizim geri gitmemiz gibi bir şey.

AÇ147-A: O bahsettiğiniz eylemsizlik, ben eylemsizlik momentini soruyorum. Şimdi arkadaşlar, eylemsizlik nasıl cismin harekete karşı direnme özelliği ise

AÇ148-Ö: Eylemsizlik....

AÇ149-A: Anlatıyorum eylemsizlik momenti de arkadaşlar cismin dönme hareketine karşı direncidir. Tamam mı? Sembolü I olarak gösterilir.

AÇ150-Ö: Ama vektörel değildir.

AÇ151-A: Değildir. mxr^2 ile çarpımına eşittir. Cisimler için değişir. Özel formüllere girmeyeceğim....

AÇ153-A: ... Şimdi arkadaşlar burada eylemsizlik momentinin ne olduğunu söyledik. İlk kez duyduğunuz bir kavram olduğundan bahsettik. Eylemsizlik momenti cismin dönme hareketine karşı direnme özelliğidir. Tamam mı? Eylemsizlik gibi. Nasıl eylemsizlik cismin hareketine karşı direnmesi idi, bu da dönme hareketine karşı direnme özelliğidir. mr^2 'nin farklı şekillerdeki cisimlerde farklı formüller aldığını söyledik. Bu çok daha spesifik bir konu. Bu kadar ayrıntıya girmeyeceğim. Ama size şundan bahsedeceğim arkadaşlar, cismin eylemsizlik momenti cisim için değişkenlik gösterebilir. Nasıl gösterebilir? Cismin neyine bağlı eylemsizlik momenti?

AÇ154-Ö3: Kütlesi ve yarıçapına (**Bilimsel parça**)

AÇ155-A: Kütlesine ve yarıçap vektörüne...

'D14' 'AÇ138' satırında öğretmenin açısal momentumun formülünü vermesi ile başlamış ve öğretmenin eylemsizlik momentini açıklaması ile devam etmiştir. Öğretmen bu açıklamalar yolu ile 'bilimsel hikayeye giriş ve geliştirme' öğretim amacını yerine getirmiştir. 'D14' süresince öğretmen ile öğrenciler arasında soru cevap yolu ile çok fazla fikir alış-verişi olmamış ve öğretmen genellikle kendi fikirlerini aktarmıştır. 'D14'de öğretmen öğrencilerin ilk kez karşılaştıkları eylemsizlik momenti ile ilgili açıklamalarda bulunmuş ve öğrencilere eylemsizlik momentini açıklamıştır. Öğretmenin daha aktif olduğu ve bilimsel bilgileri doğrudan sınıfa aktardığı iletişim yaklaşımı 'etkileşimsiz/otoriter' iletişim yaklaşımı ile açıklanmaktadır. 'AÇ138' satırında öğretmen açısal momentumun formülünü kendi vermiştir. Öğretmenin bilgiyi doğrudan öğrencilere verme nedeni öğrencilerin açısal momentum kavramı ile ilk kez karşılaşmalarıdır. Öğretmen öğrencilerin açısal momentum ile ilgili öğrendiklerini bilimsel olarak anlamlandırması sağlanmıştır. Öğretmen içeriği bilimsel bir dilde kullanarak teorik çerçeve içerisinde açıklamıştır. Böylece öğrencilerin bilimsel içeriği yapılandırmasına yardım edilmeye çalışılmıştır. 'AÇ153' satırında öğretmen eylemsizlik momentinin neye bağlı olduğunu sormuş, 'AÇ154' satırında 'Ö3' kütesine ve yarıçapına cevabını vermiş ve 'AÇ155' satırında öğretmen geri bildirim vermiştir. Öğretmen ile öğrenci arasındaki bu etkileşim modeli 'B-C-G' etkileşim modeli olarak belirlenmiştir. 'D14'de çeşitli öğretmen müdahaleleri ile karşılaşılmıştır. 'AÇ143' satırında öğretmen mr^2 'nin yani eylemsizlik momentinin tanımını yaparak yeni bir terime giriş yaparak 'fikirleri şekillendirme' müdahalesinde bulunmuştur. 'AÇ155' satırında öğretmen bir önceki satırda öğrencinin verdiği cevabı tekrar ederek 'anahtar fikirleri işaretleme' müdahalesinde bulunmuştur.

4.2.2.2.3 Açısal Momentum Üçüncü Bölümün Anlam Oluşturma Basamaklarına Göre Analizinden Elde Edilen Bulgular

Açısal momentum bölüm 3, ikinci dersin başında bir önceki dersin tekrarı ile başlamakta açısal momentumun korunumunun açıklanmasının sonuna kadar devam etmektedir. Bu bölüm 'AÇ185' satırı ile 'AÇ567' satırı arasında kalan bölümdür. Aşağıda açısal momentum bölüm 3'ün anlam oluşturma basamaklarına göre analizinden elde edilen bulgulara değinilmiştir.

Çizelge 4.23: Açısal momentum bölüm 3'ün anlam oluşturma basamaklarına göre analizi

Öğretimin Amacı	<ul style="list-style-type: none">• Problemi açma• Öğrencilere bilimsel görüşün uygulanması ve kullanımının genişletilmesinde rehberlik etme ve kullanımı için sorumluluk verme• Bilimsel hikayeyi geliştirme
İçerik	Günlük-deneysel tasvir
İletişim Yaklaşımı	Öğretmen-öğrenci: Etkileşimli/diyalog ile yapılan
Etkileşim modeli	Öğrenci-öğrenci: Etkileşimli/diyalog ile yapılan B-C-G-B-C-G zinciri
Öğretmen müdahalesi	<ul style="list-style-type: none">• Yeniden gözden geçirme• Anahtar fikirleri işaretleme• Öğrencilerin anlamlarını kontrol etme

‘Diyalog 15’ (D15) öğretmen (A), durum çalışmasına dahil edilen öğrenciler (‘Ö18’, ‘Ö21’) ve diğer öğrenciler (Ö) arasında geçen açısal hız ve eylemsizlik momenti arasındaki ilişkinin tartışıldığı bir diyalogdan (AÇ202-AÇ231) alıntıdır. Bu diyalogda durum çalışmasındaki öğrencilerin açısal momentumun korunumu ile ilgili fikirlerini belirttiği görülmektedir.

“Diyalog 15”

AÇ202-A: Evet arkadaşlar. İki dakika vaktiniz var. Tartışın bakalım. Neden buz patencileri gösteri sırasında kollarını açıp kapatıyor? Aranızda tartışın hadi bakalım.

AÇ203-Ö18: Şey. Hımmmm. L ile ifade ettiğimiz şey neydi?

AÇ204-Ö21: Açısal momentum.

AÇ205-Ö18: Açısal momentumdan dolayı olabilir mi?

AÇ206-Ö21: Hıuu

AÇ207-Ö18: Açısal momentumdan dolayı. mr^2v

AÇ208-Ö21: Yarıçapı azaltarak zaten kütle sabit olduğu için momentumunu azaltıyor mu diye düşünüyoruz. Şöyle dönüyor zaman merkezden

uzaklaşıyor. Kollarını kendine doğru çektikleri zaman yarıçaplarını azaltıyorlar.

AÇ209-Ö18: O zaman?

AÇ210-Ö21: Yarıçaplarını azaltarak, açısal momentumlarını

AÇ216-Ö18: Buz patencisi kollarını açtığında yarıçapı artar. Böylece.

(Bilimsel parça)

AÇ218-A: Evet arkadaşlar bitti heralde. Hakan?

AÇ219-Ö: Yarıçapını arttırarak momentumunu arttırıyor.

AÇ220-A: Ne diyorsunuz? Arkadaşınız dedi ki yarıçapını arttırarak momentumunu arttırırım.

AÇ221-Ö: Mantıklı.

AÇ222-A: Evet Kutay?

AÇ223-Ö: Şimdi buz patencisi döndüğünde kolları açık. Normalde kollarını kapattığında olduğundan biraz daha hızlı dönmeye başlar. **(Bilimsel parça)**

AÇ224-Ö: Hayır.

AÇ225-A: Ne diyorsunuz? Emin ne diyorsun?

AÇ226-Ö3: Şimdi patenci dönmesi için kollarını açması gerekiyor.

Kollarını açtığında daha hızlı dönmez mi? **(Alternatif parça)**

AÇ227-Ö21: Kapattığında daha hızlı dönüyor hocam. **(Bilimsel parça)**

AÇ230-A: Deneyebiliriz arkadaşlar.

AÇ231-Ö: Deneyelim.

Bu diyalogda açısal momentumun korunumu kavramı ile ilgili öğrencilerin öğretim öncesi fikirlerinin ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. ‘D15’de ‘AÇ202’ satırında öğretmen öğrencilerden grup içerisinde buz patencisinin dönerken kollarını açıp kapatma hareketinin nedenlerini tartışmasını istemiştir. Öğretmen öğrencilerinden fikirlerini tartışmalarını isteyerek ‘problemi açma’ öğretim amacını gerçekleştirmiştir. Bu öğretim amacında, bilimsel hikayenin gelişimine öğrencilerin duygusal ve zihinsel olarak ilgisinin çekilmesi amaçlanmıştır. Durum çalışmasına dahil edilen ‘Ö18’ ve ‘Ö21’ kendi aralarında buz patencisinin bu hareketi yapma nedenini tartışmış ve bu fikirleri sınıf ortamına sunmuşlardır. Aralarında tartıştıkları fikirler doğrudur ancak eksiktir. Bu tartışma ‘AÇ203’ satırı ile başlamakta ve ‘AÇ216’ satırı ile son bulmaktadır. Bu öğrenciler arasında gerçekleşen iletişim yaklaşımı ‘etkileşimli/diyalog ile yapılan’ iletişim yaklaşımıdır çünkü öğrenciler

birbirinin fikirlerini dinlemekte ve bu fikirler üzerinde görüş bildirmektedir. Öğretmen ile öğrenciler arasında da öğrencilerin fikirlerini rahatça açıklayabildiği bir diyalog süreci geçmiştir. Bu nedenle öğretmen ile öğrenciler arasındaki iletişim yaklaşımı ‘etkileşimli/diyalog ile yapılan’ iletişim yaklaşımıdır. ‘AÇ218’, ‘AÇ222’ ve ‘AÇ225’ satırlarında öğretmen öğrencilerden fikirlerini açıklamalarını isteyerek ‘öğrencilerin anlamalarını kontrol etme’ müdahalesinde bulunmuştur. ‘AÇ220’ satırında öğretmen bir önceki satırdaki öğrenci cevabını tekrar ederek ‘anahtar fikirleri işaretleme’ müdahalesinde bulunmuştur. Bu diyalog süresince öğrencilerin belirttiği fikirler bilimsel olabildiği gibi alternatif fikirler de olmuştur. Öğrencilere fikirleri sorularak bu kavrama ilişkin sahip olduğu fikirleri ortaya çıkarılmıştır. Durum çalışmasında yer alan iki öğrencide öğretim öncesi açısal momentumun korunumu ile ilgili bilimsel cevap vermiştir.

‘Diyalog 16’ (D16) açısal momentum bölüm 3’de öğretmen (A) ve öğrenciler (Ö21, Ö) arasında geçen eylemsizlik momenti ile açısal hız arasındaki ilişkinin kavranmasına yönelik yapılan etkinliğin tartışıldığı bir diyalogdan (AÇ232-339) alıntıdır. Durum çalışmasında yer alan ‘Ö21’ bu diyalogda açısal momentumun korunumu ile ilgili fikrini sınıf ortamında belirtmektedir.

“Diyalog 16”

AÇ232-A: Hadi bakalım. Gönüllü istiyorum. Birkaç tane gönüllü. Begüm gel bakalım. Ön sıra ile başlayalım. Sıra ile kaldıracacağım. Sırayla. Otur Begüm.

AÇ233-Ö: Otur Begüm.

AÇ234-A: Begüm şu araya bacaklarını koyabilirsin. Dikkat et. Dambılları el eline. Evet şimdi arkadaşlar ben herkese deneteceğim. Ben şimdi Begüm’ü döndüreceğim. Begüm dönerken kollarını açacak ve dönme hareketi devam ederken kollarını kapat. Beni iyi gözlemler. Aç bakalım kollarını.

AÇ237-Ö: Yavaşladı.

AÇ238-Ö21: Yavaşladı.

AÇ239-A: Kapat.

AÇ240-Ö21: Hızlandı.

AÇ241-Ö: Hızlandı.

AÇ335-A: Aç kollarını bekle biraz açtıktan sonra. Şimdi kapat.

AÇ336-Ö: *Düşeceğim.*

AÇ337-Ö: *Hocam sürtünme artıyor o yüzden hareket ediyor.*

(Alternatif parça)

AÇ338-Ö: *Sürtünme mi artıyor?*

AÇ339-A: *Acaba?*

Bu diyalog süresince açısal momentumun korunumuna ilişkin uygulama yapılmıştır. ‘D16’ açısal momentumun korunumunu göstermek için yapılan deneyden alınan bir kesittir. ‘AÇ232’ satırında öğretmen açısal momentumun korunumunu göstermek için yapılan deneye giriş yapar ve ‘öğrencilere bilimsel görüşün uygulanması ve kullanımının genişletilmesinde rehberlik etme ve kullanımı için sorumluluk verme’ öğretim amacını gerçekleştirir. Diyalogun devamında öğrenciyi deneyi yapmak üzere yönlendirir ve öğrenciler deney esnasında gördüklerini yorumlar. Bu diyalogda öğretmen ile öğrenciler arasındaki iletişim yaklaşımı ‘etkileşimli/diyalog ile yapılan’ iletişim türüdür çünkü öğretmen ve öğrenciler deneyde gözlemledikleri üzerinde tartışırlar. Burada öğretmen ile öğrenciler arasında geçen diyalogda öğretimin içeriği günlük bir dilde gerçekleşmiştir. Öğretim süresince öğrenciler deneyde gözlemledikleri hareketleri yorumlamıştır. ‘AÇ337’ satırında öğrenci hareketi sürtünme ile açıklamaya çalışmış ve açıklamasında alternatif fikirlerini ortaya koymuştur. Diyalog süreci deneysel tasvir özelliğindedir. Bu diyalogda öğrenciler deney yapmış ve bu süreç tanıtılmıştır. ‘D16’ sürecinde öğretmen müdahalelerine rastlanmamıştır.

‘Diyalog 17’ (D17) öğretmen (A) ile öğrenciler (‘Ö18’ ve ‘Ö21’) arasında geçen açısal momentumun korunumunun tartışıldığı bir diyalogdan (AÇ418-AÇ425) alıntıdır.

“Diyalog 17”

AÇ418-A: *r artıyor. Dönme yarıçapınız artıyor. Aynı şey arkadaşlar tersi için de geçerli. Hızınız, açısal hızınız arttı. Ne zaman hızınız artıyordu?*

AÇ419-Ö21: *Kollarımızı kapattığımız zaman (Bilimsel parça)*

AÇ420-A: *Kapattığımız zaman. Bu durumda ne oluyor eylemsizlik momenti?*

AÇ421-Ö21: Azalıyor hocam. (Bilimsel parça)

AÇ422-Ö: Azalıyor. (Bilimsel parça)

AÇ423-A: Azalıyor. Neden azalıyor oda?

AÇ424-Ö21: Yarıçap azaldığı için. (Bilimsel parça)

AÇ425-A: Yarıçap vektörünü küçülttüğümüz için. r küçülünce, eylemsizlik momenti küçüldü, açısız hız arttı. Tamam mı arkadaşlar? Anlaşılmayan bir nokta var mı? Peki, şunu soralım arkadaşlar size? Eylemsizlik momenti ile açısız hızın çarpımının açısız momentum olduğunu söyledik. Değil mi? Açısız momentumun büyüklüğü nasıl değişir?

Bu diyalogda dambıl deneyinden sonra açısız momentumun korunumu ile ilgili tartışma sürecine yer verilmektedir. ‘D17’ ‘AÇ418’ satırında öğretmen bir soru sorarak başlamış, ‘AÇ419’ satırında öğrenci cevap vermiş, ‘AÇ420’ satırında öğretmen geri bildirim vermiş ve tekrar bir soru sormuş, ‘AÇ421’ ve ‘AÇ422’ satırlarında öğrenciler cevap vermiş ve ‘AÇ423’ satırında öğretmen dönüt vermiştir. Bu etkileşim modeli ‘B-C-G-B-C-G’ etkileşim modeli olarak belirlenmiştir. ‘AÇ421’ ve ‘AÇ424’ satırlarında ‘Ö21’ açısız momentumun korunumuna ilişkin doğru cevap vermiştir. Öğrencinin verdiği cevap ‘bilimsel parça’ cevap kategorisinde yer almıştır. Bu öğrenci benzer olarak öğretim sonrası kavram testinde ‘bilimsel parça’ cevap kategorisinde yer almıştır. Bu öğrencinin öğretim sırasında dambıl etkinliğinde öğrendikleri bilimsel bilgiyi oluşturmada etkili olmuştur. ‘AÇ419’ ve ‘AÇ421’ satırlarında ‘Ö21’ deneyde gözlemlediklerini yorumlayarak bilimsel cevabı vermiştir. ‘Ö21’ deneyde gördüklerini yorumlamış ve bilimsel bilgiye ulaşmıştır. Yapılan etkinlik ile öğrencinin açısız momentumun korunumuna ilişkin anlam oluşturmada sağlanmıştır. Bu diyalog süresince öğretmen ile öğrenciler arasında ‘etkileşimli/diyalog ile yapılan’ iletişim yaklaşımı gerçekleşmiştir. Çünkü öğretmen öğrencilerin fikirlerini ortaya çıkarmaya yönelik sorular sormuş, öğrenciler bu sorulara cevap vermiştir. Öğretmen ‘AÇ420’ ve ‘AÇ423’ satırlarında öğrencilerin cevaplarını tekrar ederek ‘anahtar fikirleri işaretleme’ müdahalesinde bulunmuştur. ‘AÇ425’ satırında öğretmen dersin başında yaptıkları açısız momentumun korunumuna ilişkin deneyin sonuçlarını özetleyerek ‘yeniden gözden geçirme’ müdahalesinde bulunmuştur. Öğretmen ‘AÇ425’ satırında son olarak deneyin sonucunu özetlemiştir ve etkinlik sonunda öğrencilerin oluşturduğu anlamları kontrol

etmiştir. Bu diyalogda görüldüğü üzere öğretim sonrası ‘Ö21’ açısal momentum korunumu ile ilgili geliştirdiği bilimsel fikri belirtmiştir.

4.2.2.2.4 Açısal Momentum Dördüncü Bölümün Anlam Oluşturma Basamaklarına Göre Analizinden Elde Edilen Bulgular

Açısal momentumun öğretiminde dördüncü bölüm açısal momentumun korunumu kavramını öğrendikten sonra dersin başında sorulan sorulara cevap verilmesi ile başlayıp, dersin sonuna kadar devam etmektedir. ‘AÇ567’ satırı ile başlamakta ve ‘AÇ662’ satırı ile sonlanmaktadır. Aşağıda açısal momentum bölüm 4’ün anlam oluşturma basamaklarına göre analizinden elde edilen bulgulara değinilmiştir.

Çizelge 4.24:Açısal momentum bölüm 4’ün anlam oluşturma basamaklarına göre analizi

Öğretimin Amacı	Bilimsel hikayenin gelişimini destekleme
İçerik	Bilimsel-teorik genelleme Öğretmen-öğrenci: Etkileşimli/diyalog ile yapılan
İletişim Yaklaşımı	Öğrenci-öğrenci: Etkileşimli/diyalog ile yapılan
Etkileşim modeli	B-C-G
Öğretmen müdahalesi	<ul style="list-style-type: none">• Öğrencilerin anlamalarını kontrol etme• Anahtar fikirleri işaretleme

‘Diyalog 18’ (D18) açısal momentum dördüncü bölümde ‘Ö18’ ile ‘Ö21’ arasında geçen sporcuların bacaklarını toplama nedenlerini tartıştıkları bir diyalogdan (AÇ585-AÇ598) alıntıdır.

“Diyalog 18”

AÇ585-A: ...Yüksekten atlayan sporcular takla atmak istediklerinde bacaklarını neden göğüslerine doğru çekerler? Hadi bakalım yazın onun nedenini? Sporcular takla atmak istediklerinde hani topluyorlar ya bacaklarını göğüslerine doğru

AÇ589-Ö18: Ne yazacağız?

AÇ590-Ö21: Bacaklarını kapattığında hızı artar. Yüksekten havuza atlayan sporcular havada takla atmak istediklerinde, bacaklarını göğüslerine doğru çekerler. Bu davranışları onları niçin daha hızlı döndürür? Daha yavaş hareket etmek için ne yapmalıdırlar? Daha hızlı hareket etmek için

AÇ591-Ö18: Şey. Yarıçapını küçültüyorlar.

AÇ592-Ö21: Evet. Yarıçapını küçültüyorlar. Eğer daha yavaş hareket etmek istiyorlarsa yarıçaplarını büyültürler. Daha hızlı dönerler. **(Bilimsel parça)** Daha yavaş hareket etmek için ne yapmalıdırlar?

AÇ593-Ö18: Yarıçaplarını büyültmeliler yani bacaklarını açmalılar. **(Bilimsel parça)**

AÇ594-Ö21: Bacaklarını açmalılar.

AÇ595-Ö18: Yarıçaplarını arttırırlar.

AÇ596-A: Ne diyorsunuz arkadaşlar? Sporcular takla atarken neden bacaklarını topluyorlar? Evet Begüm?

AÇ597-Ö4: Bacaklarını topluyorlar, yarıçapını azaltıyor. Yarıçapını azaltınca hızını arttırmış oluyor. Böylece daha kolay hareket etmiş oluyor.

(Bilimsel)

AÇ598-A: O yüzden bu hareketi yapıyor diyorsun...

Bu diyalogda öğrenciler kendi aralarında açıl momentumun korunumunun ilişkili örnekleri tartışmıştır. ‘Diyalog 18’ ‘AÇ585’ satırında öğretmenin sporcuların takla atmak istediklerinde niçin bacaklarını topladığı sorusu ile başlar. Bu soru ‘bilimsel hikayenin gelişimini destekleme’ öğretim amacına yönelik sorulmuştur. Bu öğretim amacında öğrencinin bilgiyi farklı olaylara uygulaması istenmektedir. Bu giriş sorusu ile de öğretmen açıl momentumun korunumunu sporculara genellemelerini istemiştir. Öğrencilerin arasında geçen diyalogda içerik bilimsel dilde, teorik ve genelleme özelliğindedir. Öğrenciler açıl momentumun korunumunu formül kullanarak sporcuların yaptıkları bu harekete genellemişlerdir.

‘AÇ589’ satırı ile başlayan ve ‘AÇ595’ satırı ile son bulan ‘Ö18’ ve ‘Ö21’ arasında gerçekleşen iletişim yaklaşımı ‘etkileşimli/diyalog ile yapılan’ iletişim yaklaşımı olarak belirlenmiştir. Öğrenciler bu tartışma süresince sporcuların daha hızlı takla atmak için yarıçaplarını küçültmesi gerektiğini üzerinde düşünmüş ve fikirlerini belirtmişlerdir. Öğretmen grup tartışmasının ardından öğrencilere fikirlerini sormuş ve öğrencilerin fikirlerini dinlemiştir. Öğretmen ile öğrenciler arasında gerçekleşen bu iletişim yaklaşımı ‘etkileşimli/diyalog ile yapılan’ iletişim yaklaşımına örnektir. ‘AÇ596’ satırında öğretmen öğrencilerden fikirlerini sınıfa açıklamasını isteyerek ‘öğrencilerin anlamalarını kontrol etme’ müdahalesinde bulunmuştur. ‘AÇ598’ satırında ise bir önceki satırdaki öğrenci cevabını tekrar ederek öğretmen ‘anahtar fikirleri işaretleme’ müdahalesinde bulunmuştur. ‘AÇ596’ satırında öğretmen sınıfa fikirlerini açıklaması için soru yöneltmiş, ‘AÇ597’ satırında öğrenci cevap vermiş, ‘AÇ598’ satırında öğretmen geri bildirim vermiş ve bu diyalog süresince ‘B-C-G’ etkileşim modeli gerçekleşmiştir. Açısal momentumun korunumu ile ilgili birbirlerine açıkladıkları fikirleri bilimsel gerçekler ile uyumludur. ‘AÇ592’ ve ‘AÇ593’ satırlarında ‘Ö18’ ve ‘Ö21’in belirttiği fikirler ‘bilimsel parça’ cevap kategorisinde yer almaktadır. Öğrencilerin fikirleri doğrudur ancak eksiktir. Öğretim sonrası bu iki öğrenci kavram testinde ‘bilimsel parça’ cevap kategorisinde yer alan cevaplar vermiştir. Açısal momentumun anlam oluşturulmasına yönelik öğretim bu iki öğrencide bilimsel fikirlerin oluşmasını sağlamıştır. Öğrenciler dambıl ile yapılan etkinlikte öğrendiklerini burada sporcuların hareketleri üzerinde de doğru açıklamıştır. Öğrenciler deneyde öğrendiklerini farklı durumlara uygulamıştır. Bu öğrencilerde öğretim sonrası kavramsal değişim gerçekleşmiştir çünkü öğrendikleri bilgileri farklı durumlara uygulayabilmişlerdir. Öğretim sürecinin başında öğrencilerin kendi aralarında tartıştıkları fikirleri alternatif kavram niteliğinde iken, öğretim sonrası birbirleri ile bilimsel bilgi üzerinden tartışmaktadırlar. Öğrencilerin fikirlerindeki değişimin nedeni olarak en fazla yapılan deneyler gösterilebilir. Deneyler sonucunda öğrencilerin birbirleri ile sınıf ortamında tartıştıkları fikirlerindeki değişim olmuştur.

4.2.3 Durum Çalışmasına Dahil Edilen Öğrencilerden Kepler Yasaları ile İlgili Elde Edilen Verilerin Analizi

Bu bölümde durum çalışmasına dahil edilen öğrencilerin Kepler yasaları ile ilgili kavram testine verdiği cevaplar, yarı-yapılandırılmış görüşmeler ve öğretimin içeriği analiz edilmiş ve yorumlanmıştır.

4.2.3.1 Durum Çalışmasına Dahil Edilen Öğrencilerin Kepler Yasaları Kavramına İlişkin Kavram Testine Verdikleri Cevapların Analizinden Elde Edilen Bulgular

Durum çalışmasına dahil edilen iki öğrencinin öğretim öncesi ve Kepler yasalarının anlam oluşturulmasına yönelik öğretim sonrası bu kavrama ilişkin sahip olduğu fikirler bu bölümde açıklanmaktadır.

Çizelge 4.25:Durum çalışması yürütülen öğrencilerin öğretim öncesi ve sonrası Kepler yasaları temasında verdikleri cevapların karşılaştırılması

Öğrenci No	Öğretim öncesi cevap kategorisi	Öğretim sonrası cevap kategorisi
Öğrenci 18 (Ö18)	Anlama yok	Bilimsel
Öğrenci 21 (Ö21)	Alternatif parça	Bilimsel parça

Çizelge 4.25’de görüldüğü üzere Kepler yasaları temasında yer alan sorulara ‘Ö18’ öğretim öncesi cevap verememiştir. ‘Ö21’ ise öğretim öncesi Dünya’nın yörüngedeki hızını yanlış açıklamış, Dünya’nın eşit zaman aralıklarında taradığı alanlar konusunda fikir belirtmemiştir. Bu nedenle de ‘alternatif parça’ cevap kategorisinde yer almıştır. ‘Ö21’ ile öğretim öncesi yapılan görüşmeden elde edilen verilerin bir kısmı aşağıdaki gibidir.

A: Dünya'nın A ve B noktalarında ki hızlarını karşılaştırm demişim. Hangisinde dünyanın hızı daha büyük?

Ö21: A'da dedim.

A: Neden?

Ö21: Çünkü merkez kuvveti diye düşündüm. Şuraya bakarsak şuradaki mesafe şuradaki mesafeye göre çok az.

A: Yani B noktasına daha yakın A'ya göre.

Ö21: Evet.

A: O zaman ne olur daha uzakken? Dünya daha mı hızlı hareket eder?

Ö21: Evet.

A: Niye?

Ö21: Çünkü güneşin etrafında bir dönüş hareketi yapıyor. Bunlarda belli bir süre içerisinde gerçekleşiyor. Ve güneşten uzak olduğu mesafe galiba çok az yani. Kış aylarında falan. (**Alternatif parça**)

A: O zaman kış aylarında daha mı hızlı hareket eder?

Ö21: Evet.

A: Niçin?

Ö21: Geceler çok geç olduğu için daha hızlı hareket eder.

A: Toparlarsak. Dünya güneşe uzakken daha hızlı hareket eder. Nedeni nedir?

Ö21: Nedeni; güneşe uzak olunca bir takım bir şeyler oluyordur yani. Düşünemiyorum, bilmiyorum.

Yukarıdaki görüşmede görüldüğü gibi 'Ö21' Dünya'nın yörüngedeki hızı ile ilgili yanlış cevap vermiş ve cevabının nedenini de açıklayamamıştır. 'Ö21' soruya

sezgisel olarak cevap vermiştir. Ancak bu cevap bilimsel bilgiler ile uyumlu değildir. Bu nedenle de öğretim öncesi ‘Ö21’nin cevapları ‘alternatif parça’ cevap kategorisinde yer almıştır.

Öğretim öncesi ‘Ö18’ Kepler yasaları ile fikir belirtmemiştir. Yapılan görüşmede de bu kavrama ilişkin fikirleri ortaya çıkarılmamıştır. Öğretim sonrası ‘Ö18’, Dünya’nın yörüngedeki hızını ve alanları doğru belirtmiştir ve cevabının açıklamasında açısal momentumun korunumundan bahsetmiştir. Ayrıca bu temada yer alan sorularda herhangi bir alternatif kavram kullanmamıştır. Bu nedenle, ‘Ö18’ öğretim sonrası ‘bilimsel’ cevap kategorisinde yer almıştır. ‘Ö18’ ile öğretim sonrası gerçekleştirilen görüşmenin bir bölümü aşağıdaki gibidir.

A: Onbirincisoruya bakalım. Alanlar eşit demişsin. Bunu da Keplerin ikinci yasasından dolayı diye açıklamışsın. Nasıl açıkladın?

Ö18: Yarıçapları birbirinden farklı birisinde 152 milyon km ama daha az hızla ilerliyor aldıkları yol daha yavaş. Bunda yarıçap küçük ama hızı büyük, daha fazla yol alacak. Bu yüzden eşit olduklarını düşündüm. (Bilimsel) (Anlaşılrlık- Dil)

A: Keplerle ilgili daha önceden öğretim öncesi bir şey biliyor muydun?

Ö18: Bilmiyordum.

A: Bu yasaları biz açıklarken neyle açıkladık aslında? Hangi kavram kullandık?

Ö18: Açısal momentumun korunumunu kullandık. (Bilimsel) (Mantıklılık-diğer bilgi)

A: Açısal momentum formülünden açıkladık dimi bunları neden hızlı olduğunu, neden eşit alanlara sahip olduklarını. Keplerin öğretimiyle ilgili ne diyorsun, ne düşünüyorsun?

Ö18: Kepler hakkında hiçbir bilgim yoktu öğretim öncesinde. Şimdi torkta ki gibi olmasa da az çok bir bilgim var. Ama yine karıştırıyorum. Birinci yasası hangisiydi, ikinci yasası hangisiydi gibi.

A: Açısal momentumdan daha mı anlaşılır?

Ö18: Daha anlaşılır Kepler. (Yaralılık- rekabet)

‘Ö18’ öğretim sonrası yukarıdaki görüşmede de yer aldığı gibi bu soruya doğru cevap vermiş, cevabını Kepler yasalarına bağlamıştır. ‘Ö18’ açısal momentumun korunumu kavramını kullanarak cevabını açıklamıştır.

‘Ö21’de benzer olarak Dünya’nın Güneş etrafındaki yörüngedeki hızını ve alanları doğru tahmin etmiş ve nedeni Kepler’in yasaları olarak açıklamıştır. Ancak cevabında açısal momentumun korunumuna değinmemiştir. Bu nedenle cevabı eksik kaldığı için ‘bilimsel parça’ cevap kategorisinde yer almıştır.

Öğretim sonrası bu iki öğrencinin sahip olduğu fikirler değişmiştir. Öğretim öncesi, ‘Ö18’ bu kavrama ilişkin herhangi bir görüş belirtmezken, ‘Ö21’ nin fikri ise alternatif kavram niteliğindedir. Öğretim sonrası ‘Ö18’ bilimsel olarak doğru cevabı vermiştir. ‘Ö21’ nin fikirlerinde de değişim olmuş ve öğretim öncesi karşılaşılan alternatif kavramailişkin fikirleri değişmiştir. Öğretim sonrası ‘Ö21’ bu kavrama ilişkin doğru cevabı vermiştir ancak cevabını tam olarak açıklayamamıştır. Bu nedenle de ‘Ö21’ in cevabı ‘bilimsel parça’ cevap kategorisinde yer almıştır.

Kepler yasaları ile ilgili anlam oluşturmaya yönelik düzenlenen öğretimin içeriği öğrencilerin bu kavrama ilişkin fikirlerini etkilemiştir. Kepler yasalarının anlam oluşturulmasına yönelik öğretim süresince öğrenciler arasında gerçekleşen tartışmalar, sınıf içi tartışmalar, öğretmen öğrenci soruları ve öğretmenin sürece müdahaleleri bu öğrencilerin fikirlerinin değişiminde etkili olmuştur. Bu ders içeriği nedeni ile biraz daha otoriter ve etkileşimsiz olsada öğrencilerin bilimsel fikirlere ulaşmasını sağlamıştır. Öğrenciler öğretim sırasında kendi aralarında gezegenlerin yörüngeleri ile ilgili fikirlerini tartışmış ve bu fikirlerini ispatlamak için nedenler sunmuşlardır. Sahip oldukları fikirlere ilişkin grup içerisinde birbirlerini ve sınıf arkadaşlarını ikna etmeye çalışmalardır. Öğrenciler arasında geçen bu etkileşimler

öğrencilerin öğrenmeleri üzerinde etkili olmuş ve bu öğretim sonrası bilimsel cevabın bazı yönlerine ulaşabilmişlerdir.

Öğretim sonrası ‘Ö18’ ve ‘Ö21’ ile yapılan görüşmelerde öğrenciler Kepler yasalarının öğretimine ilişkin fikirlerini belirtmiştir. Öğrencilerin bu yeni kavram ile ilgili fikirlerinin durum analizi kategorileri kullanılarak analizinden elde edilen bulgulara aşağıda yer verilmektedir.

Çizelge 4.26:Durum çalışmasındaki öğrenciler ile Kepler yasaları ile ilgili yapılan görüşmelerin analizinden elde edilen bulgular

Kavramın Durumu	Ö18	Ö21
Anlaşılır	+	+
Mantıklı	+	+
Yararlı	+	-

‘Ö18’ öğretim sonrası Kepler yasaları ile ilgili öğrendiklerini anlaşılır, mantıklı ve yararlı bulmuştur. ‘Ö18’ kavramsal değişim için gerekli olan üç şartıda yerine getirmiştir. Yeni kavramı açısal momentum kavramı ile ilişkilendirerek diğer bilgi alt kategorisinde yer alan cevaplar vermiştir ve yeni kavramı mantıklı bulmuştur. Kepler ile açısal momentumu karşılaştırarak açısal momentumu Kepler yasalarından daha anlaşılır bulmuş ve yararlı kavram durumunu göstermiştir. ‘Ö18’ öğretim öncesi ‘anlama yok’ cevap kategorisinde yer alırken, öğretim sonrası ‘bilimsel’ cevap kategorisinde yer almıştır. Öğretim ‘Ö18’in Kepler yasaları ile ilgili fikirlerinin bilimsel bilgiye doğru değişiminde etkili olmuştur.

‘Ö21’ ise öğretim sonrası bilgileri anlaşılır ve mantıklı bulmuş ancak yararlı bulduğuna dair bir ifade kullanmamıştır. ‘Ö21’ öğretim öncesi ‘alternatif parça’ cevap kategorisinde yer alırken, öğretim sonrası ‘bilimsel parça’ cevap kategorisinde yer almıştır. Öğretim bu öğrencinin fikirlerinin değişiminde etkili olmuştur. Ancak öğrenci yeni öğrendiği kavramı yararlı bulmamış ve bütün cevaplarında kullanmamıştır. Bu öğrencinin ‘bilimsel parça’ cevap kategorisinde yer alma nedeni öğrencinin yeni kavramı yararlı bulmaması olabilir.

4.2.3.2 Kepler Yasalarının Anlam Oluşturma Basamaklarına Göre Analizinden Elde Edilen Bulgular

Kepler yasalarının anlam oluşturulmasına yönelik düzenlenen öğretim bir ders saati sürmüştü ve üç bölüm altında toplanmıştır. Kepler yasaları ile ilgili öğretimin analizinden elde edilen bulgulara aşağıda kısaca değinilmektedir. Bu bölümde altıncı araştırma sorusu olan “anlam oluşturmaya yönelik hazırlanan öğretim durum çalışmasına dahil edilen öğrencilerin Kepler yasalarına ilişkin fikirlerinin değişiminde etkili olmuş mudur” araştırma sorusuna ait bulgulara yer verilmiştir.

4.2.3.2.1 Kepler Yasaları Birinci Bölümün Anlam Oluşturma Basamaklarına Göre Analizinden Elde Edilen Bulgular

Bu bölümde bir ders saati süresince Kepler yasaları kavramına ilişkin gerçekleştirilen öğretimin anlam oluşturma basamaklarına göre analizinden elde edilen bulgulara değinilmiştir.

Kepler yasaları bölüm 1 dersin girişinden başlayarak (K1) gezegenlerin güneş etrafında dolandığı yörüngeyi tartıştıkları bölüm sonuna kadar (K60) devam etmektedir. Aşağıda Kepler yasaları bölüm 1’in anlam oluşturma basamaklarına göre analizinden elde edilen bulgulara değinilmiştir.

Çizelge 4.27:Kepler yasaları bölüm 1’in anlam oluşturma basamaklarına göre analizi

Öğretimin Amacı	Problemi açma
İçerik	Günlük-teorik tasvir Öğretmen-öğrenci: Etkileşimli/diyalog ile yapılan
İletişim Yaklaşımı	Öğrenci-öğrenci: Etkileşimli/diyalog ile yapılan
Etkileşim modeli	B-C-G-C-G-C- zinciri
Öğretmen müdahalesi	<ul style="list-style-type: none">• Öğrencilerin anlamalarını kontrol etme• Anahtar fikirleri işaretleme

‘Diyalog 19’ (D19) öğretmen (A), durum çalışmasına dahil edilen öğrencilerin (‘Ö18’, ‘Ö21’) kendi aralarındaki tartışmaları ve öğrenciler arasında geçen gezegenlerin Güneş etrafındaki yörüngelerinin tartışıldığı bir diyalogdan (K9-K24) alıntıdır. Bu diyalogta öğrenciler öğretim öncesi gezegenlerin yörüngesini tartışmaktadır.

“Diyalog 19”

K9-A: Evet arkadaşlar, özetle gezegenlerin güneş etrafında nasıl bir yörüngede dolandığını tartışın aranızda. Yörüngenin şeklinin ne olabileceğini yazın oraya. Hadi bakalım.

K10-Ö21: Yörüngenin şekli bence elips.

K11-Ö18: Dünya'nın mı?

K12-Ö21: Hayır yörüngenin şekli. Dünya'nın Güneş etrafında dolandığı yörüngenin şeklinin nasıl olduğunu tartışınız ve fikirlerinizi arkadaşlarınıza açıklayınız diyor. Ben elips diye düşünüyorum. Dairesel, daire şeklinde de olabilir aslında.

K13-Ö18: Peki.

K14-Ö21: Elips.

K17-Ö18: Sadece elips yazdım. Nasıl açıklayabiliriz elips olduğunu?

K18-Ö21: Nasıl? Elips, neden elips? Bence şekli ile alakalı bir şey. Dünya'nın şekli de elipse benzediğine göre şekli de yörüngesi olabilir diye düşünüyorum ben.

K19-A: Evet hadi bakalım fikirlerinizi alalım. Dünya Güneş etrafında nasıl bir yörüngede doluyor? Kim söylemek ister? Her gruptan alacağım fikrini. Evet ne diyorsunuz?

K20-Ö3: Elips (Bilimsel parça)

K21-A: Elips diyorlar.

K22-Ö21: Şekli, Dünya'nın şekli elipse benzediği için yörüngede elips olur.

K23-A: ... Dünya'nın?

K24-Ö21: Şekli elipse benziyor ya işte o yüzden de dünyanın yörüngesi elips. (Bilimsel parça ile birlikte alternatif parça)

Bu diyalog derse girişte öğretmen ve öğrencilerin gezegenlerin Güneş etrafındaki yörüngelerini tartıştıkları bir diyalogdan alıntıdır. Bu diyalog süresince

Kepler yasaları ile ilgili öğrencilerin fikirlerinin ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. 'D18'de 'K9' satırında öğretmen gezegenlerin Güneş etrafında dolandığı yörüngeyi sorarak dersin girişinde 'problemi açma' öğretim amacını yerine getirmiştir. Hemen ardından durum çalışmasında yer alan ikiöğrenci 'K10-K18' satırları arasında gezegenlerin güneş etrafındaki yörüngesini tartışmıştır. Öğrencilerin arasında geçen bu diyalogda 'etkileşimli/diyalog ile yapılan' iletişim yaklaşımı belirlenmiştir çünkü bu ikiöğrenci birbirlerine fikirlerini açıklamış ve bu fikirlerin üzerinde tartışmıştır. Bu ikiöğrenci gezegenlerin yörüngesini tartışırken günlük bir dil kullanmış, tasvirlerde bulunmuşlardır. Kullandıkları dil bazı noktalarda bilimsel bilgi ile uyumlu değildir ve bu nedenle de gündüktür. 'K24' satırında 'Ö21' Dünya'nın yörüngesinin elipse benzediğinden bahsetmiştir. Ancak Dünya'nın yörüngesinin elips olmasının nedenini Dünya'nın da şeklinin elips olması alternatif fikri ile açıklamıştır. Öğrenci burada Vosinadou (1994)'nın sentez zihinsel modelinde yer almıştır. Bu diyalogda da görüldüğü gibi 'Ö21' öğretim öncesi Kepler'in birinci yasasına ilişkin alternatif fikre sahiptir. 'K20' satırında ise 'Ö3' bilimsel cevabı vermiştir ancak cevabını açıklamamıştır. 'K19' satırında öğretmen öğrencilerden grup arkadaşları ile tartıştıkları fikirleri açıklamalarını ister ve 'öğrencilerin anlamalarını kontrol etme' müdahalesinde bulunur. Diyalogun ilerleyen satırlarında öğrenciler fikirlerini açıklar. Öğretmen ile öğrenciler arasında gerçekleşen bu iletişim yaklaşımı 'etkileşimli/diyalog ile yapılan' iletişim yaklaşımıdır çünkü öğretmen öğrencilerin fikirlerini ortaya çıkarmayı amaçlamıştır. 'K19' satırında öğretmen Dünya'nın güneş etrafındaki yörüngesi sorarak başlar, 'K20' satırında 'Ö3' elips cevabını verir, 'K21' satırında öğretmen geri bildirim verir, 'K22' satırında 'Ö21' cevap verir, 'K23' satırında öğretmen geri bildirim verir ve 'K24' satırında 'Ö21' cevap vererek etkileşim modeli son bulur. Öğretmen ile öğrenciler arasındaki soru cevap süreci 'B-C-G-C-G-C-' etkileşim modeli olarak belirlenmiştir. Bu etkileşim modeli sonunda öğretmen herhangi bir değerlendirme ifadesi belirtmemiş ve sadece öğrencilerin cevapları üzerine odaklanmıştır. 'K21' satırında öğretmen bir önceki satırdaki öğrenci cevabını tekrar ederek 'anahtar fikirleri işaretleme' müdahalesinde bulunmuştur.

4.2.3.2.2 Kepler Yasaları İkinci Bölümün Anlam Oluşturma Basamaklarına Göre Analizinden Elde Edilen Bulgular

Kepler yasaları bölüm 2 öğrencilerin dünyanın eliptik yörüngesi tartıştıkları ‘K61’ ve ‘K186’ satırları arasında kalan bölümdür. Aşağıda Kepler yasaları bölüm 2’nin anlam oluşturma basamaklarına göre analizinden elde edilen bulgulara değinilmiştir.

Çizelge 4.28:Kepler yasaları bölüm 2’nin anlam oluşturma basamaklarına göre analizi

Öğretimin Amacı	Öğrencilerin fikirlerini keşfetmek ve üzerinde çalışmak
İçerik	Günlük-teorik tasvir
İletişim Yaklaşımı	Öğretmen-öğrenci: Etkileşimli/diyalog ile yapılan
Etkileşim modeli	Öğrenci-öğrenci: Etkileşimli/diyalog ile yapılan
Öğretmen müdahalesi	B-C-G-C- zinciri <ul style="list-style-type: none">• Öğrencilerin anlamalarını kontrol etme• Anahtar fikirleri işaretleme

‘Diyalog 20’ (D20) öğretmenin (A), durum çalışmasına dahil edilen ikiöğrencinin (‘Ö18’, ‘Ö21’) kendi aralarındaki tartışmalarını ve öğrencilerin (Ö) gezegenlerin eliptik yörüngelerini tartıştığı bir diyalogdan (K61-K86) alıntıdır.

“Diyalog 20”

K61-A: ... Orada altta bir soru daha var. Hadi bakalım Dünya neden eliptik yörüngede dolanır bunu ispatlayın. Soracağım size. Dünyanın eliptik yörüngede dolandığını nereden biliyorsunuz?

K64-Ö21: Ben şekiller ile düşünelim diyorum.

K65-Ö18: Yorum yapalım.

K66-Ö21: Yorumsuz

K67-Ö18: Nasıl?

K68-Ö21: Ben bir şey söyleyeceğim. Bence ben yer çekiminden dolayı diye düşünüyorum. (**Alternatif parça**)

K69-Ö18: Dünyanın ayy Güneş'in çekim etkisinden olabilir mi?

K71-Ö18: Dünyanın şeklinden

K72-Ö21: Hıı

K73-Ö18: Dünyanın şeklinden dolayı (**Alternatif parça**)

K77-A: Evet hadi bakalım soralım fikirlerinizi. Arkadaşlar bu defa tersten başlayalım. Son gruptan başlayalım. Hadi bakalım neden dünya eliptik yörüngede dolanır?...

K78-Ö: Çekim..

K79-A: Dinleyin arkadaşınızı

K80-Ö: Şimdi Güneş'in Dünya'ya karşı bir çekim kuvveti var. Dünya'nın güneşe karşı bir çekim kuvveti var. Karşılıklı geldikleri için sanırım götürüyorlar birbirlerini. Şöyle bir şekilde dönmeye başlıyor. Bunun kanıtı olarak da işte mevsimsel farklılıklar, iklimler örnek verilebilir. (**Alternatif parça**)

K81-A: Böyle dediğin eliptik bir yörünge mi yoksa dairesel bir yörünge mi çizdiğin anlayamadım.

K82-Ö: Eliptik

K83-A: Eliptik dedin.

K84-Ö: Dairesel olmaz mı?

K85-A: Biriniz açıklasın dünyanın yörüngesini nasıl açıklıyorsunuz?

K86-Ö: Dünyanın yörüngesi dairesel (**Alternatif**)

Bu diyalogda öğrenciler Kepler'in birinci yasası olan yörüngeler yasasını tartışmıştır. Bu tartışma süresince öğrenciler gezegenlerin Güneş etrafındaki eliptik yörünge'nin nedenlerini tartışmıştır. 'D20' 'K61' satırında öğretmenin gezegenlerin güneş çevresinde neden eliptik yörüngelerde dolandığını grup içerisinde tartışmalarını isteyerek başlamıştır. 'K62' ve 'K73' satırları arasında 'Ö18' ve 'Ö21' aralarında gezegenlerin yörüngesinin eliptik olma nedenlerini tartışmıştır. Bu tartışmanın içeriği günlük bir dilde, teorik tasvirdir. Bu tartışma süreci günlük dildedir çünkü bilimsel gerçekler ile uyumlu değildir. 'K68' satırında 'Ö21' yörünge'nin eliptik olma nedenini yer çekimi alternatif fikri ile açıklamıştır. 'K73'

satırında ‘Ö18’ yörünge'nin şeklinin Dünya'nın şeklinden kaynaklandığı alternatif fikrini sunmuştur. Bu öğrenciler Dünya'nın yörüngesi ile ilgili alternatif fikirlere sahiptir. Bu iki öğrenci arasında geçen diyalog sürecinde iletişim yaklaşımı ‘etkileşimli/diyalog ile yapılan’ iletişim yaklaşımıdır. ‘K77’ satırında öğretmen öğrencilerden aralarında tartıştıkları fikirlerini açıklamalarını isteyerek ‘öğrencilerin anlamalarını kontrol etme’ müdahalesinde bulunmuştur. ‘K78’ satırında öğrenci cevap vermiş, ‘K79’ satırında öğretmen geri bildirim vermiş ve ‘K80’ satırında öğrenci cevap vererek etkileşim son bulmuştur. ‘K80’ satırında öğrencinin verdiği cevap alternatif kavram niteliğindedir. Öğrenci fikrinin kanıtı olarak mevsimleri göstermiştir. ‘K86’ satırında ise öğrenci Dünya'nın yörüngesinin dairesel olduğu alternatif kavramını göstermiştir. Öğretim öncesi öğrenciler Dünya'nın eliptik yörüngesi ile ilgili bilimsel açıklamalar yapamamış ve sahip oldukları alternatif kavramlar ortaya çıkmıştır. Öğretmen ile öğrenciler arasındaki soru cevap süreci ‘B-C-G-C-’ etkileşim modeli olarak belirlenmiştir. Bu etkileşim modelinde öğretmen değerlendirme ifadeleri kullanmamıştır. ‘K79’ satırından sonraki diyalog sürecinde öğrenciler kendi aralarında tartıştığı fikirleri sınıf ortamına açıklamıştır. Bu diyalog sürecinde öğretmen ile öğrenciler arasındaki iletişim yaklaşımı ‘etkileşimli/diyalog ile yapılan’ iletişim yaklaşımıdır çünkü öğretmen öğrencilere fikirlerini sınıfa sunmaları için fırsat vermiştir. ‘K83’ satırında öğretmen bir önceki satırdaki öğrenci cevabını tekrar ederek ‘anahtar fikirleri işaretleme’ müdahalesinde bulunmuştur. Bu diyalogda durum çalışmasında yer alan iki öğrenci gezegenlerin eliptik yörüngeleri ile ilgili sahip oldukları alternatif fikirlerini tartışmaktadır.

4.2.3.2.3 Kepler Yasaları Üçüncü Bölümün Anlam Oluşturma Basamaklarına Göre Analizinden Elde Edilen Bulgular

Kepler yasaları üçüncü bölüm öğretmenin Kepler yasalarını açıklamaya başladığı ‘K186’ satırı ile başlamakta ve dersin sonuna kadar devam etmektedir. Aşağıda Kepler yasaları bölüm 3'ün anlam oluşturma basamaklarına göre analizinden elde edilen bulgulara değinilmiştir.

Çizelge 4.29:Kepler yasaları bölüm 3'ün anlam oluşturma basamaklarına göre analizi

Öğretimin Amacı	Bilimsel hikayeyi geliştirme
İçerik	Bilimsel/teorik açıklama Öğretmen-öğrenci: Etkileşimsiz/otoriter
İletişim Yaklaşımı	Etkileşimli/otoriter
Etkileşim modeli	Yok
Öğretmen müdahalesi	<ul style="list-style-type: none">• Fikirleri şekillendirme

'Diyalog 21' (D21) öğretmen (A), öğrenciler (Ö) ve durum çalışmasına dahil edilen iki öğrenci ('Ö18', 'Ö21') arasında gerçekleşen Kepler yasalarının tartışıldığı bir diyalogdan (K186-K209) alıntıdır.

"Diyalog 21"

K186-A: Evet, arkadaşlar. Arkadaşlarınızın söyledikleri doğru. Eğer dünya dairesel bir yörüngede hareket etseydi, bizim uzaklığımız hiçbir zaman değişmezdi değil mi Celalettin? Değil mi, Celalettin? Dinle olur mu? Ama eliptik bir yörüngede dolanıyoruz ki, yörünge üzerinde ne yapıyor? Güneş ve dünyanın yörünge üzerindeki uzaklığını değiştirebiliyor. Bu durumda nedir? Eliptik yörüngede dolanır diyoruz. Şimdi Kepler bunu nasıl açıklamış?

K187-Ö3: Kim?

K188-A: Kepler. Kepler'in arkadaşlar üç tane yasası var. Birinciyasası der ki, gezegenler odaklarından birinde güneşin bulunduğu eliptik yörüngelerde dolanırlar. Ne dedik? Kepler'in birinciyasası ile açıkladık bunu. Kepler diyor ki, gezegenler odağında güneşin bulunduğu eliptik yörüngelerde dolanır diyor. Ve bunu Kepler'in birinciyasası ile açıklıyoruz.

K189-Ö: Bir daha söyler misiniz hocam?

K190-A: Şimdi şu şekilde. Kepler'in birinci yasası bütün gezegenler odağında güneşin bulunduğu eliptik yörüngelerde dolanır diyor. Güneş etrafında eliptik yörüngelerde dolanıyor. Gördünüz gibi eliptik yörüngede arkadaşlar yörünge üzerinde Güneş'e olan mesafe değişiyor değil mi? Şuradayken daha yakın, örneğin şuradayken daha uzak. Efendim?

K191-Ö: Hocam bütün gezegenler mi güneş etrafında bu şekilde dönüyor?

K192-A: Evet. Bütün gezegenler odağında güneşin bulunduğu eliptik yörüngelerde hareket eder. Bu da Kepler'in birinci yasası. Buna dünya da dahil. Diğer gezegenlerde dahil. Evet arkadaşlar, birinci yasayı açıkladık. Şimdi önünüzdeki çalışma kağıtlarına bakın. Orada ortada güneş var, daha sonra eliptik bir yörünge var. Yörünge üzerinde dört tane nokta belirlenmiş. A, B, C ve D noktaları. En uçtan belirlenen A ve D noktalarının uzaklıkları size veriliyor. A noktasının güneşe uzaklığı yüzelliiki milyon km, D noktasının yüz kırkyedi milyon km. Bu noktalarda dünyanın sahip olduğu çizgisel hızı karşılaştırın bakalım. V_A ve V_D noktalarındaki hızları. Nasıl karşılaştırırsınız? Dünyanın hızı buralarda nasıldır? Birbiri ile karşılaştırın. Birinde dünya güneşe yakın, diğerinde uzak. D noktasında yakın, A noktasında uzak.

K193-Ö21: Hepsini biliyorsak.

K194-Ö18: Ne diyebiliriz.

K195-Ö21: $\pi r/t$ $2\pi r/t$ desek. Şöyle eşit olsa. Hımmm hangisi daha hızlıdır diyor değil mi? D daha hızlı gibi değil mi?

K196-Ö18: Bence A daha hızlı.

K197-Ö21: Bence D. (Bilimsel parça) Neden?

K198-Ö18: Hıu. Çünkü arasındaki mesafe fazla ve çekim kuvveti fazla. (Alternatif parça)

K201-Ö21: ... Diyorsun ki arasındaki çekim kuvveti fazla olduğu için A'da daha fazladır.

K202-Ö18: Az olduğu için çekim kuvveti az

K203-Ö21: Az!

K204-Ö18: Çekim kuvveti az ya

K205-Ö21: Evet.

K206-Ö18: Onun için daha hızlı gidiyor.

K208-Ö18: Arasındaki çekim kuvveti az yani mesafe fazla olduğu için.

K209-Ö21: Tamam yani doğru.

Bu diyalog öğretmenin Kepler'in birinci yarasını açıklarak öğrencilerin ikinci yarasını bulmalarını sağlamaya çalıştığı öğretimden bir parçadır. 'D21'nin ilk satır olan 'K186' satırında öğretmen gezegenlerin sahip olduğu eliptik yörüngeyi Kepler'in nasıl açıkladığı ile giriş yapmış ve 'K192' satırının sonuna kadar Kepler'in birinci yarasına ilişkin açıklamalar yapmıştır. Bu satırlar arasında gerçekleşen öğretim amacı 'bilimsel hikayeyi geliştirme' öğretim amacı ile açıklanmaktadır. Bu diyalog sürecinde öğretmen bilimsel bir dil kullanarak teorik açıklamada bulunmuştur. Öğretim esnasında öğretmen Kepler yasalarının bilimsel açıklamasını yapmıştır. Öğrenciler Kepler yasaları ile ilk kez karşılaştıkları için öğretmen bu kavramları açıklamıştır. Burada öğretmen konuyu doğrudan aktaran kişi rolünde olduğu için öğretmen ile öğrenciler arasında 'etkileşimsiz/otoriter' iletişim yaklaşımı gerçekleşmiştir. 'K193' satırı ile 'K209' satırları arasında 'Ö18' ve 'Ö21' arasında geçen iletişim yaklaşımı 'etkileşimli/diyalog ile yapılan' iletişim yaklaşımıdır. Öğrenciler bu süreçte Dünya'nın yörüngedeki hızını tartışmış ve birbirlerine fikirlerini açıklamıştır. Öğrencilerin birbirlerine açıkladığı fikirler birbirinden farklı niteliktedir. 'K197' satırında 'Ö21' Dünya'nın Güneş etrafındaki yörüngesi ile ilgili bilimsel cevabı vermiştir. 'K198' satırında ise 'Ö18' açıklamasında alternatif fikir kullanmıştır. Bu diyalog sürecinde öğretmen ile öğrenciler arasında soru cevap süreci gerçekleşmediği için etkileşim modeli yoktur. 'K188' satırında öğretmen ilk kez Kepler'in birinci yarasından bahsetmiştir. Böylece öğretmen yeni bir terime giriş yapmış ve 'fikirlere şekillendirme' müdahalesinde bulunmuştur. Öğrenciler bu kavramlar ile ilk kez bu öğretim sürecinde karşılaşmıştır. Bu nedenle öğretim

sürecinin devamında öğretmen konu hakkında açıklamalar yapmıştır. Konunun içeriği gereği bu konuda deney yapmak ya da günlük yaşamdan örnekler vermek çok mümkün değildir. Bunun yerine öğretim öğretmen açıklaması ile sürdürülmüştür. Kepler yasalarının açıklamaları 'Ö18'in fikirleri üzerinde etkili olmuş ve öğretim sonrası bu öğrenci kavram testinde bilimsel cevabı vermiştir. 'Ö21'nin fikirleri üzerinde öğretmen sunumu çok etki etmemiştir. Bu öğrenci zaten 'bilimsel parça' cevap kategorisinde yer alırken, öğretim sonrası kavram testinde yer alan sorulara verdiği cevaplar 'bilimsel parça' cevap kategorisinde yer almaya devam etmiştir. Öğretim öncesi bu kavrama ilişkin bilimsel fikri olmayan 'Ö18' öğretim sonrası Kepler yasaları ile ilgili bilimsel fikirler geliştirmiştir.

Kepler yasaları ile ilgili öğretim sonrası öğrencilerin yarıya yakını bilimsel cevap vermiştir. Yukarıda açıklanan öğretim öğrencilerin Kepler yasaları ile ilgili doğru anlamlar oluşturmasını sağlamıştır. Ancak öğretim sonrası bütün öğrenciler bilimsel cevap verememiştir. Öğretim bütün öğrencilerin fikirlerinin bilimsel bilgiye doğru değişimini sağlayamamıştır. Bunun nedeni olarak bu konunun öğretiminde çok fazla deney yapılamaması ve konunun günlük yaşamdan örnekler üzerinden anlatılması olabilir. Ancak yine de öğrencilerin yarıya yakını öğretim sonrası bilimsel bilgiye ulaşabilmiştir.

4.3 Ders Günlüklerinin Analizinden Elde Edilen Bulgular

Bu bölümde yedinci, sekizinci ve dokuzuncu araştırma soruları olan öğrencilerin öğretime ilişkin görüşleri yer almaktadır. Tork, açısal momentum ve Kepler yasalarının anlam oluşturulmasına yönelik düzenlenen öğretim sonrası öğrencilere öğretim hakkındaki fikirlerini belirtmeleri için ders günlükleri dağıtılmıştır. Bu ders günlüklerinde, öğrenciler yapılan öğretim ile ilgili görüşlerini yazmışlardır. Bu görüşler öğretimin etkililiğinin değerlendirilmesi amacı ile kullanılmıştır. Öğrenciler öğretime yönelik oluşturdukları olumlu ve olumsuz görüşlerini belirtmişlerdir. Aşağıda öğrencilerin öğretime yönelik görüşleri belirtilmiştir.

4.3.1 Tork Kavramına İlişkin Düzenlenen Öğretimin Değerlendirilmesi

Bu bölümde yedinci araştırma sorusu olan “ortaöğretim onbirinci sınıf öğrencilerinin tork kavramının anlam oluşturulmasına yönelik uygulanan öğretime ilişkin görüşleri nelerdir” sorusuna ait bulgular yer almaktadır. Tork kavramının öğretiminin değerlendirilmesinde öğrencilerin görüşlerini belirttiği ders günlüklerinin analizi sonucu elde edilen bulgulara aşağıda değinilmektedir.

“Torkun (kuvvet momenti) nelere bağlı olduğunu deneyerek gösterir” ve “tork kavramının günlük yaşamdaki uygulamaları ile ilgili problemler çözer” kazanımlarına yönelik ders planları için iki ders saati öğretim gerçekleştirilmiştir. Tork kavramının öğretimi için araştırmacının sınıfa dağıttığı günlük sayısı yirmibeş adettir ve araştırmacıya iade edilen ders günlüklerinin sayısı yirmibir adettir.

- “Tork kavramı ile ilgili işlediğimiz dersin özellikle hangi bölümlerindeki açıklamaların anlaşılması kolay ve yardımcıydı?” sorusuna öğrencilerin verdikleri cevaplar başlıklar altında toplanmıştır. Benzer cevaplar aynı başlık içerisinde yer alırken, farklı cevaplar için farklı başlıklar belirlenmiştir.

Öğrencilerin belirttiği tork ile ilgili dersin anlaşılmasının kolaylaştıran etkinlikler Çizelge 4.30’daki başlıklar altında açıklamıştır.

Çizelge 4.30:Tork kavramının anlaşılmasına yardımcı olan etkinlikler

Etkinlikler	Frekans (n)
Deneyler	8
Grafikler	5
Örnekler	5
Problemler	3

Öğrenciler tork kavramının anlaşılmasında en fazla derste yapılan deneylerin yardımcı olduğunu belirtmiştir. Öğrenciler kapı deneyinin ve sağ el kuralını açıklamak için yapılan vida deneyinin öğrenmeleri üzerinde etkili olduğundan bahsetmişlerdir. Öğrencilerin çizdiği grafikler ve konu ile ilgili verilen örnekler eşit oranda öğrencilerin öğrenmeleri üzerinde olumlu etki yapmıştır. Konu sonunda çözülen problemlerin öğrencilerin öğrenmeleri üzerinde en az etkisi olmuştur. Tork kavramında öğretim sonrası öğrencilerin bilimsel cevap verme oranında artış olmuştur. Öğrencilerin fikirlerinin bilimsel bilgilere doğru değişiminde derste yapılan etkinlikler etkili olmuştur. Öğrenciler tork kavramını anlamada derste yapılan deneylerin etkili olduğunu belirtmiştir. Sağ el kuralının öğretimi için yapılan etkinlik ve kapıda torkun uygulamasının gösterildiği etkinlik öğrencilerin tork kavramını anlamasını kolaylaştırmıştır. Tork ile ilgili çizilen grafikler öğrencilerin tork kavramını öğrenmesini kolaylaştırmıştır. Seçilen örneklerin günlük yaşamdan olması öğrencilerin fikirlerinde değişime neden olmuştur. Tork kavramının öğretimine ilişkin içerik öğrencilerin anlam oluşturmalarına yardımcı olmuştur. Öğretim sonrası bütün öğrenciler bilimsel cevap veremese de öğrencilerin çoğu bilimsel cevaplar vermiştir. Öğrencilerin fikirlerinin değişiminde ders esnasında yapılan deneyler, çizilen grafikler ve günlük yaşamdan seçilen örnekler etkili olmuştur.

- “Neden bu bölümlerin anlaşılması kolay oldu?” sorusunda öğrenciler tork kavramını anlamakta zorlanmadıkları bölümlerin anlaşılmasının kolay olma nedenlerini belirtmiştir. Bu soruda öğrencilerin verdikleri benzer cevaplar aynı başlıklar altında toplanmıştır. Farklı cevaplar farklı başlıklar altında toplanmıştır.

Öğrencilerin tork ile ilgili dersin anlaşılmasını kolay bulma nedenleri Çizelge 4.31’deki başlıklar altında açıklamıştır.

Çizelge 4.31:Tork kavramının anlaşılmasının kolay olma nedenleri

Konunun anlaşılma nedenleri	Frekans (n)
Günlük yaşamdan örnekler seçilmesi	12
Öğretimin anlaşılır olması	2
Öğretmenin konuyu anlatım şekli	2
Grup tartışmaları yapmak	1
Birebir deney yapmak	1

Öğretim sonrası öğrencilerin büyük çoğunluğu tork kavramı ile ilgili bilimsel cevaplar vermiştir. Öğrencilerin bilimsel cevaplar vermelerinin nedeni öğrencilerin konuyu anlamış olmalarıdır. Öğrenciler tork kavramı ile ilgili öğretimin kolay anlaşılır olma nedenlerini sıralamıştır. Bu nedenler arasında en sık karşılaşılan neden olarak günlük yaşamdan örnekler seçilmesi gösterilmiştir. Tork kavramının öğretiminde öğrencilerin günlük yaşamda karşılaştıkları kapı, araba, bisiklet gibi örnekler verilmiştir. Tork kavramının öğretimi sırasında seçilen örnekler, yapılan deneyler ve çözülen problemler günlük yaşam içinden seçilmiştir. Bu durum öğrencilerin tork kavramını öğrenmesini kolaylaştırmıştır. Konunun anlaşılmasında diğer en etkili iki faktör öğretimin anlaşılır olması ve öğretmenin konuyu anlatım şekli olmuştur. İki öğrenci öğretmenin tork kavramı ile ilgili konuyu anlatma tarzının konuyu öğrenmede yardımcı olduğunu belirtmiştir. Bir öğrenci grup arkadaşları ile tartışarak ve bir öğrenci de birebir deney yaparak öğrenmenin kolaylaştığını belirtmiştir. Konunun neden daha kolay anlaşılabilir olduğunda üç öğrenci fikrini belirtmemiştir. Öğretim süresince yapılan etkinlikler öğrencilerin tork kavramı ile ilgili anlam oluşturmalarını kolaylaştırmıştır. Öğretim öncesi tork kavramı ile ilgili bilimsel anlamları olmayan öğrenciler öğretim sonrası bu kavrama ilişkin bilimsel cevaplar vermiştir.

- “Dersteki açıklamaların hangi bölümlerinin anlaşılması zordu?” sorusu ile öğrencilerin tork kavramını anlamakta zorlandıkları bölümlerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu soruya öğrencilerin verdikleri cevaplar başlıklar altında toplanmıştır.

Öğrencilerin belirttiği tork ile ilgili dersin anlaşılması zor kısımlar Çizelge 4.32’deki başlıklar altında açıklanmıştır.

Çizelge 4.32:Tork kavramının anlaşılmasının zor olduğu bölümler

Konunun anlaşılmasının zor olduğu bölümler	Frekans (n)
Zor bir kısım yoktu	6
Vida deneyi (sağ el kuralının açıklanması)	5
Örnek vermeden yapılan açıklamalar	3
Vidanın ters yönde söküldüğü örnek	1

Tork kavramı ile ilgili yapılan öğretimde en sık öğrenciler derste anlamakta güçlük çektikleri bir nokta olmadığına değinmişler ve derste yapılan etkinliklerin anlaşılır olduğundan bahsetmişlerdir. Bu öğrenciler tork kavramına ilişkin öğretim sonrası bilimsel cevaplar vermiş ve bu kavrama ilişkin anlam oluşturmada zorlanmamıştır. Öğretim sonrası öğrencilerin hepsi tork kavramı ile ilgili bilimsel fikirler geliştirememiştir. Öğrencilerin %24’ü ‘bilimsel parça ile birlikte alternatif parça’ cevap kategorisinde yer alırken, %12’si ‘alternatif parça’ cevap kategorisinde yer almıştır. Bu öğrenciler tork kavramına ilişkin bilimsel cevaplar verememiştir. Sonuçta bu kavramı anlamakta güçlük çekmişlerdir. Tork kavramına ilişkin düzenlenen öğretimde öğrenciler en fazla sağ el kuralının öğretimi için kullanılan vida deneyini anlamakta güçlük çektiğini belirtmişlerdir. Öğrenciler sağ el kuralını kullanarak tork vektörünün yönünün nasıl bulunacağı konusunda güçlük yaşamışlardır. Üç öğrenci örnek vermeden yapılan açıklamaların anlaşılmasının güç olduğundan bahsetmiştir. Sadece bir öğrenci tork kavramı ile ilgili problem

çözümlerinde vidayı ters yönde sökmek için sağ el kuralının uygulanmasını zor bulmuştur. Altı öğrenci ise tork kavramının anlaşılmasında zor bulunduğu bölümler hakkında görüş belirtmemiştir.

- “Neden bu bölümlerin anlaşılması zor oldu?” sorusu ile öğrencilerin tork kavramını anlamakta neden zorlandıklarının belirlenmiştir. Öğrencilerin benzer cevapları aynı başlıklar altında toplanmıştır.

Öğrencilerin tork ile ilgili dersin anlaşılmasını zor bulma nedenleri Çizelge 4.33’deki başlıklar altında açıklamıştır.

Çizelge 4.33:Tork kavramının anlaşılmasının zor olma nedenleri

Konunun anlaşılmama nedenleri	Frekans (n)
Zor bir kısım yoktu	6
Karışık bir konu olduğu için	6
Yetersiz örnek çözüldüğü için	2
Daha önce konuyu bilmeme	1

Bir önceki soruya verildiği cevap gibi altı öğrenci tork kavramının anlaşılmasının zor olan bir kısmı olmadığını belirtmiştir. Bu öğrenciler tork kavramını anlamakta zorlanmadıklarını ve bu nedenle konunun anlaşılmasının zor olma nedenlerinin bulunmadığını belirtmiştir. Öğrenciler tork kavramının anlaşılmama nedeni olarak en sık tork kavramının karışık bir konu olmasını neden göstermişlerdir. İki öğrenci ise tork kavramı ile ilgili yetersiz örnek çözümünün konuyu anlamayı zorlaştırdığından bahsetmişlerdir. Bu öğrenciler daha önceki konularda derslerin problem çözümü ile yapıldığından grup tartışmaları ile yapılan öğretimi etkili bulmamıştır. Bir öğrenci konuyu anlamakta zorlanma nedenini tork kavramını daha önceden bilmemesine bağlamıştır. Öğrenciler tork kavramı ile ilk kez karşılaşmıştır ve bir öğrenci ilk kez karşılaştığı bir kavramı anlamakta zorluk

yaşadığından bahsetmiştir. Altı öğrenci tork kavramını anlamakta zorlanma nedenleri konusunda görüş belirtmemiştir. Tork kavramının anlaşılmasının zor olma nedeni olarak üç neden belirtilmiştir. Tork kavramını anlamakta zorlanan öğrenciler en sık konunun içeriğinin karışık olduğundan bahsetmiştir. Öğrencilere ilk kez karşılaştıkları bir kavram ilk kez kullandıkları bir öğretim yöntemi ile öğretilmeye çalışılmıştır. Öğrenciler de bu nedenle konuyu anlamakta zorlanmış olabilirler. Öğrenciler fizik derslerinde konu ile ilgili çok sayıda örnek soru çözmektedir ancak tork kavramının öğretiminde soru çözmek yerine öğrencilerin anlam oluşturmalarına yönelik öğretim ortamları olutulmuştur. Öğrenciler çok sayıda örnek çözülmemesinin konuyu anlamayı zorlaştırdığını belirtmiştir. Bu öğrenciler geleneksel sınıf ortamlarındakinden farklı bir ortamda öğrenmede zorlanmışlardır.

- “Bu dersi işledikten sonra, tork ve torkun günlük yaşamdaki uygulamaları ile ilgili neler öğrendiniz? Öğrendiklerinizi nasıl açıklarsınız?” sorusu ile öğrencilerin tork kavramı ile ilgili öğrendiklerini günlük yaşamda hangi alanlara uygulayabildikleri ortaya çıkarılmıştır.

Öğretim süresince öğrencilerin tork ve torkun günlük yaşamdaki uygulamaları ile ilgili neler öğrendikleri Aşağıda Çizelge 4.34’de yer almaktadır.

Çizelge 4.34: Tork ve torkun günlük yaşamdaki uygulamaları ile ilgili öğrenilenler

Tork ve torkun günlük yaşamdaki uygulamaları ile ilgili öğrenilenler	Frekans (n)
Torkun kapı üzerinde anlatılması	10
Sağ el kuralı	3
Vida örneği	3
Torku etkileyen faktörler	2
Su şişesinin kapağının açılması	1

Tork kavramının öğretiminde günlük yaşamdan çok sayıda örnek verilmiştir. Tork ve tork kavramının günlük yaşamdaki uygulamaları ile ilgili öğrenilenler arasında öğrenciler en çok torkun kapı üzerinde uygulamalı olarak anlatılmasını saymışlardır. Öğretim sırasında kapı üzerinde torkun anlatıldığı örnek öğrencilerin öğrenmesi kolaylaştırmış ve öğrencilerin aklında kalmıştır. Kapı örneğinden sonra sağ el kuralı ve vida örneği gelmektedir ve üçer öğrenci bu basamakları öğrendiğinden bahsetmiştir. İki öğrenci torku etkileyen faktörler olan kuvvet, kuvvetin uygulanma mesafesi ve kuvvetin uygulanma doğrultusundan bahsetmiştir. Bir öğrenci bu derste öğrendikleri ile su şişesinin kapağının açılma prensibini öğrendiğinden bahsetmiştir. İki öğrenci ise bu soruda fikir belirtmemiştir. Öğrencilerin zihinlerinde tork kavramı ile ilgili uygulamalı yaptıkları etkinlikler daha kalıcı olmuştur.

- “Bu dersin işlenişi ve içeriği için yapacağınız diğer yorumlarınız nelerdir?” sorusu ile tork kavramı ile ilgili işlenen ders hakkında öğrencilerin fikirleri ortaya çıkarılmıştır.

Öğrencilerin dersin işlenişi ve içeriği için yaptıkları yorumlar belirli başlıklar altına toplanmış ve aşağıda Çizelge 4.35’de verilmiştir.

Çizelge 4.35:Tork ile ilgili dersin işlenişi ve içeriği ile ilgili yorumlar

Dersin işlenişi ve içeriği ile ilgili yorumlar	Frekans (n)
Derslerde etkinlik yapılması öğretimi kolaylaştırdı	6
Dersin işlenişi ve içeriği güzeldi	3
Ders eğlenceli ve öğretici idi	3
Ders eğlenceli ve anlaşılır idi	3
Önce fikirlerin sorulup sonra konunun anlatılması	1
Gerekli araç-gerecin olması, dersin sohbet havasında geçmesi	1

Bu soruda öğrencilerin hiçbiri dersin içeriği ve işlenişine karşı olumsuz görüşler bildirmemişlerdir. Öğrenciler dersin eğlenceli, anlaşılır ve zevkli geçtiğinden bahsetmişlerdir. Öğrenciler tork kavramı ile ilgili öğretimin içeriğini ve dersin işlenişini genel olarak olumlu bulmuştur. Öğrenciler öğretime ve dersin içeriğine ilişkin olumsuz görüş bildirmemiştir. Dersin işleniş ile ilgili öğrenciler en sık etkinlik yapılmasının öğretimi kolaylaştırdığından bahsetmiştir. Dört öğrenci ise bu soru için yorum yapmamıştır. Ders günlüğünde öğrenciler tork kavramına ilişkin olumlu yorumlar yapmışlardır ve dersi eğlenceli, öğretici ve anlaşılır bulduklarını belirtmişlerdir. Öğrencilerin fikirlerinin öğretim öncesi sorulması ve ardından konunun anlatılması ve dersin içeriğinin sohbet havasında geçmesi öğrencilerin dersin işleniş ile ilgili yaptığı diğer yorumlar arasındadır.

Yukarıdaki bölümlerde kavram testinde tork ve torkun günlük yaşamdaki uygulamaları ile ilgili yer alan sorularda öğrencilerin genelinin öğretim sonrası fikirlerinin ‘bilimsel’ ya da ‘bilimsel parça’ cevap kategorilerine doğru değiştiğinden bahsedilmişti. Öğrencilerin fikirlerinin bilimsel bilgilere doğru değişiminde öğretimin etkili olduğu söylenebilir. Öğrencilerde zaten genellikle öğretime ilişkin olumlu görüş belirtmiştir. Öğrenciler tork ve tork kavramının günlük yaşamdaki uygulamaları ile ilgili ders günlüğünde bu kavramların öğretime ilişkin olumlu görüşler bildirmiştir. Öğrencilerin geneli tork kavramının öğretimini verimli bulmuştur. Öğrenciler öğretimi anlaşılır ve öğretici bulmuştur. Öğrencinin bilginin doğrudan verilmediği, kendi fikirlerinin önemsendiği ve grup arkadaşları ile işbirliği yaptıkları öğrenme ortamlarını olumlu bulmuşlardır. Bu verilerden yararlanarak öğretim öğrencilerin tork kavramı ile ilgili bilimsel fikirler geliştirmesine yardımcı olduğu söylenebilir.

4.3.2 Açısal Momentum Kavramına İlişkin Düzenlenen Öğretimin Değerlendirilmesi

Bu bölümde sekizinci araştırma sorusu olan “ortaöğretim onbirinci sınıf öğrencilerinin açısal momentum kavramının anlam oluşturulmasına yönelik uygulanan öğretime ilişkin görüşleri nelerdir” sorusuna ait bulgular yer almaktadır. Açısal momentum kavramının öğretiminin değerlendirilmesinde öğrencilerin

görüşlerini belirttiği ders günlüklerinin analizi sonucu elde edilen bulgulara aşağıda değinilmektedir.

“Açısal momentum kavramını çizgisel momentum kavramı ile ilişki kurarak açıklar” ve “açısal momentumun korunumunu örnekler ile açıklar” kazanımlarının öğretimi için iki ders saati öğretim gerçekleştirilmiştir. Açısal momentumun öğretimi ile ilgili araştırmacının dersin sonunda dağıttığı günlük sayısı yirmibeş adettir ve bu günlüklerin hepsi bir sonraki ders araştırmacıya teslim edilmiştir.

- “Açısal momentum kavramı ile ilgili işlediğimiz dersin özellikle hangi bölümlerindeki açıklamaların anlaşılması kolay ve yardımcıydı?” sorusu ile öğrencilerin açısal momentum ile ilgili dersin hangi bölümlerini daha kolay anladıkları ortaya çıkarılmıştır.

Öğrenciler açısal momentum ve açısal momentumun korunumu ile ilgili derste anlaşılması kolay kısımları Çizelge 4.36’da açıklamıştır.

Çizelge 4.36:Açısal momentum kavramının anlaşılmasına yardımcı olan etkinlikler

Etkinlikler	Frekans (n)
Deneyler	10
Dönmekte olan cisimler için açısal momentumun yarıçap vektörü ve hız ile ilişkisini gösteren etkinlik	5
Konunun tamamı kolay ve anlaşılırdı	3
Örnek verilerek anlatılan bölümler	3
Günlük yaşamdan verilen örnekler	2
Konu anlatımı kısımları	1
Çizgisel momentum ile ilişkili anlatılması	1

Açısal momentum kavramına ilişkin öğretim öncesi hiçbir öğrenci bilimsel fikirlere sahip değil iken öğretim sonrası öğrencilerin çoğunluğu açısal momentum kavramına ilişkin bilimsel fikirler geliştirmiştir. Öğrencilerin fikirlerindeki değişimin nedenleri arasında öğretim gösterilebilir. Öğrenciler açısal momentum kavramına ilişkin görüşlerini belirterek aslında fikirlerindeki değişimin nedenlerini hakkında da az da olsa bilgi vermektedir. Açısal momentum ve açısal momentumun korunumu kavramlarının anlaşılmasında öğrenciler en fazla derste yapılan deneylerin yardımcı olduğunu belirtmişlerdir. Derste deney yapılması diğer etkinliklere göre öğrencilerin konuyu anlamasında en etkili yöntem olmuştur. Yarıçap vektörü ile açısal hızın arasındaki bağıntıyı göstermek için yapılan dambıl etkinliği öğrencilerin açısal momentumun korunumunu anlamalarında etkili olmuştur. Üç öğrenci açısal momentum ve açısal momentumun korunumu kavramlarının kolay olduğundan ve öğretimin anlaşılır olduğundan bahsetmiştir. Üç öğrenci örnek verilerek ders işleminin öğrenmeyi kolaylaştırdığından bahsetmiştir. Açısal momentum ve açısal momentumun korunumunun öğretiminde örnekler verilmiştir. İki öğrenci ise verilen örneklerin günlük yaşamdan seçilmesinin öğrenmeyi kolaylaştırdığını söylemiştir. Bir öğrenci konu anlatımının etkili olmasının öğrenmeyi kolaylaştırdığından bahsederken, bir öğrencide açısal momentumun çizgisel momentum ile ilişki kurularak anlatılmasının anlamayı kolaylaştırdığını söylemiştir. Açısal momentumun anlam oluşturulmasına yönelik öğretimin içeriğinde yapılan etkinlikler öğrencilerin anlamalarını kolaylaştırmıştır. Bu sayede öğretim sonrası öğrenciler açısal momentum kavramına ilişkin daha bilimsel fikirler oluşturmuştur.

- “Neden bu bölümlerin anlaşılması kolay oldu?” sorusu ile öğrencilerin açısal momentum kavramını anlamayı kolay bulma nedenleri ortaya çıkarılmıştır.

Öğrencilerin açısal momentum kavramının anlaşılmasını kolay bulma nedenleri aşağıda Çizelge 4.37’de açıklanmıştır.

Çizelge 4.37: Açısal momentum kavramının anlaşılmasının kolay olma nedenleri

Konunun anlaşılma nedenleri	Frekans (n)
Konu uygulama yapılarak anlatıldığı için	15
Örnekler verilerek konunun anlatılması	3
Günlük yaşamdan örnekler seçilmesi	3
Konunun anlaşılması kolay olduğu için	2
Konu ilgi çekici olduğu için	1
Mantık kurabildiğim için	1

Öğrencilerin öğretim sonrası açısal momentum kavramına ilişkin fikirlerinde değişim olmuştur. Bu değişim nedenleri öğretim içerisinde aranmış ve öğrenciler açısal momentum kavramının anlaşılmasının kolay olduğu bölümleri ve nedenlerini belirtmiştir. Açısal momentum ve açısal momentumun korunumu kavramlarının anlaşılmasının kolay olma nedeni olarak en fazla konunun uygulama yapılarak anlatılması gösterilmiştir. Onbeş öğrenci uygulama yapmalarının açısal momentum kavramını öğrenmelerini kolaylaştırdığından bahsetmiştir. Açısal momentum korunumunda yapılan etkinlikler öğrenmeyi kolaylaştırmıştır. Öğrenciler dambıl ile kendilerinin yaptıkları deneyde açısal momentumun korunumu kavramını daha kolay öğrendiğini belirtmiştir. Üç öğrenci konu anlatımı esnasında örnek verilmesinin ve üç öğrencide derste verilen bu örneklerin günlük yaşamdan seçilmesinin konunun anlaşılmasını kolaylaştırdığını söylemiştir. İki öğrenci konu kolay olduğu için anlaşıldığını söylemiştir. Bir öğrenci konu ilgisinin çektiği için daha kolay öğrendiğinden bahsederken, bir öğrencide konu ile ilgili anlatılanlar arasında mantık kurabildiği için öğrenmenin kolaylaştığından bahsetmiştir. Öğrenciler açısal momentum kavramının ilişkin öğretimin anlaşılır olduğunu ve nedenlerini belirtmiştir. Öğretim sonrası da öğrencilerin kavram testindeki sorulara büyük oranda bilimsel cevaplar verdiği görülmektedir. Öğretim öğrencilerin açısal momentum kavramı ile ilgili bilimsel cevaplar vermesinde etkili olmuştur.

• “Dersteki açıklamaların hangi bölümlerinin anlaşılması zordu?” sorusu ile öğrencilerin açısal momentum kavramı ile ilgili anlamakta zorlandıkları bölümler ortaya çıkarılmıştır.

Öğrencilerin açısal momentum kavramı ile ilgili anlamayı zor bulduğu bölümler Çizelge 4.38’de verilmiştir.

Çizelge 4.38:Açısal momentum kavramının anlaşılmasının zor olduğu bölümler

Konunun anlaşılmasının zor olduğu bölümler	Frekans (n)
Zor bir bölüm yoktu	6
Açısal momentumun korunumu	6
Formüllerin anlaşılması	2
Derste sorulan sorular	2
Mantığıma yatmayan bölümler	2
Açısal momentumun büyüklüğünün hesaplanması	1
Buz patencisinin dönerken kollarını açıp kapatması	1
Uygulama yaparken	1
Açısal momentumun çizgisel momentum ile ilişki kurarak anlatılması	1

Açısal momentumun öğretimine ilişkin altı öğrenci derste anlaması zor olan bir bölüm olmadığını söylemiştir. Bu öğrenciler açısal momentum kavramını anlamış ve bilimsel fikirler oluşturmuştur. Açısal momentum kavramına ilişkin öğretim sonrası bütün öğrenciler bilimsel cevaplar verememiştir. Öğrencilerin açısal momentumun öğretimi ile ilgili zorlandıkları yerler olmuştur. Açısal momentum ve açısal momentumun korunumu kavramlarında öğrenciler en fazla açısal

momentumun korunumu kavramını anlamada güçlük yaşamıştır. Açısal momentumun korunumu kavramı öğrencilere dambıl deneyi ile öğretilmeye çalışılmıştır. Ardından açısal momentumun açısal hız ve eylemsizlik momenti ile olan ilişkisi kurulmaya çalışılmıştır. Bu altı öğrenci için bu bölümlerin anlaşılması güç olmuştur. İki öğrenci derste verilen formüllerin karmaşık ve anlaşılmasının zor olduğunu söylemiştir. Açısal momentum ve açısal momentumun korunumu ile ilgili formüller etkinlikler sonrasında öğrenciler ile birlikte çıkarılmaya çalışılmıştır. Ancak bu formüller öğrencilere zor gelmiş olabilir. İki öğrenci ise derste sorulan soruların anlaşılmasının zor olduğunu belirtmiştir. İki öğrenci ise mantığına yatmayan bölümlerin anlaşılmasının zor olduğunu söylemiştir ancak mantığına yatmayan bölümlerin nereler olduğu konusunda bir açıklama yapmamıştır. Bir öğrenci açısal momentumun büyüklüğünün hesaplanmasının zor olduğunu düşünürken, diğer bir öğrenci ise buz patencisinin dönerken kollarını açıp kapatma nedenini anlamadığını belirtmiştir. Bir öğrenci derste uygulama yaparken zorlandığını belirtirken, bir öğrenci ise açısal momentumun çizgisel momentum ile ilişki kurarak anlatılmasının anlaşılması zor olduğunu söylemiştir. Dersin anlaşılmasının kolay olma nedeni olarak bir öğrenci açısal momentumun çizgisel momentum ile ilişki kurarak anlatılmasını gösterirken, diğer bir öğrenci bunun konunun anlaşılmasını zorlaştırdığını söylemektedir. Öğrencilerin ilk kez karşılaştıkları açısal momentum kavramı ile ilgili öğretimin çeşitli noktaları öğrenciler tarafından zor bulunmuştur. Öğrenciler derste yaptıkları çeşitli etkinlikleri anlamakta zorlanmıştır. Öğrenciler hem açısal momentum kavramı ile ilk kez karşılaşmış hem de ilk kez anlam oluşturmaya yönelik düzenlenen bir öğretim almışlardır.

- “Neden bu bölümlerin anlaşılması zor oldu?” sorusu ile öğrencilerin neden açısal momentum kavramını anlamakta zorlandıkları ortaya çıkarılmıştır.

Öğrencilerin açısal momentum ile ilgili dersin anlaşılmasını zor bulma nedenleri Çizelge 4.39’deki başlıklar altında açıklamıştır.

Çizelge 4.39:Açısal momentum kavramının anlaşılmasının zor olma nedenleri

Konunun anlaşılmama nedenleri	Frekans (n)
Konu karışık olduğu için	5
Hesaplamaları anlamam zor olduğu için	3
Konuyu tam kavrayamadığım için	2
Uygulama az olduğu için	2
Yapılan bazı etkinliklerin anlayabileceğimizden zor olduğu için	2
Zor bir yanı yoktu	1
Mantığıma yatmadığı için	1
Konu çok ayrıntılı olduğu için	1
Öğrendiklerimi sorular ile bağdaştıramadığım için	1

Çizelge 4.39’da öğrenciler açısal momentum ile ilgili ders içeriğinde anlamakta güçlük çektikleri bölümleri belirtmiştir. Bu bölümlerini anlamakta zorlanmalarını çeşitli edenler ile açıklamışlardır. Açısal momentum ve açısal momentumun korunumu kavramlarının anlaşılmasının zor olma nedeni olarak öğrenciler en fazla konunun karışık olduğunu göstermiştir. Öğrenciler açısal momentum kavramı ile ilgili konunun içeriğini karışık bulmuşlar ve bunun konunun anlaşılmasını zorlaştırdığından bahsetmişlerdir. Konunun anlaşılmasının zor olma nedeni olarak bir diğer çok karşılaşılan cevap hesaplamaları anlamamanın zor olduğudur. Öğrenciler ile birlikte açısal momentumun korunumunu ispatlamak için hesaplamalar yapılmıştır. İki öğrenci konuyu tam kavrayamadığından bahsetmiştir. İki öğrenci ise uygulamanın az olmasının konunun anlaşılmasını zorlaştırdığını söylemiştir. Bu öğrenciler diğer derslerdeki gibi daha fazla sayıda problem çözümü olmadığı için konuyu anlamakta zorlanmışlardır. Bu öğrenciler anlam oluşturmaya yönelik düzenlenen öğretimin içeriği ile uyumlu olmayan bir öğretim yöntemini

benimsemişlerdir. Diğer iki öğrenci derste yapılan bazı etkinliklerin anlayabileceklerinden daha üst düzeyde olduğunu belirtmiştir. Bu öğrenciler formül çıkarma, hesaplama yapma gibi bölümlerin anlamak için zor olduğunu belirtmiştir. Dersin anlaşılmasının zor olduğu bölümlerin anlaşılmasının zor olma nedenlerinde diğer cevap kategorilerinin hepsinde birer öğrenci yer almaktadır. Dersin anlaşılmasının zor olma nedeni olarak öğrenciler konunun mantığına yatmadığını, konu çok ayrıntılı olduğu için anlaşılmasının zor olduğunu ve derste öğrendikleri ile sorulan soruları bağdaştırmadığından bahsetmişlerdir. Bu öğrenciler içeriği mantıklı bulmamışlardır. Posner vd. (1982) kavramsal değişim kuramında öğrencinin yeni kavramı mantıklı bulması gerektiği belirtilmektedir. Ancak bu öğrenciler içeriği mantıklı bulmayarak kavramsal değişimi gerçekleştirememiştir. Bu öğrencilerin öğretim sonrası fikirlerinde değişim olmamış ve alternatif kavramları mevcut ise sürdürmeye devam etmiştir. Yedi öğrenci ise bu soruya cevap vermemiştir.

- “Bu dersi işledikten sonra, açısal momentum ve açısal momentumun korunumu ile ilgili neler öğrendiniz? Öğrendiklerinizi nasıl açıklarsınız?” sorusu ile öğrencilerin öğretim süresince açısal momentum kavramı ile ilgili öğrendikleri ortaya çıkarılmıştır.

Öğrencilerin açısal momentum ve açısal momentumun korunumu kavramları ile ilgili öğretim sürecinde öğrendikleri Çizelge 4.40’da yer almaktadır.

Çizelge 4.40: Açısal momentum ve açısal momentumun korunumu ile ilgili öğrenilenler

Açısal momentum ve açısal momentumun korunumu ile ilgili öğrenilenler	Frekans (n)
Açısal momentumun günlük yaşamda karşılaşıldığı alanlar	7
Açısal momentumun kullanıldığı alanlar	4
Açısal momentumun ve açısal momentumun korunumunun nelere bağlı olduğu	4
Açısal momentumun eylemsizlik momenti ile bağlantısı	4
Açısal momentumun formülü	1
Yarıçap vektörünün döndürme üzerine etkisi	1

Öğretim sonrası öğrenciler açısal momentum ve açısal momentumun korunumu ile ilgili öğrendiklerini sıralamıştır. Öğrenciler en fazla açısal momentumun günlük yaşamda karşılaşıldığı alanlarının neler olduğunu öğrendiğinden bahsetmiştir. Öğretimin içeriği günlük yaşamdan örneklerden seçilmiş ve balerin, buz patencisi gibi örnekler verilmiştir. Dört öğrenci açısal momentumu nerede ve nasıl kullanacağını öğrendiğini söylemiştir. Durum çalışmasına dahil edilen ‘Ö21’ öğretim sonrası yapılan görüşmede açısal momentum kavramı ile ilgili öğrendiklerini günlük yaşamda nasıl kullanacağını öğrendiğinden bahsetmiş ve öğrendiklerini yararlı bulduğunu belirtmiştir. Dört öğrenci ise sadece açısal momentum ve açısal momentumun nelere bağlı olduğunu öğrendiğini söylemiş ancak cevaplarında bu kavramların nelere bağlı olduğunu açıklamamışlardır. Dört öğrenci bu cevabı biraz daha açarak açısal momentumun eylemsizlik momenti ile açısal hızın çarpımı olduğunu öğrendiğini belirtmiştir. Bir öğrenci açısal momentumun formülü olan $L = mr^2\omega$ formülünü öğrendiğini yazmıştır. Bir öğrenci ise yarıçap vektörünün döndürme üzerinde etkili olduğunu öğrendiğini söylemiştir. Öğrenciler açısal momentum ve açısal momentumun korunumu kavramlarının öğretim süresince karşılaştıkları çeşitli etkinlikleri öğrendiğinden bahsetmiştir. Açısal momentumun anlam oluşturulmasına yönelik öğretim sonrası öğrencilerin

zihinlerinde açısal momentum ile ilgili çok çeşitli noktalar kalmıştır. Her öğrenci dersin farklı bölümleri akılda kalıcı olmuş ve öğrenciler bu bölümlerinneler olduğuna değinmiştir.

- “Bu dersin işlenişi ve içeriği için yapacağınız diğer yorumlarınız nelerdir?” sorusu ile öğrencilerin açısal momentumun ile ilgili dersin içeriği hakkındaki görüşleri ortaya çıkarılmıştır.

Açısal momentum ile ilgili öğretimin içeriği hakkında öğrencilerin yorumları Çizelge 4.41’de yer almaktadır.

Çizelge 4.41:Açısal momentum ile ilgili dersin işlenişi ve içeriği ile ilgili yorumlar

Dersin işlenişi ve içeriği ile ilgili yorumlar	Frekans (n)
Dersin işlenişi gayet güzeldi	7
Deneyler ve uygulamalar daha kalıcı ve öğretici bir öğrenim sağladı	5
Dersin işlenişi ve içeriği akıcı ve anlaşılırdı	3
Öğrendiklerimi daha sonrada kullanacağım	3
Göstererek anlatılması konunun anlaşılmasını kolaylaştırdı	2
Etkili ve öğretici bir dersti	1
Günlük yaşamdan örnekler vererek konunun anlatılması konunun anlaşılmasını kolaylaştırdı	1
Ders biraz daha fazla örnekle daha samimi bir ortamda işlenebilirdi	1

Öğrencilerin tamamına yakını açısal momentum ve korunumu ile ilgili işlenen ders hakkında olumlu yorumlar yapmıştır. Bu durumdan öğrencilerin fikirleri üzerinde açısal momentum kavramı ile ilgili öğretimin etkili olduğu söylenebilir. Zaten öğrenciler öğretim öncesi bilimsel fikirlere sahip değil iken, öğretim sonrası bilimsel cevaplar vermiştir. Bu fikirlerindeki değişim üzerinde öğretim içeriğinin etkisi yadsınamaz. Sadece bir öğrenci bu konuda dersin işlenişi ile ilgili olumsuz yorum yapmıştır. Yedi öğrenci dersin işlenişini iyi bulmuştur. Beş öğrenci ise konunun öğretimi sırasında yapılan deneylerin daha kalıcı bir öğretim sağladığından bahsetmiştir. Öğrenciler deney yapmanın öğrenmeyi kolaylaştırdığını söylemiş ve deney yapılan derslerde öğrendiklerinin daha kalıcı olduğunu belirtmişlerdir. Üç öğrenci dersin işlenişi ve içeriğine değinmiştir. Bu öğrenciler öğretmenin dersi çok akıcı anlattığını ve dersin içeriğinin anlaşılır olduğunu söylemiştir. Üç öğrenci bu derste öğrendiklerini daha sonraki konularda da kullanacağını belirtmiştir. İki öğrenci öğretilen konunun gösterilerek anlatılmasının anlamayı kolaylaştırdığını söylemiştir. Bir öğrenci dersin etkili ve öğretici olduğunu söylemiştir. Bir öğrenci günlük yaşamdan verilen örneklerin öğrenmeyi kolaylaştırdığını söylerken, bir öğrenci dersin daha fazla örnek verilerek işlenmesini istediğini belirtmiştir. Bu öğrenci derste yapılan etkinlikleri yeterli görmemiş ve öğrenme için daha samimi bir ortamın gerekliliğine değinmiştir. İki öğrenci bu soru hakkında görüş belirtmemiştir.

4.3.3 Kepler Yasaları Kavramına İlişkin Düzenlenen Öğretimin Değerlendirilmesi

Bu bölümde dokuzuncu araştırma sorusu olan “ortaöğretim onbirinci sınıf öğrencilerinin Kepler yasalarının anlam oluşturulmasına yönelik uygulanan öğretime ilişkin görüşleri nelerdir” sorusuna ait bulgular yer almaktadır. Kepler yasalarının öğretiminin değerlendirilmesinde öğrencilerin görüşlerini belirttiği ders günlüklerinin analizi sonucu elde edilen bulgulara aşağıda değinilmektedir.

“Güneş sistemindeki gezegenlerin hareketlerini açıklar” kazanımına yönelik öğretim bir ders saatinde gerçekleştirilmiştir. Kepler yasaları ile ilgili öğretimin değerlendirilmesi için araştırmacının öğretim sonrası sınıfa dağıttığı ders

günlüklerinin sayısı yirmibeş adettir ve bir sonraki ders bu günlüklerden yirmiüç adeti araştırmacıya teslim edilmiştir.

- “Kepler yasaları kavramı ile ilgili işlediğimiz dersin özellikle hangi bölümlerindeki açıklamaların anlaşılması kolay ve yardımcıydı?” sorusu ile öğrencilerin Kepler yasaları ile ilgili öğretimde hangi bölümleri daha kolay anladıkları ortaya çıkarılmıştır.

Öğrenciler Kepler yasaları ile ilgili anlaşılması kolay kısımları Çizelge 4.42’deki başlıklar altında açıklamıştır.

Çizelge 4.42:Kepler yasalarının anlaşılmasına yardımcı olan etkinlikler

Etkinlikler	Frekans (n)
Kepler yasaları	7
Görsel örnekler ve uygulamalı açıklamalar	4
Etkinlikler ile işlediğimiz konular	3
Alanlar yasası	3
Periyotlar yasası	2
Örnekler ile işlenen bölümler	2
Yörüngeler yasası	1
Görsel bilgi veren açıklamalar	1

Kepler yasalarının öğretilmesi için bir ders saati öğretim yapılmıştır. Öğretim öncesi öğrencilerin Kepler yasaları ile ilgili bilimsel fikirleri bulunmaz iken, öğretim sonrası öğrencilerin yarıya yakını bilimsel cevaplar vermiştir. Öğrencilerin fikirlerinin değişimi üzerinde öğretim etkili olmuştur. Öğrenciler Kepler yasaları ile ilgili öğretilmesi değerlendirmiştir. Bu değerlendirmeleri sonucunda öğrenciler Kepler

yasaları ile ilgili en fazla Kepler'in üç yasasını da anladığını belirtmiştir. Dört öğrenci görsel örneklerin ve uygulamalı açıklamaların konunun anlaşılmasını kolaylaştırdığını belirtmiştir. Öğretim esnasında Kepler yasaları ile ilgili deney yapılmadığı için görsel materyaller ile öğretim gerçekleştirilmiştir. Örneğin Güneş'in fotoğrafları kullanılmış, yörüngeleri gösteren etkinlikler yapılmıştır. Bu tür uygulamada öğrencilerin öğrenmesini kolaylaştırmıştır. Üç öğrenci etkinlikler ile konunun işlenmesinin konuyu öğrenmeyi kolaylaştırdığını belirtmiştir. Üç öğrenci Kepler'in ikinci yasası olan alanlar yasasının öğretiminde yapılan etkinliklerin öğrenmeyi kolaylaştırdığından bahsederken, iki öğrenci Kepler'in üçüncü yasasının anlaşılmasının kolay olduğundan bahsetmiştir. Aslında bu öğrencilerde diğer yedi öğrenci gibi Kepler yasalarını öğrenmiş ancak Kepler'in üç yasasından birini daha fazla anlamıştır. İki öğrenci örnek verilerek anlatılan bölümlerin anlaşılmasının kolay olduğunu söylemiştir. Bir öğrenci Kepler'in birinci yasasını ve bir öğrencide görsel bilgi veren açıklamaların anlaşılmasının kolay olduğunu belirtmiştir.

- “Neden bu bölümlerin anlaşılması kolay oldu?” sorusu ile öğrencilerin Kepler yasaları ile ilgili öğretimi kolay anlaşılma nedenleri ortaya çıkarılmıştır.

Öğrencilerin belirttiği Kepler yasalarının anlaşılmasının kolay olma nedenlerini aşağıda Çizelge 4.43'de yer almaktadır.

Çizelge 4.43:Kepler yasalarının anlaşılmasının kolay olma nedenleri

Konunun anlaşılma nedenleri	Frekans (n)
Konunun içeriği mantığıma yatması	6
Uygulamalı etkinliklere yer verilmesi	5
Görsel etkinliklere yer verilmesi	4
Konunun iyi anlatılması	3
Konunun anlaşılmasının kolay olması	2
Konunun içeriğinin birbiri ile ilişkili olması	1

Öğrenciler bir önceki soruda Kepler yasaları ile ilgili yapılan öğretimde hangi bölümleri anladığını belirtmiştir. Bu soruda bu bölümlerin anlaşılmasının kolay olma nedenlerini belirtmişlerdir. Öğrenciler Kepler yasalarının anlaşılmasının kolay olma nedeni olarak en fazla konunun mantıklarına yatmasını göstermiştir. Posner vd. (1982) kavramsal değişim kuramında kavramsal değişim için yeni kavramın mantıklı gelmesi gerektiğinden bahsedilmektedir. Burada öğrenciler Kepler yasaları ile ilgili öğretimin içeriğini mantıklı bulmuştur. Bu sayede öğretim öncesi bilimsel fikirler ile uyumlu olmayan fikirlerini öğretim sonrası değiştirebilmişlerdir. Beş öğrenci uygulamalı etkinliklere yer verilmesinin öğrenmeyi kolaylaştırdığından bahsetmiştir. Dört öğrenci görsel etkinliklere yer verilmesinin Kepler yasalarının öğrenilmesinde etkili olduğunu söylemiştir. Öğretim sırasında konu gereği çok fazla deney yapılamadığı için görsel etkinliklere yer verilmiştir. Üç öğrenci öğretmenin konuyu etkin bir biçimde sunduğunu ve bu sunumun konuyu anlaşılır yaptığını söylemiştir. İki öğrenci konunun kendisinin anlaşılmasının kolay olduğunu söylerken, bir öğrenci konu içeriğinin birbiri ile ilişkili olmasının Kepler yasalarını anlamalarını kolaylaştırdığını söylemiştir.

- “Dersteki açıklamaların hangi bölümlerinin anlaşılması zordu?” sorusu ile öğrencilerin Kepler yasaları ile ilgili anlamakta zorlandıkları bölümler ortaya çıkarılmıştır.

Kepler yasaları ile ilgili öğrencilerin anlamakta zorlandıkları bölümler aşağıda Çizelge 4.44’de yer almaktadır.

Çizelge 4.44: Kepler yasalarının anlaşılmasının zor olduğu bölümler

Konunun anlaşılmasının zor olduğu bölümler	Frekans (n)
Kepler'in üçüncü yasası olan periyotlar yasası	7
Kepler'in ikinci yasasında alanların eşit olma nedeni	6
Konunun zor bir yanı yoktu	4
Görsel olarak işlemediğimiz bölümler	2
Hesaplama kısımları	1
Konunun günlük yaşam ile ilişkisinin kurulamadığı yerler	1
Örnek verilmeyen bölümler	1
Soyut olan konuların anlaşılması	1

Öğretim sonrası bütün öğrenciler Kepler yasalarına ilişkin bilimsel fikirler geliştirememiştir. Öğrencilerin %36'sının cevapları 'bilimsel parça ile birlikte alternatif parça' ve %16'sının cevapları 'alternatif parça' cevap kategorisinde yer almıştır. Bu öğrenciler öğretime rağmen bilimsel fikirler geliştirememiştir. Öğrencilere öğretim içeriğinde anlamadıkları bölümler sorulmuştur. Yedi öğrenci bu konuda anlaşılması en zor olan bölümün Kepler'in üçüncü yasası olduğunu belirtmiştir. Altı öğrenci ise Kepler'in ikinci yasası olan alanlar yasasında neden yarıçap vektörünün eşit zamanlarda eşit alanlar taradığını anlamakta zorlandıklarını belirtmiştir. Bu öğrenciler yukarıda belirtilenin aksine Kepler yasalarını anlamakta güçlük çekmiştir. Toplam onüç öğrenci Kepler yasalarını anlamakta zorlanmıştır. Bunun nedeni olarak Kepler'in ikinci ve üçüncü yasasının deney olmazsızın öğretmen yönlendirmesi ile aktarılması gösterilebilir. Öğretmen bu yasalardaki bağıntıları doğrudan öğrencilere vermiştir. Bu durumda öğrencilerin bu yasaları anlamasını güçleştirmiş olabilir. Derste bu açıklama Newton'un ispatı ile yapılmış ve bu ispatlama öğrencilere zor gelmiştir. Dört öğrenci bu konuda anlaşılması zor olan bir kısım olmadığını söylemiştir. İki öğrenci ise görsel olarak işlenmeyen bölümlerin

anlaşılmasının zor olduğuna değinmiştir. Ancak konu gereği bazı noktalar sözel olarak öğretmen tarafından aktarılmıştır. Bir öğrenci hesaplama kısımlarının zor olduğundan; bir öğrenci konunun günlük yaşamla ilişki kurulmayan kısımlarının anlaşılmasının zor olduğundan; bir öğrenci örnek verilmeyen bölümlerin anlaşılmasının zor olduğundan ve bir öğrenci soyut olan kavramların anlaşılmasının zor olduğundan bahsetmiştir. İki öğrenci bu soruda görüş belirtmemiştir.

- “Neden bu bölümlerin anlaşılması zor oldu?” sorusu ile öğrencilerin Kepler yasalarını anlamakta neden zorlandıkları ortaya çıkarılmıştır.

Öğrencilerin Kepler yasaları ile ilgili dersin anlaşılmasını zor bulma nedenleri Çizelge 4.45’deki başlıklar altında açıklamıştır.

Çizelge 4.45:Kepler yasalarının anlaşılmasının zor olma nedenleri

Konunun anlaşılmama nedenleri	Frekans (n)
Konu karışık anlatıldığı için	5
Konunun anlaşılması zor olduğu için	4
Konunun zor bir yanı yoktu	3
Yeterince örnek verilmemesi	2
Bazı formülleri açıklamada ispat gerektirmesi	2
Konuda çok fazla sayısal veri olması	2
Mantık kurmakta zorlanmam	2
Konu hakkında daha önce bilgim olmaması	1

Çizelge 4.45’de öğrenciler öğretimin içeriğinde Kepler yasaları ile ilgili anlayamadığı bölümlere değinmiştir. Çizelge 4.45’de de bu bölümlerin anlaşılmasının güç olma nedenlerini belirtmiştir. Öğrenciler Kepler yasalarının

anlaşılmasının zor olma nedenleri arasında çok çeşitli nedenler göstermiştir. Öğrenciler Kepler yasalarının anlaşılmasının zor olma nedenlerinin başında konu anlatımının karışık olduğundan bahsetmişlerdir. Dört öğrenci konunun anlaşılmasının zor olduğunu ve bu nedenle de konuyu anlayamadıklarını belirtmiştir. Üç öğrenci konunun anlaşılmasının zor bir yanı olmadığından bahsetmiştir. Bu öğrenciler için Kepler yasaları ile ilgili öğretim anlaşılırdır. İki öğrenci derste yeterince örnek verilmemesinin konuyu anlamalarını zorlaştırdığını söylemiştir. İki öğrenci bazı formülleri açıklamada ispat gerekliliğinin zorluğuna değinmiştir. Bu öğrenciler Kepler'in ikinci yasasında yarıçap vektörünün eşit zaman aralıklarında eşit alanlar taranmasında Newton'un ispatını açıklamada zorlandıklarını belirtmişlerdir. İki öğrenci benzer olarak konuda çok fazla sayısal veri olduğunu ve bunun konuyu anlamayı zorlaştırdığını söylemişlerdir. Bu öğrenciler dersin ispatlara dayalı olması ve çok fazla sayısal işlem olmasının anlamayı zorlaştırdığından bahsetmiştir. İki öğrenci konu ile ilgili mantık kurmada zorlandıklarını belirtmiştir. Kavramsal değişim için gerekli olan yeni kavramın mantıklı olması burada gerçekleşmemiştir. Bu öğrencilerin fikirlerinde öğretim sonrası değişim gerçekleşmemiştir. Bir öğrenci konu hakkında ön bilgisinin olmamasının konuyu anlamayı zorlaştırdığını belirtmiştir. İki öğrenci bu soruda görüş belirtmemiştir. Kepler yasaları ile ilgili öğretimin içeriği deney yapmaya uygun olmadığı için ve öğrenciler öğrendikleri bilgiyi çevrelerinde gözlemleyemedikleri için bu konunun anlaşılması zor olmuştur. Dersin içeriği diğer konulara göre biraz daha fazla öğretmen merkezli olmuştur ve derste çok sayıda ispat yapılmıştır. Öğrenciler dersin bu noktalarını anlamakta zorlanmışlardır.

- “Bu dersi işledikten sonra, Kepler yasaları ile ilgili neler öğrendiniz? Öğrendiklerinizi nasıl açıklarsınız?” sorusu ile öğrencilerin Kepler yasaları ile ilgili neler öğrendikleri ortaya çıkarılmıştır.

Öğrencilerin Kepler yasaları ile ilgili öğrendikleri Çizelge 4.46'da yer almaktadır.

Çizelge 4.46:Kepler yasaları ile ilgili öğrenilenler

Kepler yasaları ile ilgili öğrenilenler	Frekans (n)
Keplerin yasaları	10
Yarıçap vektörünün eşit zamanlarda eşit alanlar taradığı	5
Dünyanın yörüngesi ile ayrıntılı bilgi	2
Kepler yasalarının nerede kullanıldığı	1
Dünya'nın Güneş'e yaklaştığında hızının daha fazla olduğu	1

Öğrencilere Kepler yasaları ile ilgili öğretim sonrası neler öğrendikleri sorulduğunda on öğrenci Kepler yasalarını öğrendiğini belirtmiştir. Ancak bu öğrenciler cevaplarını ayrıntılı bir şekilde açıklamamıştır. Beş öğrenci Kepler'in ikinci yasası olan yarıçap vektörünün eşit zamanlarda eşit alanlar taradığını öğrendiklerini belirtmiştir. İki öğrenci Dünya'nın yörüngesi ile ayrıntılı bilgi edindiklerini ve Dünya'nın eliptik yörüngede dolandığını öğrendiklerini belirtmiştir. Bu iki öğrenci Kepler'in birinci yasasını açıklamıştır. Toplamda onyediy öğrenci Kepler yasaları ile ilgili öğrendiklerinden bahsetmiştir. Derste neler öğrendiği ile ilgili bilgi veren öğrencilerin çoğu Kepler yasalarını öğrendiğinden bahsetmiştir. Bir öğrenci Kepler yasalarının nerede kullanıldığını öğrendiğini ve bir öğrenci Dünya'nın Güneş etrafında dolarken Güneş'e yaklaştığında hızının daha fazla olduğunu öğrendiğini belirtmiştir. Dört öğrenci bu soruda görüş belirtmemiştir.

- “Bu dersin işlenişi ve içeriği için yapacağınız diğer yorumlarınız nelerdir?” sorusu ile Kepler yasaları ile ilgili öğretim süreci hakkında öğrencilerin görüşleri ortaya çıkarılmıştır.

Öğrencilerin Kepler yasaları ile ilgili dersin işlenişi ve içeriği hakkındaki görüşleri Çizelge 4.47'de yer almaktadır.

Çizelge 4.47:Kepler yasaları ile ilgili dersin işlenişi ve içeriği ile ilgili yorumlar

Dersin işlenişi ve içeriği ile ilgili yorumlar	Frekans (n)
Dersin uygulamalı bölümleri öğrenmeyi kolaylaştırdı	6
Dersin işlenişi güzeldi	5
Öğretmenin konuyu anlatma şekli öğrenmeyi kolaylaştırdı	3
Ders anlaşılırdı	2
Dersin işlenişi ve içeriği sıkmadan ve akılda kalıcı bir şekilde uygulandı	1
Günlük yaşamdan örnek seçilmesi konuyu daha iyi anlamamı sağladı	1
Dersin işlenme şekli ilgi çekiciydi	1
Derste yaptığımız gözlemler öğrenmeyi sağladı	1
Bu konu daha fazla deney yapılarak işlense daha iyi olurdu	1

Kepler yasaları ile ilgili işlenen ders ile ilgili öğrenciler çeşitli yorumlarda bulunmuştur ve yirmi öğrencinin dersle ilgili yorumları olumlu olurken sadece bir öğrenci dersin işlenişi ile ilgili olumsuz görüş belirtmiştir. Genel olarak öğrenciler dersin işlenişini faydalı bulmuştur. Aşağıda öğrencilerin bu dersin işlenişi ile ilgili yaptıkları yorumlara yer verilmektedir.

Altı öğrenci bu derste uygulamalı bölümlerin dersi öğrenmeyi kolaylaştırdığından bahsetmiştir. Beş öğrenci dersin işlenme yöntemini etkili bulduğunu belirtmiş ve grup çalışmalarının öğrenmelerindeki etkilerine değinmiştir. Üç öğrenci ise öğretmenin konuyu anlatma yöntemini beğenmiştir. Posner vd. (1982) kavramsal değişim kuramında kavramsal değişimin gerçekleşmesi için yeni kavramın anlaşılır olması gerektiğinden bahsedilmektedir. İki öğrenci dersi anlaşılır bulmuştur. Bir öğrenci dersin işlenişi ve içeriğini akılda kalıcı olduğunu ve dersin

onları sıkmadığını belirtmiştir. Bir öğrenci günlük yaşamdan örnek seçiminin konuyu daha iyi anlamasını sağladığını belirtmiştir. Bir öğrenci dersin işleme şeklini ilgi çekici bulmuştur. Bir öğrenci derste yaptığı gözlemlerin öğrenmesini sağladığını belirtmiştir. Bir öğrenci bu derste yapılan deneyleri yetersiz bulmuş ve daha fazla sayıda deney yapılırdı daha iyi olacağını belirtmiştir. Ancak konunun içeriği gereği öğretim süresince deney yapmak çok mümkün olmamıştır. İki öğrenci bu soruda görüş belirtmemiştir. Öğrenciler genel olarak Kepler yasaları ile ilgili dersin işleniş yararlı bulmuştur. Öğretim öncesi öğrenciler Kepler yasaları ile ilgili bilimsel fikirlere sahip değil iken, öğretim bu öğrencilerin fikirlerinin değişiminde etkili olmuştur. Öğretim sonrası öğrencilerin çoğunun Kepler yasalarına ilişkin bilimsel fikirler geliştirdiği görülmüştür. Öğrencilerin hepsi öğretim sonrası doğru cevaplar verememiştir. Öğretimin içeriği öğrencilerin fikirlerinde değişime neden olmuş ancak bütün öğrencilerin fikirlerini değiştirememiştir.

Kepler yasaları ile ilgili öğrencilerin konunun anlaşılmasını tork ve açısal momentum kavramlarına göre daha zor bulduğu belirlenmiştir. Öğretim sonrası kavram testinde öğrenciler tork ve açısal momentum kavramları ile ilgili daha fazla bilimsel cevap vermiştir. Kepler yasaları ile ilgili öğretim süreci deneylere bağlı olmadığı ve biraz daha öğretmenin anlatımına bağlı olduğu için öğrenciler bu kavramı öğrenmekte daha fazla yerde zorlandığını belirtmiştir. Ancak öğrenciler Kepler yasaları ile ilgili öğretimde anlaşılır olduğundan ve öğrenmeleri üzerinde etkili olduğundan bahsetmiştir. Kavram testinden elde edilen sonuçlarda öğretim öncesi öğrencilerin Kepler yasaları ile ilgili bilimsel bilgiye sahip olmadığı ancak anlam oluşturmaya yönelik öğrencilerin bilimsel bilgiye ulaşmasında etkili olduğu belirlenmiştir. Kepler yasaları ile ilgili öğretimin içeriği biraz daha öğretmen merkezli olmuştur. Konunun gereği bu derste deney yapılamamıştır ancak öğrencilerin Kepler yasaları ile ilgili fikirlerini tartışması sağlanmıştır. Öğrenciler grup içerisinde, sınıf içerisinde ve öğretmenleri ile fikirlerini tartışmıştır. Bu tartışmalar öğrencilerin fikirlerinin değişimi üzerinde etkili olmuştur. Öğrenciler dersin işleniş şeklinin öğrenmeleri üzerinde etkili olduğunu belirtmiştir.

5. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Araştırmanın bu bölümünde öğretim öncesi ve sonrası elde edilen bulgulardan yararlanarak tork, açısal momentum ve Kepler yasaları ile ilgili sonuçlar ve bu sonuçlar üzerinden yapılan tartışmaları almaktadır.

Bu çalışmanın amacı, ortaöğretim onbirinci sınıf öğrencilerinin tork, açısal momentum ve Kepler yasaları ile ilgili fikirleri üzerine anlam oluşturmaya yönelik öğretimin etkilerinin araştırılmasıdır. Bu kavramlara ilişkin yirmibeş öğrenci ile beş ders saati süresinde öğretim gerçekleştirilmiştir. Öğretim öncesi öğrencilerin bu kavramlara ilişkin bilimsel fikre sahip olmadığı görülürken, öğretim sonrası öğrencilerin yarıdan fazlası bu kavramlarda bilimsel cevabı vermiştir. Tork, açısal momentum ve Kepler yasaları kavramlarında öğretim öncesi öğrencilerde alternatif kavramlar ile karşılaşılma sıklığı oldukça yüksektir. Öğretim sonrası ise öğrencilerde alternatif kavramlar ile karşılaşılma sıklığı azalmıştır.

Öğretim sürecinde öğrenciler çalışma gruplarına ayrılmıştır. Bu çalışma grupları arasından belirlenen bir grupta yer alan iki öğrenci öğretim süresince kamera ile kaydedilmiştir. Bu iki öğrencinin anlam oluşturma süreçleri ayrıntılı bir şekilde ortaya çıkarılmıştır. Öğretim öncesi iki öğrenci tork, açısal momentum ve Kepler yasalarına ilişkin bilimsel fikre sahip değilken, öğretim sonrası bu kavramlara ilişkin bilimsel cevabı vermişlerdir. Bu öğrenciler ile öğretim sonrası yapılan görüşmelerde kavramları anlaşılır, mantıklı ve yararlı bulduklarını belirtmişlerdir. İki öğrencide de kavramsal değişimin gerçekleşmesi için gerekli şartların oluştuğu gözlenmiştir.

Her bir kavram ile ilgili öğretim sonrası öğrencilere dersin içeriği ile ilgili görüşlerini yazmaları için ders günlükleri dağıtılmıştır. Öğrenciler bu kavramların öğretim sürecinde genellikle olumlu görüşler belirtmişlerdir. Deneye dayalı, günlük yaşamdan örneklerin verildiği ve birbirleri ile fikirlerini tartıştıkları bir öğretimi etkili bulduklarını söylemişlerdir.

5.1 Kavram Testinden Elde Edilen Sonuçlar

Öğrencilerin tork, açısıl momentum ve Kepler yasaları ile ilgili fikirlerini ortaya çıkarmaya yönelik öğretim öncesi ve sonrası uygulanan kavramsal anlama testinden elde edilen sonuçlara bu bölümde değinilmektedir. Öğretim öncesi özellikle açısıl momentum ve Kepler yasaları ile ilgili sorularda öğrencilerin yarıdan fazlasında alternatif kavramlar ile karşılaşılımıştır. Öğretim sonrası öğrencilerin bilimsel cevap verme oranı artmış ve her kavram için öğrencilerin yarıdan fazlası bilimsel cevabı vermiştir. Kavram testinden elde edilen sonuçlara aşağıda değinilmektedir.

5.1.1 Tork Kavramına İlişkin Kavram Testinden Elde Edilen Sonuçlar

Öğretim öncesi öğrenciler tork kavramı ile ilgili temaların hiçbirinde bilimsel cevabı verememiştir. Öğrencilerin cevaplarının bilimsel cevap kategorisine girmesi için cevap bilimsel cevabın bütün yönlerini içermelidir. Tork kavramı temasında öğretim öncesi üç öğrencinin cevaplarında bilimsel cevabın bazı yönleri ile karşılaşılımıştır. Bu öğrenciler deneyimlerine dayanarak bu temadaki sorulara doğru cevap vermiştir ancak tork kavramını bilmedikleri için cevaplarının açıklamasında tork kavramını kullanmamışlardır. Sorulara verdikleri cevapları tork kavramını kullanarak açıklayamadıkları için bu üç öğrenci ‘bilimsel parça’ cevap kategorisinde yer almıştır.

Öğrencilerin tork kavramı ile ilgili cevaplarında çeşitli alternatif kavramlar ile karşılaşılımıştır. Vosniadou (1991)’nun da belirttiği gibi, öğretim öncesi öğrencilerde görülen alternatif kavramlar günlük deneyimleri sonucunda oluşmuş sezgisel fikirlerdir.

Öğretim sonrası, öğrencilerin yarıdan fazlası kavramsal anlama testindeki tork kavramı ile ilgili sorulara bilimsel cevabı ya da doğru ancak eksik cevabı vermiştir. Öğretim sonrası tork kavramı ile ilgili alternatif kavramlar ile karşılaşılma sıklığı azalmıştır. Öğretim sonrası alternatif kavramlara ilişkin fikirlerini sürdürmeye devam eden az sayıda öğrenci ile karşılaşılımıştır. Tork kavramına ilişkin öğretim

öncesi ve sonrası öğrencilerde karşılaşılan alternatif kavramlara aşağıda değinilmektedir.

5.1.1.1 Tork Kavramına İlişkin Karşılan Alternatif Kavramlar

‘Tork kavramı’ temasında öğretim öncesi öğrencilerin %40’ında alternatif kavramlar ile karşılaşırken, öğretim sonrası alternatif kavramlar ile karşılaşılma sıklığı %28’e gerilemiştir. Bu temada öğretim öncesi ve sonrası alternatif kavramlar ile karşılaşılma sıklığı diğer temalara göre daha yüksektir. Öğretim sonrası bilimsel bilgi ile uyumlu olmayan alternatif kavramlarını kullanmaya devam eden öğrenciler ile de karşılaşmıştır. Bu öğrenciler öğretim sonrası bilimsel bilgiyi reddetmiş ve kendi ön bilgilerini sürdürmeye devam etmiştir (Chinn & Brewer, 1993). Bunun nedeni olarak, bu öğrencilerin yeni kavramı anlaşılır, mantıklı ve yararlı bulmamış olmaları söylenebilir. Yeni öğrenilen kavram öğrenci için yararlı olmadığı sürece öğrenci ön bilgilerini kullanmaya devam edecektir. Hewson ve Hewson (1984) ve Posner vd. (1982) belirttikleri gibi, öğretim bu öğrencilerin tork kavramını anlaşılır, mantıklı ve yararlı bulmalarını sağlayacak bir durum oluşturamamış olabilir. Öğrencilerin öğretim sonrası sürdürmeye devam ettiği alternatif kavramlar bilimsel bilginin öğrenilmesini engellediği için bir öğrenme engeli olarak kabul edilmektedir (Vosniadou, 1994). Öğretim öncesi alternatif kavramlarını öğretim sonrası da sürdürmeye devam eden öğrencilerin fikirlerinin değişiminde öğretim etkili olmamıştır. Bunun nedeni olarak da öğrenciye alternatif kavramların daha mantıklı gelmesi gösterilebilir.

Farklı mesafelerden uygulansa bile eşit büyüklükteki kuvvetlerin cismi döndüremeceği alternatif kavramına sahip öğrenciler cismnin dönmesinde sadece kuvvetin etkili olduğunu düşünmektedir. Bu öğrenciler kuvvetin dönme noktasına olan mesafesinin dönme üzerinde etkili olduğunu belirtmemiştir. Öğrenciler, cisme hangi noktadan uygulanırsa uygulansın eşit büyüklükteki kuvvetlerin birbirini dengeleyeceğini ve cismi döndüremeyeceğini düşünmektedir. Bu alternatif kavram ile öğretim sonrası karşılaşılma sıklığı azalmıştır. Ancak bir öğrenci bu alternatif kavrama ilişkin fikrini öğretim sonrası da sürdürmeye devam etmiştir.

“Cisim üzerine etki eden kuvvetlerin büyüklüğü eşit ise daha kısa mesafeden uygulanan kuvvet yönünde döner” alternatif kavramı ile karşılaşılan öğrenciler kuvvetin dönme noktasına mesafesi arttıkça, kuvvetin döndürme etkisinin azalacağını düşünmektedir. Öğretim sonrası bu alternatif kavrama ilişkin fikirlerini değiştirmeyen iki öğrenci ile karşılaşmıştır. Bu alternatif kavram ile öğretim sonrası karşılaşılma sıklığı artmıştır. Öğretim bu alternatif kavrama ilişkin fikirlerin güçlenmesine neden olmuştur. Öğretim öğrencilerin torkun kuvvet vektörü ile konum vektörünün çarpımına bağlı olduğunu anlamalarında etkili olamamıştır.

“Tork kavramında kuvvetin doğrultusu” temasında öğretim öncesi öğrencilerin %36’sında, öğretim sonrası %12’sinde çeşitli alternatif kavramlar ile karşılaşmıştır. Bu temada öğretim sonrası alternatif kavramlar ile karşılaşılma sıklığında azalma olmuştur. İki öğrenci öğretim sonrası da öğretim öncesi sahip oldukları alternatif kavramlara ilişkin fikirlerini sürdürmeye devam etmiştir. Bu temada karşılaşılan alternatif kavramlara aşağıda yer verilmektedir.

“Cisme belli bir büyüklükte açı ile uygulanan kuvvet cismi daha çok döndürür” alternatif kavramına sahip öğrenciler cismin dönme noktasına dik ya da paralel uygulanan kuvvetlerden daha fazla cisme belli açılar ile uygulanan kuvvetlerin döndürdüğünü düşünmektedir. Öğretim öncesi bu alternatif kavrama sahip öğrencilerden ikisinin fikirleri öğretim sonrası değişirken, ikisi bu alternatif kavrama ilişkin fikirlerini sürdürmeye devam etmektedir.

Bu temada karşılaşılan diğer bir alternatif kavram olan “cisme uygulanan eşit büyüklükteki kuvvetler cismi dengelediğinden hiçbir kuvvet cismi döndüremez” alternatif kavramına sahip öğrenci kuvvetin uygulanma açısını dikkate almamıştır. Cismin dönmesinde sadece kuvvetlerin büyüklüklerinin etkili olduğunu ve burada olduğu gibi eşit büyüklükte kuvvetler uygulandığı sürece kuvvetlerin uygulanışı açının önemli olmadığını düşünmektedir.

“Torkun yönünü belirleme” temasında öğretim öncesi öğrencilerin %24’ünde, öğretim sonrası %8’inde çeşitli alternatif kavramlar ile karşılaşmıştır. Öğretim sonrası alternatif kavramlar ile karşılaşılma sıklığında azalma olmuştur. Aşağıda bu temada karşılaşılan alternatif kavramlara değinilmiştir.

Öğretim öncesi “vida ve civatalar sola çevrildiğinde çıkarılır” ve “civatalar üzerindeki dalgalar yönünde çevrilirse çıkarılır” alternatif kavramları ile karşılaşılan öğrenciler sezgisel cevaplar vermiştir. Günlük deneyimleri sonucu vidayı bulunduğu yerden çıkarmak için sola doğru bir kuvvet uygulanması gerektiği yönünde fikirler geliştirmiştir. Civataların bulunduğu yerden çıkarılması için üzerindeki dalgaların yönünün önemli olduğunu belirtmişlerdir. Bu iki alternatif kavrama sahip öğrenciler öğretim sonrası fikirlerini değiştirmiştir.

Öğretim sonrası “sağ el kuralına göre civata saat yönünde çevrildiğinde çıkarılır” alternatif kavramı ile ilk kez karşılaşılmıştır. Bu alternatif kavram ile karşılaşılan öğrenciler civatanın hareket yönünde verdiği cevaplarda alternatif fikirler göstermektedir. Bu öğrencilerin fikirleri öğretimden etkilenmiştir ve cevaplarının açıklamalarında sağ el kuralını kullanmıştır. Öğretim sonrası bu alternatif kavram ile karşılaşılan iki öğrenci Vosniadou’nun sentez zihinsel modelinde yer almaktadır çünkü öğretim öncesi fikirlerini açıklamada bilimsel cevabı kullanmaktadırlar.

Tork kavramındaki üç tema içinde öğretim sonrası öğrencilerde alternatif kavramlar ile karşılaşılma sıklığında azalma olmuştur. Öğretim sonrası öğrenciler genellikle öğretim öncesi sahip olduğu alternatif kavramlara ilişkin fikirlerini değiştirmiştir. Öğretim sonrası öğretim öncesi sahip olduğu alternatif kavramlara ilişkin fikirlerini sürdürmeye devam eden öğrenciler ile de karşılaşmıştır. Öğretim bu öğrencilerin alternatif kavramlara ilişkin fikirlerinin değişiminde etkili olmamıştır. Öğretim nadir de olsa bazı öğrencilerde tork kavramına ilişkin alternatif kavramlara ilişkin fikirlerin oluşmasında etkili olmuştur. Burada öğrenciler öğretim öncesi sahip oldukları fikirleri öğretim ile destekleyerek alternatif kavrama ilişkin fikirlerini güçlendirmiş ve ortaya çıkarmış olabilir. Öğrenciler alternatif kavramlara ilişkin sahip olduğu fikirleri farklı bağlamlar içerisinde kullanmış ve bu fikirler onlara mantıklı gelmeye başlamış olabilir. Tork kavramı ile ilgili öğretim öncesi ve öğretim sonrası öğrencilerde karşılaşılan alternatif kavramlar ile bilgin dahilinde ilk kez bu çalışmada karşılaşılmıştır. Bu nedenle diğer çalışmalarda bu alternatif kavramların hangi örneklerde hangi sıklıkta karşılaşıldığının karşılaştırılması yapılamamıştır.

5.1.2 Açısal Momentum Kavramına İlişkin Sonuçlar

Açısal momentum kavramı ile ilgili öğretim öncesi öğrencilerde bilimsel cevap ile karşılaşılmamıştır. Öğrenciler açısal momentum kavramı ile ilgili formal öğretim almamıştır ve öğretim öncesi ortaya çıkarılan fikirlerinin kaynağı öğretim değildir. Öğretim öncesi öğrencilerde açısal momentum ile ilgili karşılaşılan fikirler sezgiseldir. Öğretim öncesi öğrenciler açısal momentum ile ilgili bilimsel fikirlere sahip değildir. Öğrenciler günlük yaşamları sonucu edindikleri deneyimler ile bu kavramı açıklamak için doğru fikirler geliştirememiştir. Öğretim sonrası öğrencilerin %68'i açısal momentum ile ilgili bilimsel fikirler oluşturmuştur. Öğretim öğrencilerin açısal momentum ile ilgili bilimsel fikirler geliştirmesinde etkili olmuştur.

Öğrencilerin öğretim öncesi ve sonrası kavramsal anlama testinde yer alan sorulara verdikleri cevaplar arasında alternatif kavramlar ile karşılaşmıştır. Vosniadou (1991)'nin da belirttiği gibi öğrencilerin günlük deneyimleri sonucu oluşan bilimsel bilgi ile uyumlu olmayan bu fikirleri alternatif kavram olarak sınıflandırılmıştır. Öğretim öncesi öğrencilerde alternatif kavramlar ile karşılaşılma oranı %72 iken, öğretim sonrası bu oran %16'ya gerilemiştir. Açısal momentum ile ilgili öğretim öncesi alternatif kavramlar ile karşılaşılma sıklığı oldukça yüksektir. Bunun nedeni kavram testindeki açısal momentum ile ilgili soruların günlük yaşam içerisinde seçilmesi ve öğrencilerin bu olayları açıklamak için geliştirdikleri fikirlerin bilimsel bilgi ile uyumlu olmamasıdır. Öğrenciler günlük yaşamlarında buz pateni yapan ya da havada takla atan sporcular gözlememiştir. Ancak bu olayları açıklamada geliştirdikleri fikirlerin açısal momentum kavramı ile uyumlu olmadığı belirlenmiştir. Öğretim öğrencilerin açısal momentum ile ilgili alternatif kavramlarının görülme sıklığının azalmasında etkili olmuştur. Bu çalışmada açısal momentum kavramı ile ilgili karşılaşılan alternatif kavramlar aşağıda yer almaktadır.

5.1.2.1 Açısal Momentum Kavramına İlişkin Alternatif Kavramlar

Açısal momentum kavramı ile ilgili öğretim öncesi en sık alternatif kavramlar ile karşılaşmıştır. Öğretim bu öğrencilerde alternatif kavramlar ile karşılaşılma sıklığında azalmaya neden olmuştur ancak öğrencilerin bu alternatif kavramlara

ilişkin fikirleri tamamen değiştirilememiştir. Öğretim öncesi onsekizöğrencide dörtfarklı tür alternatif kavram ile karşılaşmıştır. Öğretim sonrası sadece dörtöğrencide ikifarklı tür alternatif kavram ile karşılaşmıştır. Öğretim sonrası alternatif kavramlar ile karşılaşılma sıklığında azalma olmuştur. Öğretim öncesi alternatif kavramlar ile karşılaşılan öğrencilerin birçoğu öğretim sonrası ön bilgilerini reddetmiş ve bilimsel bilgiyi kabul etmiştir (Chinn & Brewer, 1993). Öğretim öncesi açısız momentum kavramına ile ilgili sahip oldukları alternatif kavramları öğretim sonrası da sürdürmeye devam eden öğrenciler olmuştur. Bu durum, Chinn ve Brewer (1993)'ün belirttiği öğrencilerin öğretim sonrası bilimsel bilgiyi reddetmesi ve kendi ön bilgilerini sürdürmeye devam etmesi ile açıklanabilir. Bu öğrenciler açısız momentum kavramını anlaşılır, mantıklı ve yararlı bulmamış olabilir (Posner vd., 1982). Bu durumda bu öğrencilerde kavramsal değişim gerçekleşmemiş ve mevcut ön bilgilerini kullanmaya devam etmişlerdir. Bu öğrencilerde karşılaşılan alternatif kavramlar bir öğrenme engeli oluşturmuş ve öğrencilerin bilimsel bilgiyi öğrenmesini engellemiştir (Vosniadou, 1994). Aşağıda açısız momentum kavramı ile ilgili karşılaşılan alternatif kavramlara yer verilmiştir.

Öğretim öncesi en sık karşılaşılan alternatif kavramlardan biri olan “dönerken kolları açıp kapatmak dengeyi sağlar” alternatif kavramı ile karşılaşılan öğrenciler sporcuların bu tür hareketleri denge sağlamak için yaptıkları fikrine sahiptir. Öğrenciler balerinlerin, puz patencilerinin dönme sırasında kollarını açıp kapatarak dengelerini kurduğunu düşünmektedir. Öğretim sonrası bu alternatif kavram ile karşılaşılma sıklığı azalmış ancak bu fikri sürdürmeye devam eden öğrencilerde olmuştur. İlk kez öğretim sonrası bu alternatif kavrama ilişkin görüş belirten öğrenciler olmuştur. Bu öğrencilerin fikirleri üzerinde bu alternatif kavrama sahip grup arkadaşları ile tartışmaları etkili olmuş olabilir. Arkadaşları ile tartışmaları bu öğrencilerin alternatif kavramlara ilişkin fikirler oluşturmasını etkilemiş olabilir. Grup tartışmaları her zaman öğrencilerin bilimsel fikirler oluşturmasını sağlayamayabilir. Grup tartışmaları sürecinde alternatif kavramlara ilişkin fikirlere sahip öğrenci grup arkadaşına fikri hakkında nedenler sunar ve onu ikna ederse, öğrencilerde alternatif kavramlar oluşmasına neden olabilir. Grup tartışmalarının içeriği öğrencilerin fikirleri üzerinde etkili olmaktadır.

“Dönerken kollarını açıp kapatmak hava basıncını azaltır” alternatif kavramına sahip öğrenciler sporcuların bu hareketini basınç kavramı ile açıklamaktadır. Bu alternatif kavrama sahip öğrenciler sporcuların kollarını açıp kapatarak hava basıncını değiştirdiğini belirtmiştir. Bu alternatif kavram öğretim öncesi en sık karşılaşılan alternatif kavramlardan biri olduğu halde, öğretim bu alternatif kavrama ilişkin fikirlerin değişiminde etkili olmuştur.

Öğretim öncesi öğrencilerin açısal momentum kavramı ile ilgili geliştirdiği fikirlerin çoğu alternatif kavram niteliğindedir. Öğretim sonrası öğrencilerde alternatif kavramlar ile karşılaşılma sıklığı azalmıştır. Öğretim öğrencilerin açısal momentum kavramı ile ilgili sahip olduğu alternatif kavramların azalmasında etkili olmuştur. Bu çalışmada öğretim öncesi ve sonrası açısal momentum kavramına ilişkin karşılaşılan alternatif kavramlar ile bilgidahilinde ilk kez bu çalışmada karşılaşılmıştır.

5.1.3 Kepler Yasaları Kavramına İlişkin Sonuçlar

Kepler yasaları ile ilgili öğretim öncesi hiçbir öğrenci bilimsel cevap verememiştir. Öğrenciler bu kavrama ilişkin formal öğretim almamıştır ve bu öğrencilerin fikirleri öğretimden etkilenmemiş sezgisel fikirlerdir. Ancak öğrencilerin birçoğunun Kepler yasaları ile geliştirdiği sezgisel fikirlerinin bilimsel gerçekler ile uyumlu olmadığı görülmektedir. Öğretim sonrası öğrencilerin yarıya yakını Kepler yasalarına ilişkin bilimsel cevabı ya da bilimsel cevabın bazı yönlerini vermiştir. Öğretim öğrencilerin bilimsel cevaplarında artışa neden olmuştur.

Öğretim öncesi öğrencilerin %52’si çeşitli alternatif kavramlara sahip iken, öğretim sonrası bu oran %16’ya düşmüştür. Öğretim öğrencisi öğrencilerin geliştirdiği fikirlerin çoğu alternatif kavram niteliğindedir. Bu fikirler öğretimden etkilenmemiş sezgisel fikirlerdir. Vosniadou (1991)’in belirttiği gibi öğrencilerin günlük deneyimleri sonucu oluşan bilimsel bilgi ile uyumlu olmayan bu fikirleri alternatif kavram olarak sınıflandırılmaktadır. Aşağıda Kepler yasaları ile ilgili karşılaşılan alternatif kavramlara yer verilmektedir.

5.1.3.1 Kepler Yasalarına İlişkin Alternatif Kavramlar

Kepler yasaları ile ilgili öğretim öncesi öğrencilerde en sık alternatif kavramlar ile karşılaşmıştır. Öğretim sonrası alternatif kavramlar ile karşılaşılma sıklığı azalmış ancak alternatif kavramlara ilişkin fikirler tamamen değiştirilememiştir. Öğretim öncesi onüçöğrencide dörtfarklı çeşit alternatif kavram ile karşılaşmıştır. Öğretim sonrası dörtöğrencide üççeşit alternatif kavram ile karşılaşmıştır. Bu sayılardan da anlaşılacağı üzere, öğretim sonrası birçok öğrencinin alternatif kavramlara ilişkin fikirlerinde değişim meydana gelmiştir. Bu öğrenciler, Chinn ve Brewer (1993) belirttiği gibi öğretim sonrası bilimsel bilgiyi kabul etmiş ve bilimsel bilgi ile uyumlu olamaya ön bilgilerini reddetmiştir. Öğretim öncesi sahip olduğu alternatif kavrama ilişkin fikirlerini sürdürmeye devam eden bir öğrenci ile karşılaşmıştır. Bu öğrencinin alternatif kavrama ilişkin fikirleri bir öğrenme engeli oluşturmuş ve bu öğrencinin bilimsel bilgiyi öğrenmesini engellemiştir (Vosniadou, 1994). Bu öğrenci Kepler yasaları ile ilgili öğrendiklerini anlaşılır, mantıklı ve yararlı bulmamış olabilir (Posner vd., 1982). Bu nedenle de öğretim öncesi fikirlerini sürdürmeye devam etmiş olabilir. Öğretim öncesi alternatif kavrama ilişkin fikirlere sahip olmadığı halde, öğretim sonrası alternatif kavramlar ile karşılaşılacak öğrenciler olmuştur. Öğretim bu öğrencilerin alternatif fikirler oluşturmalarına neden olmuştur. Kepler yasaları teması ilgili öğretim öncesi ve sonrası öğrencilerde karşılaşılacak alternatif kavramlar aşağıda yer almaktadır.

Dünyanın güneş etrafında dolanırken hızının sabit olduğu alternatif kavramı ile öğretim sonrası karşılaşılmamıştır. Bu alternatif kavram ile karşılaşılacak öğrencilerin fikirlerinin değişiminde öğretim etkili olmuştur. Bu alternatif kavram ile Yu, Sahami ve Denn (2010) yüzoniki üniversite öğrencisi ile yaptığı görüşmelerde yirmidört öğrencide karşılaşmıştır. Ayrıca Klammer (1998) Kepler yasaları ile ilgili alanyazın taramasında bu alternatif kavram ile karşılaşmıştır.

“Dünya güneşe uzak olduğunda daha hızlıdır” ve “dünya güneşe yaklaştığında konum vektörünün taradığı alan artar” alternatif kavramları ile öğretim sonrası karşılaşılma sıklığı azalmıştır. Ancak öğretim bu alternatif kavramlara ilişkin fikirlerin tamamen değişiminde etkili olamamıştır.

“Dünya güneşden uzaklaştığında konum vektörünün taradığı alan artar” alternatif kavramı öğrencilerde öğretim sonrası ortaya çıkmıştır. Bu alternatif kavramın kaynağı olarak öğretim gösterilebilir. Bu alternatif kavram ile karşılaşılacak öğrenciler öğretim sürecinde öğrendiği bilgiyi yanlış yapılandırmıştır. Öğrenciler konum vektörünün yörüngede taradığı alanı doğru anlayamamış ve bu durum bu alternatif kavramın kaynağı olmuştur.

Kepler yasaları ile ilgili karşılaşılacak alternatif kavramlarda öğretim sonrası azalma olmuştur. Öğrencilerin bu kavrama ilişkin fikirlerinin değişiminde öğretim etkili olmuştur. Öğretim sürecinde alternatif kavramlara ilişkin fikirlerinde değişim olmayan ve öğretim sonrası fikirlerini sürdürmeye devam eden öğrenciler ile karşılaşmıştır. Bu öğrencilerin fikirleri üzerinde öğretim etkili olamamıştır. Kepler yasaları ile ilgili karşılaşılacak alternatif kavramlar ile ilk alternatif kavram haricinde bilgin dahilinde ilk kez karşılaşmıştır.

Öğrenciler tork, açısal momentum ve Kepler yasaları kavramlarına ilişkin önceki sınıf düzeylerinde formal eğitim almadıkları için öğretim öncesi bu kavramlara ilişkin sahip oldukları fikirler sezgisel fikirlerdir. Öğrencilerin sezgisel fikirleri arasında bilimsel cevaplar ile karşılaşmamıştır. Öğrencilerin günlük yaşamlarındaki deneyimler bu kavramlara ilişkin doğru bilişsel yapılar oluşturmalarında etkili olamamıştır. Öğretim sonrası öğrencilerde bilimsel cevap ile karşılaşılma oranı bir hayli artmıştır. Öğretim bu öğrencilerin tork, açısal momentum ve Kepler yasaları kavramlarına ilişkin sahip olduğu fikirleri üzerinde etkili olmuştur diyebiliriz. Aşağıda öğretimden elde edilen sonulara yer verilmektedir.

5.2 Anlam Oluşturmaya Yönelik Öğretim Sürecinden Elde Edilen Sonuçlar

Öğretim öncesi öğrencilerin tork, açısal momentum ve Kepler yasaları ile ilgili bilimsel fikirlere sahip olmadığı görülmüştür. Öğretim sonrası ise öğrencilerin yarısından fazlası bu kavramlara ilişkin bilimsel cevaplar vermiştir. Öğretim öncesi öğrencilerde alternatif kavramlar ile karşılaşılma sıklığı oldukça yüksek iken, öğretim sonrası öğrencilerde alternatif kavramlar ile karşılaşılma oranında düşüş olmuştur.

Öğretim süreçleri ayrıntılı olarak incelenen ‘Ö18’ ve ‘Ö21’ cevapları öğretim öncesi ‘altrnatif parça’ ve ‘anlama yok’ gibi cevap kategorilerinde yer almaktadır. Öğretim sonrası bu iki öğrenci genellikle ‘bilimsel’ ya da ‘bilimsel parça’ cevap kategorisinde yer alan cevaplar vermiştir.

Hem sınıf genelindeki öğrencilerin hem de öğretim süreçleri ayrıntılı olarak incelenen iki öğrencinin öğretim sonrası fikirleri değişmiştir. Bu öğrencilerin öğretim öncesi bilimsel bilgi ile uyumlu olmayan fikirleri öğretim sonrası bilimsel fikirlere doğru değişim göstermiştir. Öğretim sonrası öğrencilerde alternatif kavramlar ile karşılaşılma sıklığında azalma olmuştur. Sonuç olarak, anlam oluşturmaya yönelik düzenlenen öğretimin öğrencilerin fikirlerinin değişiminde etkili olduğu söylenebilir. Öğretimin içeriği öğrencilerde kavramsal değişimin kaynağı olarak gösterilebilir. Aşağıda tork, açısal momentum ve Kepler yasalarının öğretime yönelik düzenlenen öğretimden elde edilen sonuçlara değinilmektedir.

Tork kavramının öğretimi iki ders saati, açısal momentum kavramının öğretimi iki ders saati ve Kepler yasalarının öğretimi bir ders saati sürmüştür. Kamera ile kaydedilen öğretim sürecinin sonuçlarına aşağıda yer verilmektedir.

Tork, açısal momentum ve Kepler yasalarının öğretim sürecinin girişinde durum çalışmasındaki öğrenciler kendi aralarındaki tartışmalarında ve öğrenciler sınıf ortamına fikirlerini açıklarken günlük dil kullanmaktadırlar. Öğrenciler bu kavramlara ilişkin öğretim almamışlardır ve karşılaştıkları durumlara sezgisel fikirlerini kullanarak açıklama getirmektedirler. Ancak bu fikirler bilimsel bilgi ile uyumlu olmadığı için öğrencilerin kullandıkları dil Mortimer ve Scott (2003) günlük olarak adlandırdığı dildir. Bu kavramların öğretim sürecinin sonunda ise durum çalışmasındaki öğrenciler ve kavramın tartışıldığı bölümlerde sınıftaki öğrenciler kavram ile ilgili bilimsel bilgiyi kullanmıştır. Öğrenciler öğretim sürecinde kavram ile ilgili bilimsel bilgiyi öğrenmiş ve bu bilgi ile bilimsel dili kullanmıştır. Öğrenciler kavramların öğretimi sonrası günlük dilden bilimsel dile doğru değişim göstermiştir. Bu durum öğrencilerin kavram testindeki sorulara öğrencilerin öğretim öncesi bilimsel cevap veremez iken, öğretim sonrası bilimsel cevabı vermesi ile de desteklenebilir. Öğrenciler öğrendikleri bilimsel dili soruları cevaplamakta kullanmıştır.

Öğretim süresince öğrencilere grup arkadaşları ile fikirlerini tartışma fırsatı verilmiştir. Durum çalışmasındaki öğrenciler arasındaki iletişimin etkileşimli iletişim yaklaşımı olduğu görülmüştür. Öğretim süresince bu iki öğrenci kavram ile ilgili düşündüklerini birbirine açıklamada, fikirlerinin nedenlerini sunmakta ve fikirleri için birbirini ikna etmeye çalışmaktadır. Bu etkileşim sonucu öğrencilerin birbirlerinin fikirlerinden etkilendiği söylenebilir. Öğrencilerin bilimsel bilgiyi oluşturmasında kendi aralarında tartışmaları etkili olmuş olabilir. Bu sonuca benzer olarak, Furberg ve Arnseth (2009) öğrencilerin anlam oluşturmasında öğrencilerin aktif olduğu ve birbirleri ile fikirleri tartışmaları öğretimin etkili olduğunu belirtmiştir.

Öğretimin kaçınılmaz bir noktası öğretmen ile öğrenciler arasındaki etkileşimdir. Bu çalışmada öğretim süresince öğretmen ile öğrenciler arasında farklı iletişim yaklaşımları ile karşılaşılmıştır. Öğretimin, öğrencilerin keşfettiği ve fikirlerini birbirleri ve sınıf ile tartıştıkları bölümlerinde öğretmen ile öğrenciler arasındaki iletişim etkileşimlidir. Ancak öğrenciler bu kavramlar ile ilk kez karşılaştıkları için öğretim süresince öğretmenin bu kavramlara ilişkin açıklamalar yapması gereken bölümlerde olmuştur. Öğretmen bu bölümlerde kavrama ilişkin bilimsel tanımı vermiş ve öğrencilerin kendi başlarına keşedemeyeceği noktaları açıklamıştır. Öğretmen ile öğrenciler arasında bu tür etkileşimsiz/otoriter iletişim yaklaşımları faydalı olabilir. Eğer öğretmen öğrencinin ilk kez karşılaştığı bir kavrama ilişkin açıklama yapmaz ve öğrencinin keşfetmesini beklerse, öğrenciler yanlış bilgi yapıları oluşturabilir. Ametller, Leach ve Scott (2007), Scott, Mortimer ve Aguiar (2006) ve Mercer (2008) çalışmalarının sonucunda dersin farklı bölümlerinde öğretmenin farklı iletişim yaklaşımları kullanmasının öğrencilerin anlam oluşturmasını desteklediğini belirtmişlerdir. Aguiar, Mortimer ve Scott (2010) çalışmalarının sonucunda öğretmen ile öğrenciler arasındaki etkileşim yaklaşımı öğrencilerin öğrenmeleri üzerinde etkili olduğunu belirtmiştir. Sonuç olarak, öğretmenin her zaman etkileşimli bir iletişim yaklaşımı benimsemek yerine dersin amacına yönelik farklı iletişim yaklaşımları kullanmasının öğrencilerin öğrenmesi üzerinde olumlu etkisi olduğu söylenebilir.

Etkileşim modelinde soru cevap sürecinde öğretmen öğrenci cevaplarını değerlendiren ifadeler kullanmamıştır. Bu çalışmada öğretmenin sorusuna öğrenciler cevap vermiştir. Öğrencinin cevabına ise öğretmen değerlendirme ifadeleri

kullanmak yerine geri bildirim vermiştir. Kaya ve Kılıç (2010) çalışmalarının sonuçlarında etkileşim modelinde değerlendirme kullanmanın öğrencilerin öğrenmeleri üzerinde geri bildirim kadar etkili olmadığını belirtmiştir. Öğretmenin cevaplarını değerlendiren ifadeler kullanmaması öğrencilerin fikirlerini daha rahat açıklama fırsatı vermiştir. Öğrencilerin sınıf ortamında fikirlerini rahatça açıklaması birbirlerinin fikirlerinden etkilenmelerini sağlamış olabilir. Anlam oluşturma sosyal ortamlar içerisinde öğrencilerin birbirleri ile etkileşime geçmesi ile oluşmaktadır. Öğrenciler fikirlerini ve bu fikirlerin nedenlerini rahatça açıkladıkları için bu fikirlerden etkilenen öğrenciler kavrama ilişkin doğru anlamlar oluşturmuş olabilir. Chin (2006) çalışmasında bu sonuca benzer olarak, geri bildirim kullanmanın öğrencilerin fikirlerini geliştirmeyi desteklediği ve uygun şartlarda öğrencilerin doğru cevap vermesini sağladığını belirtmiştir.

Bu tür bir öğretim sonrası öğrencilerin yarıdan fazlasının tork, açısal momentum ve Kepler yasaları ile ilgili fikirleri bilimsel fikirlere doğru değişim göstermiştir. Durum çalışmasındaki öğrenciler de öğretim öncesi bilimsel fikre sahip değil iken, öğretim sonrası bilimsel cevabı vermiştir. Öğretimin öğrencilerin anlam oluşturmada etkili olduğu sonucuna ulaşılabilir. Öğrenciler öğretim sayesinde ilk kez karşılaştıkları kavramlara ilişkin bilimsel fikirler geliştirmiştir.

6. ÖNERİLER

Bu çalışmanın bulgularından elde edilen veriler ışığında öğretime yönelik ve bu kavramlara ilişkin bundan sonra araştırma yapacak olan araştırmacılara yönelik önerilerde bulunulmuştur. Aşağıda bu önerilere yer verilmektedir.

6.1 ÖğretimeYönelik Öneriler

Bu çalışmada öğretimin tork, açısal momentum ve Kepler yasaları ile ilgili öğrencilerin anlam oluşturmada etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. İlk olarak anlam oluşturma sürecine yönelik önerilere yer verilmiştir.

Öğretim süresince öğretmen ile öğrenciler arasında ve öğrencilerin kendi aralarında gerçekleşen etkileşimli iletişim yaklaşımı öğrencilerin bilimsel anlamlar oluşturmada etkili olmuştur. Fizik derslerinde diğer konular içinde bu tür etkileşimli sosyal öğrenme ortamları oluşturularak öğrencilerin anlam oluşturmaları sağlanabilir. Etkileşimli öğrenme ortamları sadece fizik derslerinde değil fen derslerindeki fizik kavramlarının öğretiminde de uygulanabilir. Ametller, Leach ve Scott (2007) fen derslerinde anlam oluşturmaya yönelik öğretimin etkili olduğunu sonucuna ulaşmışlardır. Öğrencilerin çoğunluğunun anlamakta zorlandıkları fizik derslerindeki konu ve kavramlar için etkileşimli öğrenme ortamlarının öğrenme üzerindeki etkisi araştırılabilir.

Bu çalışmada grup içi tartışmaların ve grupların fikirlerini sınıf içerisinde tartışmalarının öğrencilerin fikirlerini etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Anlam oluşturmaya göre öğrenme sosyal bir süreçtir. Grup çalışmaları yapılan öğretim sürecinde öğretmen bütün gruplara söz vererek herkesin fikrini açıklamasını sağlamalıdır. Bu sayede öğrenciler fikirlerini ve nedenlerini açıklayabilirler. Bu fikirlerden etkilenen öğrencilerin ise anlam oluşturmada sağlanabilir. Ancak bu süreçte öğretmen dikkatli olmalıdır. Öğretmen, bilimsel olmayan bir fikri kendine göre mantıklı bir açıklama ile sunan bir öğrencinin fikrinden diğer öğrencilerin etkilenmesinin önüne geçmelidir.

Bu çalışmanın sonuçlarında öğrencilerin cevaplarına yönelik öğretmenin verdiği geri bildirim öğrencilerin fikirlerini açıklamada etkili olduğu belirlenmiştir. Öğretmen öğrencilerin verdiği cevapları değerlendiren ifadeler kullanmaktan kaçınmalıdır. Bu durum öğrencilerin fikirlerini açıklamasını engelleyebilir. Öğretmen öğrenci cevaplarının doğru ya da yanlış olduğunu öğrencilerin anlamasını sağlayacak geri bildirim söylemlerinde bulunmalı ya da etkinlikler yapmalıdır. Öğretmenin öğrenci cevaplarına yönelik değerlendirme ifadeleri kullanmak yerine geri bildirim kullanması öğrencilerin fikirlerini daha rahat açıklamasında etkili olacağı için öğretmen geri bildirim kullanmalıdır.

Öğretmen öğretim sürecine müdahalelerde bulunabilir. Öğretmen müdahalelerinin amacı, öğretimi hedeflenen noktaya ulaşmasını sağlamak olmalıdır. Öğretmen öğretim sürecine müdahalelerinde dikkatli olmalıdır. Ne gereğinden fazla müdahale ne de yetersiz müdahalede bulunmamalıdır. Öğretmen müdahaleleri ile öğretimde öğrencilerin fikirleri ortaya çıkarılmalı, önemli noktalara değinilmeli ve öğrencilerin doğru anlamlar oluşturması sağlanmalıdır.

Tork, açısal momentum ve Kepler yasaları ile ilgili öğrencilerde öğretim öncesi karşılaşılan alternatif kavramlara ilişkin fikirlerin büyük bir kısmı öğretim sonrası değişmiştir. Bu alternatif kavramlara ilişkin fikirlerinin değişiminde öğretim etkili olmuştur. Alternatif kavramların kavramsal değişimine yönelik birçok öğretim yöntemi mevcuttur. Bu çalışmada farklı bir yöntem olarak anlam oluşturmaya yönelik öğretimin öğrencilerde karşılaşılan alternatif kavramların değişimi üzerine etkisi de araştırılmıştır. Anlam oluşturmaya yönelik öğretimin farklı fizik kavramlarının öğretiminde kullanıldığı ve alternatif kavramlara ilişkin fikirlerin değişiminde etkisinin araştırıldığı çalışmalar yapılabilir.

Öğrenciler ders günlüklerinde deney yapılarak ve günlük yaşamdan örnek verilerek işlenen derslerin anlaşılmasının daha kolay olduğunu belirtmiştir. Fizik öğretim programında da belirtilen bağlam temelli içerik öğrencilerin öğrenmelerini olumlu yönde etkileyeceği için konu içeriği günlük yaşamdan seçilmelidir. Günlük yaşamdan verilen örnekler soyut kalan içeriğin anlaşılmasında öğrencilere yardımcı olacaktır. Fizik konularının öğretiminde günlük yaşam ile bağlantı kurulması öğrencilerin öğrenmelerini etkileyecektir.

Bu çalışmanın sonuçlarında, öğretimde öğrencilerin anlam oluşturmalarına yönelik etkinlikler yapılmasının gerekliliği belirtilmiştir. Öğretmenler öğrencilerin bilimsel bilgi ile uyumlu olmayan fikirlerinin değişimini sağlayacak öğretim yöntemleri kullanılmalıdır. Öğretmenler kavramsal değişimi sağlayan çeşitli öğretim yöntemleri ve bu yöntemlerin sınıf ortamında kullanımı konusunda hizmet içi kursları ile bilgilendirilmelidir.

6.2 Gelecek Araştırmalara Yönelik Öneriler

Bu bölümde yapılan çalışmadan elde edilen deneyimlere dayanarak tork, açısal momentum ve Kepler yasaları kavramlarına ilişkin gelecek araştırmalara yönelik önerilere yer verilmiştir. Bu öneriler bu konuda çalışma yapacak olan araştırmacılara yol gösterebilir.

Bu araştırmanın sınırlılıklarından biri çalışmanın bir sınıfta öğrenim gören yirmi beş öğrenci ile gerçekleştirilmesidir. Öğretim sürecinin ayrıntılı analizi iki öğrenci ile yapılmıştır. Bu kavramlara ilişkin araştırma yapacak araştırmacılar daha çok öğrencinin örnekleme dahil edildiği bir çalışma yürütebilirler. Daha fazla öğrencinin arasındaki etkileşimin ayrıntılı bir biçimde betimlendiği çalışmalar yürütülebilirler.

Öğrencilerin tork, açısal momentum ve Kepler yasaları ile ilgili fikirlerini araştırmaya yönelik yapılan çalışma çok azdır. Bu kavramlara ilişkin fikirlerin ortaya çıkarıldığı ve öğretimin düzenlendiği çalışmalar artırılmalıdır. Bu sayede bu çalışmalardan elde edilen sonuçlar bu kavramlara ilişkin yapılan diğer çalışmaların sonuçları ile karşılaştırılabilir.

Tork, açısal momentum ve Kepler yasalarının öğretimine yönelik çalışmalarda öğrencileri derse karşı motive eden faktörler öğretime dahil edilerek daha fazla öğrencinin derse karşı ilgisi çekilebilir. Bu sayede daha fazla sayıda öğrencinin yeni öğrendiği kavramı anlaşılır, mantıklı ve faydalı bulması sağlanabilir. Kavramsal değişim için gerekli olan bu şartlar sağlanırsa, öğrencilerin kavrama ilişkin fikirlerini değiştirmesi kolaylaşacaktır. Bu sayede öğrencilerde kavramsal değişim gerçekleşmesi ve öğrencilerin bilimsel bilgiye ulaşması kolaylaşacaktır.

Öğrenciler ile öğretim sonrası yapılan yarı-yapılandırılmış görüşmelerin ve öğretim sonrası öğrencilerin doldurduğu ders günlüklerinin sonuçlarında öğrencileri anlam oluşturmaya yönelik öğretimin öğrenmeleri üzerinde etkili olduğunu belirtmiştir. Ancak öğrencilerin az bir bölümü bu yöntemi öğrenmeleri üzerinde etkili bulmamıştır. Bu tür öğrencilerin öğrenmeleri üzerinde motivasyonu sağlayacak faktörler üzerinde çalışmalar yürütülebilir.

Bu çalışma Balıkesir il merkezindeki bir Anadolu lisesinde öğrenim gören onbirinci sınıf öğrencileri ile gerçekleştirilmiştir. Gelecek çalışmalarda farklı bölgelerdeki, farklı türdeki ortaöğretimlerde öğrenim gören öğrencilerin fikirleri de araştırılabilir. Bu kavramların gelişimine yönelik farklı sınıf düzeyindeki öğrencileri içine alan örneklemdeki öğrencilerin fikirlerinin araştırılması da farklı bir araştırma konusu olarak belirlenebilir. Bu da çalışmanın dış geçerliliğinin sağlanması açısından da önemlidir. Böylece bu çalışmanın farklı alanlara transfer edilebilirliği ölçülebilir.

Bu çalışmada anlam oluşturma basamaklarını tümü yer almıştır. Alanyazında anlam oluşturmaya yönelik yapılan çalışmalarda bu basamaklardan biri ya da birkaçı üzerinde durulmaktadır. Özellikle de en çok öğretmen ile öğrenciler arasındaki iletişim yaklaşımları ile etkileşim modelleri çalışmalara konu olmuştur. Diğer fizik kavramlarında anlam oluşturma basamaklarının tümünü içine alan kavramsal değişim çalışmaları yapılabilir.

6.2.1 Gelecek Araştırmacılar İçin Kazanılan Deneyimlerin Aktarılması

Gelecek araştırmalarda araştırmacılarında benzer güçlükler ile karşılaşabileceği nedeniyle bu çalışma süresince karşılaşılan güçlükler ve bunların çözümü için getirilen çözüm yolları sıralanmıştır.

- Pilot çalışmada öğretim süresinin kamera ile kaydedilmesi öğrencilerin davranışlarını etkilemiştir. Pilot çalışmadan elde edilen bu sonuca dayanarak öğrencilerin kameraya alışmalarını sağlamak için uygulamaya başlanmadan önce bir ay süresince fizik dersleri kamera ile kaydedilmiştir. Böylece öğrencilerin kamera karşısındaki ilk heyecanları yenilmeye

çalışılmıştır. Son görüşmelerde öğrenciler daha önceki konuda kamera kullanımının uygulama sırasında daha rahat davranmalarını sağladığını belirtmişlerdir.

- Araştırma başlamadan önce örnekleme yer alan öğrencilere etik kurallar ile ilgili bilgi verilmiştir. Öğrencilere kimliklerinin açıklanmayacağı ve kamera kayıtlarının gizleneceği açıklanmıştır. Eğer kamera kayıtları kullanılacak olursa, öğrencilere yüzlerinin kapatılacağı ve kimliklerinin gizleneceği belirtilmiştir.

- Görüşme yapılmaya başlamadan önce öğrencilere görüşmenin amacı açıklanmıştır. Öğrencilere fikirlerini açıklamalarının önemli olduğu ve söylediklerinin gizli kalacağı belirtilmiştir. Öğrencilerin fikirlerini daha rahat açıklayabileceği bir sohbet ortamı oluşturulmaya çalışılmıştır. Bu sayede öğrenciler görüşme sırasında daha rahat davranmış ve fikirlerini açıklamıştır.

- Ders günlüklerinin uygulanması için rehberlik derslerinin kullanılması düşünülmüş ancak okul yönteminden gerekli izin alınamamıştır. Fizik ders saatleri de yeterli olmadığı için ders günlüklerinin doldurulması için fizik derslerinden zaman ayırlanamamıştır. Bu nedenle ders günlükleri öğrencilere evde doldurmaları üzere dağıtılmıştır. Milli Eğitim Müdürlüğü'nden alınan izin sürecinde zaman planlaması yapılarak öğrencilerin okulda ders günlüklerinin doldurulabileceği bir zaman dilimi ayarlanabilir.

7. KAYNAKLAR

Aguiar, O.G., Mortimer, E.F. and Scott, P. (2010). Learning from and responding to students' questions: the authoritative and dialogic tension. *Journal of Research in Science Teaching*, 47 (2), 174-193.

Aksoy, G. ve Gürbüz, F. (2012). İşbirlikli öğrenme yönteminin 6. sınıf fen ve teknoloji dersinde öğrencilerin akademik başarılarına etkisi. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 1(1), 24-31.

Altunışık, R., Coşkun, R., Bayraktaroğlu, S. ve Yıldırım, E. (2005). *Sosyal bilimlerde araştırma yöntemleri SPSS uygulamalı*, Sakarya Kitapevi, Adapazarı.

Ametller, J., Leach, J. and Scott, P. (2007). Using perspectives on subject learning to inform the design of subject teaching: an example from science education. *The Curriculum Journal*, 18 (4), 479-492.

Anıl, Ö. (2010). Öğrenme sarmalına göre tasarılan 5E öğretim modeli tasarımları ile dokuzuncu sınıf öğrencilerinin kavramsal değişimlerinin incelenmesi. Doktora Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, OFMAE Anabilim Dalı, Balıkesir.

Arslan, M. (2007). Eğitimde yapılandırmacı yaklaşımlar. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 40 (1), 41-61.

Atasoy, B. (2004). *Fen öğrenimi ve öğretimi*. (2. Baskı) Asil Yayıncılık, Ankara.

Atwater, M.M. (1996). Social constructivism: infusion into the multicultural science education research agenda. *Journal of Research in Science Teaching*, 33 (8), 821-837.

Aydın, H. ve Uşak, M. (2003). Fen derslerinde alternatif kavramların araştırılmasının önemi: kuramsal bir yaklaşım. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1 (13), 121-135.

Berg, B.L. (2001). *Qualitative research methods for the social sciences*, (4. Ed.) ISBN 0-205-31847-9.

Brickhouse, N.W., Dagher, Z.R, Letts, W.J. and Shipman, H.L. (2000). Diversity of students' views about evidence, theory and the interface between science and religion in an astronomy course. *Journal of Research In Science Teaching*, 37 (4), 340-362.

Brooks, J. and Brooks, M. (1993). *In search of understanding: the case for the constructivist classrooms*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development (ED 366 428)

Bryce, T.G.K. and MacMillan, K. (2009). Momentum and kinetic energy: confusable concepts in secondary school physics. *Journal of Research in Science Teaching*, 46 (7), 739-761.

Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E.K., Akgün, Ö.E., Karadeniz, Ş. ve Demirel F. (2010). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. 6. Baskı, *Pegem Akademi*, Ankara.

Campbell, T., Oh, P.S. and Neilson, D. (2012). Discursive modes and their pedagogical functions in model-based inquiry(MBI) Classrooms. *International Journal of Science Education*, 34 (15), 2393-2419.

Chi, M.T. H., Slotta, J.D. and de Leeuw, N. (1994). From things to processes: a theory of conceptual change for learning science concepts. *Learning and Instruction*, 4, 27-43.

Chi, M.T.H. and Roscoe, R.D. (2002). The processes and challenges of conceptual change, in *reconsidering conceptual change: issues in theory and practice*.(ed: Limon M. and Mason, L.). *Kluwer Academic Publishers*: Boston.

Chin, C. (2006). Classroom interaction in science: teacher questionind and feedback to students' responses. *International Journal of Science Education*, 28 (11), 1315-1346.

Chinn, C. and Brewer, W. (1993). The role of anomalous data in knowledge acquisition: a theoretical framework and implications for science education. *Review of Educational Research*, 63, 1-49.

Clement, J. (1982). Students' preconceptions in introductory mechanics. *American Journal of Physics*, 50, 66-71.

Clerk, D. and Rutherford, M. (2000). Language as a confounding variable in the diagnosis of misconceptions. *International Journal of Science Education*, 22 (7), 703-717.

Close, H.G. and Heron, P.R.L. (2011). Student understanding of the angular momentum of classical particles. *American Journal of Physics*, 79 (10), 1068-1078.

Cohen, L., Manion L. and Morrison, K. (2005). (5 th ed.) Research methods in education. *British Library Cataloguing in Publication Data*, ISBN 0-203-22434-5
Master e-book ISBN

Cummins, J. (1986). Empowering minority students: A framework for intervention. *Harvard Educational Review*, 56 (1), 18-37.

Çakır, S.Ö. ve Yürük N. (1999). *Oksijenli ve oksijensiz solunum konusunda kavram yanlışları teşhis testinin geliştirilmesi ve uygulanması*, III. Fen Bilimleri Sempozyumu, M.E.B.

Çepni, S. (2012). Bilim, fen, teknoloji kavramlarının eğitim programlarına yansımaları (ed: Çepni, 2012). *Kuramdan uygulamaya fen ve teknoloji öğretimi*. 6. Baskı, Pegem Akademi, Ankara.

Demirel, Ö. (2007). Kuramdan uygulamaya eğitimde program geliştirme.(10. Baskı), *PegemA Yayıncılık*, Ankara.

Dewey, I. and Dykstra, Jr. (1991). Studying conceptual change: constructing new understandings. (ed: Duit, R., Goldberg, F. And Niedderer, H.). *Research in Physics Learning: Theoretical Issues and Empirical Studies. Proceesigs of an International Workshop held at the Universtiy of Bremen, March 4-8, 1991.*

diSessa, A. A. (1993). Toward an epistemology of physics. *Cognition and Instruction*, 10(2), 105-225.

Driver, R. and Bell, B.F. (1986). Students' thinking and learning of science: a constructivist view. SSR Mar pp: 443-456.

Driver, R. and Easley, J. (1978). Pupils and paradigms: A review of literature related to the concept development in adolescent science students. *Studies in Science Education*, 5, 61-84.

Driver, R. (1989, a). Students' conceptions and the learning of science. *International Journal of Science Education*, 11,481-490.

Driver, R. (1989, b). Changing conceptions.(ed: In P. Adey, et al.). *Adolescent development and school science*. New York: The Falmer Press.

Driver, R. and Oldham, V. (1986). A constructivist approach to curriculum development in science. *Studies in Science Education*, 13, 105-122.

Duit, R. and Treagust, D.F. (1998). Learning in science-from behaviorism toward social constructivism and beyond. (ed: Fraser, B.J. & Tobin, K.G.), *The international handbook of science education*. Dordrecht: Kluwer Academic Publisher, 3-25.

Duit, R. (2009). Bibliography – STCSE students' and teachers' conceptions and science education. Kiel, Germany: University of Kiel.

Eaton, J.F., Anderson, C.W. and Smith, E.L. (1984). Students' misconceptions interfere with science learning: Case studies of fifth-grade students. *The Elementary School Journal*, 84 (4), 365-379.

Ekiz, D. (2003). Eğitimde araştırma yöntem ve metodlarına giriş, nitel, nicel ve eleştirel kuram metodolojileri. *Anı Yayıncılık*, Ankara.

Ersoy, E. ve Başer, N. (2010). Probleme dayalı öğrenme sürecinin motivasyona etkisi. *International Periodical For the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic*, 5(4), 336-358.

Fer, S. ve Akyol, S. (2010). Sosyal yapılandırmacı öğrenme ortamı tasarımının öğrenenlerin akademik başarılarına ve öğrenmenin kalıcılığına etkisi nedir? *International Conference on New Trends in Education and Their Implications*, 11-13 November 2010, Antalya. ISBN: 978 605 364 104 9

Fer, S. ve Cırık, İ. (2007). Yapılandırmacı öğrenme: kuramdan uygulamaya. İstanbul Morpa Kültür Yayınları.

Fisher, K.M. and Lipson, J.I. (1986). Twenty questions about student errors. *Journal of Research in Science Teaching*, 23 (9), 783-803.

Garrison, J. (1997). An alternative to von Glasersfeld's subjectivism in science education: Deweyan social constructivism. *Science & Education*, 6,543-554.

Gay, L.R. and Airasian, P. (2000). Educational research: competencies for analysis and application. Merrill an imprint of Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, Columbus, Ohio.

Gilbert, J.K. and Swift, D. (1985). Toward a Lakatosian analysis of Piagetian and alternative conceptions research programs. *Science Education*, 69 (5), 681-696.

Goulding, C. (2005). Grounded theory, ethnography and phenomenology a comparative analyses of three qualitative strategies for marketing research. *European Journal of Marketing*, 39 (3/4), 294-208.

Grandy, R.E. (1998). Constructivism an objectivity: Disentangling metaphysics from pedagogy. (ed: Matthews, M.R.), *Constructivism in science education: A philosophical examination*. Kluwer Academic Publisher, Netherlands.

Gray, L.G., Costanzo, F., Evans, D., Cornwell, P., Self, B. and Lane, J.L. (2005). The dynamics concept inventory assessment test: a progress report and some results. Proceedings of the 2005 American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition.

Gunstone, R.F. (1991). Constructivism and metacognition: theoretical issues and classroom studies. (ed: Duit, R., Goldberg, F. And Niedderer, H.), Research in

physics learning: theoretical issues and empirical studies. Proceedings of an International Workshop held at the University of Bremen, March 4-8, 1991.

Günel, M. Hand, B. and McDermott, A. (2009). Writing for different audiences: effects on high-school students' conceptual understanding of biology. *Learning and Instruction*, 19, 354-367.

Güvenç, H. (2011). İşbirlikli öğrenme ve yansıtma materyallerinin türkçe öğretmeni aday öğrencilerin özdüzenlemeli öğrenmeleri üzerindeki etkileri. *Eğitim ve Bilim*, 36 (159), 3-13.

Hançerlioğlu, O. (2006). Felsefe sözlüğü. *Remzi Kitabevi*, Ankara.

Helm, H. (1980). Misconceptions in physics amongst South African students. *Physics Education*, 15, 92-98.

Helm, H. and Novak, J. D. (1983) Proceedings of the international seminar on misconceptions in science and mathematics conference, June 1983. Ithaca, NY: Cornell University, Department of Education.

Hewson, P.W. (1981). A conceptual change approach to learning science. *European Journal of Science Education*, 3 (4), 383-396.

Hewson, P.W. and Hennessey, M.G. (1991). Making status explicit: a case study of conceptual change. (ed: Duit, R., Goldberg, F. And Niedderer, H.). Research in physics learning: theoretical issues and empirical studies. Proceedings of an International Workshop held at the University of Bremen, March 4-8, 1991.

Hewson, M.G. and Hewson, P.W. (1983). Effect of instruction using students' prior knowledge and conceptual change strategies on science learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 20 (8), 731-743.

Hewson, P.W. and Hewson, M.A.B. (1984). The role of conceptual conflict in conceptual change and the design of science instruction. *Instructional Science*, 13, 1-13.

Hewson, P.W. (1992). Conceptual change in science teaching and teacher education. Paper presented at a meeting on “Research and Curriculum Development in science Teaching” under the auspices of the National Centre for Educational Research, Documentation, and Assessment, Ministry for Education and Science, Madrid, Spain.

Ivowi, U. (1984). Misconceptions in physics amongst Nigerian secondary school students. *Physics Education*, 19, 279-285.

Jones, M.G. and Brader-Araje, L. (2002). The impact of constructivism on education: language, discourse and meaning. *American Communication Journal*, 5(3).

Kaya, O.N. ve Kılıç, Z. (2010). Fen sınıflarında meydana gelen diyaloglar ve öğrenme üzerine etkileri. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 18 (1), 115-130.

Kim, B. (2001). Social constructivism. (ed: Orey, M.). *Emerging perspectives on learning, teaching and technology*. [online]. (08 Mayıs 2013), <http://www.coe.uga.edu/epltt/SocialConstructivism.htm>

Klammer, J. (1998). An overview of techniques for identifying, acknowledging and overcoming alternative conceptions in physics education, alternate conceptions in physics. 39s, 1997-98 Klingenstein Project Paper, Teachers Collage, Columbia University.

Krauss, S.E. (2005). Reseach paradigms and meaning making: a primer. *A Qualitative Report*, 10 (4), 758-770 [online]. (16 Ekim 2012), <http://www.nova.edu/ssss/QR/QR10-4/krauss.pdf>

Küçüközer, H. (2004). Yapılandırmacı öğrenme kuramına dayalı olarak geliştirilen öğretim modelinin lise 1. sınıf öğrencilerinin basit elektrik devrelerine ilişkin kavramsal anlamalarına etkisi. Doktora tezi, *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Fizik Eğitimi Anabilim Dalı*, Balıkesir.

Leach, J. and Scott, P. (2002). Designing and evaluating science teaching sequences: an approach drawing upon the concept of learning demand and a social constructivist perspective on learning. *Studies in Science Education*, 38, 115-142.

Leach, J. and Scott P. (2003). Individual and sociocultural views of learning in science education. *Science & Education*, 12, 91-113.

Lemke, J.L. (1990). Talking science. Language, learning and values. Norwood, NJ: Ablex.

Lising, L. and Elby, E. (2005). The impact of epistemology on learning: a case study from introductory physics. *American Journal of Physics*, 73 (4), 372-382.

Lodico, M.G., Spaulding, D.T. and Voegtle K.H. (2006). Methods in educational research from theory to practice. Published by Jossey-Bass A Wiley Imprint, Printed in the United States of America

Louca, L.T., Zacharia, Z.C. and Tzialli, D. (2012). Identification, interpretation-evaluation, response: an alternative framework for analyzing teacher discourse in science. *International Journal of Science Education*, 34 (12), 1823-1856.

McMahon, M. (1997). Social constructivism and the world wide web a paradigm for learning. Paper presented at the ASCILITE conference. Perth, Australia.

McKloskey, M. (1983). Naive Theories of Motion. (ed: Gentner, D. & Stevens, A.L.), *Mental Models*. Lawrence Erlbaum Associates, Inc. 299-324.

Mercer, N. (1995). The guided construction of knowledge: talk amongst teachers and learners. Clevedon, Philadelphia: Multilingual Matters.

Mercer, N. (2008). Changing our minds: a commentary on 'conceptual change: a discussion of theoretical, methodological and practical challenges for science education'. *Cultural Studies of Science Education*, 3, 351-362.

Mortimer, E.F. and Scott, P.H. (2003). Meaning making in secondary science classroom. Open University Press, *Maisenhed*, Philadelphia.

National Science Education Standats (1996). The National Academies Press, Washington, DC.

Novak, J.D. (1977). A theory of education. *Ithaca*, N. Y. Cornell University Press.

Novak, J.D. (2002). Meaningful learning: the essential factor for conceptual change in limited or inappropriate propositional hierarchies leading to empowerment of learners. *Science Education*, 4, 548-571.

Osborne, R.J., Bell, B.F. and Gilbert, J.K. (1983). Science teaching and children's views of the world. *European Journal of Science Education*, 5 (1), 1-14.

Osborne, R.J. and Freyberg, P. (1985). Learning in science: The implications of children's science. *Auckland*, NZ: Heinemann.

Özarslan, Y. (2011). Sakai işbirliği ve öğrenme ortamında harmanlanmış ders deneyimi: eğitim yazılımları dersi örneği. [online]. (20 Aralık 2012). <http://ab.org.tr/ab11/ozet/169.html>

Özden, Y. (2003). Öğrenme ve öğretme. *PegemA Yayıncılık*, Ankara.

Palmieri, J.N. and Strauch, K. (1963). An experiment on angular momentum for the introductory laboratory. *American Journal of Physics*, 31 (91), 91-95.

Piaget, J. (1977). Problems of equilibration. (ed: Appel, M.H. & Goldberg, L.S.). *Topics in Cognitive Development*, Springer US.

Pintrich, P.R., Marx, R.W. and Boyle, R.A. (1993). Beyond cold conceptual change: the role of motivational beliefs and classroom contextual factors in the process of conceptual change. *Review of Educational Research*; 63(2), 167-199.

Pol, H.J., Harskamp, E.G., Suhre, C.J.M. and Goedhart, M.J. (2008). The effect of hints and model answers in a student-controlled problem-solving program for secondary physics education. *Journal of Science Education and Technology*, 17, 410-425.

Pol, H.J., Harskamp, E.G. and Suhre, C.J.M. (2008). The effect of the timing of instructional support in a computer-supported problem-solving program for students in secondary physics education. *Computers in Human Behavior*, 24, 1156-1178.

Posner, G.J., Strike, K.A., Hewson, P.W. and Gertzog, W.A. (1982). Accommodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66(2), 211-227.

Redish, E.F. (2004). A theoretical framework for physics education research: modeling student thinking. *Physics Education*, [online]. (18 Nisan 2012), <http://arxiv.org/ftp/physics/papers/0411/0411149.pdf>

Rimoldini, L.G. and Singh, C. (2005). Student understanding of rotational and rolling motion concepts, the american physical society. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 1, 010102.

Robson, C. (1993). Real word research: A resource for social scientists and practitioner researchers. *Blackwell Publishers*, Oxford.

Ruzhitskaya, L. and Speck, A. (2009). Misconceptions in astronomy: before and after a constructivist learning environment. *Bulletin of the American Astronomical Society*, 41, 494.

Schoon, K.J. (1995). The origin and extent of alternative conceptions in the earth and space science: A survey of pre-service elementary teachers. *Journal of Elementary Science Education*, 7 (2), 27-46.

Scott, P.H. (1998). Teacher talk and meaning making in science classrooms: a vygotskian analysis and review. *Studies in Science Education*, 32(1), 45-80.

Scott, P.H., Mortimer, E.F. and Aguiar, O.G. (2006). The tension between authoritative and dialogic discourse: a fundamental characteristic of meaning making interactions in high school science lessons. *Science Education*, 90, 605-631.

Selvi, K. (2013). Creation and construction of knowledge in learning-teaching process. phenomenology and the human positioning in the cosmos. *Springer Netherlands*, pp. 167-179.

Senemoğlu, N. (2004). Gelişim öğrenme ve öğretim kuramdan uygulamaya. (10. Baskı) *Gazi Kitabevi*, Ankara.

Serway, R.A., Vuille, C. and Faughn, J.S. (2006). *College Pyhics* (8. Baskı). Brooks/Cole *Cengace Learning*, United States.

Sickel, A.J, Witzig, S.B., Vanmali, B.H. and Abell, S.K. (2013). The nature of discourse throughout 5E lessons in a large enrolment collage biology course. *Res. Sci. Edu.*, 43, 637-665. DOI: 10.1007/s11165-012-9281-6

Simon, S.D. (2012). The Principles of Constructivism. [online]. (9 Temmuz 2012) <http://www.des.emory.edu/mfp/302/302consprin.PDF>

T.C. Milli Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı, Ortaöğretim 11. Sınıf Fizik Dersi Öğretim Programı, 2008, Ankara.

Trundle, K.C., Atwood, R.K. and Christopher, J.E. (2002). Preservice elementary teachers' conceptions of moon phases before and after instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(7), 633-658.

Trundle, K.C., Atwood, R.K. and Christopher, J.E. (2007). A longitudinal study of conceptual change: preservice elementary teachers' conceptions of moon phases. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(2), 303-326.

Turgut, H. ve Fer, S. (2006). Fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel okuryazarlık yeterliliklerinin geliştirilmesinde sosyal yapılandırmacı öğretim tasarımını uygulamasının etkisi. *Eğitim Bilimleri Dergisi: Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi*, 24, 205-229.

Tyson, L.M., Venville, G.J., Harrison, A.G. and Treagust,D.F. (1997).A multidimensional framework for interpreting conceptual change events in the classroom. *Science Education*, 81, 387-404.

Tytler, R. (2002). Teaching for understanding in science: student' conceptions research and changing views of learning. *Australian Science Teachers Journal*, 48(3), 14-21.

Uçar, S. (2007). Using inquiry-based instruction with web-based data archives to facilitate conceptual change about tides among preservice teachers. Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree Doctor of Philosophy, *Graduate School of The Ohio State University, Ohio.*

Venville, G. (2004). Young children learning about living things: a case study of conceptual change from; ontological ve social perspectives. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(5), 449-480.

Von Glasersfeld, E. (1984). An Introduction to Radical Constructivism. (ed: Watzlawick, P.). *The Invented Reality. Norton, New York.*

Vosniadou, S. and Brewer, W.F. (1987). Theories of knowledge development. *Review of Educational Research*, 57(1), 51-67.

Vosniadou, S. (1991). Designing curricula for conceptual restructuring: Lessons from the study of knowledge acquisition in atronomy. *Journal of Curriculum Studies*, 23, 219-237.

Vosniadou, S. and Brewer, W.F. (1992). Mental models of the earth: a study of conceptual change in childhood. *Cognitive Psychology*, 24 (4), 535-585.

Vosniadou, S. (1994). Capturing and Modeling the Process of Conceptual Change, *Learning and Instruction*, 4, 45-69.

Vosniadou, S. and Brewer, W.F. (1994). Mental models of the day/night cycle. *Cognitive Science*, 18(1), 123-183.

Vosniadou, S. and Ioannides, C. (1998). From conceptual development to science education: a psychological point of view. *International Journal of Science Education*, 20(10), 1213-1230.

Walker, S.L. (2004). Learning environment research: a review of the literature. *Geographic Learning Environments Monography*, No:3 Geography Department Texas State University-San Marcos.

Wells, G. (1999). Putting a tool to different uses: a reevaluation of the IRF sequence. (ed: Wells, G.), *Dialogic inquiry: Towards a Sociacultural Practice and Theory of Education*, Cambridge University Press, Cambridge.

White, R.T. (1998). *Learning science*, Blackwell Oxford UK & Cambridge USA.

Widodo, A, Duit, R. and Mller, C. (2002). Constructivist views of teaching and learning in practice: teachers' views and classroom behavior. Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, New Orleans, April 2002, (DRAFT)

Yeo, J. and Tan, S.C. (2010). Constructive use of authoritative sources in science meaning-making. *International Journal of Science Education*, 32 (13), 1739-1754.

Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2005). Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri (5. Baskı).*Seçkin Yayıncılık*, Ankara.

Yu, K.C., Sahami, K. and Denn, G. (2010). Student ideas about Kepler's laws and planetary orbital motions. *Astronomy Education Review*, AER, 9, 010108-1, 10.3847/AER2009069.

Yurdakul, B. (2004). Yapılandırmacı öğrenme yaklaşımının öğrenenlerin problem çözme becerilerine, bilişötesi farkındalık ve derse yönelik tutum düzeylerine etkisi ile öğrenme süreçlerine katkıları. Doktora tezi, *Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Ankara.

Yurdakul, B. (2005). Eğitimde yeni yönelimler, (ed: Demirel, Ö), *Yapılandırmacılık*, PegemA Yayınevi, Ankara.

EKLER

8. EKLER

EK A Ders Planları

EK A.1 Ders Planı 1 (Tork)

Aslı bir gün bahçede otururken yan komşusu Ali amca'yı ve yeni aldığı köpeğini oynarken görür. Ali amca köpeğini eğitmeye çalışıyordur. Köpeğe çeşitli hareketler öğretiyordur ve köpek de bu hareketleri tekrarlıyordur. Bu hareketler Aslı'nın ilgisini çeker. Bunun üzerine Aslı komşusunun bahçesine geçer ve komşusu ile köpeğin hareketleri konusunda konuşmaya başlar. Ali amca köpeğinin bahçe kapısını açarak sabah gelen gazeteleri almayı öğrenmesini istediğini söylemiştir. Ancak bunu nasıl yapacağını bilememektedir. Ali amca bahçe kapısını hafif aralık bırakmaktadır ve kapı dışarı doğru açılmaktadır. Aslı komşusuna bu konuda yardımcı olmaya karar verir ve fizik bilgisini kullanarak köpeğin kapıyı açmasını sağlamak için neler yapması gerektiğini komşusuna sıralar. Sizce Aslı fizik bilgilerini kullanarak köpeğin bahçe kapısını açabilmesi için neler yapması gerektiğini söylemiştir? (*Öğretmen sorusu*)

Fikirlerinizi grup arkadaşlarınız ile tartışınız (*grup tartışması*) ve sınıf arkadaşlarınıza açıklayınız. (*öğrenci cevapları*)

Deney Adı: Torkun (kuvvet momenti) nelere bağlı olduğunu deneyerek gösterme

Deneyin Amacı: Torku kavratmak

Deney Süresi: 10 dakika

Deneyin Yapılışı:

Sizce kapı kolu neden kapının kenarlarına konulur? (*Öğretmen sorusu*) Sınıftan fikirleri alınır. (*Öğrenci cevapları*) Sınıftan bir öğrenci seçilir ve sınıf kapısına geçmesi istenir. (Kapı tam kapatılmamış) Öğrenci aşağıdaki her bir durumu dener.

1. durum:

Kapıyı daha kolay açmak için eşit büyüklükte bir kuvveti menteşeye hangi uzaklıklardan uygulamanız gerekmektedir? (Öğretmen sorusu)(Grup tartışması)

2. durum:

Kapıyı daha kolay açmak için kapı üzerinde belirlediğiniz bir noktadan (menteşeye olan mesafe sabit) uygulamanız gereken kuvvetlerin büyüklüklerini grup arkadaşlarınız ile birlikte karşılaştırınız. (Öğretmen sorusu)(Grup tartışması)

3. durum:

Öğretmen öğrenci ile birlikte sınıf kapısına geçer. Öğrenciden kuvveti menteşeye doğru uygulaması istenir. Aynı büyüklükte kuvveti bu kez kapı kolundan kendine doğru uygulaması istenir. Bu iki durumdan hangisinde kapı açılır? (Öğretmen sorusu)(Grup tartışması)

Ali araba motoru üreten bir fabrikada makine mühendisi olarak çalışan abisini ziyaret etmeye gider. Abisi odadan çıktığında, abisinin bilgisayarının ekranında döndürme etkisi, kuvvet ve dönme noktasına olan uzaklıklar ile ilgili veriler olduğunu fark eder. Ali abisine yardımcı olmak için bu verileri kullanarak grafik çizmeye karar verir. Ali'ye grafik çizmesinde yardımcı olalım.

Grafik1 için veriler

$D_1= 10$	$r_1= 2$ cm
$D_2= 20$	$r_2= 4$ cm
$D_3= 30$	$r_3= 6$ cm
$D_4= 40$	$r_4= 8$ cm
$D_5= 50$	$r_5= 10$ cm

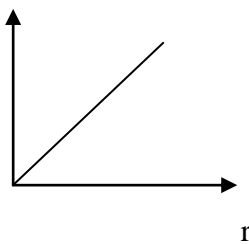
Grafik2 için veriler

$D_1= 10$	$F_1= 40$ N
$D_2= 20$	$F_2= 80$ N
$D_3= 30$	$F_3= 120$ N
$D_4= 40$	$F_4= 160$ N
$D_5= 50$	$F_5= 200$ N

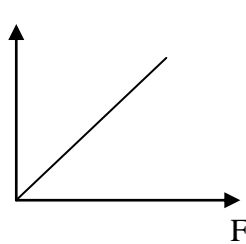
Grafik3 için veriler

$F_1= 4$ N	$r_1= 25$ cm
$F_2= 5$ N	$r_2= 20$ cm
$F_3= 10$ N	$r_3= 10$ cm
$F_4= 20$ N	$r_4= 5$ cm
$F_5= 25$ N	$r_5= 4$ cm

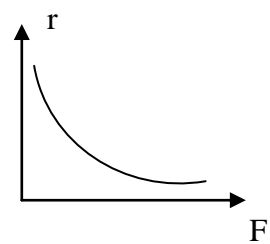
D=döndürme etkisi
D



F=kuvvet
D



r =dönme noktasına olan uzaklık
r



Yukarıda döndürme etkisi, dönme noktasına olan mesafe ve kuvvet ile ilgili veriler verilmiştir. Her bir grafik için verilen verileri kullanarak nasıl grafik çizeceğinizi grup arkadaşlarınız ile tartışınız (10 dakika).

Birinci grafiğe ilişkin verilen verileri nasıl yorumlarsınız? (*Öğretmen sorusu*)
Fikirlerinizi grup arkadaşlarınız ile tartışınız (grup tartışması).

Grafikte döndürme etkisi dönme noktasına olan mesafe ile doğru orantılıdır.
(*Öğrenci cevapları*)

İkinci grafiğe ilişkin verilen verileri nasıl yorumlarsınız? (*Öğretmen sorusu*)
Fikirlerinizi grup arkadaşlarınız ile tartışınız (grup tartışması).

Grafikte döndürme etkisi uygulanan kuvvet ile doğru orantılıdır. (*Öğrenci cevapları*)

Üçüncü grafiğe ilişkin verilen verileri nasıl yorumlarsınız? (*Öğretmen sorusu*)
Fikirlerinizi grup arkadaşlarınız ile tartışınız (grup tartışması).

Grafikte uygulanan kuvvet ve dönme noktası arasındaki mesafe ters orantılıdır.
(*Öğrenci cevapları*)

Bu üç grafik için verilen verileri yorumladınız. Bu verilerden elde ettiğiniz sonuçları kısaca açıklayınız. (*Öğretmen sorusu*)

$$\left. \begin{array}{l} D \propto r \\ D \propto F \end{array} \right\} \text{ ise } D \propto r \times F$$

Döndürme etkisi de vektörel bir ifade ve iki vektörün çarpımı ile elde edilir. Burada iki vektörün birbiri ile nasıl çarpıldığını hatırlayalım. Vektörler, vektörel ve skaler olmak üzere iki şekilde çarpılır. Burada vektörel çarpım üzerinde duracağız.

Vektörel çarpım sonucunda yeni bir vektör ortaya çıkar.

Vektörel çarpım, \vec{A} ve \vec{B} gibi herhangi iki vektör verildiğinde, $\vec{A} \times \vec{B}$ vektörel çarpımı üçüncü bir \vec{C} vektörü olarak tanımlanır. Matematiksel olarak bu ifade,

$$\vec{C} = \vec{A} \times \vec{B} \text{ dir.}$$

\vec{C} vektörünün büyüklüğü, $C = AB \sin \theta$

olarak ifade edilmektedir. θ , A ve B vektörleri arasındaki açıdır. Vektörel çarpımda vektörlerin çarpım sırası da önemlidir. Sağ el kuralına göre, sağ elin başparmağı A vektörünün yönünde, işaret parmağı B vektörünün yönünde açılırsa, bu iki vektöre dik olarak açılan orta parmağın yönü C vektörünün yönünü verir. (Duvarın köşeleri de örnek verilebilir.)

Burada iki vektörün vektörel çarpımından elde edilen bir üçüncü vektörün büyüklüğünü ve yönünü bulduk. (*Öğretmen açıklaması*)

Kuvvetin döndürme etkisine fizikte **tork** adını veriyoruz. **Tork**, dönme noktasına olan konum vektörü ile kuvvet vektörünün vektörel çarpımı olarak ifade edilmektedir. (*Öğretmen açıklaması*)

Torkun büyüklüğü, başlangıç noktası ve yönü var mıdır? (*Öğretmen sorusu*)(Öğrenciler torkun vektörel bir büyüklük olduğunu belirtir)(*Öğrenci cevabı*)

Vektörel çarpım sonucunda elde edilen sonuç vektörünün yönü ve büyüklüğünün nasıl bulunacağını öğrendiğimize göre torkun büyüklüğü ve yönünü bulabiliriz. Torkun yönünü ve büyüklüğünü nasıl bulabiliriz? (*Öğretmen sorusu*)

Öğrenci cevapları alınır.

Sağ el kuralını kullanarak, tork vektörünün hem yönünü hem de büyüklüğünü nasıl bulacağımıza dair bir etkinlik yapalım.

Etkinliğin adı: Sıkışan vidayı sökme

Etkinliğin amacı: Sağ el kuralını kavrama (Vektörel büyüklüklerin yönünü bulma)

Araç gereç: Tahta, vida, ingiliz anahtarı

Süre: 15 dakika

Grupların her birine üzerine vida monte edilmiş tahta parçası ve ingiliz anahtarı dağıtılır.

Vidayı tahtadan çıkarmak için anahtarı hangi yöne doğru çevirirsiniz?
(*Öğretmen sorusu*) Grup arkadaşlarınız ile birlikte deneyiniz.

Burada anahtarı tuttuğumuz noktanın vidaya olan uzaklığı bir diğer ifadeyle yarıçap vektörü ile uyguladığımız kuvvet vektörünün vektörel çarpımının sonucu olan vektör tork vektörünün yönünü verir. Sağ el kuralını kullanarak tork vektörünün yönünü nasıl buluruz? (*Öğretmen sorusu*)

(*Öğrenci cevapları*)

Sağ elin başparmağını konum vektörü olarak alırsak, işaret parmağını kuvvet vektörü olarak alırız. Bu durumda bu iki vektöre dik olan orta parmağın yönü tork vektörünün yönünü verir. Tork vektörünün yönü, vidanın hareket yönü ile aynıdır ve bu etkinlikte olduğu gibi yukarı doğrudur bunun sonucu olarak ta vidayı olduğu yerden çıkarabiliriz. Ancak vektörlerin sırasına dikkat etmez ve sağ elin başparmağını kuvvet vektörü, işaret parmağını konum vektörü olarak alırsak, orta parmağın yönü yani torkun yönü aşağı doğru olur. Bu durumda ise vida sıkışır. Bu nedenle vektörel çarpımda vektörlerin sırası önemlidir. (*Öğretmen açıklaması*)

Tork vektörünün yönü ile cismin dönme yönü aynı mıdır? (*Öğretmen sorusu*)
Fikirlerinizi grup arkadaşlarınız ile tartışınız (*grup tartışması*) ve sınıf arkadaşlarınıza açıklayınız. (*Öğrenci cevapları*)

Buradan torkun fomülünü çıkaralım.

$\tau \propto r \times F$ olduğunu kapıda yaptığımız denemeler sonucu bulduk. Vida çıkarma ya da sıkma etkinliğimizde edindiğimiz bilgiler doğrultusunda (r ve F vektörlerinin sırasının ne olması gerektiği, vektörel çarpım ...) vektörel olarak bu bağıntıyı nasıl ifade edebiliriz? (*Öğretmen sorusu*)

$\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$ olduğunu kapıda yaptığımız denemeler sonucu bulduk. Ancak gördüğümüz gibi formül tamamlanmamış. Vektörel çarpımda tork vektörünün büyüklüğünü

$$\tau = r \cdot F \cdot \sin\theta$$

formülü ile buluruz. θ açısı konum vektörü ile kuvvet vektörü arasında kalan açıdır. Uygulanan kuvvet ile kuvvetin uygulanma noktası arasındaki açı vektörel çarpıma dahil edilir.

Örneğin, vidayı tahtadan çıkarmak için 2 N'luk bir kuvvet 0.3 m mesafeden uygulandığını varsayalım. Konum vektörü ile kuvvet vektörü birbirine diktir. Bu durumda vida üzerine etki eden torkun büyüklüğünü nasıl hesaplarız? (*Öğretmen sorusu*)

$$\tau = 0.3 \cdot 2 \cdot \sin 90^\circ$$

$$\tau = 0.6 \text{ Nm olur. (Öğrenci cevabları)}$$

Kuvveti kapının menteşesine doğru uyguladığımızda kapının dönmediğini gördük. Bunun nedenini açıklayınız. (*Öğretmen sorusu*)

Uygulanan kuvvet ile doğrultusu arasındaki açı 180° dir. θ açısının 180° olduğu ve $\sin 180$ sıfıra eşit olduğu için kapı dönmez. (*Öğrenci cevabları*)
(*Öğrenciler açıklayamazsa öğretmen tarafından açıklanır*)

Kuvvet ve kuvvetin uygulanma doğrultusu aynı olursa kuvvet cismi döndüremez. Bu durumda tork sıfır olur. (*Öğretmen açıklaması*)

Aslı komşusuna köpeğinin sokak kapısını açmasını öğretmesi için neler söylemiş olabilir? (*Öğretmen sorusu*)

Köpek belli büyüklükte bir kuvveti kapı menteşesine en uzak noktadan ve kapının açıldığı sokak doğrultusuna uygulamalıdır. (*Öğrenci cevabı*)

Öğretmen cevabın doğru ya da yanlış olduğu konusunda dönüt verir.

Problem 1:

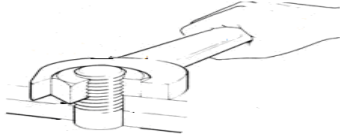
Babanız evdeki masanın yüzeyine tutturulmuş olan küflenmiş vidayı değiştirmek istemektedir. Ancak vida o kadar sıkışmıştır ki eğer yanlışlıkla vidayı sıkıştırırsa vida bir daha yerinden hiç çıkmayacaktır. Bu nedenle vidayı bulunduğu yerden çıkarmak için babanızın tek bir şansı vardır ve fizik bilginizden dolayı sizden yardım ister. Babanız size vidayı yerinden çıkarmak

için ne yapması gerektiğini sorar. Babanız vidayı yerinden daha kolay çıkarmak için aşağıda verilen niceliklerin hangisini neden seçmelidir?

Anahtarı çevirme yönü	Saat yönünde ya da saat yönüne ters
Anahtarın vidaya olan uzaklığı (cm)	10, 20, 30, 40, 50
Uygulanan kuvvet (N)	200, 250, 300, 350, 400

a.

Eğer vidanın başı verilen şekildeki gibi yukarı yönde olsaydı vidayı çıkarmak için;



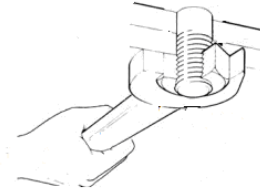
Anahtarı çevirme yönü(neden).....

Anahtarın vidayı olan uzaklığı.....(neden).....

Uygulanan kuvvet.....(neden).....

b.

Eğer vidanın başı verilen şekildeki gibi aşağı yönde olsaydı vidayı çıkarmak için;



Anahtarı çevirme yönü(neden).....

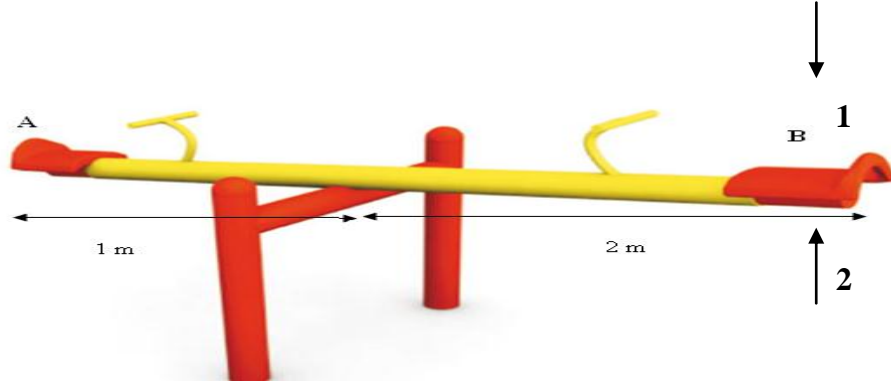
Anahtarın vidayı olan uzaklığı.....(neden).....

Uygulanan kuvvet.....(neden).....

Grup arkadaşlarınız ile Çizelgede anahtarı çevirme yönü, anahtarın vidaya olan uzaklığı ve uygulanan kuvvet için kullanacağınız verileri ve bu verileri kullanma nedenlerinizi tartışınız. (Öğretmen sorusu) (5 dakika) Fikirlerinizi sınıfa açıklayınız (Öğrenci cevapları) (5 dakika)

(10 dakika)

Problem 2:



Bir tahterevallinin desteğinin konumu şekildeki gibidir ve tahterevalli destek noktası çevresinde hareket edebilmektedir. Buna göre;

a. 400 N ağırlığındaki iki arkadaş tahterevalliye binerse tahterevallinin B kenarı hangi yöne (1 ya da 2) doğru hareket eder? Nedenini açıklayınız. (Öğretmen sorusu)

Fikirlerinizi grup arkadaşlarınız ile tartışınız (*grup tartışması*) ve sınıf arkadaşlarınıza açıklayınız (*öğrenci cevapları*).

b. A noktasına 500 N, B noktasına 300 N ağırlığında iki kişi oturursa tahterevallinin B kenarı hangi yöne (1 ya da 2) doğru hareket eder? Nedenini açıklayınız. (Öğretmen sorusu)

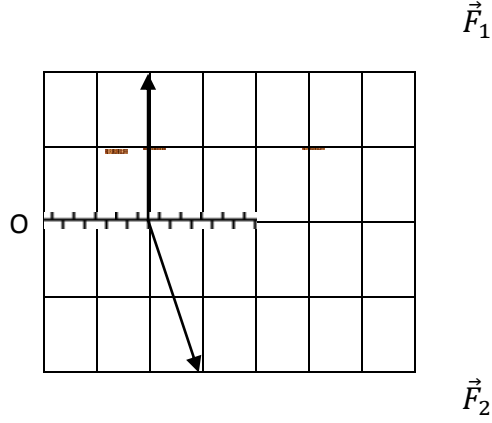
Fikirlerinizi grup arkadaşlarınız ile tartışınız (*grup tartışması*) ve sınıf arkadaşlarınıza açıklayınız (*öğrenci cevapları*).

c. Tahterevallinin dengede kalmasını istiyorsanız, A ve B noktalarına kaç N luk kişiler oturmalıdır? Nedenini açıklayınız. (Öğretmen sorusu)

Fikirlerinizi grup arkadaşlarınız ile tartışınız (*grup tartışması*) ve sınıf arkadaşlarınıza açıklayınız (*öğrenci cevapları*).

(süre 10 dakika)

Problem 3:



O noktası etrafında dönebilen çubuğa, büyüklükleri şekildeki gibi verilen \vec{F}_1 ve \vec{F}_2 kuvvetleri etkiyor. Şekildeki her bir birim uzunluğun kuvvet değeri 1 N ve uzunluk değeri 1 m dir. Bu kuvvetlerin O noktasına göre torkları sırayla $\vec{\tau}_1$ ve $\vec{\tau}_2$ olduğuna göre,

- Bu çubuk O noktası etrafında döner mi? Nedenini açıklayınız. (*Öğretmen sorusu*) Fikirlerinizi grup arkadaşlarınız ile tartışınız (*grup tartışması*) ve sınıfa açıklayınız (*öğrenci cevapları*).
- Çubuğun yukarıya ya da aşağıya doğru dönmesi için neler yapmalıyız? Yaptıklarınızın nedenini açıklayınız. (*Öğretmen sorusu*) Fikirlerinizi grup arkadaşlarınız ile tartışınız (*grup tartışması*) ve sınıf arkadaşlarınıza açıklayınız (*öğrenci cevapları*).

EK A.2 Ders Planı 2 (Açısal Momentum)

Bu üniteye daha önce momentum kavramının ne olduğunu öğrendik. Momentum ne demektir sınıftan biri kısaca açıklayabilir mi? (*Öğretmen sorusu*)

Momentum, hareket halindeki bir cismin kütlesi ve hızının çarpımı olarak tanımlanmaktadır. (*Öğrenci cevapları*)

Daha önceki konularda, öteleme hareketi yapan bütün cisimlerin momentumları olduğundan bahsedilmişti. Örneğin, sabit hızla hareket eden araba, okula koşan bir öğrenci, yolda yürüyen bir köpek gibi birçok örnek *çizgisel momentuma* sahiptir. Bu hareket örneklerine dikkat edecek olursak hepsi doğrusal bir yörüngede hareket eder. (*Öğretmen açıklaması*)

Şimdi birlikte doğrusal değil de dairesel yörüngelerde hareket eden cisimlerin sahip olduğu momentumlar hakkında konuşalım.

Dönen cisimlerin dönme momentumlarını nasıl açıklarız? (*Öğretmen sorusu*) Fikirlerinizi grup arkadaşlarınız ile tartışınız (*grup tartışması*) ve sınıf arkadaşlarınıza açıklayınız. (*öğrenci cevapları*)

Yapacağımız etkinlik ile dönen cisimlerin momentumları konusunda fikir sahibi olacağız. (*Öğretmen açıklaması*)

<http://www.metefizik.com/index.php/anasayfa/gunun-sozu/11s%C4%B1n%C4%B1f>

Bu simülasyonda r yarıçapı değiştikçe cismin sahip olduğu hızı gözlemledik. Gözlemlerinize dayanarak cismin hızı ile dolanma yarıçapı arasında nasıl bir ilişki vardır? (*Öğretmen sorusu*)

Fikirlerinizi grup arkadaşlarınız ile tartışınız (*grup tartışması*) ve sınıf arkadaşlarınıza açıklayınız. (*Öğrenci cevapları*)

Yarıçap r azaldıkça, cismin dolanma hızının arttığını gözlemledik. Burada cismin kütlesi m sabittir. Değişen ise cismin hızı ile dolanma yarıçapıdır. Kütle sabit ise momentum değişir mi? (Öğretmen sorusu)

Kütle sabit olmasına rağmen v hızı değişeceği için momentumda değişir. (Öğrenci cevapları)

Momentum (P) nasıl değişir? (Öğretmen sorusu)

Momentum ($m \cdot v$) olduğu için kütle sabit olsa dahi hız artınca momentum artar. (Öğrenci cevapları)

Momentum (P) ve yarıçap (r) arasındaki ilişkiyi sayısal değerlere dökelim.

Fizik öğretmeni Mehmet'e belli bir eksen etrafında dolanan cisimlerin dolanma yarıçapları değiştiğinde momentumlarının nasıl değiştiği konusunda bir ödev vermiştir. Mehmet laboratuarda bir demir bilyenin dönme yarıçapını değiştirerek bilyenin momentumunun nasıl değiştiğini belirlemek için bir deney tasarlamıştır. Bu deneyde bilyenin kütlesi sabit olduğu için hızını ölçmesi momentumu bulmak için yeterli olmuştur. Bilyenin hızını hesaplamak için ise $v = \frac{2\pi r}{T}$ formülünü kullanmış ve bilyenin dolanma yarıçapını ölçmüş ardından da dolanma periyodunu sayarak hızını hesaplamıştır. Daha sonra bilyenin kütlesini hassas terazi ile ölçmüş ve bilyenin kütlesi ile hızını çarparak momentumunu hesaplamıştır. Bu deney sonucunda aşağıdaki verileri elde etmiştir. Bu verileri kullanarak momentum ve yarıçap arasındaki ilişkiyi gösteren bir grafik çiziniz.

Grafik için veriler

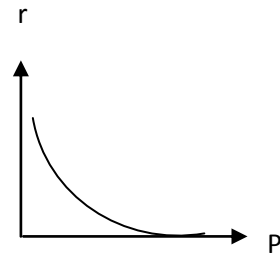
$$P_1 = 24 \text{ kg/ms}^2 \quad r_1 = 25 \text{ cm}$$

$$P_2 = 30 \text{ kg/ms}^2 \quad r_2 = 20 \text{ cm}$$

$$P_3 = 40 \text{ kg/ms}^2 \quad r_3 = 15 \text{ cm}$$

$$P_4 = 60 \text{ kg/ms}^2 \quad r_4 = 10 \text{ cm}$$

$$P_5 = 120 \text{ kg/ms}^2 \quad r_5 = 5 \text{ cm}$$



Çizdiğiniz bu grafiği nasıl yorumlarsınız? (*Öğretmen sorusu*) Fikirlerinizi grup arkadaşlarınız ile tartışınız (*grup tartışması*) ve grup arkadaşlarınız ile tartıştığınız fikirlerinizi sınıf arkadaşlarınıza açıklayınız.

Momentum ile yarıçap vektörü birbiri ile ters orantılıdır. (*Öğrenci cevapları*)

r ve P çarpımının ters orantılı olduğunu belirttiniz. Bu grafikte dikkat edecek olursak, r ve P'nin çarpımı hep sabittir. Burada hep sabit kalan bir büyüklük var. Bu büyüklük yeni bir kavramdır ve dolanma ve dönme hareketlerinde kullanılır. Bu kavrama **açısal momentum** adı verilir, vektörel bir büyüklüktür ve L harfi ile gösterilir. Açısal momentum kavramı ile ilk kez karşılaştık. Açısal momentum için dolanan ve dönen cisimlerin sahip olduğu momentum da diyebiliriz. Açısal momentum şu şekilde açıklanmaktadır:

$$\vec{L} = \vec{r} \times \vec{P} \text{ olarak tanımlanmaktadır.}$$

Açısal momentum vektörünün büyüklüğü ise,

$$L = rP \sin \theta \text{ olarak bulunur.}$$

θ açısı r vektörü ile P vektörü arasındaki açıdır.

(*Öğretmen açıklamaları*)

Açısal momentumun birimi nedir? (*Öğretmen sorusu*)

$$\text{kg.m}^2/\text{s} \text{ (*Öğrenci cevapları*)}$$

Açısal momentum vektörünün yönünü nasıl buluruz? (*Öğretmen sorusu*)

Grup arkadaşlarınız ile fikirlerinizi tartışınız (*grup tartışması*) ve fikirlerinizi sınıfa açıklayınız.

Açısal momentumun yönünü torkun yönünü bulmakta kullandığımız sağ el kuralına göre bulabiliriz. (Öğrenci cevapları)

Sağ elin başparmağını konum vektörü, işaret parmağını momentum vektörü yönünde alırsak, bu iki vektöre dik olarak açılan orta parmağın yönü açısal momentum vektörünün yönünü verir. (Öğretmen açıklaması)

(Açısal Momentumun yönünü benzer bir yöntemle şöyle bulabiliriz: sağ elin dört parmağı dönme yönünde döndürülürse, dört parmağa dik olan başparmak açısal momentumun yönünü verir. Açısal momentum vektörünün yönü yarıçap vektörü ile hız vektörünün oluşturduğu düzleme diktir.)(Öğretmen açıklaması)

Peki açısal momentumu, çizgisel momentum gibi hız kavramını kullanarak nasıl açıklarız? (Öğretmen sorusu)

Grup arkadaşlarınız ile fikirlerinizi tartışınız (grup tartışması) ve fikirlerinizi sınıfa açıklayınız (öğrenci cevapları).

Dönme kinetik enerjisi konusunda açısal hız kavramını öğrenmiştik. Açısal hızı kısaca açıklar mısınız? (Öğretmen sorusu)

Yarıçap vektörünün birim zamanda taradığı açıya **açısal hız** denir ve ω ile gösterilir. (Öğrenci açıklaması)

$$v = \omega \cdot r$$

Dönen bir cismin dönme eksenini, cisim üzerindeki herhangi bir noktaya birleştiren vektöre o noktanın **yarıçap vektörü** denir. (Öğrenci açıklaması)

$P = m \cdot v$ olduğuna göre, açısal momentumu hesaplamak için çizgisel momentumda gerekli değişkenleri yerine yerleştiririz. (Öğretmen açıklaması)

Açısal momentum, yarıçap vektörü, kütle ve çizgisel hızın çarpımına eşittir. (Öğrenci cevapları)

$$L = r \cdot m \cdot v$$

$$L = mr^2\omega$$

Açısal momentumun formülünü açısal hız kavramını kullanarak çıkardık.
(Öğretmen açıklaması)

Çıkardığımız bu bağıntıda mr^2 büyüklüğü ne anlama gelmektedir?
(Öğretmen sorusu)

Fikirlerinizi grup arkadaşlarınız ile tartışınız (*grup tartışması*) ve sınıf arkadaşlarınıza da açıklayınız (*öğrenci cevapları*).

Açısal momentumu bir cismin açısal hızı ile eylemsizlik momentlerinin çarpımı olarak da açıklayabiliriz. (Öğretmen açıklaması)

$$L = I\omega$$

Eylemsizlik momenti kavramını daha önceki konularımızda öğrenmiştik.
Eylemsizlik momentinin ne olduğunu kim açıklamak ister? (Öğretmen sorusu)

Eylemsizlik momenti, dönen bir cismin, **dönme hareketine karşı direnme** özelliğidir. Birimi kg.m^2 'dir. Eylemsizlik momenti I olan ve sabit eksen etrafından ω açısal hızı ile dönen bir cismin dönme kinetik enerjisini hesaplamıştık. Ünitinin başında dönme kinetik enerjisi konusunda bazı cisimlerin dönme eksenlerine göre eylemsizlik momentlerinin bağıntılarını vermiştik. Cisimlerin eylemsizlik momentlerinin şekillerine göre değiştiği belirtilmişti. (Öğrenci cevapları)ya da(Öğretmen açıklaması)

Melek boş zamanlarında buz pateni yapmaktadır ancak buz patenine yeni başladığı için birkaç figürü yapmakta zorlanmaktadır. Bu nedenle, gösteri yapan buz patencilerini dikkatlice izlemeye karar verir. Melek bu gösteriler sırasında buz patencilerinin çeşitli figürler yaptığını görür. Buz patencileri bazen kollarını açarak dönmekte, bazen ise kollarını kapatarak dönmektedir. Melek buz patencilerinin bu hareketi neden yaptığını merak eder? Haydi birlikte Melek'e yardımcı olalım.
(Öğretmen sorusu)

Grup arkadaşlarınız ile buz patencisinin neden böyle bir hareket yaptığını tartışınız (*grup tartışması*) ve fikirlerinizi sınıf arkadaşlarınıza açıklayınız (*öğrenci cevapları*).

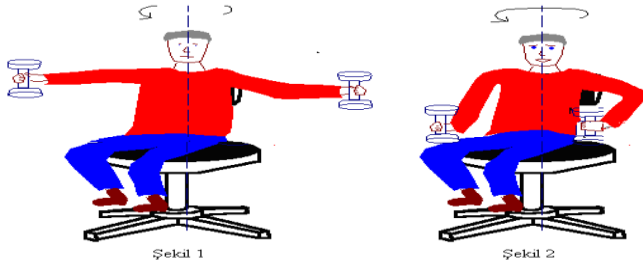
Haydi hep birlikte buz patencilerinin yaptıkları bu hareketi açıklamak için bir deney yapalım.

Deneyin Adı: Dambıl ile dönen öğrenciye ne oldu?

Deneyin amacı: Açısal momentumun korunumunu gösterme

Malzemeler: İki adet eşit ağırlıkta dambıl (ağırlık), döner sandalye, bir öğrenci

Süre: 15 dakika



Deneyin Yapılışı:

- Sınıftan bir öğrenci seçilir ve bu öğrenci döner sandalyeye oturur.
- Öğrencinin her iki eline eşit ağırlıktaki iki dambıl verilir.
- Öğrenci öncelikle kolları açık iken sandalyede döner, dönme hareketine devam ederken kollarını kapatarak dönmeye devam eder.
- Öğrenci sandalyede dönerken kollarını açarak daha sonra kapatarak dönme hareketini sürdürür.
- Bu esnada sınıf arkadaşları sandalyede dönen arkadaşlarının hareketlerini gözlemler.
- Aynı deney sınıf ortamından seçilen birkaç farklı öğrenci ile tekrarlanır.

Döner sandalyede elindeki ağırlıklar ile kolları açık ve kapalı iken dönen arkadaşınızın hareketini gözlemledik. Arkadaşınızın bu dönme hareketi esnasında ne gibi değişimler gözlemledik? (*Öğretmen sorusu*)

Arkadaşınız kollarını açarak ve kapatarak dönerken neler değişmiş olabileceğini grup arkadaşlarınız ile tartışınız (*grup tartışması*) ve fikirlerinizi sınıf arkadaşlarınıza açıklayınız. (*öğrenci cevapları*)

Gözlemleri sonucu, arkadaşlarının kolları kapalı iken daha hızlı döndüğünü belirtmişlerdir. (*Öğrenci cevapları*)

Kolları kapalı iken öğrencinin açısal hızı arttırdığına göre hangi nicelik azalmıştır? (*Öğretmen sorusu*)

Eylemsizlik momenti azalır. (*Öğrenci cevabı*)

Eylemsizlik momentinin cismin yarıçap vektörüne bağlı olduğunu ve yarıçap vektörü azalınca eylemsizlik momentinin de azaldığını öğrenmiştik. (*Öğretmen açıklaması*)

Peki eylemsizlik momenti ile açısal hızın çarpımı olan açısal momentumun büyüklüğünde nasıl bir değişim olur? (*Öğretmen sorusu*)

(*Öğrenci cevapları*)

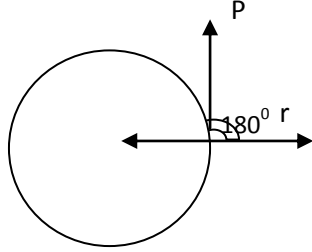
Bu yaptığımız deneyde ölçüm alsaydık, açısal hızdaki artış miktarı kadar, eylemsizlik momentinde aynı miktarda azaldığını görebilirdik. Tam tersi durumda yani, eylemsizlik momentinin artış miktarı kadar, açısal hızda azalma olduğunu ölçerdik. Buradan da bu iki büyüklüğün çarpımının sabit kaldığını söyleyebiliriz. Buna açısal momentumun korunumu denir. Yani açısal momentum başlangıçta büyüklük olarak ne ise, sonrada aynı kalır. (*Öğretmen açıklaması*)

$$\vec{L}_{ilk} = \vec{L}_{son}$$

$$I_{ilk} \cdot \omega_{ilk} = I_{son} \cdot \omega_{son}$$

Açısal momentum ne zaman korunur? (Öğretmen sorusu)

Bunu dersin başında yaptığımız “farklı uzaklıktaki dairesel yörüngelerde dönen bilyenin sahip olduğu momentum” etkinliği üzerinde açıklayalım.



r yarıçaplı dairede dolanan P momentumuna sahip bilyeye merkeze doğru ip tarafından uygulanan T kuvveti etki eder. r yarıçap vektörü ile T kuvvet vektörü arasında şekilde görüldüğü gibi 180° ’lik bir açı vardır.

$\tau = r \cdot F \sin\theta$ olduğunu geçen dersimizde belirtmiştik.

$$\tau = \vec{r} \times \vec{F}$$

$$\tau = r F \sin 180^\circ$$

$\sin 180^\circ = 0$ olduğu için $\tau = 0$ olur.

$\theta = 90^\circ$ kabul edersek, $\tau = r \cdot F$ olur.

Dinamikte öğrenmiştik, $F = m \cdot a$ idi.

$\tau = r \cdot m \cdot a$ olur. İvme, hızdaki değişim olarak tanımlanır.

$$\tau = r \cdot m \cdot \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

$$r \cdot m \cdot \Delta v = \Delta L$$

$$\tau = \frac{\Delta L}{\Delta t}$$

Tork, birim zamandaki açısal momentumdaki değişimdir.

$\tau = 0$ ise açısal momentumdaki değişim sıfıra eşit olur ve açısal momentum korunur. (*Öğretmen açıklaması*)ya da(*Öğrenci cevapları*)

$\tau = 0$ (cisime tork etki etmiyor) ise ne olur?

$0 \cdot \Delta t = L_s - L_i$ olur.

Yani $L_s = L_i$ olur ve açısal momentum korunur.

$\tau \neq 0$ ise

$L_s \neq L_i$ olur ve açısal momentum korunmaz. (*Öğretmen açıklaması*)

Öğrendiklerimizden yararlanarak Melek'in televizyonda seyrettiği buz patencisinin hareketini nasıl açıklarsınız? (*Öğretmen sorusu*)

Fikirlerinizi grup arkadaşlarınız ile tartışınız (*grup tartışması*) ve sınıf arkadaşlarınıza açıklayınız. (*öğrenci cevapları*).

Yüksekten havuza atlayan sporcular havada takla atmak istediklerinde, bacıklarını göğüslerine doğru çekerler. Bu davranışları onları niçin daha hızlı döndürür? Daha yavaş hareket etmek için ne yapmalıdırlar? (*Öğretmen sorusu*)

Grup arkadaşlarınız ile tartışınız.

Eğer küresel ısınma devam ederse, kuzey kutbundaki buzullardan bir kısmı eriyebilir ve bu su ekvatora yakın yerlere kadar her yere dağılıbilir. Eğer bu olay gerçekleşirse, bir günün uzunluğu (bir dönüş için) nasıl etkilenir? (*Öğretmen sorusu*)

Grup arkadaşlarınız ile birlikte tartışınız (*grup tartışması*) ve fikirlerinizi kısaca açıklayınız (*öğrenci cevapları*).

Günlük yaşamdan açısal momentumun korunduğu olaylara birkaç örnek verdik. Çevremizde karşılaştığımız başka hangi olaylarda açısal momentum korunuyordur? (*Öğretmen sorusu*)

Grup arkadaşlarınız ile birlikte açısal momentumun korunduğu olaylara örnekler düşününüz (*grup tartışması*) ve fikirlerinizi kısaca açıklayınız (*öğrenci cevapları*).

Açısal momentumun korunumu ilkesini bu olayları açıklamada nasıl kullanacağınızı açıklayınız. (*Öğretmen sorusu*)

EK A.3 Ders Planı 3 (Kepler Yasaları)

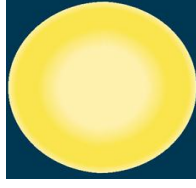
Selim televizyonda seyrettiği bir belgeselde milattan önceki yüzyıllarda Güneş'in Dünya etrafında dolandığı yönünde inanışlar olduğunu duymuştur. Belgeselde Aristoteles ve Batlamyus'un milattan önce 4. yüzyılda Güneş'in Dünya etrafında dolandığını varsaydığı ve ortaçağın sonuna kadar bütün bilim dünyasının bu fikrin doğruluğuna inandığı belirtilmiştir. Kopernik ise 16. yüzyılda bütün gezegenlerin dolayısıyla da Dünya'nın Güneş etrafında dolandığını belirtmiştir. Aslında bu fikir ilk kez milattan önce 3. yüzyılda Sisamlı Aristarkus tarafından ortaya atılmıştır. Bu fikri 16. yüzyılda geliştiren Kepler olmuştur. Selim bu öğrendiklerinden sonra Dünya'nın Güneş etrafındaki yörüngesinin nasıl olduğunu merak etmiştir. Selim'e Dünya'nın Güneş etrafında nasıl bir yörüngede dolandığı konusunda yardımcı olalım. (*Öğretmen sorusu*)

Grup arkadaşlarınız ile Dünya'nın Güneş etrafında dolandığı yörüngenin şeklinin nasıl olduğunu tartışınız (*grup tartışması*) ve fikirlerinizi sınıf arkadaşlarınıza açıklayınız. (*Öğrenci cevapları*)

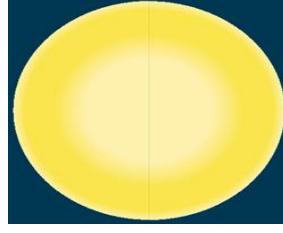
Grup arkadaşlarınız ile yaptığınız tartışmalarda Dünya'nın Güneş etrafında nasıl bir yörüngede dolandığına karar verdiniz ve fikirlerinizi sınıf arkadaşlarınıza açıkladınız. Gruplardan bir kısmı Dünya'nın Güneş etrafında dairesel yörüngede hareket ettiğini belirtirken, diğer gruplar yörüngenin eliptik olduğundan bahsetti. (*Öğretmen açıklaması*)

Dünya'nın yörüngesinin eliptik olduğunu söyleyen gruplar, cevabınızı ispatlayabilir misiz? Dünya'nın Güneş etrafında eliptik yörüngede dolandığını nereden biliyorsunuz? (*Öğretmen sorusu*)

Dünya'nın güneş etrafında dairesel yörüngede hareket ettiğini söyleyen gruplar fikirlerinizi ispatlayabilir misiniz? (*Öğretmen sorusu*)(*Öğrenci cevapları*)



21 Haziran



21 Aralık

Çalışma kağıdında verilen bu iki fotoğraf bir fotoğrafçı tarafından çekmiştir. Fotoğraf makinesinde herhangi bir kusur yoktur, resimler 21 Haziran ve 21

Aralık tarihlerinde aynı yerden, aynı saatte çekilmiştir. Güneş'in büyüklüğü bu iki resimde neden aynı değildir? (*Öğretmen sorusu*)

Öğrenciler eliptik yörünge kavramından bahseder. (*Öğrenci cevapları*)

Çalışma kağıtlarında Güneş'in yaz ve kış mevsimlerinde çekilmiş fotoğrafları verilmektedir. Bu resimlerde gördüğümüz üzere kışın Güneş daha büyük görünmektedir. Bunun nedeni ise Dünya'nın Güneş çevresinde eliptik yörüngede hareket etmesi ve kışın Güneş'e yaklaşmasıdır. Yazın ise Dünya eliptik yörüngede Güneş'ten uzaklaştığı için küçük görünmektedir. Eğer Dünya Güneş etrafında dairesel yörüngede hareket etseydi, Dünya Güneş'e hep aynı uzaklıkta olacağı için Güneş hep aynı büyüklükte görünürdü. Ancak resimlerde gördüğümüz üzere Güneş'in büyüklüğü yaz ve kış mevsimlerinde değişmektedir. (*Öğretmen açıklaması*)

Bu açıklamadan sonra Dünya'nın Güneş etrafında nasıl bir yörüngede dolandığını söylersiniz? (*Öğretmen sorusu*)

Öğrenciler gezegenlerin Güneş etrafında eliptik yörüngelerde hareket ettiğini belirtir. (*Öğrenci cevapları*)

artar. Bunun tam tersi olarak, yörünge yarıçapı artarsa, çizgisel hızı azalır. Bu durumu, gezegen Güneş'ten uzaklaştıkça çizgisel hızı azalır, Güneş'e yaklaştıkça çizgisel hızı artar şeklinde yorumlayabiliriz. (Öğretmen açıklaması)

A ve B noktaları arasında kalan A_1 alanı ile C ve D noktaları arasında kalan A_2 alanını grup arkadaşlarınız ile birlikte karşılaştırdınız ve fikirlerinizi sınıf arkadaşlarınıza açıkladınız. Gezegenin A noktasından B noktasına gitme süresi ile C noktasından D noktasına gitme süresi aynıdır. (Öğretmen sorusu)

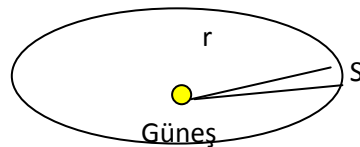
(Öğrenci cevapları)

A_1 ve A_2 alanlarını hakkındaki fikirlerinizi belirttiniz. Dünya A-B noktaları arasını ve C-D noktaları arasını eşit sürelerde alır. A-B noktaları arasında kalan A_1 alanı ile C-D noktaları arasında kalan A_2 alanı eşittir. Kepler bu durumu çok defa denedi ve çok sayıda ölçüm aldı. Kepler'in birinci yasasında gezegenlerin Güneş etrafında eliptik yörüngelerde hareket ettiğini öğrendik. Bu yörünge üzerinde seçilen noktaları Güneş'e birleştiren yarıçap vektörleri eşit zaman aralıklarında eşit alanlar tarar. Bu durum, Kepler'in ikinci yasası olan '**Alanlar yasası**' ile açıklanmaktadır. Ancak Kepler bu durumu açıklayamadı. (Öğretmen açıklaması)

Sizce A_1 ve A_2 alanlarının eşit olması nasıl mümkün olabilir? (Öğretmen sorusu)

Fikirlerinizi grup arkadaşlarınız ile tartışınız (grup tartışması) ve sınıf arkadaşlarınıza açıklayınız. (öğrenci cevapları)

Kepler bu yasayı bilmesine rağmen yarıçap vektörlerinin eşit zaman aralıklarında eşit alanlar taramasının nedenini açıklayamamıştır. Bu açıklamayı Newton yapmıştır. Acaba Newton Kepler'in 2. yasasını nasıl açıklamıştır? (Öğretmen sorusu)



Gezegenler Güneş etrafında eliptik yörüngede dolarken S yayı uzunluğunda bir mesafe kadar yol alsın. (S yayı çok küçük olduğu için doğru olarak da kabul edebiliriz.) Gezegenin taradığı alan A olarak alırsak,

$$\text{Alan } A = \frac{rS}{2}$$

olarak hesaplarız. Bu hesabı alanı paralel kenar gibi kabul edip yapabiliriz.

Gezegenin Güneş etrafında eliptik yörüngede dolarken aldığı yol S

$$S = v \cdot t$$

şeklinde hesaplanır. Alan formülünde S yerine yerleştirirsek,

$$A = \frac{r}{2} \cdot v \cdot t$$

Denklemi m kütlesi ile çarpar ve bölersek,

$$\frac{A}{t} = \frac{r \cdot v}{2} \cdot \frac{m}{m}$$

$r \cdot m \cdot v$ büyüklüğü açısal momentuma eşittir.

$$\frac{A}{t} = \frac{L}{2m}$$

Bu formül gezegenin t zaman aralığında taradığı A alanını verir. L gezegenin açısal momentumu, m ise kütlesidir. Açısal momentumun korunumundan, gezegenlerin açısal momentumları (L) sabit kalır. $L = r \cdot m \cdot v$ çarpımı sabittir. Bu bağıntıda, gezegeninin kütlesi (m) sabittir ve $\frac{L}{2m}$ oranı sabittir. t süreleri de eşit olduğu için alanlarda eşit olur. Bu nedenle gezegen eşit zaman aralıklarında eşit alanlar tarar. (*Öğretmen açıklaması*)

Keplerin üçüncü yasası “**Periyotlar yasası**” gezegenlerin yörüngelerinin ortalama yarıçapları (R) ve periyotları (T) arasındaki $\frac{R^3}{T^2}$ oranı bütün gezegenler için eşittir.

Ortalama yarıçap gezegenin Güneş'e olan minimum ve maksimum uzaklıklarının ortalamasına eşittir.

$$R = \frac{R_{\max} + R_{\min}}{2}$$

(Öğretmen açıklaması)

Gezegenlerin dolanım süreleri yüzyıllardır doğruya yakın olarak biliniyordu. Gezegenlerin görelî uzaklıklarının belirlenmesi daha zordu, ancak Rudolf Cetvelleri üzerinde çalışırken Tycho Brahe'nin kesin gözlemleri Kepler'e uzaklıklar ile ilgili şu verileri sağladı.

	Venüs	Dünya	Mars
Mesafe (R)(km)	108,2	149,6	227,9
Dolanım Süresi (T)(yıl)	0,615	1	1,88

Bu verileri Kepler'in 3. yasadını ispatlamak için kullanınız. *(Öğretmen sorusu)*

(Öğrenci cevapları)

Grup arkadaşlarınız ile birlikte Şubat ve Haziran aylarında Dünya'nın Güneş etrafında dolanırken taradığı alanların oranını gösteren bir model çiziniz.

(Öğretmen sorusu)

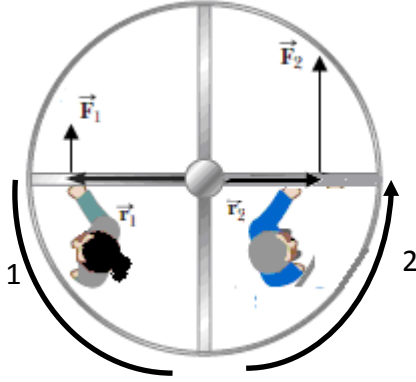
(Öğrenci cevapları)

EK B Kavramsal Anlama Testi

Bu ölçme aracı bir test olmayıp sizin dönme hareketine ilişkin görüşlerinizi öğrenmek amacı ile hazırlanmıştır. Bu konuda sizin düşünceleriniz çok önemli olup yanıtlarınızın doğru ya da yanlış olması önemli değildir. Bu nedenle her bir soru için ne düşündüğünüzü, bu sorulara ayrılan boş satırlara mümkün olduğunca açık bir şekilde yazınız. Cevaplamaya istediğiniz sorudan başlayabilirsiniz ancak **lütfencevaplınmayan soru bırakmayınız.**

Ad Soyad:

Soru 1:



Şekil 1

a) Şekil 1’de döner kapıdan çıkış yapmak isteyen bir kadın ile bir adam görülmektedir. Döner kapıya soldan giriş yapan kadın, kapıya 1 m mesafeden dik doğrultuda $\vec{F}_1 = 100\text{N}$ ’luk bir kuvvet uygulamaktadır. Sağdan giriş yapan adam ise kapıya 1 m mesafeden dik doğrultuda $\vec{F}_2 = 200\text{N}$ ’luk bir kuvvet uygulamaktadır. Döner kapı hangi yöne doğru döner?

b) Şekil 1’de döner kapıdan çıkmaya çalışan kadın ve adam için farklı bir durumu ele alalım. Kadın 2 m mesafeden dik doğrultuda 100 N’luk kuvvet uygularken, adam 1 m mesafeden dik doğrultuda 100 N’luk kuvvet uyguluyor. Bu durumda, döner kapı hangi yöne doğru döner? Cevabınızın nedenini açıklayınız.

Soru 2: Şekil 1’de döner kapıdan çıkmaya çalışan kadın ve adam için farklı bir durumu ele alalım. Kadın r_1 mesafesinden dik doğrultuda \vec{F}_1 kuvvetini uygularken, adam r_2 mesafesinden dik doğrultuda \vec{F}_2 kuvvetini uyguluyor. \vec{F}_1 kuvvetinin büyüklüğü 100 N, r_1 uzaklığı 1 metredir. \vec{F}_2 kuvveti ise 200 N büyüklüğünde ve r_2 uzaklığı 0.4 metredir. Bu durumda, döner kapı hangi yöne doğru döner? Cevabınızın nedenini açıklayınız.

.....

.....

.....

.....

Soru 3: Jurassic Park filminde, mutfak kapısının dışında dinazorlar varken birkaç kişinin mutfakta sıkıştıkları ve içeriye dinazorların girmesini engellemeye çalıştıkları bir sahne vardır. Bu sahnede, arkeolog kapının merkezine doğru bastırmakta ve dinazorları dışarıda tutmaya çalışmaktadır. Botanikçi ise kapı kolundan kapıyı itmektedir. Arkeolog kapının merkezine bastırırken kapıyı kapalı tutmak için uygulaması gereken kuvveti botanikçinin kapıyı kapalı tutmak için uygulaması gereken kuvvetle karşılaştırınız. Cevabınızın nedenini açıklayınız.

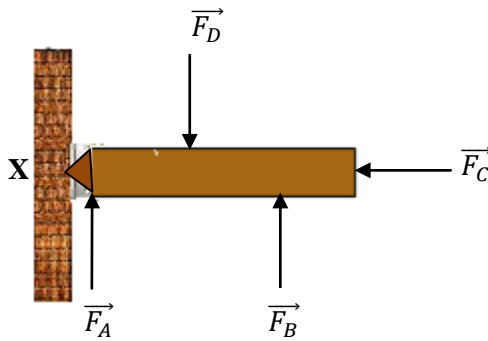
.....

.....

.....

.....

Soru4:



Şekil 2

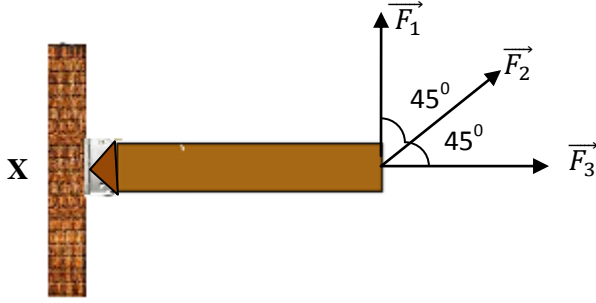
Şekil 2’de x noktasından duvara menteşelenmiş kütlesi ihmal edilebilir bir çubuk x noktası etrafında hareket edebilmektedir. Çubuğun üzerine eşit büyüklükteki kuvvetler birbirinden bağımsız olarak tek tek etki etmektedir (F_A menteşe üzerine etki etmektedir). Hangi kuvvet ya da kuvvetler çubuğu döndürebilir? Cevabınızın nedenini açıklayınız.

.....

.....

.....

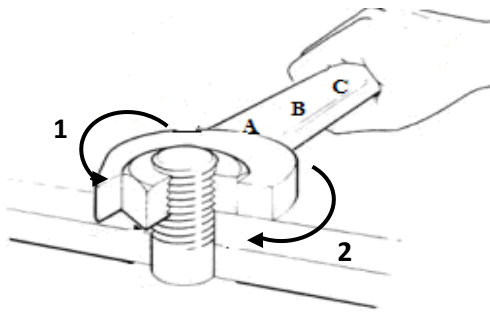
Soru 5:



Şekil 3

Şekil 3’de x noktasından duvara menteşelenmiş kütlesi ihmal edilebilecek bir çubuğa eşit büyüklükte \vec{F}_1 , \vec{F}_2 ve \vec{F}_3 kuvvetleri sırası ile birbirinden ayrı olarak uygulanıyor. \vec{F}_1 , \vec{F}_2 ve \vec{F}_3 kuvvetlerinin oluşturduğu döndürme etkisini büyükten küçüğe doğru sıralayınız. Cevabınızın nedenini açıklayınız.

Soru 6:



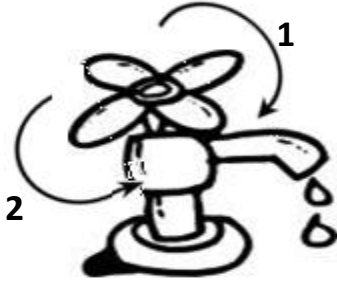
Şekil 4

a) Şekil 4’deki gibi İngiliz anahtarı kullanarak bir civatayı bulunduğu yerden çıkarmak istiyorsunuz. İngiliz anahtarını hangi yöne doğru çevirmelisiniz? Cevabınızın nedenini açıklayınız.

.....
.....
.....
b) Civatayı daha az kuvvet uygulayarak yerinden çıkarmak istiyorsanız, İngiliz anahtarını hangi noktadan tutarak döndürmeniz gerekmektedir? Cevabınızın nedenini açıklayınız.

.....
.....
.....

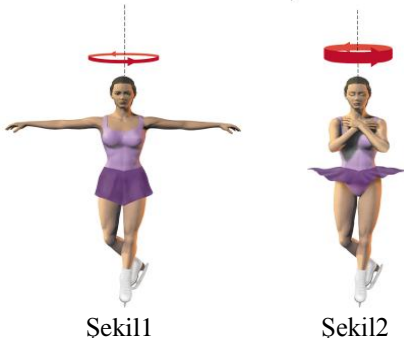
Soru 7:



Lavaboya gittiğinizde çeşmeden su damladığını fark ettiniz. Çeşmeyi kapatmak için musluğu hangi yöne doğru çevirirsiniz? Cevabınızın nedenini açıklayınız.

.....
.....
.....
.....

Soru 8:



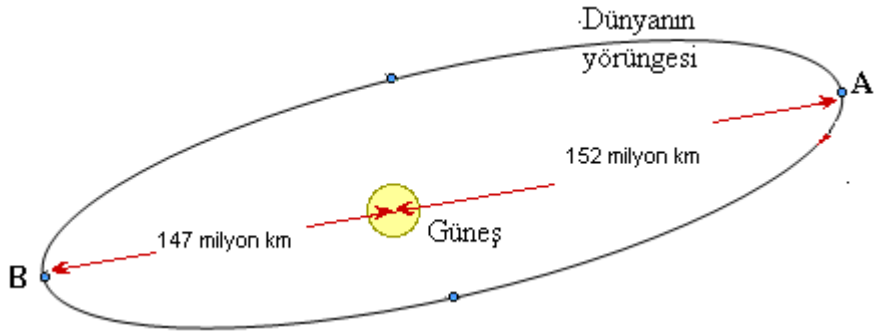
Bir buz patencisi gösteri sırasında bazen Şekil 1'deki gibi kollarını açmakta bazen ise Şekil 2'deki kollarını kapatmaktadır. Buz patencisinin bu hareketi yapma nedenini açıklayınız.

Soru 9:



Resimde de görüldüğü üzere yüksekten atlayan sporcular ya da yüzücüler havada takla atmak istediklerinde, bacaklarını göğüslerine doğru çekerler. Bu davranışlarının nedenini açıklayınız.

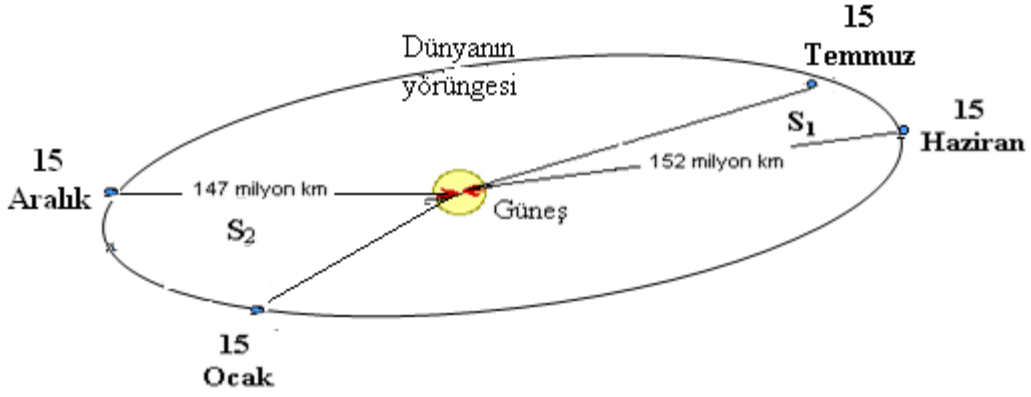
Soru 10:



Şekil 5

Şekil 8’de Dünya’nın Güneş etrafında dolanma yörüngesi gösterilmektedir. Dünya Güneş’in etrafında dolanırken Dünya’nın A ve B noktalarındaki hızının büyüklüğünü karşılaştırınız. Cevabınızın nedenini açıklayınız.

Soru 11:



Dünya'yı Güneş'e birleştiren yarıçap vektörünün, 15 Haziran-15 Temmuz tarihleri arasında taradığı S_1 alanı ile 15 Aralık-15 Ocak tarihleri arasında taradığı S_2 alanının büyüklüklerini birbiri ile karşılaştırınız. Cevabınızın nedenini açıklayınız.

.....

.....

.....

.....

.....

Sorulara içtenlikle cevap verdiğiniz için teşekkür ederim.

Arş. Gör. Ayberk BOSTAN SARIOĞLAN

EK C Çalışma Grubunda Yer Alan Öğrenciler ile Öğretim Öncesi Yapılan Yarı-yapılandırılmış Görüşme Formu

Merhaba. Adım Ayberk BOSTAN SARIOĞLAN ve Fizik Eğitimi Anabilim Dalında doktora öğrencisiyim. Tork ve açısal momentum kavramlarının nasıl daha iyi öğretilebileceğine yönelik bir doktora çalışması yürütüyorum. Bu görüşmenin amacı; sizin tork, açısal momentum ve Kepler yasaları konularında hakkında neler düşündüğünüzü ortaya koyabilmektir. Bu nedenle görüşme esnasında size birkaç soru yönelteceğim. Çalışmadan elde edilen sonuçların, bu konuların daha iyi öğrenilmesi ve öğretilmesine ışık tutacağına inanıyorum.

Yapacağımız görüşmede bütün söyledikleriniz gizli tutulacaktır ve kimseye açıklanmayacaktır. Ayrıca araştırma sonuçlarına sizin isminiz de yansıtılmayacaktır.

İzin verirseniz görüşmeyi ses kayıt cihazı ile kayıt altına almak istiyorum. Görüşmemiz yaklaşık 30 dakika süreceğini tahmin ediyorum ve rahatsızlık duyduğunuz bir nokta olursa görüşmeyi istediğiniz an sonlandırabiliriz. Katılımınız için şimdiden teşekkür ederim. Hazırsanız görüşmemize geçelim.

Konu: Tork

- Kavram testinde yer alan soru 1, soru 2, soru 3, soru 4, soru 5, soru 6 ve soru 7'e verdiğiniz cevaplarınızın nedenini açıklar mısınız?

Konu: Açısal Momentum

- Kavram testinde yer alan soru 8 ve soru 9'a verdiğiniz cevaplarınızın nedenini açıklar mısınız?

Konu: Kepler yasaları

- Kavram testinde yer alan soru 10 ve soru 11'e verdiğiniz cevaplarınızın nedenini açıklar mısınız?

EK Ç Çalışma Grubunda Yer Alan Öğrenciler ile Öğretim Sonrası Yapılan Yarı-yapılandırılmış Görüşme Formu

Merhaba. Tekrar hatırlatmak isterim, adım Ayberk BOSTAN SARIOĞLAN ve Fizik Eğitimi Anabilim Dalında doktora öğrencisiyim. Sizinle yaptığımız öğretim sonrası tork, açısal momentum ve Kepler yasaları konularının öğretim süreci hakkında ve öğretim sonrası bu konulara ilişkin fikirleriniz hakkında konuşmak istiyorum.

Daha önceki görüşmemizde de belirttiğim gibi yapacağımız görüşmede bütün söyledikleriniz gizli tutulacaktır ve kimseye açıklanmayacaktır. Ayrıca araştırma sonuçlarına sizin isminiz de yansıtılmayacaktır.

İzin verirseniz görüşmeyi ses kayıt cihazı ile kayıt altına almak istiyorum. Görüşmemiz yaklaşık 40 dakika süreceğini tahmin ediyorum ve rahatsızlık duyduğunuz bir nokta olursa görüşmeyi istediğiniz an sonlandırabiliriz. Katılımınız için şimdiden teşekkür ederim. Hazırsanız görüşmemize geçelim.

Konu: Tork

- Eğer tork kavramını, bu kavramı hiç bilmeyen bir arkadaşınıza açıklıyor olsaydınız, nasıl anlatırdınız?
- Öğretim öncesi tork kavramı ile ilgili fikirleriniz nelerdi?
- Öğretim sonrası bu kavrama ilişkin fikirlerinizde değişim oldu mu? Eğer olduysa neler değişti?
- Fikirlerinizdeki bu değişimin nedeni nedir? Fikirlerinizdeki bu değişimde öğretimin etkisi nedir?

Konu: Açısal momentum

- Eğer açısal momentum kavramını, bu kavramı hiç bilmeyen bir arkadaşınıza açıklıyor olsaydınız, nasıl anlatırdınız?
- Öğretim öncesi açısal momentum kavramı ile ilgili fikirleriniz nelerdi?
- Öğretim sonrası bu kavrama ilişkin fikirlerinizde değişim oldu mu? Eğer değişim olduysa neler değiştii?
- Fikirlerinizdeki bu değişimin nedeni nedir? Fikirlerinizdeki bu değişimde öğretimin etkisi nedir?

Konu: Açısal momentumun korunumu

- Eğer açısal momentum korunumu kavramını, bu kavramı hiç bilmeyen bir arkadaşınıza açıklıyor olsaydınız, nasıl anlatırdınız?
- Öğretim öncesi açısal momentum korunumu kavramı ile ilgili fikirleriniz nelerdi?
- Öğretim sonrası bu kavrama ilişkin fikirlerinizde değişim oldu mu? Eğer değişim olduysa neler değiştii?
- Fikirlerinizdeki bu değişimin nedeni nedir? Fikirlerinizdeki bu değişimde öğretimin etkisi nedir?

Konu: Kepler yasaları

- Kepler yasalarını nasıl açıklarsınız?
- Gezegenlerin Güneş etrafında dolandıkları yörüngeyi açıklayabilir misiniz?
- Dünya'nın bu yörüngedeki hızını nasıl açıklarsınız?

EK D Ders Günlükleri

EK D.1 Tork Kavramına İlişkin Ders Günlüğü

Ad Soyad:

Tarih:

Tork kavramı ile ilgili işlediğimiz dersin özellikle hangi bölümlerindeki açıklamaların anlaşılması kolay ya da yardımcıydı?

Neden bu bölümlerin anlaşılması kolay oldu?

Dersteki açıklamaların hangi bölümlerinin anlaşılması zordu?

Neden bu bölümlerin anlaşılması zor oldu?

Bu dersi işledikten sonra, tork ve torkun günlük yaşamdaki uygulamaları ile ilgili neler öğrendiniz? Öğrendiklerinizi nasıl açıklarsınız?

Bu dersin işlenişi ve içeriği için yapacağınız diğer yorumlarınız nelerdir?

**EK D.2 Açısal Momentum ve Açısal Momentumun Korunumu
Kavramlarına İlişkin Ders Günlüğü**

Ad Soyad:

Tarih:

Açısal momentum kavramı ile ilgili işlediğimiz dersin özellikle hangi bölümlerindeki açıklamaların anlaşılması kolay ya da yardımcıydı?

Neden bu bölümlerin anlaşılması kolay oldu?

Dersteki açıklamaların hangi bölümlerinin anlaşılması zordu?

Neden bu bölümlerin anlaşılması zor oldu?

Bu dersi işledikten sonra, açısal momentum ve açısal momentumun korunumu ile ilgili neler öğrendiniz? Öğrendiklerinizi nasıl açıklarsınız?

Bu dersin işlenişi ve içeriği için yapacağınız diğer yorumlarınız nelerdir?

EK D.3 Kepler Yasalarına İlişkin Ders Günlüğü

Ad Soyad:

Tarih:

Kepler yasaları kavramı ile ilgili işlediğimiz dersin özellikle hangi bölümlerindeki açıklamaların anlaşılması kolay ya da yardımcıydı?

Neden bu bölümlerin anlaşılması kolay oldu?

Dersteki açıklamaların hangi bölümlerinin anlaşılması zordu?

Neden bu bölümlerin anlaşılması zor oldu?

Bu dersi işledikten sonra, Kepler yasaları ile ilgili neler öğrendiniz? Öğrendiklerinizi nasıl açıklarsınız?

Bu dersin işlenişi ve içeriği için yapacağınız diğer yorumlarınız nelerdir?

EK EVideo Kayıtlarının Transkripsiyonundan Elde Edilen Veriler

EK E.1 Tork Kavramı Birinci Ders Video Kayıtlarının Transkripsiyonu

K.No	Zaman	Konuşmacı	Diyalog
T1	0.00-0.20	A	Evet arkadaşlar, bugün sizinle birlikte beş ders boyunca ders işlemeye başlayacağız.
T2	0.21-0.30	Ö	Kaç ders?
T3	0.31-0.38	A	Beş saat.
T4	0.39-0.44	Ö21	Hocam, bu benimi mi çekiyor şimdi.
T5	0.45-0.50	Ö	Kamera bütün sınıfı alıyor.
T6	0.51-1.09	A	Evet, ben sizi kayda almaya başlıyorum arkadaşlar. Sizden istediğim önünüzde çalışma yaprakları var. Başka herhangi bir şeye ihtiyacınız olmayacak.
T7	1.10-1.16	Ö	Hocam bunlar ne işe yarıyor?
T8	1.17-1.33	A	Biraz sonra onların ne işe yaradığını birlikte deney yaparak göreceğiz. Evet arkadaşlar, şitttt. Beyler, bayanlar derse geçelim. Hadi bakalım.
T9	1.34-1.36	Ö	Şittttt.
T10	1.37-1.54	A	Önce bir önünüzdekileri bırakın. Zamanı gelince onlarla deney yapacağız. Her grubun önünde çalışma yaprağı var arkadaşlar. Sizden istediğim, buraya adınızı soyadınızı yazmanız grup elemanlarının adlarını soyadlarını yazın bakalım.
T11	1.55-1.57	Ö21	Bayanlar önce.
T12	1.58-2.00	Ö18	E.'yi yazma
T13	2.01-2.04	Ö21	Hımm. Ne yazayım.
T14	2.05-2.07	Ö18	H.D.
T15	2.08-2.10	A	Yalnız arkadaşlar.
T16	2.11-2.14	Ö	Hocam bir şey söyleyeceğim. Bir tane arkadaşımız eksik.
T17	2.15-2.17	A	Ecenur eksik değil mi?
T18	2.18-2.20	Ö	Hayır. Büşra hiç gelmedi.
T19	2.21-	A	Bir gruba girsin o gelince. Ondan sonra devam etsin

	2.25		orada.
T20	2.26-2.28	Ö21	Adımı yazayım.
T21	2.29-2.31	Ö18	Adın ne? ☺
T22	2.32-2.33	Ö21	Ö.
T23	2.34-2.38	A	Arkadaşlar grupları 4 kişiden fazla yapmayalım.
T24	2.39-2.50	Ö18	Bu hareket Aslı'nın ilgisini çekiyor. Köpeğini eğitmeye çalışıyormuş Ali amca. Köpeğine hareketler öğretiyordur, köpekte bu hareketleri tekrarlıyordur. Bu hareketler Aslı'nın ilgisini çeker.
T25	2.51-2.53	A	Şimdi arkadaşlar, evet.
T26	2.53-2.54	Ö18	Bunun üzerine.
T27	2.55-3.00	A	Bir gürültüyü keselim. Şittt. Bir gürültüyü keselim. Herkes beni dinlesin. Herkes yerleşti.
T28	3.01-3.02	Ö	Yerleşmedik hocam.
T29	3.03-3.10	A	Şimdi bir okuma parçamız var. Sizden bunu kısaca okumanızı istiyorum. Bunla ilgili 2 dakika vaktiniz var. Grup olarak okuyun hadi bakalım.
T30	3.11-3.13	Ö21	Sesli oku. Bende duyayım.
T31	3.14-3.16	Ö18	Baştan mı başlayayım.
T32	3.17-3.18	Ö21	Evet.
T33	3.19-3.22	A	Rahatsız etmeden birbirinizi.
T34	3.23-5.49	Ö18	Aslı bir gün bahçede otururken yan komşusu Ali amca'yı ve yeni aldığı köpeğini oynarken görür. Ali amca köpeğini eğitmeye çalışıyordu. Köpeğe çeşitli hareketler öğretiyordur ve köpek de bu hareketleri tekrarlıyordu. Bu hareketler Aslı'nın ilgisini çeker. Bunun üzerine Aslı komşusunun bahçesine geçer ve komşusu ile köpeğin hareketleri konusunda konuşmaya başlar. Ali amca köpeğinin bahçe kapısını açarak sabah gelen gazeteleri almayı öğrenmesini istediğini söylemiştir. Ancak bunu nasıl yapacağını bilememektedir. Ali amca bahçe kapısını hafif aralık bırakmaktadır ve kapı dışarı doğru açılmaktadır. Aslı komşusuna bu konuda yardımcı olmaya karar verir ve fiziksel bilgisini kullanarak köpeğin kapıyı açmasını sağlamak için neler yapması gerektiğini komşusuna sıralar. Sizce Ali ayy Aslı fizik bilgilerini kullanarak köpeğin bahçe kapısını açabilmesi için neler yapması

			gerektiğini söylemiştir?
T35	5.50-6.00	Ö21	Neler yapması gerektiğini söylemiştir? Aslı ne söylemiş olabilir? Acaba şey mi? Köpeğin kapıyı açabilmesi için itmesi gerekiyor. Bunu kafası ile yapabilir. Biraz aralık varsa. Fizik bilgilerini kullanarak diyor.
T36	6.01-6.14	A	Evet arkadaşlar. Okuduğunuza göre sizce Aslı komşusuna ne söylemiş olabilir? Oraya kısaca fikirlerinizi yazın. Komşusuna köpeğinin kapıyı açmasını öğretmesi için neler anlatmış olabilir fizik bilgilerini kullanarak. Hadi bakalım oradaki boşluğa yazıyorsunuz.
T37	6.15-6.19	Ö21	45 derecelik açı ile açsa.
T38	6.20-6.25	Ö18	Abarttın çok kötü olmadı mı 45 derece?
T39	6.26-6.30	Ö2	Tamam, fizik bilgilerini diyor.
T40	6.31-6.34	A	Yalnız arkadaşlar vaktimiz kısıtlı.
T41	6.35-6.36	Ö18	45
T42	6.37-6.39	Ö21	derecelik açı ile
T43	6.40-6.41	Ö18	derecelik
T44	6.42-6.43	Ö21	açı ile
T45	6.44-6.45	Ö18	açıyla
T46	6.46-6.50	Ö21	kapıyı açık bulursa
T47	6.51-6.53	Ö18	kapıyı açık bulursa
T48	6.54-6.59	Ö21	köpek kapıdan çıkıp gazeteyi alabilir.
T49	7.00-7.12	Ö18	Bence bu çok saçma oldu. 45 derecelik açıyla değil de daha yüksek derece bir açıyla yapmalı. Açık bıraksa zaten köpek çıkar.
T50	7.13-7.17	Ö21	Tamam onu sil o zaman. Ne olacak?
T51	7.18-7.20	Ö18	Şey desek. Hani.
T52	7.21-7.25	Ö21	Bahçe kapısı açık diyor. Nasıl açacak?
T53	7.25-7.29	Ö18	Ya da şöyle desek.
T54	7.30-7.36	Ö21	Bunu engellemek için hiçbir şey yapmıyor. Köpek çıktı.

T55	7.37-7.41	Ö18	Bu kapı böyle ya hani.
T56	7.42-7.48	Ö21	Şimdi tek aç ile dönerse böyle olur ya hani. Olmayacak mı?
T57	7.49-7.50	Ö18	Evet.
T58	7.51-8.04	Ö21	Köpek giremeyecek. Şey olsa. Çift yönlü olsa, hem böyle açılrsa hem böyle köpek kapıyı daha rahat açar. O zaman hem buradan hem de diğer taraftan açılmayacak mı? Kapı hareketli olduğu zaman daha kolay olur.
T59	8.05-8.11	Ö18	Peki tamam. Kapının çift taraflı itilebilmesini sağlasak. Açılmasını sağlayarak köpeğin giriş çıkışını
T60	8.12-8.15	Ö21	Köpeğin giriş çıkışını kolaylaştırırız.
T61	8.16-8.17	Ö18	Yazarsak. Köpeğin
T62	8.18-8.20	A	Bir dakika vaktiniz var arkadaşlar. Toparlayın sonra fikirlerinizi soracağım.
T63	8.21-8.34	Ö18	Birde şey diye düşündüm. Bize önce sınav yapmışlardı ya. Kapının ortasından mı ittirirsek daha kolay açarız, ucundan mı ittirirsek daha kolay açarız diye soru sormuşlardı hani. Ucundan ittirirse Ali amca daha kolay açtırmaz mı?
T64	8.35-8.36	Ö21	Olabilir.
T65	8.37-8.38	Ö18	Aynı zamanda diyelim.
T66	8.39-8.40	Ö21	Hııı. Kapının ucundan
T67	8.41-8.44	Ö18	Kapı kolu mu kolu mu diyeyim yoksa ucundan
T68	8.45-8.48	Ö21	Kapının en uç köşesinden
T69	8.50-8.54	Ö18	Kapının uç köşesinden derken bu taraftan mı?
T70	8.55-8.59	Ö21	Evet diyebiliriz.
T71	9.00-9.04	Ö18	Dersek. Kapıyı uçtan açarsa köpek kapıyı
T72	9.05-9.12	Ö21	açabilir. Kapıyı daha kolay açmak için köpek kuvveti hangi uzaklıktan uygulamalı?
T73	9.13-9.17	Ö18	En uçtan değil mi? Menteşeye en uzaktan değil mi?
T74	9.18-9.21	Ö21	Menteşe var ya. Şurada duvar var. Şu şurada.
T75	9.22-9.26	Ö18	Menteşeye en uzak nokta.

T76	9.27-9.31	Ö21	Menteşe şurası en uzak nokta
T77	9.32-9.35	Ö18	Daha kolay açması için
T78	9.36-9.40	Ö21	En uzak noktasından kapıyı itemez açamaz ki
T79	9.41-9.42	Ö18	Şey yapar.
T80	9.43-9.47	A	Evet arkadaşlar, aranızda tartıştınız bakalım. Arkadaki grup ne diyorsunuz? Aslı ne dedi? Dinleyin arkadaşımızı.
T81	9.48-9.52	Ö	Sahibi ittiriyor, oda hızla zıplıyor elleri ile vuruyor kapı açılıyor.
T82	9.53-9.53	Ö	Haaaa
T83	9.54-9.55	A	Tamam.
T84	9.55-9.57	Ö	Sahibi hızlandırıyor işte.
T85	9.58-10.01	A	Siz ne diyorsunuz arkadaşlar başka fikirleri alalım grupların.
T86	10.02-10.05	Ö	Hocam, köpek bahçeye atılan gazeteyi alır.
T87	10.06-10.10	A	Ama sonuçta kapısı varmış. Kapıyı bozmadan açması gerekiyor.
T88	10.11-10.14	Ö	O zaman aklıma gelen kapıyı iter ve açar. Gazeteyi alır.
T89	10.15-10.20	A	Peki nasıl öğrenecek onu. Ne diyorsunuz? Ayağa kalk.
T90	10.21-10.24	Ö	Köpek yükselir ayaklarını çıkarır ve alır.
T91	10.25-10.30	A	Yalnız arkadaşlar grupların tartışması bitti. Sadece arkadaşlarınızı dinleyin aranızda konuşmadan. Başka fikri olan?
T92	10.31-10.42	Ö	Şey, köpeği kapıya bağlarız. Sonra yemek koyarız önüne. Belli bir süre sonra acıktığı zaman oraya gider. En sonunda Pavlov'un mantığı ile düşünersek de şey olur. Yani köpek aç kaldığı zaman orada yemek olduğunu düşünecek ve yani hep aynı noktaya koyacağız yemeği. Köpek her seferinde acıktığında kapıyı açacak.
T93	10.43-10.45	A	Kapıyı nasıl açacak? Evet.
T94	10.46-10.47	Ö	Kapı aralık ama değil mi?
T95	10.48-11.02	A	Aralık. Kapı aralık arkadaşlar. Arkadaşlar dinleyelim. Şitt tartışma bitti.
T96	11.03-	Ö	Fizikte mesela

	11.03		
T97	11.04-11.05	A	Ayağa kalk. Arkadaşlar dinleyin.
T98	11.06-11.23	Ö	Şimdi insana yada ne bileyim bir canlı varlığa yapacağı hareketi öğretmek için önce kendisi yapması gerekir. Özellikle köpeğin öğrenmesi için kendisinin kapıyı açması gerekiyor öğrenebilmesi için. Mesela gazete geldiğinde gazeteyi getiren kapıyı açsa ya da herhangi bir uyarı verse gazetenin geldiğini anladiysa adam, ilk önce kendisi koşar. Kapıya gider, kapıyı açar, gazeteyi alır. Bunu gören köpekte koşturur ve kapıyı açıp gazeteyi alır. Köpek böylece öğrenir.
T99	11.24-11.31	A	Evet arkadaşlar. Biraz sonra öğreneceğimiz konuda nasıl kapıyı daha kolay açacak köpek bunu göreceğiz. Siz düşüncelerinizi söylediniz.
T100	11.32-11.34	Ö	O zaman kapının ucundan ittirsin.
T101	11.35-11.36	A	Efendim.
T102	11.36-11.39	Ö	Hocam, kapının aşağısından ittirse daha rahat açar.
T103	11.40-11.44	A	Nereden? Aşağısından mı, ucundan mı?
T104	11.45-11.48	Ö	Kapının menteşesinden.
T105	11.48-11.57	A	Kapının menteşesinden. Arkadaşlar size bir soru. Kapı kolları neden kapı kenarlarına konuluyor, menteşeye değil de? Kapı kolu nerede?
T106	11.58-12.02	Ö	Kapının dışında.
T107	12.03-12.07	Ö	Hocam, kapının ucunda.
T108	12.08-12.21	A	Neden? Yalnız parmak kaldırın tek tek konuşursak daha çok, daha rahat anlarımız arkadaşlarımızın söylediklerini.
T109	12.22-12.25	Ö	İç tarafta olursa daha çok kuvvet uygulamamız gerekiyor.
T110	12.26-12.26	A	Hııı
T111	12.27-12.32	Ö	Dış tarafta olduğu için daha kolay kuvvet uygulayabildiğimiz için açabiliriz.
T112	12.33-12.37	Ö	Şey bu. Ceviz kıracağı mantığı.
T113	12.38-12.40	A	Ayağa kalkıp söylersen.
T114	12.41-12.47	Ö	Hani ceviz kıracağı mantığından ne kadar uçtan tutarsak o kadar büyük kuvvet oluyor ya. Ne kadar dipten tutarsak daha fazla kuvvet uygulamamız gerekiyor.

T115	12.48-12.49	Ö	Ya da hocam
T116	12.49-12.50	A	Ya da Mert?
T117	12.51-12.54	Ö	Kalkıp gösterebilir miyim?
T118	12.55-13.12	A	Gösterebilirsin. Gel hadi bakalım. Zaten bende gönüllü birini isteyecektim. Sen gel bakalım.
T119	13.13-13.17	Ö	Ben dolap üzerinde anlatmak istiyorum.
T120	13.18-13.19	A	Tabi.
T121	13.20-13.28	Ö	Hocam, buraya kuvvet uyguluyorum uç noktası ya daha rahat açılıyor. Ama aynı kulpun şurada olduğunu düşünelim daha zor açılır.
T122	13.29-13.41	A	Evet. Şimdi o zaman Mert, doğrudan kapağı açmak istiyorsak aynı büyüklükteki kuvveti nereden uygulamam gerekiyor? Göster bize nereden uygulamam gerekiyor?
T123	13.42-13.46	Ö	Evet, mümkünse şuradan bile olabilir.
T124	13.47-13.52	A	Hımm. Kapı kolundan. Şuradan uygularsam ne olur?
T125	13.53-13.57	Ö	Hocam, ııı daha zor olur açmak.
T126	13.58-13.59	A	Daha zor olur diyorsun.
T127	14.00-14.03	Ö	Daha zor olur.
T128	14.04-14.10	Ö	Şey hocam, bu daha ağır, yerinden kaldırmak için daha büyük kuvvet uygulamalıyız.
T129	14.11-14.13	Ö	Ağırlık merkezi burada mesela.
T130	14.14-14.22	A	Peki arkadaşlar aynı büyüklükte bir kuvveti bu defa aynı büyüklükte bir kuvveti denedik. Uzaklıkları sabit tutarak mesela şuradan uygulayacağız hangi büyüklükte kuvveti uygularsak daha kolay açarız? Bir dene bakalım. Ne diyorsun? Hangi kuvvet daha kolay açar?
T131	14.23-14.23	Ö	Hımm.
T132	14.24-14.28	A	Birde diğer taraftan daha küçük kuvvetle çek. Aynı uzaklıktan hangi kuvvet daha kolay açıyormuş?
T133	14.29-14.29	Ö	Büyük
T134	14.30-14.30	Ö	Büyük
T135	14.31-14.31	Ö	Büyük kuvvet

T136	14.32-14.35	A	Büyük kuvvet daha kolay açar dedi. Başka ne dedi arkadaşınız Mert ilk denememizde?
T137	14.36-14.43	Ö	Mesela aynı kuvveti bu sefer yeri kısaltarak yaptığımızda mesela uçları 100 N'luk bir kuvvet uyguladığımızda açılıyorsa, bu sefer o kulpları alıp ortaya koyduğumuzda 100 N'luk kuvvet uyguluyorsak açamayız.
T138	14.43-14.45	Ö	Açamayız.
T139	14.46-14.48	Ö	Daha fazla oluyor.
T140	14.49-14.58	A	Yani büyük kuvvet daha kolay kapağı açar. Kuvvet daha uzaktan uygulandığında kapak daha kolay açılır. Ortaya uyguladığımız zaman örneğin ne dedik kapağı açmakta zorlanabilir, küçük kuvvet uygularsak zorlanabilir dedik. Birde Mert bir şey daha rica edeceğim senden.
T141	14.59-15.00	Ö	Tabi hocam.
T142	15.00-15.01	A	Gel bakalım.
T143	15.01-15.10	Ö	Geldim.
T144	15.10-15.23	A	Kuvveti menteşeye doğru uygula. Hadi bakalım. Kuvveti menteşeye doğru uygula. Menteşeye doğru. Menteşe şurası, döndüğü yer burası kapağın. Hadi kuvveti bu doğrultuda uygula. Şöyle kapağı açmaya çalış. Açabilecek misin bakalım. Evet aynı doğrultuda.
T145	15.23-15.24	Ö	Şöyle.
T146	15.24-15.25	Ö	Açamaz.
T147	15.25-15.26	Ö	Yok hocam, açılmıyor.
T148	15.27-15.28	A	Açılmıyor mu?
T149	15.28-15.29	Ö	Açılmıyor.
T150	15.30-15.33	A	Kendine doğru uygula.
T151	15.34-15.36	Ö	Kendime doğru uygularsam
T152	15.38-15.40	A	Şöyle kendine doğru uygula kuvveti.
T153	15.41-15.44	Ö	Açılıyor hocam.
T154	15.45-15.47	Ö	Açılıyor.

T155	15.48-15.50	A	Menteşeye doğru uyguladığında
T156	15.51-15.52	Ö	Açılmıyordu.
T157	15.53-15.55	A	Büşra gelir misin? Birde seninle deneyelim bunları.
T158	15.55-15.56	Ö	O açar hocam.
T159	15.57-15.59	Ö	Açar açar.
T160	16.00-16.03	A	Kuvveti menteşeye doğru uygula bakalım Büşra. Menteşeye doğru uygula.
T161	16.03-16.04	Ö	Aaaaa.
T162	16.04-16.06	A	Açılmıyor mu?
T163	16.07-16.09	Ö	Açarsın ya Büşra.
T164	16.10-16.11	A	Peki kuvveti kendine doğru uygula.
T165	16.12-16.14	Ö	Açıyor yani.
T166	16.15-16.21	A	Peki arkadaşlar önünüzdeki çalışma kağıtlarında yer alan bu 3 durumu denedik. O durumlar ile ilgili kısaca fikirlerinizi yazmanızı istiyorum. Kapıyı biz burada dolap kapağında denedik daha kolay açmak için eşit büyüklükte bir kuvveti hangi mesafeden uygulamanız gerekiyor? Ne diyorsunuz?
T167	16.21-16.22	Ö18	Kapıyı daha kolay açmak için
T168	16.23-16.28	Ö21	Kuvveti menteşeye doğru diyor bak. Kapı koluna doğru, kapı koluna doğru kuvvet uygulandığı zaman kapı açılır. Diğerinde açılmaz.
T169	16.29-16.30	Ö18	Kapı koluna doğru
T170	16.31-16.33	Ö21	Kapı koluna doğru uygulanan kuvvetin
T171	16.34-16.35	Ö18	Kapı koluna uygulanan kuvvetin
T172	16.35-16.43	A	3 tane durum denedik arkadaşlar. Kağıtlarımızda da var. Büyük kuvvetle dolap kapağını daha rahat açar daha yoksa küçük kuvvet ile mi daha rahat açar? Neden? Kuvveti yakın mesafeden uygulamak mı, uzak mesafeden uygulamak mı kapağı daha kolay açar?
T173	16.44-16.46	Ö18	Kuvvet ne kadar acaba?
T174	16.47-16.50	Ö21	Menteşeye doğru uyguladığımız kuvvet mi daha çok, menteşenin bize doğru uyguladığı kuvvet mi?

T175	16.51-16.52	Ö18	Onu da mı açıklayacağız?
T176	16.53-16.59	Ö21	Hayır, hayır. Hangisi kapıyı daha kolay açar sadece.
T177	16.59-17.00	Ö18	Bunları yazdık buraya.
T178	17.01-17.08	Ö21	Tamam, menteşeden uzaklaştıkça uyguladığımız kuvvetin etkisi de artıyor.
T179	17.09-17.20	A	Evet arkadaşlar sessizce kendi kendinize tartışıyorsunuz. Emin, Ecenur tartışabilirsiniz aranızda yaparken.
T180	17.21-17.22	Ö21	Kapıyı daha kolay açmak için kapı üzerinde belirlediğiniz
T181	17.22-17.23	A	Oraya geçmek yok. O bir sonraki soru. Yapmayın daha.
T182	17.24-17.25	Ö18	Hocam, biz çok sesli konuşmadık, duyacağımızdan emin misiniz?
T183	17.26-17.27	A	Biraz sesli tartışın o zaman şimdi.
T184	17.28-17.40	Ö18	Ben şunu halen şey yapamadım. Soru mu çok saçma? Kapıyı daha kolay açmak için kapı üzerinde belirlediğiniz bir noktadan uygulamanız gereken kuvvetlerin büyüklüklerini grup. Şey mi bu? Menteşeye olan mesafe sabit dedi ama hani noktayı vermedi.
T185	17.41-17.41	Ö21	Hocam.
T186	17.42-17.42	A	Efendim.
T187	17.43-17.46	Ö	Uygulanan kuvvet sabit sadece yukarı ve aşağı doğru.
T188	17.47-17.52	A	Evet. Evet. Ama şurası ile şurası farklı. Şuradan ve şuradan uygulanan farklı olur.
T189	17.53-17.58	Ö18	Eğer aşağıdan yukarı doğru mu, yoksa yana doğru mu?
T190	17.59-18.02	Ö21	Aşağıdan yukarı doğru.
T191	18.03-18.07	Ö18	O zaman kuvvetler eşit olacak. Ama yana olursa kuvvetleri birbirileri karşılaştırmamız gerekecek.
T192	18.08-18.16	Ö21	Yana olunca, yana doğru gittikçe kuvvet küçülüyor. Uygulamamız gereken kuvvet küçülür.
T193	18.17-18.22	Ö18	Seçtiğimiz bu noktayı boyuna değiştirirsek kuvvetler eşit olur ancak yana
T194	18.23-18.26	Ö21	Enine uygulayacağız, boyuna değil.
T195	18.27-18.27	Ö18	Hııı.
T196	18.28-18.33	Ö21	Boyuna değişirse zaten boyuna değişirse kuvvetin büyüklüğü değişmez.

T197	18.34-18.40	Ö18	Düzeltebiliriz. Seçilen noktayı değiştirirsek kuvvetler eşit olur. Enineyi de yazalım mı?
T198	18.41-18.41	Ö21	Hııı.
T199	18.42-18.43	Ö18	Enineyi de yazalım mı?
T200	18.44-18.55	Ö21	Enine yazmamıza gerek yok. Boyuna yazmamız yeterli. Enineyi sormamış. Daha az kuvvet uygularız. Daha az yoruluruz. Şimdi bak. Kapıyı açarken şunu şu noktadan çevirdiğimizde şuradan belli bir kuvvet uygularız. Begüm hocaya söyledi ya neydi o?
T201	18.56-18.57	Ö18	Ceviz kıracağı
T202	18.58-19.09	Ö21	Ceviz kıracağı gibi yukarıdan sıkınca daha çok kuvvet uygulamamız lazım, aşağıdan sıkınca daha az kuvvet uygularız. Onunla alakalı bir şey bu. Çünkü onunla alakalı bir şey.
T203	19.10-19.13	A	Fikirlerinizi tartıştınız mı? Evet arkadaşlar bitti mi?
T204	19.14-19.14	Ö21	Evet.
T205	19.15-19.16	Ö	Menteşeye olan mesafe sabit diyor ama
T206	19.17-19.19	A	Yani menteşeye aynı uzaklıktan uygulanmış kuvvetler
T207	19.20-19.21	Ö21	Hocam göstereyim.
T208	19.22-19.28	A	Evet arkadaşlar. Arka sayfaya dönersek orada bir parça var. Sen okuyabilir misin?
T209	19.29-19.29	Ö	Ben mi?
T210	19.30-19.32	A	Evet. Arkadaşlarına sesli bir şekilde kısaca oku.
T211	19.32-19.46	Ö	Ali araba motoru üreten bir fabrikada makine mühendisi olarak çalışan abisini ziyaret etmeye gider. Abisi odadan çıktığında, abisinin bilgisayarının ekranında döndürme etkisi, kuvvet ve dönme noktasına olan uzaklıklar ile ilgili veriler olduğunu fark eder. Ali abisine yardımcı olmak için bu verileri kullanarak grafik çizmeye karar verir. Ali'ye grafik çizmesinde yardımcı olalım.
T212	19.47-19.53	A	Evet arkadaşlar. 3 tane değişkenimiz var. Döndürme etkisi D ile gösteriliyor. F kuvveti veriyor. R ise burada
T213	19.54-19.55	Ö	Yarıçap
T214	19.55-21.08	A	Dönme noktasına olan uzaklık. Dönme noktasına olan mesafe arkadaşlar. Üçüncü grafik için verileri vermiş. Birincigrafikte size ne vermiş? Döndürme

			etkisi ile dönme noktasına olan mesafe arasındaki ilişkiyi. Birincigrafik için bunu çizmenizi istiyor. İkincigrafikte arkadaşlar döndürme etkisi ile kuvvet arasında bir ilişki vermiş. Değerleri vermiş size grafiği çizmenizi istiyor o verileri kullanarak. Üçüncügrafikte de kuvvet ve dönme noktasına olan mesafe arasında beş tane veri vermiş. Buradan grafiği çizmenizi istiyor. Bu üç grafiği çizin bakalım arkadaşlar. Beş dakika vaktiniz var.
T215	21.09-21.11	Ö21	Nasıl bir şey yapacağız?
T216	21.11-21.12	A	Burada bu üç nicelik ile grafik çizeceksiniz.
T217	21.13-21.15	Ö21	Yerlerine koysak.
T218	21.16-21.16	Ö18	Hıııı.
T219	21.17-21.18	A	Yalnız gürültü yapmadan. Kendi aranızda sessizce tartışın.
T220	21.19-21.33	Ö21	Bence 10'dan başlayalım. 20-30-40-50, 2-4-6-8 yani yaz onları. Bence öyle olacak. Başka bir çıkış yolu yok. 2-4-6-8 tamam bunlar. 10-20-30-40-50. Şimdi bunları tek tek çarp. Hadi böyle yapalım.
T221	21.34-21.38	Ö18	Dik mi olacak böyle yani? O zaman çiziyorum şimdi. Sıfırdan mı çizeceğim?
T222	21.38-21.40	Ö21	Olur. Bence sıfırı da dahil edeceğiz.
T223	21.41-21.46	A	Şitt sadece kendi aranızda. Arkadaşlar evet. birinci grafiği nasıl yorumluyorsunuz?
T224	21.47-21.48	Ö	Yarıçap ile
T225	21.49-21.50	A	Ayağa kalk, sizi dinleyelim.
T226	21.50-21.54	Ö	Dönme etkisi ile dönme noktasına olan mesafe doğru orantılıdır. Biri artıca diğeri de artar.
T227	21.55-21.58	A	Artar dedin. Evet arkadaşlarınız böyle dedi. Katılmayan var mı?
T228	21.59-22.00	Ö	Yokkk
T229	22.01-22.06	A	İkinci grafik için verilerinizi yazın. Ondan sonra soralım yorumlarınızı. Bir yazın.
T230	22.07-22.23	Ö21	Şimdi bunu çizelim. 40-80-120-160-200, 10-20 diye devam edeceğiz. Bundaki 10 şey miydi? Hıııı. Devam et çizmeye devam et. F kuvveti
T231	22.24-22.25	Ö18	Bu da mı aynı ya.
T232	22.26-	Ö21	Evet ama bunda farklı bir şey var.

	22.29		
T233	22.30-22.32	Ö18	İyi de bunda düşünme gerektirecek bir şey yok ki.
T234	22.33-22.35	Ö21	Bilmiyorum ki. Yardımcı olayım mı?
T235	22.36-22.44	Ö18	Direkt eğilmeye başladı.
T236	22.45-22.53	A	Evet ikinci grafiği de yorumladınız değil mi? İkinci grafik ile ilgili yorumlarınızı yazın onları da soracağım.
T237	22.53-22.55	Ö	Yorumları da mı yazacağız?
T238	22.56-22.58	A	Onu da yazın. İkinci grafiğide bitirdiniz.
T239	22.59-22.59	Ö	Bitirdik.
T240	23.00-23.12	A	Arkadaşlarınızı bekliyorum. Onlar yazıyor. Evet arkadaşlar, ikinci grafik ile ilgili ne diyorsunuz? Hadi bakalım. Fikirlerinizi alalım. Evet ayağa kalk söyle arkadaşlarına.
T241	23.13-23.17	Ö	Döndürme etkisi ve kuvvet yine doğru orantılı olarak gitmiş.
T242	23.18-23.24	A	Arkadaşlarınız böyle diyor. Başka fikri olan?
T243	23.24-23.26	Ö	Döndürme etkisi ile kuvvet doğru orantılıdır.
T244	23.27-23.36	A	Döndürme etkisi ile kuvvetin doğru orantılı olduğunu söylüyorlar. Üçüncü grafiği de yorumlayın. Evet üçüncü grafik ile ilgili fikirlerini yazın kağıda, soracağım şimdi. Bir yazsın herkes.
T245	23.27-23.38	Ö21	Bunu da yapalım. İlk başta r'yi yaz. 4'den başla.
T246	23.39-23.40	Ö18	r mi? F diyor. F 4?
T247	23.40-23.41	Ö21	Haa tamam tamam F. 5-10-20-25. Tekrar şuraya geç
T248	23.42-23.43	Ö18	Ama bu uzaklıklar eşit değil ki.
T249	23.44-23.45	Ö21	Fark etmez. Hadi çiziyoruz.
T250	23.46-23.49	Ö18	Nasıl çizeceğiz ya?
T251	23.49-23.52	Ö21	Tamam fark etmez. 4 yaz.
T252	23.53-23.55	Ö18	25 artık bunu kabullen.
T252	23.56-23.57	Ö21	Bu ne ya.
T253	23.58-	Ö18	Pardon.

	23.58		
T254	23.59-24.04	Ö21	25. Şimdi 4'de r için 4'de 25 olmuş.
T255	24.05-24.10	Ö18	5'de 20 oluyormuş. 5'de 5 yaptım. ☺ 10'da 10. 20'de 5.
T256	24.11-24.14	Ö21	Evet. Bu da buradan böyle geliyor.
T257	24.15-24.16	Ö18	Bunları da mı yazacağız.
T258	24.17-24.17	Ö21	Evet.
T259	24.18-24.21	Ö18	grafiğe ilişkin verilen verileri nasıl yorumlarsınız?
T260	24.22-24.27	Ö21	Şimdi mesela aııı dönme noktasına olan mesafe arttıkça döndürme etkisi de artıyor.
T261	24.28-24.28	Ö18	Yarıçap arttıkça
T262	24.29-24.37	Ö21	Döndürme, ıı dönme noktası diyelim. Dönme noktasına olan mesafe arttıkça döndürme etkisi de artar.
T263	24.38-24.40	Ö18	Döndürme etkisi artar. 2. grafiğe ilişkin verilen verileri yorumlayın diyor.
T264	24.41-24.47	Ö21	Kuvvet orada artmış. Arttıkça, kuvvet arttıkça döndürme etkisi artar. Kuvvet arttıkça döndürme etkisi de artar.
T265	24.48-24.49	Ö18	Hımm. Döndürme etkisi de
T266	24.49-24.50	Ö21	Eee kuvvet arttıkça
T267	24.51-24.52	Ö18	Verilen verileri kullanarak diyor.
T268	24.53-24.57	Ö21	yarıçap azalır. Ee şey dönme noktasına olan uzaklık. Kuvvet arttıkça, kuvvet arttıkça
T269	24.58-24.59	Ö18	kuvvet arttıkça
T270	25.00-25.01	Ö21	Döndürme etkisi artar
T271	25.02-25.03	Ö18	Ama yarıçap diyor.
T272	25.04-25.12	Ö21	Tamam fark etmez. Döndürme etkisi, döndürme noktasına olan uzaklık. Pardon ya. Dönme noktasına olan mesafe arttıkça oda artar.
T273	25.13-25.15	Ö18	Ne diyecektik? Dönme noktasına olan mesafe
T274	25.16-25.19	Ö21	Mesafe azalıyor. Mesafe azalıyor.
T275	25.20-25.22	Ö	Bu konunun adı ne?
T276	25.23-	A	Şimdi söyleyeceğim geliyoruz oraya az kaldı. Evet

	25.29		3. grafik ile ilgili ne diyorsunuz arkadaşlar. Söyle Abdulsamet.
T277	25.30-25.31	Ö	Ters orantılı hocam.
T278	25.32-25.34	A	Ne ile ne ters orantılı? Dinleyin.
T279	25.35-25.37	Ö	Yarıçap azaldıkça uygulanan kuvvet artar.
T280	25.38-25.39	A	Diyebilir miyiz böyle?
T281	25.40-25.40	Ö	Evet.
T282	25.41-24.46	A	Katılmayan var mı? Kuvvet ile yarıçap vektörünün ters orantılı olduğunu söyledik değil mi?
T283	25.47-25.47	Ö	Evet.
T284	25.48-25.48	Ö	Evet.
T285	25.49-28.36	A	Evet zaten bunu grafiklerde gördünüz arkadaşlar. Ne dedik bu durumda? Döndürme etkisi ile dönme noktasına olan mesafe doğru orantılı. ($D \propto r$) Dinleyin arkadaşlar. Şittt. Sizin yazacağınız bir şey kalmadı, ben anlatacağım. Size soru soracağım. Döndürme etkisi ile kuvvet doğru orantılı dedik. ($D \propto F$) Kuvvet ile dönme noktasına olan mesafe ters orantılı. ($F \propto 1/r$) Bu durumda ne olur arkadaşlar? Yazabilir miyiz? Döndürme etkisi, dönme noktasına olan konum ve kuvvet vektörleri ile doğru orantılıdır. $D \propto r \times F$ yazabiliriz arkadaşlar.
T286	28.37-28.37	Ö21	Evet.
T287	28.38-28.41	A	Şimdi arkadaşlar yarıçap vektörü adını verdiğimiz bu dönme noktasına olan konum bir vektördür değil mi?
T288	28.42-28.42	Ö21	Hııı hıı
T289	28.43-28.45	A	Kuvvet nedir?
T290	28.46-28.47	Ö	Kuvvette bir vektördür.
T291	28.48-28.49	Ö	Kuvvette vektördür.
T292	28.50-28.51	Ö21	Oda bir vektör.
T293	28.52-28.56	A	Kuvvette bir vektördür. Burada 2 vektörün çarpımından bahsediyoruz o zaman.
T294	28.57-28.57	Ö21	Evet.

T295	28.58-29.06	A	Burada iki vektörün çarpılması sonucu üçüncü bir vektörden bahsedeceğiz. Şimdi vektörlerin çarpımını biliyor musunuz, hatırlıyor musunuz?
T296	29.07-29.08	Ö	Skaler çarpım
T297	29.09-29.10	Ö21	Skaler çarpımlar
T298	29.11-29.13	A	Vektörler nasıl çarpılıyordu?
T299	29.13-29.14	Ö	Skaler çarpım
T300	29.15-29.26	A	Skaler ve vektörel olarak 2 şekilde çarpılıyor. Biz arkadaşlar vektörel çarpım ile ilgileneceğiz. Vektörel çarpım neydi, nasıldı hatırlıyor musunuz?
T301	29.27-29.28	Ö	Hatırlamıyoruz.
T302	29.28-29.37	A	Vektörel çarpımda, iki vektörün vektörel çarpımı sonucunda üçüncü bir vektör elde ediyorduk. Şöyle düşünelim. \vec{A} ve \vec{B} vektörleri.
T303	29.38-29.40	Ö	Koordinatların çarpımı mı? X ler ile xler.
T304	29.41-29.46	A	\vec{A} , \vec{B} vektörlerinin çarpımı sonucunda 3. bir \vec{C} vektörünü elde ederiz arkadaşlar.
T305	29.47-29.50	Ö	Tamam onların koordinatları, x'ler ile x'leri çarpıp topluyorsun, yler ile yleri.
T306	29.51-29.59	A	Şimdi arkadaşlar vektörlerin çarpımını matematiksel olarak bu şekilde ifade ediyoruz. Vektörel çarpımın büyüklüğünü yani \vec{C} 'nin büyüklüğünü nasıl ifade edeceğiz?
T307	30.00-30.03	Ö	xleri ve yleri kendi arasında
T308	30.04-30.12	A	\vec{C} vektörünün büyüklüğünü arkadaşlar, $C = AB \sin \theta$ diyebiliriz. Peki θ nedir burada?
T309	30.13-30.14	Ö21	İkisinin arasındaki açı
T310	30.14-30.14	Ö18	Evet
T311	30.15-30.28	A	θ açısı \vec{A} vektörü ile \vec{B} vektörü arasında kalan açıdır arkadaşlar. Tamam mı? Şimdi, \vec{C} vektörünün nasıl simgelandiğini ve büyüklüğünün nasıl bulunduğunu öğrendik. Büyüklüğünü nasıl buluyoruz? $AB \sin \theta$ olarak bulabiliyoruz. Peki yönünü nasıl buluyoruz?
T312	20.39-20.29	Ö	Oooo
T313	30.30-30.35	A	Vektörlerin yönü vardır değil mi? Şimdi vektörlerin büyüklüğü, başlangıç noktası ve yönü vardır. Ne diyorsunuz?
T314	30.36-	Ö	Çarpımlarından

	30.37		
T315	30.38-30.39	Ö	Uç uca ekleyerek
T316	30.40-30.41	Ö	Paralel kenar yöntemi ile
T317	30.42-30.43	Ö	Yok ya çarptığımızda yönünü buluruz.
T318	30.44-30.45	Ö	Paralelkenar toplama yöntemi ile filan
T319	30.46-30.47	Ö21	Paralelkenar yöntemi ve üçgen yöntemi
T320	30.48-32.36	A	O zaman arkadaşlar, fizikte biz sağ el kuralı dediğimiz bir kural var. Herkes sağ ellerini kaldırsın. Sağ ellerinizi. Şu şekilde tutun. Şimdi arkadaşlar size ne olduğunu anlatacağım. \vec{A} vektörünü başparmağımız ile gösterelim. \vec{A} vektörümüz, başparmağımız \vec{A} vektörümüz olsun. İşaret parmağımızda \vec{B} vektörü olsun. Şu şekilde tutarsanız \vec{B} vektörümüzde işaret parmağımız. Şimdi bu iki vektörün çarpımı sonucunda yukarı doğru açtığımız orta parmakta neyi gösteriyor? C vektörünün yönünü gösteriyor. Bu şekilde gösteririz.
T321	32.37-32.37	Ö	Haaaa
T322	32.38-32.38	Ö	Haaaaa.....
T323	32.38-32.39	A	Şimdi arkadaşlar.
T324	32.40-32.42	Ö	Hocam yön yukarı doğru mu?
T325	32.43-32.43	A	Yukarı doğru.
T326	32.44-32.46	Ö21	Zorluyorum yapamıyorum ya, olmuyor parmaklarım.
T327	32.47-34.09	A	Yukarı doğru. Evet, biz buna arkadaşlar sağ el kuralı diyoruz. Şittttt. Sağ el kuralının iki tane gösterimi var. İsterseniz şu şekilde, birinci vektörü başparmağım ile, ikinci vektörü dört parmağımız yönü ile üçüncü vektörü yani çarpım vektörünü avuç içinin yönü ile gösterebiliriz. Yani şöyle, \vec{A} vektörü, \vec{B} vektörü ve avuç içi de \vec{C} vektörünün yönünü verir size. Tamam mı arkadaşlar?
T328	34.10-34.11	Ö21	Bu daha iyi. Bu daha iyi. Avuç içi daha iyi.
T329	34.12-34.14	A	İsterseniz parmaklarınız ile, isterseniz avuç içiniz ile bulabilirsiniz.
T330	34.15-34.15	Ö18	Ben anlamadım.

T331	34.16-34.18	Ö21	İşaret parmağı ile başparmağını kapat bakayım.
T332	34.18-34.18	Ö18	Uffffff
T333	34.19-34.56	A	Arkadaşlar neden bunları anlattık. Arkadaşlar biz fizikte döndürme etkisine tork adını veriyoruz. Tamam mı? Döndürme etkisine tork adını veriyoruz arkadaşlar, Tork, dönme noktasına olan konum vektörü ile kuvvet vektörünün vektörel çarpımı olarak ifade ediliyor. Tork vektörü, dönme noktasına olan konum vektörü ile kuvvet vektörünün vektörel çarpımı olarak ifade edilir arkadaşlar. Şimdi tork bir vektör bundan bahsettik. Değil mi?
T334	34.56-34.56	Ö	Evet.
T335	34.57-35.04	A	Yarıçap vektörü ile kuvvet vektörünün çarpımı olduğunu söyledik. Torkun yönünü ve büyüklüğünü nasıl bulacağız? Ne dersiniz?
T336	35.05-35.08	Ö	Vektörlerin çarpımı
T337	35.09-35.14	Ö	Hocam tork film değil miydi?
T338	35.15-35.22	A	Değil. Döndürme etkisine tork diyoruz fizikte. Örneğin, kapıyı açtığımızdaki o döndürme etkisi torktu.
T339	35.22-35.23	Ö	Hocam o filmde böyle çekiç gibi bir şey vardı.
T340	35.23-35.24	A	Ben bilmiyorum.
T341	25.24-35.25	Ö	Tork tork tork
T342	35.25-35.25	Ö	Tork
T343	35.26-35.29	A	Evet, torkun yönünü ve büyüklüğünü nasıl bulursunuz? Tork.
T344	35.30-35.31	Ö	Yönünü şu şekilde elle
T345	35.32-35.35	Ö	Yönünü zaten A ve B vektöre, birisini birisine değiştirirsa o C vektörü tork olur aslında.
T346	35.35-35.35	A	Evet.
T347	35.36-35.40	Ö	O el kuralı ile yönünü bulmuş oluruz. İkisinin vektörel çarpımı $\sin\theta$ ile de büyüklüğünü bulmuş oluruz.
T348	35.41-35.48	A	Evet arkadaşlar. Tork vektörünün yönünü bulmak için isterseniz elinizdeki şu vidayı kullanalım artık. Bu vidayı napacağız hocam diyorsunuz dersin başından beri.
T349	35.49-	Ö21	Ne yapacağız bunu.

	35.50		
T350	35.51-35.52	Ö18	Bence tork bu.
T351	35.52-35.56	A	Sizden istediğim arkadaşlar şu anahtarın 13 yönünü vidanın başına tutturursanız. O açabiliyor, döndürebiliyor çünkü. Vidayı sıkmanızı istiyorum. Vidayı sıkın bakalım.
T352	35.57-36.00	Ö18	Bence o olmayacak. Diğer yönde sık.
T353	36.01-36.03	Ö21	Olmuyor bu.
T354	36.04-36.04	Ö	Hocam bayağı sıkalım mı?
T355	36.05-36.07	A	Yok bayağı sıkmayın Sadece kuvvet vektörünün ve yarıçap vektörünün yönüne bakacağız.
T356	36.08-36.08	Ö	Hocam sıkıyoruz.
T357	36.09-36.10	Ö	Hocam elle daha iyi oluyor.
T358	36.11-36.12	Ö18	Sence buradan tutarsak kuvvet daha mı az?
T359	36.13-36.13	Ö21	Aaa. Devam et. Devam.
T360	36.14-36.17	Ö18	Çek elini, çek elini. Şöyle gidecek alttan mı çıkıyor?
T361	26.18-36.22	Ö21	Saat yönünde çeviriyoruz.
T362	36.23-36.23	A	Evet arkadaşlar.
T363	36.24-36.25	Ö21	Aşağı indi ya.
T364	36.26-36.27	Ö18	Emin'in yaptığı gibi yapalım.
T365	36.28-36.31	A	Evet arkadaşlar. Uyguladığınız kuvvetin yönü ne tarafa doğruydu?
T366	36.32-36.32	Ö	Saat yönünde
T367	36.33-36.33	Ö	Saat yönünde
T368	36.34-36.34	Ö18	Saat yönüne doğru
T369	36.35-36.37	A	Vidayı sıkıyor muyuz, gevşetiyor muyuz? Önce onu sorayım.
T370	36.38-36.38	Ö	Sıkıyoruz.
T371	36.39-36.39	Ö21	Sıkıyoruz
T372	36.40-36.40	Ö	Sıkıyoruz

T373	36.41-36.42	Ö	Vidanın ucu aşağıdan çıkıyor.
T374	36.43-36.46	A	Önünüzdeki kağıtlara yazabilirsiniz arkadaşlar. Vıdayı sıkımak için ne yaptınız? Ne tarafa uyguladınız kuvveti?
T375	36.47-36.47	Ö	Saat yönüne.
T376	36.48-36.48	Ö	Saat yönüne.
T377	36.49-36.49	Ö	Saat yönünün tersine.
T378	36.50-36.50	Ö	Saat yönüne.
T379	36.51-36.53	A	Saat yönüne dediniz. Peki vıda nereye doğru hareket ediyor?
T380	36.54-36.55	Ö21	Saat yönünde oda.
T381	36.56-36.56	A	Vıda?
T382	36.57-36.58	Ö	Saat yönünde şöyle çekiyoruz.
T383	36.59-37.02	A	Anahtarı ne yaptık? Saat yönünde döndürdük. Vıda ne tarafa döndü?
T384	37.03-37.03	Ö	Saat yönüne.
T385	37.04-37.04	Ö18	Tam tersi.
T386	37.05-37.08	Ö	Hayır vıda aynı dönüyor hocam.
T387	37.09-37.09	Ö	Tam tersi.
T388	37.10-37.10	Ö21	Aynı dönüyor.
T389	37.11-37.14	A	Vıdayı sıkıyoruz. Anahtarı ne tarafa döndürürüz?
T390	37.15-37.16	Ö	Aynı yönde, aynı yönde.
T391	37.17-37.18	Ö	Vıda ile aynı yönde.
T392	37.19-37.20	Ö	İkisi de aynı yönde.
T393	37.21-37.22	A	Vıda da aynı yönde mi?
T394	37.23-37.23	Ö	Aynı hocam.
T395	37.24-37.24	Ö	Aynı aynı.
T396	37.25-37.25	Ö	Aynı yönde.

T397	37.26-37.26	Ö	Aynı.
T398	37.27-37.31	Ö	Hocam sıkıştırma hangi yönde? Tamam sıkıştırdık işte. Aynı yönde ikisi de.
T399	37.32-37.34	Ö21	Evet. İkisi de aynı yöne dönmüyor mu?
T400	37.35-37.36	Ö	Aynı yöne. Saat yönüne.
T401	37.37-37.43	A	Evet arkadaşlar. Peki torkun yönü ne sorusu var önünüzdeki kağıtlarda? Tork vektörünün yönü ile cismin dönme yönü aynı mıdır?
T402	37.44-37.44	Ö21	Evet.
T403	37.45-37.45	Ö	Evet.
T404	37.46-37.46	Ö	Evet.
T405	37.47-37.47	Ö	Hayır hayır değildir.
T406	37.48-37.50	A	Cevaplayın neden? Kağıtlara yazın arkadaşlar nedenini?
T407	37.51-37.53	Ö18	Tork vektörünün yönü ile cismin dönme yönü nedir?
T408	37.54-37.57	Ö21	Bir dur, bir dur. Olayı çözmeye çalışıyorum şu anda.
T409	37.58-37.58	Ö18	Sakin tartışalım bir.
T410	37.59-38.00	A	Ne diyorsunuz arkadaşlar?
T411	38.01-38.04	Ö21	Şu anda deniyorum. Burada anahtarı döndürüyorum. Aynı yönde değil mi ya?
T412	38.05-38.06	Ö18	Tork vektörü ne ki burada?
T413	38.07-38.11	Ö21	Tork vektörü de dedi ya hoca uyguladığımız kuvvet oyy oyy kuvvet
T414	38.12-38.12	Ö18	Daha basit.
T415	38.13-38.15	Ö21	Kuvvet uyguladık. Oda kuvvet uyguladığımız yön ile bulunur.
T416	38.16-38.16	A	Nasıl gösteririz?
T417	38.17-38.18	Ö	Sağ el kuralı ile.
T418	38.19-38.21	Ö	Şimdi A vektörü şu şekilde. Anahtar bu oluyor. Vida bu.
T419	38.22-38.23	Ö	Hocam biz vidayı böyle sıktık.
T420	38.24-38.24	Ö21	Bismillahirrahmanirahim.

T421	38.25-38.28	A	Şimdi arkadaşlar. Fikirlerinizi yazdığınız heralde değil mi?
T422	38.29-38.30	Ö21	Aynı yönde tork vektörü ile cismin dönme yönü.
T423	38.31-38.36	A	Arkadaşlar beni dinlerseniz. Şitttt. Sağ elimizin başparmağını ne yapalım? Konum vektörü olarak almıştık. Konum vektörü burada neyi temsil ediyor aslında? Anahtarı değil mi?
T424	38.37-38.37	Ö	Evet.
T425	38.38-38.43	A	Siz vidaya doğru anahtarı tutuyorsunuz. Anahtarınızı tuttuğunuz nokta ile vida arasındaki mesafe konum vektörü. Başparmağınız. Kuvveti anahtarı döndürmek için uyguluyorsunuz. Değil mi arkadaşlar?
T426	38.44-38.44	Ö	Evet.
T427	38.45-38.48	A	Kuvvet vektörünüzde işaret parmağınız oluyor. Buna dik olarak hareket eden orta parmağınız neyi gösterir?
T428	38.49-38.50	Ö18	Vidanın dönme yönünü
T429	38.51-38.58	A	Yani tork vektörünün yönünü. Yani ne yaparsınız? Vidayı yerinden sökerseniz. Vida yukarı doğru hareket eder. Değil mi arkadaşlar bu durumda? Sağ el kuralını açıklayabilir misiniz buradan?
T430	38.59-38.59	Ö18	Neyi?
T431	39.00-39.01	A	Sağ el kuralını. Ya da şu avuç içi kuralı ile açıklayın onu.
T432	39.02-39.05	Ö21	Anladım. Ters yönde gidiyorlar. Bak bak şuan açmaya çalışıyorum. Sana doğru çeviriyorum. O nereye hareket ediyor?
T433	39.06-39.07	Ö18	Dönmüyor. Başparmağımız konum vektörü.
T434	39.08-39.08	Ö21	Kapatıp açalım.
T435	39.09-39.25	A	Arkadaşlar önünüzdeki kağıtlara bakalım. Sağ el kuralını açıklayalım. Ne demiştik? Yarıçap vektörünü başparmağımız il, kuvvet vektörünü de ne ile gösteririz dedik? Dört parmağımız ile gösterirsek, avuç içi neyi gösteriyordu? Tork vektörünün yönünü. Tork vektörünün yönü burada vidanın dönme yönü ile aynı arkadaşlar. Yani vidayı sökebilirsiniz. Vidayı sökmek için anahtarı hangi yöne döndürmemiz lazım?
T436	39.26-39.27	Ö	Sökmek için sağa
T437	39.28-39.28	Ö	Sola

T438	39.29-39.29	Ö	Sağa
T439	39.30-39.30	Ö	Sağa
T440	39.31-39.32	Ö	Saat yönünün tersine
T441	39.33-39.33	Ö	Sola
T442	39.34-39.35	A	Saat yönünün tersine. Neden?
T443	39.36-39.36	Ö	Saat yönünün tersine
T444	39.37-39.38	Ö	Yani ters yönde
T445	39.39-39.42	Ö	Hocam, şöyle vida dönecek değil mi?
T446	39.43-39.45	Ö	Vidayı sıkarken de sökerken de aynı şey değil mi?
T447	39.46-39.48	A	Peki vidayı sıkamak için ne yapıyorsunuz?
T448	39.49-39.50	Ö	Saat yönünün tersine
T449	39.51-39.52	Ö18	saat yönünün tersine
T450	39.53-39.58	Ö	Vidayı sıkamak için saat yönünde, çıkartmak için de saat yönünün tersin yönüne çeviririz.
T451	39.59-40.12	A	Bana sağ el kuralı ile açıklar mısın vidayı sökmek için ne yaptığımı?
T452	40.13-40.49	Ö	Hocam ben şöyle bir şey yaptım. Çıkarmak için böyle, sıkamak için tam tersi şöyle yaparız. Avuç içi vidanın hareket yönünü göstermekte.
T453	40.50-41.10	A	Süper. O zaman ne tarafa doğru döndürmüş oluruz anahtarı?
T454	41.11-41.19	Ö18	Bu tarafa döndürüyoruz. Saat yönünün tersine doğru.
T455	41.20-41.24	A	Evet doğru cevap.

EK E.2 Tork Kavramı İkinci Ders Video Kayıtlarının Transkripsiyonu

T456	0.00-0.03	A	Evet. Arkadaşlar.
T457	0.04-0.06	Ö21	Vektör diyor.
T458	0.07-0.09	Ö18	Tork vektörü döndürme etkisi değil mi? Zaten uyguladığımız kuvvet diyor.
T459	0.10-0.18	A	Geçen hafta evet arkadaşlar tork kavramından bahsettik değil mi? Bir ders gelmedi bazı arkadaşlarınız. Diğer gelen arkadaşlarını ile yaptıklarımızı tekrarladık. Şimdi gelmeyen arkadaşlarını için bir daha tekrar edelim dinlerseniz. En son ne yapmıştık?
T460	0.19-0.19	Ö	Tork
T461	0.20-0.20	Ö	Tork
T462	0.21-0.24	A	Parmak kaldırarak. Kim parmak kaldırıyor? Abdulsamet.
T463	0.25-0.25	Ö	Hııı.
T464	0.26-0.27	A	Parmak kaldırdın.
T465	0.28-0.32	Ö	Hocam ben şeyi yapmıştım. İıııı el kuralını yapmıştım, sağ el kuralını.
T466	0.33-0.35	A	Peki sağ el kuralı nasıl bir şeydi?
T467	0.35-0.36	Ö	Şöyle. Döndürüyorduk.
T468	0.37-0.52	A	Birinci vektörü başparmağın ile gösteriyordun. İkinci vektörü işaret parmağı, onların çarpımı olan Üçüncü vektörde ona dik onlara dik olan orta parmak ile gösterilen vektördü değil mi? Şimdi arkadaşlar. Vektörlerin yönünü bu şekilde buluyorduk. Büyüklüğünü nasıl buluyorduk?
T469	0.53-0.53	Ö	Büyüklüğünü
T470	0.54-1.09	A	\vec{A} vektörü \vec{B} vektörü çarpı $\sin \theta$ büyüklüğünü veriyordu bize. Şimdi torkunda bir vektör olduğundan bahsettik değil mi?
T471	1.10-1.12	Ö	Evet hocam.
T472	1.13-1.17	A	Ne demiştik tork vektörü için? Ne demiştik?
T473	1.18-1.21	Ö18	döndürme etkisi

T474	1.22-1.23	A	Yarıçap vektörü ile
T475	1.24-1.25	Ö	F vektörünün çarpımı
T476	1.26-1.26	Ö	F vektörü
T477	1.27-3.26	A	Kuvvet vektörünün vektörel çarpımı sonucunda bulunur dedik. Peki tork vektörünün büyüklüğünü nasıl yazarı bu durumda? Ayrıca torkun sembolü τ bu arkadaşlar. T'ye benziyor ama tam T gibi değil gördüğünüz üzere. Tam C'de değil arkadaşlar ama benziyor. Şimdi burada
T478	3.27-3.28	Ö	Aaa T gibi
T479	3.29-3.30	Ö	Değişik bir şekil
T480	3.31-3.37	A	Evet sembolü bu arkadaşlar. Trok vektörünün büyüklüğü nedir? Büyüklüğü nedir?
T481	3.38-3.38	Ö	Vektör
T482	3.39-3.53	A	r vektörü F vektörü ve $\sin\theta$ demiştik. Evet θ açısı neydi burada?
T483	3.54-3.56	Ö	Hocam dik burada.
T484	3.57-3.58	A	Evet Özay.
T485	3.59-4.00	Ö	90 derece değil miydi?
T486	4.01-4.04	A	Hangisi arasındaydı? Hangi vektörler
T487	4.05-4.05	Ö21	Yarıçap
T488	4.06-4.08	Ö	Hocam, yarıçap ile kuvvet arasında
T489	4.09-4.42	A	Kalan açı. Yani yarıçap vektörü ile kuvvet vektörü arasında kalan açı θ açısıydı. Bunu da arkadaşlar ne yaptık? Dolap kapaklarında deneyerek bulduk değil mi? Ne yapmıştık dolap kapaklarında? Kendimize doğru çektiğimizde, kendimizde doğru çekiyoruz. Kaç derece olur θ ?
T490	4.43-4.43	Ö18	90
T491	4.44-4.44	A	Hanım söyler misin?
T492	4.45-4.47	Ö18	Kendimizde doğru dik çektiğimiz için 90 derece olur.
T493	4.48-4.51	A	Hıı hıı. O zaman $\sin 90$ kaçtır?
T494	4.52-	Ö	Bir

	4.52		
T495	4.53-4.53	Ö	Bir
T496	4.54-4.59	A	Biz en kolay kendimize doğru çektiğimizde uygularız. Peki kuvveti menteşeye doğru uyguladığımızda
T497	5.00-5.01	Ö	180 derece
T498	5.02-5.03	Ö	180 derece
T499	5.04-5.06	A	180 derece olur? Sin 180 kaçtı?
T500	5.07-5.07	Ö18	tork
T501	5.08-5.09	Ö	Sıfır.
T502	5.09-8.27	A	Sıfıra eşitti. O yüzden de ne demiştik. Açamıyoruz kapağı açamıyoruz. Yani döndüremiyoruz kapağı. Buradaki açı gördüğünüz gibi önemli. Yaptığımız denemelerde θ açısının büyüklüğünün kapağı açıp kapatmayı kolaylaştırdığını ya da zorlaştırdığını gördük arkadaşlar. Değil mi? Biz arkadaşlarınız ile küçük bir örnek yaptık. Dedik ki, örneğin anahtar için F kuvveti 2 N olsun. Ve siz 30 cm uzaktan anahtarı tutuyorsunuz. Bu durumda tork ne olur? Anahtarı çevirmem için bu arada kuvvet ile yarıçap vektörü arasındaki açının 90 olduğunu yani birbirine diktir. Θ açımızda 90 derecedir. Bu durumda tork nedir? Nasıl hesaplarız?
T503	8.28-8.29	Ö	Metre cinsinden.
T504	8.30-8.31	Ö	Yarıçap ile kuvvet önemli.
T505	8.32-8.33	Ö	Vektörleri çarpacağız.
T506	8.34-8.37	A	Evet. Burada ne yapacağız arkadaşlar? Yarıçapı metreye çevireceğiz. Tork ne olur?
T507	8.38-8.38	Ö	0.6
T508	8.39-8.59	A	0.6 Nm. Birimi metre cinsinden olduğu için uzunluklarımızı metreye çevirmek zorundayız. En son olarak geçen dersin başında bir hikaye okumuştuk. Aslı komşusuna köpeğinin kapıyı nasıl açacağını anlatıyordu. Burada arkadaşlar sizce Aslı komşusuna ne anlatmış olabilir?
T509	8.59-9.00	Ö	Neredeyiz?
T510	9.01-9.02	Ö	Nerede bunlar?
T511	9.03-	Ö	Bir hikayemiz vardı ya?

	9.04		
T512	9.05-9.12	A	Köpek kapıyı açıyor. Evet. Fizik bilgilerini kullanarak Aslı sizce ne söylemiştir komşusuna? Evet Begüm.
T513	9.13-9.25	Ö	Tork vektörüne bakacak olursa, kapının menteşesine en uzak noktasına köpek yöneltirse daha kolay açacağını öğrenmiştik.
T514	9.26-9.26	A	Hıım.
T515	9.27-9.28	Ö	Buradan bu sonucu çıkarabiliriz.
T516	9.29-9.35	A	Evet. Menteşeye ne kadar uzak kuvvet uygularsa o kadar kolay açar. Başka ne demiş olabilir Aslı? Evet Ozan.
T517	9.36-9.43	Ö21	Hocam, ben yarıçapı ile uyguladığı kuvvet dik ise kapı daha kolay açılır. Yani 90 derecelik açı.
T518	9.44-9.52	A	Evet dik bir açı uygulaması yani patilerini dik bir şekilde kapıya vurması gerektiğini söylemiş olabilir. Bir şey daha söylemiştir. O nedir?
T519	9.53-9.54	Ö	Kuvvet ne kadar
T520	9.55-9.56	A	Söyle Emin.
T521	9.57-10.00	Ö	Kuvvetin büyüklüğü fazla olursa kolay açar.
T522	10.01-10.19	A	Yani bu 3 bilgiyi vermiş olması gerekiyor şuan biliyoruz bunları söylediğini. Arkadaşlar, önünüzde 3 tane problem var. Önce 1. problemi Kardelen bize okur musun? Sonra arkadaşlarınız ile siz tartışacaksınız. Çalışma kağıtlarınıza bakın.
T523	10.20-10.20	Ö	Bakıyoruz.
T524	10.21-10.22	A	Evet, problem 1.
T525	10.23-11.12	Ö	Babanız evdeki masanın yüzeyine tutturulmuş olan küflenmiş vidayı değiştirmek istemektedir. Ancak vida o kadar sıkışmıştır ki eğer yanlışlıkla vidayı sıkıştırırsa vida bir daha yerinden hiç çıkmayacaktır. Bu nedenle vidayı bulunduğu yerden çıkarmak için babanızın tek bir şansı vardır ve fizik bilginizden dolayı sizden yardım ister. Babanız size vidayı yerinden çıkarmak için ne yapması gerektiğini sorar. Babanız vidayı yerinden daha kolay çıkarmak için aşağıda verilen niceliklerin hangisini neden

			seçmelidir?
T526	11.12-11.29	A	Evet arkadaşlar, kendi aranızda tartışın bakalım. Orada farklı nicelikler var. 2 dakikada vaktiniz var. Şekilde görüyorsunuz vidanın şeklini. Çıkartmak için vidayı ne tarafa doğru çevirmeniz gerekiyor? Aranızda tartışın arkadaşlar.
T527	11.30-11.39	Ö18	Sağ el kuralına göre, orta parmak vidanın hareket yönünü verir.
T528	11.39-11.40	Ö21	Haklısın.
T529	11.41-11.42	A	Sessizce tartışın bakalım. Nedenlerinizi de yazın.
T530	11.43-11.45	Ö18	Şimdi buraya ters yönde çevirir diyelim.
T531	11.46-11.48	Ö21	Niye ters yönde çevirir dedik?
T532	11.49-11.54	Ö18	Sağ el kuralına göre anahtar yarıçap vektörü,
T533	11.55-12.02	Ö21	Anahtarı ucundan tuttuk, döndürdük. Çıkarmak için mi? Soruda ne diyor?
T534	12.03-12.03	Ö18	Şey diyor.
T535	12.04-12.05	Ö21	Çıkarmak için.
T536	12.05-12.06	Ö18	Çıkarmak için diyor burada çıkarmak.
T537	12.07-12.10	Ö21	Çıkarmak içinse saat yönünün ters yönüne eğer takmak içinse saat yönünde diyor.
T538	12.11-12.12	Ö	Hocam nedenlerini yazacak mıyız?
T539	12.13-12.13	A	Efendim.
T540	12.14-12.15	Ö	Nedenlerini yazacak mıyız?
T541	12.16-12.17	A	Evet. Neden onu seçtiniz?
T542	12.18-12.19	Ö21	Saat yönünde
T543	12.20-12.22	Ö18	Saat yönünde mi döndürmemiz lazım?
T544	12.23-12.25	Ö21	Aynısı saat yönünde
T545	12.26-12.34	A	Üç tane verimiz var. Anahtarı çevirme yönü, anahtarın vidaya uzaklığı ve uygulanan kuvvet. A şıkkı için cevaplayalı arkadaşlar sonra birlikte bakacağız.
T546	12.35-12.35	Ö21	hımmmm
T547	12.36-	Ö18	Anahtara olan uzaklıkta en uzak nokta

	12.39		
T548	12.40-12.46	Ö21	En az kuvveti uygulamak istiyorsak en uzak noktayı seçeceğiz. Neden diyor?
T549	12.47-12.48	Ö18	Hımm 50 cm.
T550	12.49-12.54	Ö21	Bir 50 cm var mıdır? Evet, nedeni de
T551	12.55-13.03	Ö18	Tork vektörünün büyüklüğü yarıçap arttığında döndürme etkisine yarıçap arttırır.
T552	13.04-13.07	Ö21	Evet haklısın yaz.
T553	13.08-13.15	Ö18	O zaman tork vektörü mü diyelim, döndürme etkisi mi?
T554	13.16-13.18	Ö21	Neden, çünkü
T555	13.19-13.24	Ö18	Yarıçap 111. Formül olarak yazsam ne olur?
T556	13.25-13.27	Ö21	Tam tersi yönde döner.
T557	13.28-13.37	A	Evet arkadaşlar. Süreniz doldu. A şıkkını kim cevaplamak ister? Anahtarı çevirmek için
T558	13.38-13.39	Ö	Ben cevaplayabilirim.
T559	13.40-13.41	A	İsmin neydi?
T560	13.42-13.42	Ö	Emine.
T561	13.43-13.45	A	Emine, anahtarı ne tarafa doğru çeviririz vidayı sökmek için
T562	13.46-13.48	Ö	Saat yönünün tersi
T563	13.49-13.50	A	Neden?
T564	13.51-13.58	Ö	Çünkü tork vektörünün yönünü vidayı çıkarmak için tork vektörünün yukarı yönelmesi gerekiyor.
T565	13.59-13.59	A	Hııı.
T566	14.00-14.08	Ö	Bu nedenle de sağ el kuralına göre saat yönünün tersine çevirmeli.
T567	14.09-14.17	A	Başparmağım aslında kuvvet olduğu için ne oluyor? Kuvvet vektörü ne tarafa doğru gider?
T568	14.18-14.20	Ö	Sola doğru.
T569	14.21-14.23	Ö	Saat yönünün tersi.
T570	14.24-14.29	A	Katılmayan var mı, arkadaşımızın cevabına?
T571	14.30-	Ö21	Evet katılıyoruz.

	14.31		
T572	14.32-14.33	Ö18	Tork artar.
T573	14.34-14.36	Ö21	Amacımız torku arttırmak mı?
T574	14.37-14.40	A	Teşekkür ederiz. Anahtarı bulunduğu yerden sökmek için. İsim?
T575	14.41-14.41	Ö	Ertürk.
T576	14.42-14.43	A	Evet Ertürk. Ne diyorsun?
T577	14.44-14.47	Ö	50 cm'den kuvvet uygulanmalı.
T578	14.48-14.49	A	50 cm uzaklıktan. Onu seçtin neden?
T579	14.50-14.54	Ö	Hocam, kuvvetten kazanç sağlayabilmemiz için yoldan kayıp olmalı.
T580	14.55-14.56	Ö	Evet doğru.
T581	14.57-14.59	A	Yani, ne olmalı? Ne oldu Ertürk?
T582	15.00-15.07	Ö	Kuvvetten kazanç sağlamak için uzak mesafeden uygulandı.
T583	15.08-15.14	A	Sen Çizelgedeki en büyük değeri mi seçtin, en küçük değeri mi?
T584	15.15-15.16	Ö	En büyük değeri.
T585	15.16-15.17	A	Neden en büyük değeri?
T586	15.18-15.19	Ö	İşte kuvvetten kazanç sağlamak için.
T587	15.20-15.21	A	Fatih değil mi? Evet Fatih ne düşünüyorsun?
T588	15.22-15.28	Ö	Hocam, yarıçap vektörü ne kadar büyük olursa, ona en uzak noktadan uyguladığımız küçük kuvvetle daha çok çevirebiliriz yani.
T589	15.29-15.33	Ö	Biraz daha büyük olmalı en büyük 50 var. Daha çok açabilir.
T590	15.34-15.35	A	Yarıçap vektörünü büyültmemiz lazım.
T591	15.36-15.36	Ö	Evet.
T592	15.37-15.37	A	Celalettin ne diyor?
T593	15.38-15.40	Ö	90'a en yakın 50 olduğu için biz 50'yi yazdık.
T594	15.41-15.42	A	Ama o açı değil ki Celalettin.
T595	15.43-	Ö	Aaaa.

	15.43		
T596	15.44-15.45	A	Evet Emin'i dinleyelim. Bakalım ne diyor?
T597	15.46-15.58	Ö	Newtoun'un mantığına göre menteşeye olan mesafe arttıkça yani kuvvetin uygulanma mesafesi arttıkça uygulayacağımız kuvvet daha kolay olur. En yüksek değer 50 idi. Aralarındaki en yüksek değer 50 olduğu için onu seçtik.
T598	15.59-16.32	A	Diıyor arkadaşınız. Katılıyor musunuz? Katılmayan var mı? Evet uygulanan kuvveti ne seçtiniz bakalım onu konuşalım. Üçünde biraz farklı parmaklar görelim. Aynı kişileri kaldırmayalım. Begüm'ü kaldıralım o zaman.
T599	16.33-16.51	Ö	Uygulanan kuvvete en büyük değeri seçtim. 400 N çünkü kuvvet arttıkça daha kolay çıkarır. Hani tork kuvvetin büyüklüğü ile ilintilidir.
T600	16.52-17.28	A	Evet. Kuvvet artarsa tork artar dediği için Çizelgedan en büyük kuvveti seçmiş. Katılmayan var mı arkadaşınızın cevabına? Söylemek istediğiniz bir şey var mı? Arkadaşlar, şimdi 200 N seçersek şu formülde 200 N koyarsak birde 400 N koyarsak tork hangisinde büyük olur?
T601	17.29-17.29	Ö	400'de
T602	17.30-17.36	A	400 N'da. Yani sen 400 N aslında daha kolay çıkarırsın vidayı. O yüzden büyük kuvveti seçtiler. Tamam mı Kardelen?
T603	17.37-17.37	Ö	Tamam hocam.
T604	17.38-18.12	A	2 dakika vaktiniz var b şikkı için. Hadi bakalım arkadaşlar b şikkını cevaplayın. B şikkında bu defa vida alt taraftan çıkıyor. Dikkat edin bakalım.
T605	18.13-18.18	Ö18	Resimde vida var. Vida çıkıyor. Böyle yapmamız gerekiyor.
T606	18.19-18.33	Ö21	Bak şimdi vida şu ya. Şu. Şöyle vidayı söküyorsun. Öyle yaptığına göre tam tersi olmuyor mu? Bak şimdi vidayı hayal et şöyle. Şu vida.
T607	18.34-18.34	Ö18	Hıı
T608	18.35-18.37	Ö21	Şöyle yapınca açıyor. Bir de şöyle düşün.
T609	18.38-18.39	A	Vidayı alttan söküyorsunuz.
T610	18.40-18.41	Ö21	alttan söküyorsunuz derken?
T611	18.42-18.44	A	Masanın altından vidayı söküyorsunuz. Biraz önce üstten söküyorduk.
T612	18.45-18.46	Ö21	Tam tersi o zaman.
T613	18.47-	Ö18	Ters yapmışlar.

	18.48		
T614	18.49-18.51	Ö21	Şöyle iken hocam şöyle olacak.
T615	18.52-18.54	Ö18	Yani tersten çıkacak.
T616	18.55-18.59	Ö21	Şimdi şunu saat yönünde çevirdik şu ne oldu? Saat yönünde çevirdik.
T617	19.00-19.02	Ö18	Saat yönünde derken
T618	19.03-19.03	Ö21	Tersi
T619	19.04-19.07	Ö18	Saat yönünde çevirirken saat yönünün tersine çevireceğiz.
T620	19.08-19.13	Ö21	Bizde öyle yapıyoruz. Bir saattir ters çeviriyoruz. Bak. Şimdi al şunu eline tamam mı.
T621	19.14-19.16	Ö18	Saatın tersi yönüne çevirirken çıkartıyoruz.
T622	19.17-19.19	Ö21	Şu anda saatin tersi yönde ya.
T623	19.20-19.20	Ö18	Tamam.
T624	19.21-19.25	Ö21	Şunu da şöyle açalım. Saat yönünde çevir. Gelmiyor bak. Saat yönünde çeviririz.
T625	19.26-19.28	Ö18	Saat yönünde tersine çeviririz.
T626	19.29-19.30	Ö21	Çıkarmak için diyor.
T627	19.31-19.33	Ö18	Çıkarmak diyor. Saat yönünün tersine.
T628	19.34-19.34	Ö21	Sağ el kuralı ile:
T629	19.35-19.37	Ö18	Tork vektörünün yönü ile cismin dönme yönü aynıdır. Tork vektörü döndürme yönünü gösterirse,
T630	19.38-19.56	Ö21	Ama bak şimdi cismin dönme yönü derken bu yarıçaptan bahsediyor ama döndürme yönünde. Ama birde ona etki eden kuvvetin yönü var. Kuvvetin yönüne göre değişir yazalım bence. Aynı değildir, kuvvetin yönüne göre değişir. Yaz. Aynı değildir. Kuvvetin yönüne göre değişir. Bence aynı değildir yazalım. Kuvvetin yönü aynı ise olabilir. Kuvvetin yönüne göre değişir yazalım biz. Kuvvetin yönüne göre değişir.
T631	19.57-20.15	A	Kuvvet bu, yarıçap bu. Eğer ters olursa bahsettik ya ne oluyordu? Torkun yönü de değişiyordu. Kuvvet değişirse, torkun yönü değişir.
T632	20.16-20.17	Ö21	Yönüne göre
T633	20.18-20.19	Ö18	Aynı değildir.

T634	20.20-20.23	Ö21	Bak gördün mü hoca söyledi. Kuvvetin yönüne göre
T635	20.24-20.26	Ö18	Kuvvetin yönüne göre değişir mi?
T636	20.27-20.27	Ö21	Evet.
T637	20.28-20.36	A	Evet, hadi bitirin bakalım. Diğer problemlere geçmeyin arkadaşlar. Evet arkadaşlar b şıkkı için konuşalım. Vidanın yönü aşağı doğru olsaydı ne olurdu? Hanım'a soralım bu defa.
T638	20.37-20.52	Ö18	Yine aynı saatin tersi yönüne çeviririz diye düşündük biz. Çünkü yine ters çevirdiğimizde, tahtayı hayal ettiğimizde tersten baktığımızda yine aynı yöne döndüreceğiz vidayı çevirmek için.
T639	20.53-20.53	A	Diyor arkadaşınız.
T640	20.54-20.55	Ö	Ben katılmıyorum hocam.
T641	20.56-20.57	A	Fatih ne diyorsun?
T642	20.58-20.58	Ö	Hocam, normalde
T643	20.59-21.03	A	Dinleyin arkadaşlar Fatih'i. Arkadaşlar dinleyin.
T644	21.04-21.13	Ö	Normalde vektörel gösterim bu ya. Ama bu defa orta parmak aşağıda olacağı için bu şekilde olacak. Kuvvette saatin tersi yönünde olacak.
T645	21.14-21.14	Ö	Haaaaaa.....
T646	21.15-21.15	Ö	Hayır.
T647	21.16-21.17	A	Bir dakika arkadaşlar. Ne olacak?
T648	21.18-21.21	Ö18	Saatin tersi yönünde değil, saat yönünde dönecek.
T649	21.22-22.23	Ö	Saat yönünde olacak.
T650	22.24-22.25	Ö	Saatin tersi yönünde.
T651	22.26-22.27	A	Yani Hanım'a katılıyor musun?
T652	22.28-22.30	Ö	Saatin tersi yönünde dedin.
T653	22.31-22.32	Ö	Hayır, saat yönünde.
T654	22.33-22.34	Ö18	Aslında bu dönüyor.
T655	22.35-22.40	A	Arkadaşlar. Begüm saatin tersi yönünde dedi, Fatih ve Hanım saat yönünde dedi. Evet Emin ne

			diyorsun?
T656	22.41-22.44	Ö	Şimdi, ben saat yönünün tersi diyorum.
T657	22.45-22.45	A	Neden?
T658	22.46-23.17	Ö	Çünkü eğer uygulayacağımız kuvvetin yönünün değişmesi için torkun değişmesi için uygulamamız gereken kuvvetin yönü değişmesi lazım. İkisi de vektörel büyüklük. Eğer F kuvveti değişirse, torkun yönü de değişmiş olur. Ama bunu üstte tutsakta, altta tutsakta vidayı çıkarmamız gereken yön saat yönünün tersi yönü.
T659	23.18-23.18	A	Hıııı
T660	23.19-23.25	Ö	O zaman torkun yönü de değişmemiş olur. Yani saat yönünün tersi olur diye düşündüm ve cevap verdim.
T661	23.26-23.27	A	Begüm katılıyor musunuz?
T662	23.28-23.31	Ö	Katılıyorum da. Bir şey söylemek istiyorum.
T663	23.32-23.32	A	Söyle.
T664	23.33-23.34	Ö	Hocam, şöyle
T665	23.35-23.38	A	Arkadaşlar. Şitttt. Bir dakika Begüm. Arkadaşlar lütfen.
T666	23.39-23.42	Ö	Sağ el kuralı dedik ya.
T667	23.43-23.43	A	Hıııı
T668	23.44-23.48	Ö	Arkadaşımız şey diye böyle yaparsak alta doğru. Ama bu vidayı çıkarmak için değil sokmak için olan şey hani.
T669	23.49-23.49	A	Hıııı
T670	23.50-23.51	Ö	Biz sonuç olarak vidayı çıkarmak istiyoruz.
T671	23.52-23.59	A	Evet. Peki aşağıda vida ne tarafa doğru çıkar? Şimdi Begüm diyor ki biz vidayı çıkarmak istiyoruz. Bende diyorum ki vida masanın alt tarafında.
T672	24.00-24.00	Ö	Tamam.
T673	24.01-24.01	A	Evet Samet.
T674	24.02-24.06	Ö	Hocam vidayı sıkmak için böyle, sökmek için de şu şekilde oluyor değil mi?
T675	24.07-24.08	A	Evet, bu sökmek, bu sıkmak için.
T676	24.09-	Ö	Bunu sökmeyi ters çevirdiğimizde sıkmak için

	24.14		oluyor. Sıkmak için saat yönüne çevirdiğimizde orada altta saat yönünde çevirmiş oluyoruz.
T677	24.15-24.16	Ö	Ama çıkartmak istiyorsun.
T678	24.17-24.18	A	Altta çıkartmak istersek,
T679	24.19-24.20	Ö	Saat yönünde ya.
T680	24.21-24.57	A	Burada arkadaşlar 2 gruba ayrıldı. Şimdi ben söyleyeyim o zaman. Kimisi diyor ki saat yönünde, kimisi diyor ki saat yönünün tersine. Vida arkadaşlar altta. Samet'in söylediği aslında doğru arkadaşlar. Vida altta. Vida altta olduğunu göre vidayı sökmek istiyorsunuz. Vidanın hareket yönü ne tarafa doğru olur? Ters düşüneceksiniz.
T681	24.58-24.59	Ö	Aşağı doğru olur.
T682	25.00-25.14	A	Vidayı aşağıya doğru sökmeniz lazım değil mi? Yani tork vektörünüzün yönü neydi? Vidanın hareket yönü ile aynıydı. O zaman tork, aşağıya doğru arkadaşlar. Aşağıdan vidayı sökeceksiniz.
T683	25.15-25.18	Ö	Biz burada saat yönünde dedik.
T684	25.19-25.23	A	O zaman tork aşağıya doğru ise kuvvet ne tarafa doğru olur?
T685	25.24-25.24	Ö	Saat yönünde
T686	25.25-25.25	Ö	Saat yönünde
T687	25.26-25.28	A	Saat yönünde olur arkadaşlar.
T688	25.29-25.30	Ö	Bizde öyle dedik.
T689	25.31-25.38	A	Oldu mu? Silmeyin, silmeyin. Kalsın. Bir şey silmeyin arkadaşlar kaslın ters yazanlar, yanlış da olsa. Samet bir daha arkadaşlarına söyle. Çünkü doğru söyledi.
T690	25.39-25.42	Ö	Eeee, bu vidayı sökme vektörümüz, bu da sıkma vektörümüz oluyor.
T691	25.43-25.43	A	Evet.
T692	25.44-25.53	Ö	Biz sökerken ters çevirdiğimizde vektörü ters çeviriyoruz. Sıkma oluyor. Normal sökme saat yönünün tersi olduğundan sıkma saat yönünün tersi oluyor. İkisi de aynı vektör olduğundan ters yönde sökmek için saat yönünde çevirmiş oluruz.

T693	25.54-26.56	A	Evet, arkadaşınız kavramış sağ el kuralını. Gördüğünüz gibi arkadaşlar vektörü ters çevirdiğimizde aslında birden parmaklarınız yönü de değişiyor. Vektörel çarpımda geçen hafta bahsetmiştik vektörlerin sırası, yeri önemli diye. Hadi bakalım 2. probleme bakın. 1. problemi buraya açıkladınız ya.
T694	26.57-26.59	Ö21	2. probleme geçtik ya. Hadi Hanım aç.
T695	27.00-27.02	A	O zaman a şikkını okur musun Ozan?
T696	27.03-29.04	Ö21	Bir tahterevallinin desteğinin konumu şekildeki gibidir ve tahterevalli destek noktası çevresinde hareket edebilmektedir. Buna göre; 400 N ağırlığındaki iki arkadaş tahterevalliye binerse tahterevallinin B kenarı hangi yöne 1 ya da 2 doğru hareket eder? Nedenini açıklayınız. Fikirlerinizi grup arkadaşlarınız ile tartışınız ve sınıf arkadaşlarınıza açıklayınız.
T697	29.04-29.57	A	2 dakika vaktiniz var arkadaşlar. Tahterevallinin destek noktasına 2 m ve 1 m uzaklıkta 400 N'luk 2 kişi oturuyor. Tahterevalli ne tarafa doğru hareket edecek ve neden?
T698	29.58-30.02	Ö18	2 olan değil mi? Bak şurada 400 N 1 metre oturuyor,
T699	30.04-30.15	Ö21	Ama uzak, menteşeye olan uzaklıkları artarsa o kadar çok şey yapmaz mıyız? Yani dönmez miyiz? Bence cevabı 1 olacak. Neden diyorsun şimdi düşün dönme yönü. Torkta yerine koyalım.
T700	30.16-30.16	Ö18	Nasıl?
T701	30.17-30.28	Ö21	Torkta yerine koyalım 400 N kuvvet. Kuvvet bu tarafa doğru 400 N, 2'de bu tarafa var. bu tarafa çökecek. Ondan sonra oraya çekişi 400 diye düşünürüz.
T702	30.29-30.33	Ö18	400 burası. Döndürme etkisi 400 oldu.
T703	30.34-30.34	Ö21	Burası 800.
T704	30.35-30.39	Ö18	Burası 800. O zaman 1 yönünde hareket eder. Aaaa. 1 yönünde
T705	30.40-30.41	Ö21	hareket eder.
T706	30.41-30.42	Ö18	Evet. Çünkü
T707	30.43-30.44	A	Herkes cevapladı mı? İsmi ne?
T708	30.45-30.45	Ö	Uğurcan.
T709	30.46-	A	Uğurcan. A şikkını cevapla bakalım bize.

	30.47		
T710	30.48-30.50	Ö	Hocam 1 yönünde iner. Neden dersiniz, hımmm.
T711	30.51-30.51	Ö	Aynı aynı.
T712	30.52-30.53	A	Arkadaşınızın kafasını karıştırmayın. Evet Uğurcan.
T713	30.54-30.56	Ö	Tahterevalli 1 doğru iner hocam. Çünkü yarıçap arttıkça tork artar.
T714	30.57-30.57	Ö18	Evet.
T715	30.58-30.58	A	Ne diyorsunuz?
T716	30.59-31.00	Ö	Doğru.
T717	31.01-31.01	Ö	Doğru.
T718	31.02-31.03	Ö	Katılıyoruz.
T719	31.04-31.05	Ö21	Doğru diyoruz hocam.
T720	31.06-31.07	Ö	Gayet mantıklı.
T721	31.08-31.09	A	Katılıyor musun Celalettin?
T722	31.10-31.13	Ö	Şimdi hocam bir taşı kaldırmak için tahtayı ne kadar uzaktan tutarsak daha rahat kaldırırız. O mantıkla düşündüm.
T723	31.14-31.16	A	Burada döndürme etkisine baktık. Ne dedi arkadaşınız. Burada neler eşit?
T724	31.17-31.17	Ö	Kuvvetler.
T725	31.18-31.19	Ö	Kuvvetler eşit.
T726	31.20-31.23	A	Kuvvetler eşit değil mi arkadaşlar. Kuvvetler eşit ise neye baktı arkadaşınız burada.
T727	31.24-31.25	Ö	Uzaklığa
T728	31.26-31.27	Ö21	Yarıçapa
T729	31.28-31.32	A	Uzaklığı büyük olan daha kolay döndürür. Yani ne tarafa doğru döner dediniz?
T730	31.33-31.33	Ö	1
T731	31.34-31.34	Ö	1
T732	31.35-	Ö21	1

	31.35		
T733	31.36-31.27	A	1 yönünde. Aşağıya doğru tahterevalli B noktasına iner.
T734	31.38-31.38	Ö21	Evet.
T735	31.39-31.39	Ö	Evet.
T736	31.40-31.44	A	B şıkkını yapın. B şıkkını aranızda konuşun bakalım.
T737	31.45-31.45	Ö18	Ne diyor burada?
T738	31.46-31.47	Ö21	Ne olacak şimdi anladın mı?
T739	31.48-31.49	Ö18	300 N B ise, 2 metre
T740	31.50-31.50	Ö21	600.
T741	31.51-31.51	Ö18	Nm.
T742	31.52-31.54	Ö21	O zaman yine 1 yönünde.
T743	31.55-31.56	Ö18	B'nin torku daha büyük olduğundan
T744	31.57-31.58	Ö21	1 yönünde.
T745	31.59-32.00	Ö18	1 yönünde
T746	32.01-32.02	Ö21	Hareket eder.
T747	32.03-32.06	A	Evet arkadaşlar, B şıkkını bitti ise cevaplamak isteyenlere bakalım.
T748	32.07-32.08	Ö	Bahadır yapsın hocam.
T749	32.09-32.11	A	Evet bu defa Bahadır yapsın. Farklı biri olsun.
T750	32.12-32.15	Ö	Hocam şimdi şöyle baktığımızda 2m 1 metre var.
T751	32.16-32.16	A	Evet.
T752	32.17-32.32	Ö	A'ya 500 N koymuş, B'ye 300 N. Ben şeyden gittim. Yarıçaptan gittiğimizde B'deki 300 N ile 2'yi çarptık, 600 Nm. A'daki de 1 ile 500 çarptık. 500 Nm. B ağır bastığı için 1 yönünde. A şıkkındaki gibi 1 yönünde hareket eder.
T753	32.33-32.34	A	Yani ne tarafa doğru iner tahterevalli?
T754	32.35-32.35	Ö	1

T755	32.36-32.37	Ö	1 yönünde
T756	32.38-32.38	Ö	1
T757	32.39-32.40	A	Katılmayan var mı?
T758	32.41-32.41	Ö	Hayır.
T759	32.42-32.42	Ö	Hayır.
T760	32.43-32.44	A	1 yönünde iner diyor musunuz?
T761	32.45-32.45	Ö	Evet.
T762	32.46-32.46	Ö	Evet.
T763	32.47-32.48	Ö	Eveeeeet.
T764	32.48-32.54	A	Tamam arkadaşlar. C şıkkına bakalım. 2 dakika vaktiniz var. C şıkkına. Bu defa denge konumuna gelmesini istiyoruz. Ne kadar kuvvetler koymamız gerekiyor?
T765	32.55-32.56	Ö21	C şıkkını da cevaplayalım.
T766	32.57-32.58	Ö18	Bu defa?
T767	32.59-33.00	Ö21	Denge.
T768	33.01-33.05	Ö18	A ve B noktalarına kaç N'luk kişiler oturmalı?
T769	33.06-33.09	Ö21	Basit aslında. 200'e 100.
T770	33.10-33.13	Ö18	Bunu formüllere dökelim o zaman.
T771	33.14-33.15	Ö21	A'yı 200 N
T772	33.16-33.16	Ö18	Çarpı
T773	33.17-33.20	Ö21	200 bence. Çünkü buna 200 koyarsak şuraya 100 koyarsak eşitlenir.
T774	33.21-33.21	Ö18	Evet.
T775	33.22-33.25	Ö21	200 N eşittir 200 Nm olur. Sonra 2.
T776	33.25-33.26	A	Evet herkes cevapladı mı c şıkkını?
T777	33.27-33.27	Ö	Evet.
T778	33.28-	Ö	Evet.

	33.28		
T779	33.29-33.30	A	İsmin neydi?
T780	33.31-33.31	Ö	Büşra.
T781	33.32-33.33	A	Büşracım. Hadi cevabımı söyle?
T782	33.34-33.34	Ö	Şimdi hocam.
T783	33.35-33.37	A	Beyler Büşra'yı dinleyin.
T784	33.38-33.45	Ö	2 m uzakta olan B'ye 100 N'luk kişi oturursa, diğerine yani 1 m mesafe olana 200 m oturturmalı ki çünkü
T785	33.46-33.46	A	200??
T786	33.46-33.47	Ö21	Newton
T787	33.47-33.50	Ö	200 N oturtulmalı çünkü çarptığımızda eşit olsun torkları.
T788	33.51-33.53	Ö21	Torkları eşitledik.
T789	33.54-34.05	A	Evet. Yani arkadaşımız ne diyor? A'ya B'nin yarısı kadar birini oturtursak ikisini böylece dengede tutabiliriz. Değil mi arkadaşlar? B'ye 2 katı ağırlığında birini oturtmamız gerekiyor ki dengede kalsınlar. Katılmayan var mı?
T790	34.06-34.06	Ö	Hayır.
T791	34.07-34.08	Ö	B'ye mi hocam A'ya mı?
T792	34.09-34.12	Ö	B'ye x, A'ya 2x.
T793	34.13-34.16	A	Evet. B'ye x A'ya 2x. Doğru arkadaşlar. Katılmayan var mı?
T794	34.17-34.17	Ö21	Hayır.
T795	34.18-34.24	A	O zaman 3. Probleme bakalım. Kim okumak ister? Özer okusun. Özer okur musun 3. problemi arkadaşlarına?
T796	34.25-34.49	Ö	O noktası etrafında dönebilen çubuğa, büyüklükleri şekildeki gibi verilen \vec{F}_1 ve \vec{F}_2 kuvvetleri etkiyor. Şekildeki her bir birim uzunluğun kuvvet değeri 1 N ve uzunluk değeri 1 m dir. Bu kuvvetlerin O noktasına göre torkları sırayla $\vec{\tau}_1$ ve $\vec{\tau}_2$ olduğuna göre,
T797	34.50-34.50	A	Oku orayı da.
T798	34.51-	Ö	a. Bu çubuk O noktası etrafında döner mi?

	34.57		Nedenini açıklayınız. Fikirlerinizi grup arkadaşlarınız ile tartışınız ve sınıfa açıklayınız.
T799	34.58-35.04	A	Evet. A şıkkını 2 dakikada cevaplayın. Anlamadınız mı? Şöyle bir bakın soruya. 2 dakika vaktiniz var cevap vermeniz için.
T800	35.05-35.05	Ö21	Evet.
T801	35.06-35.07	Ö18	Kuvvet F_1 Newton.
T802	35.08-35.19	Ö21	Bak sana bir şey söyleyeyim mi şunu bileşenlerine ayıracağız. Bunun hiçbir etkisi olmayacak şu. Değil mi? Haksız mıyım?
T803	35.20-35.20	Ö18	Evet.
T804	35.21-35.28	Ö21	Şu 1 yönünde bu tarafa doğru. Çekme tarzı bir şey olacak galiba.
T805	35.29-35.41	Ö18	O noktası etrafında nasıl hareket edecek? Ben onu anlamadım ki. O noktası. Tamamı mı?
T806	35.42-35.57	Ö21	Evet. Çubuğun tamamı. Ama bize göre, senin ve benim düşündüğümüze göre çubuğu bu tarafa doğru çekmesi gerekiyor. Haksız mıyım?
T807	35.58-36.00	Ö18	Bileşenlerine ayırılım bence.
T808	36.01-36.13	Ö21	Bence O noktası etrafında dönmez çünkü tork yok. Yani kuvvet yok. Ama yanlış düşünüyoruz bence. Torklarını alacağız.
T809	36.14-36.14	Ö18	1'e 1 N.
T810	36.15-36.41	Ö21	Bak sana bir şey söyleyeyim mi? Şurada 2m, 2m olsa şurası 4 Nm olmaz mı? Bu kaç olur? 5 Nm olur. Niye çünkü $\sqrt{5}$ gelecek bu. $\sqrt{5}$ birimde. Bu tarafa doğru 4Nm ile çekerken, buda bu tarafa doğru 5 Nm ile çekecek. Bana göre döner çünkü bunun çektiği tork daha fazla.
T811	36.42-36.45	Ö18	Bak bileşenlerine ayırırsak nasıl olacak?
T812	36.46-36.48	Ö21	Bence dik bileşenlerine ayırmayacağız. Öyle yaparsak olay karışır.
T813	36.49-36.51	A	Evet, A şıkkını cevapladınız mı?
T814	36.52-36.53	Ö	Hocam cevaplayayım.
T815	36.54-36.55	Ö	Cevaplayabilirim.
T816	36.56-	A	Parmak kaldırsın kim söz hakkı almak istiyorsa.

	36.59		Emine'ye söz hakkı verelim.
T817	37.00-37.00	Ö	Hocam,
T818	37.01-37.11	A	Bir dakika Eminecim bir dakika. Evet arkadaşlar, cevaplama süreniz doldu. Dinleyin. Şitttt. Evet.
T819	37.12-37.19	Ö	Dönmez. Çünkü üstündeki kuvvetlerin uzaklıkları eşit olduğu için torklar eşit olur diye düşündüm.
T820	37.20-37.21	A	Ne diyorsunuz, katılıyor musunuz?
T821	37.22-37.23	Ö21	Ben katılmıyorum hocam.
T822	37.24-37.25	A	Neden katılmıyorsun? Ozan'ı dinleyelim.
T823	37.26-37.30	Ö21	Dik bileşenlerine ayırarak yapmaya çalışmış arkadaşımız. Bileşenlerine ayırmış onu.
T824	37.31-37.31	Ö	Efendim duyamıyoruz.
T825	37.32-37.33	Ö21	Bileşenlerine ayırmış diyorum.
T826	37.34-37.34	A	Evet.
T827	37.35-37.49	Ö21	Bileşenlerine ayırdığı zaman gider ama ben bileşenlerine ayırmadan tork vektörünü şu 2 birim için 4 N oluyor. Şu da $\sqrt{5}$ birim $\sqrt{5}$ N oluyor. Ona göre aşağıya doğru düşünüyorum.
T828	37.50-37.52	A	Evet, sen döndürür diyorsun aşağıya doğru.
T829	37.53-37.53	Ö	Hocam.
T830	37.54-37.55	A	Evet ne diyorsun Emin?
T831	37.56-37.58	Ö	Hocam şimdi F_2 'yi bileşenlerine ayırdığımızda aşağı
T832	37.59-38.03	A	Daha sesli Emin, ayağa kalk arkadaşlarına anlat. Arkadaşların arkada duysun.
T833	38.04-38.04	Ö	Evet abicim.
T834	38.05-38.32	Ö	F_2 'yi bileşenlerine ayırırsak aşağı doğru 2N 2 metre oluyor. Yana doğru da 1 metre 1N oluyor. O 2metreler birbirlerini götürdüğünde sağa doğru 1 metre kalıyor. Onun döndürmesi için farklı bir yönde uygulaması gerek. Diğer açıdan uygulaması lazım. O yüzden dönmez.
T835	38.33-38.34	A	Dönmez diyorsun. Fatih ne diyor?
T836	38.35-38.53	Ö	Orada dik bileşenler var ya, bir de desteğe kuvvet uygulamamız ya da destekten çekmemiz çubuğu döndürmez ki. Bizim için dik bileşenler önemli. Ne kadar çekersek o kadar döner.

T837	38.54-38.57	Ö	Hocam burada sadece dik kuvvetler mi önemli?
T838	38.58-39.03	A	Yani dik kuvvetler de önemli ama arkadaşlar 45 derece sıfır derece, açımız önemli burada.
T839	39.04-39.05	Ö21	Açı önemli.
T840	39.06-39.08	A	Ne diyorsunuz ben anlatayım sonra size. Arkadaşımızın fikrini alalım.
T841	39.09-39.33	Ö	Ben şöyle düşünüyorum. O noktası ile F_2 kuvveti arasındaki uzaklığı düşündüm. Gene tahterevalli mantığı ile. Bu arada dik üçgen oluştu. F_2 kuvveti ile O noktası arasındaki mesafe $\sqrt{13}$ diğeri $2\sqrt{2}$ oluyor. Kuvvetler ile çarptığımızda F_2 'nin F_1 'den büyük olduğunu görüyoruz. Bu yüzden döner diye düşündüm.
T842	39.34-40.27	A	Döner diye düşündün. Evet arkadaşlar grupların fikri ikiye ayrılır. Döner diyenler var, dönme diyenler var. Şimdi ne diyorsunuz döner mi, dönmez mi bakalım. Çubukta şöyle ben çubuğu çizeyim. 2 birim F_1 kuvveti var. Şu şekilde de F_2 kuvveti var arkadaşlar. Şimdi bu F_2 kuvvetinin torkunu hesaplamak için neye bakarız dedik? $\sin\theta$ Burada $(F_1)\sin\theta$ nedir? 90'dır. Burada 90 değil ama değil mi? Biz bunu o zaman ne yapmamız lazım? Bileşenlerine ayırmamız lazım.
T843	40.28-40.28	Ö	Evet.
T844	40.29-40.33	A	Bu F_{2y} 'dir. Bu tarafa da doğru F_{2x} 'dir. F_{2x} 1 birim, F_{2y} de 2 birimdir gördüğümüz gibi değil mi?
T845	40.34-40.34	Ö	Evet.
T846	40.35-40.38	A	Şimdi arkadaşlar, burada kuvvetin uygulanma derecesi kaç derece?
T847	40.39-40.40	Ö	180 derece
T848	40.41-40.41	A	Kaç derece?
T849	40.42-40.43	Ö	180 hocam. Sıfır oluyor.
T850	40.44-40.45	A	Yani buradaki açımız 180 olduğuna göre kaç olur tork?
T851	40.46-40.46	Ö	Sıfır olur
T852	40.47-40.47	Ö	Sıfır.

T853	40.48-40.48	Ö18	Sıfır olur.
T854	40.49-40.50	A	Sıfır olur arkadaşlar.
T855	40.50-40.51	Ö	Dönmez yani.
T856	40.51-41.02	A	F_{2x} kuvveti ne yapamaz? Çubuğu döndüremez zaten. O zaman sadece burada kalan F_1 ile F_{2y} kuvvetleri çubuğu döndürebilir. Bu kuvvetler kaç birimdi?
T857	41.03-41.03	Ö	2
T858	41.04-41.05	A	2 Newton. Kaç birimdi?
T859	41.06-41.06	Ö	2 N
T860	41.07-41.08	A	Ne olur arkadaşlar?
T861	41.09-41.10	Ö	Götürürler birbirini.
T862	41.11-41.12	Ö	Denge sağlanır.
T863	41.13-41.14	Ö	Birbirini götürürler.
T864	41.15-41.17	A	Birbirini dengelerler. Bu çubuk döner mi?
T865	41.18-41.18	Ö	Hayır.
T866	41.19-41.20	Ö21	Hocam bir şey söyleyebilir miyim?
T867	41.21-41.21	A	Söyleyebilirsin Ozan.
T868	41.22-41.23	Ö21	Şuradan aslında $\sin\theta$ 'yı çekebiliriz.
T869	41.24-41.25	A	Efendim Ozan? Sesli söyle.
T870	41.26-41.28	Ö21	Yaptığı açı var ya. $\sin\theta$ 'yı çekebiliriz diye düşünüyorum ben.
T871	41.29-41.30	A	Evet şurada θ vardı.
T872	41.31-41.33	Ö21	Karşı bölü komşudan ayy karşı bölü hipotenüsten $\sin\theta$ 'yı çekebiliriz.
T873	41.34-41.35	A	Bu çubuk zaten dönme değil mi?
T874	41.36-41.37	Ö	Dönmesi için düşey kuvvet lazım.
T875	41.38-41.40	A	Ancak çubuğu düşeydeki döndürür. Bu iki kuvvette birbirini götürdü.
T876	41.41-	Ö21	Peki.

	41.41		
T877	41.42-41.43	A	Peki ne olmuş a şıkkında?
T878	41.44-41.44	Ö	Dönmez.
T879	41.44-41.44	Ö	Dönmez.
T880	41.45-42.04	A	Çubuk dönmez. Peki b şıkkını yapalım. Çubuğu O noktasında döndürmek için neler yaparsınız? Hadi bakalım ne yaparsınız? Tartışın aranızda. Çubuğu döndürmek istiyorsunuz ne yaparsınız arkadaşlar.
T881	42.05-42.16	Ö21	Birbirinden bağımsız iki tane kuvvet uygularız. Duyuyor musun beni? Birbirinden farklı iki kuvvet uygulam.
T882	42.17-42.19	Ö18	O zaman birisine 1 N'luk
T883	42.20-42.21	Ö21	1 uygulam
T884	42.22-42.23	Ö18	Birisine 2 N'luk yaparsak
T885	42.24-42.26	Ö21	O zaman aşağı ya da yukarı doğru hareket edebilir.
T886	42.27-42.28	Ö18	Eee torku hesaplayacak mıyız?
T887	42.29-42.52	Ö21	Torku hesaplasan bile fazla gelir ki çünkü bire bir olursa bak şuna 2 uyguladık. Birinden 2 birimlik 2N'luk kuvvet uyguladık, diğerinden 1N'luk 1 metrelik bir kuvvet uyguladık. Çarptığımız zaman bunun torku bunun torkundan fazla gelecek ve cismi döndürecek. Tam tersini uygularsak
T888	42.53-42.54	Ö18	Ugularsak F_1 ve F_2 döndürür.
T889	42.55-42.55	Ö	Hocam son 2 dakika.
T890	42.56-42.57	Ö	Hocam tahtada şu kırmızı kalemi kullanmasanız?
T891	42.58-43.02	A	Tamam kullanmayayım. Evet cevapladı mı herkes? B şıkkını kim yapmak ister?
T892	43.03-43.04	Ö	Hocam ben yapabilir miyim?
T893	43.05-43.05	Ö	Ben.
T894	43.06-43.06	A	Kura mı çeksek ne yapsak
T895	43.07-43.08	Ö21	Ben seçeyim hocam ya.
T896	43.09-43.10	Ö	Hocam şöyle düşündük biz.
T897	43.11-	A	Dinleyin bakalım.

	43.11		
T898	43.12-43.23	Ö	Torkda kuvvetin döndürmesi için bir kere 90 derecelik açığa ihtiyacımız var. Bu sağlanmış F_1 ve F_2 kuvvetlerinde. Daha doğrusu F_2 'nin y bileşeninde. F_1 ya da F_{2y} kuvvetini denge durumu ortadan kalkacağı için çubuk dönmeye başlayacaktır.
T899	43.24-43.26	Ö	Düşey doğrultuda tork oluşacaktır o da çubuğu döndürecektir.
T900	43.27-43.31	A	Ne diyorsunuz? F_1 ya da F_{2y} kuvvetlerini arttırsak birinden birini tabi, döndürebiliriz.
T901	43.32-43.33	Ö	Döndürebiliriz.
T902	43.34-43.34	A	Başka Fatih?
T903	43.35-43.39	Ö	Mesela hocam, F_1 2 kat, F_2 'yi 3 kat arttırsak gene döner. Yani tork çubuğu döndürür.
T904	43.40-43.42	A	İkisini de arttırabiliriz ama birini daha büyük oranda arttırsak
T905	43.43-43.44	Ö21	Daha fazla arttırsak
T906	43.45-43.45	A	Döner. Başka?
T907	43.46-43.46	Ö	Ben varım.
T908	43.47-43.47	A	Söyle.
T909	43.48-43.50	Ö	Torkları pardon kuvvetlerden birini sabit tutarken diğerini arttırırız.
T910	43.51-43.55	A	Evet döndürebiliriz. Başka ne diyorsunuz arkadaşlar? Başka fikriniz var mı çubuğu döndürmek için? Hadi Ozan sen söyle.
T911	43.56-44.02	Ö21	hocam, bende arkadaşlara katılıyorum. Birini arttırdığımız zaman diğerini ya sabit tutmalıyız ya da diğerini de azaltabiliriz aslında hocam.
T912	44.03-44.06	A	Hııı hıı. Peki arkadaşlarınızın söylediklerine katılmayan var mı? Herkes katılıyor mu?
T913	44.07-44.07	Ö	Evet.
T914	44.08-44.10	A	Tamam arkadaşlar. O zaman dersimiz sona erdi.

**EK E.3 Açısal Momentum Kavramı Birinci Ders Video Kayıtlarının
Transkripsiyonu**

K.No	Zaman	Konuşmacı	Diyalog
AÇ1	0.00-0.55	A	Bu üniteye daha önce momentum kavramının ne olduğunu öğrendik. Momentum ne demekti sınıftan biri kısaca açıklayabilir mi?
AÇ2	0.56-1.14	Ö	Momentum, cisimlerin kütlesi ve hızının çarpımı şeklinde oluşan vektörel bir büyüklüktür.
AÇ3	1.15-4.03	A	Hareket halindeki cisimlerin kütlesi ve hızının çarpımını momentum olarak ifade etmekteydik. Daha önceki konularda, öteleme hareketi yapan bütün cisimlerin momentumları olduğundan bahsedilmişti. Örneğin, sabit sürat ile hareket eden araba, okula koşan bir öğrenci, bahçede yürüyen bir köpek gibi birçok örnek verdik. Bu örneklerde hareket nasıl bir yörüngede devam ediyor?
AÇ4	4.04-4.06	Ö	Doğrusal yörüngelerde.
AÇ5	4.07-4.56	A	Şimdi birlikte doğrusal değil de dairesel yörüngelerde hareket eden cisimlerin sahip olduğu momentumlar hakkında aranızda tartışın 1-2 dakika vaktiniz var. Dönen cisimlerin sahip olduğu momentum ne olabilir?
AÇ6	4.57-5.12	Ö21	Dönen cisimlerin dönme momentumlarını nasıl açıklarız diyor? Nasıl açıklarız dönen cisimlerin momentumlarını?
AÇ7	5.13-5.17	Ö18	doğrusal hareket ile aynı değil mi?
AÇ8	5.18-5.23	Ö21	Yaptığı hareket aynı. Haklı olabilirsin? OK
AÇ9	5.24-5.24	Ö18	Cevabı yazar.
AÇ10	5.25-5.57	A	Evet ne diyorsunuz?1 dakika daha düşünün madem. Arkadaşlarınız ile tartışın, yazın cevaplarınızı. Dönen cisimlerin sahip olduğu momentum için ne diyebiliriz? Evet hadi bakalım. Dönen cisimlerin momentumları için bir şey söyleyebilir miyiz? Emin ne düşünüyorsun?

AÇ11	5.58-6.44	Ö	Şimdi ben şöyle düşündüm. Sonuç olarak bir cismin dönmesi için belli bir hıza ihtiyacı var. Bunun da zaten kendi kütlesi var. Momentuma kütle çarpı hız dedik. Döndüğünde eğer düzgün dairesel hareket yapıyorsa hızı her yerde aynı olur. Kütlesi de değişmeyeceğine göre kütesine etki eden ağırlığı olur. Momentumu yine korunur.
AÇ12	6.45-7.02	A	Momentumu çizgisel momentum ile aynı mı olur? Ne diyorsunuz arkadaşlar? Ne diyorsun Özalp?
AÇ13	7.03-7.05	Ö	Kütle ile kuvvetin çarpımıdır?
AÇ14	7.06-7.06	A	Neden?
AÇ15	7.07-7.10	Ö	Bir merkezci kuvvet etki eder. Kuvvet etki eder cisme.
AÇ16	7.11-7.13	A	Katılıyor musunuz? Başka fikriniz var mı?
AÇ17	7.14-7.18	Ö	Momentum kütle ile hızın çarpımıdır. Burada hareket yaparken belli bir açıya sahip olması lazım. O zaman hızının da açıya göre değişmesi gerekir.
AÇ18	7.19-7.20	A	Arkadaşımız açısız hızı düşünebiliriz dedi.
AÇ19	7.21-7.24	Ö	Cisim düzgün dairesel hareket mi yapacak yoksa sadece dönecek mi?
AÇ20	7.25-7.26	A	Sadece dönecek.
AÇ21	7.27-7.28	Ö	O zaman hızı değişecek.
AÇ22	7.29-10.56	A	Simülasyonda gördüğümüz merkez (odak) var. A noktası var. A noktası etrafında dairesel yörüngede dolanan cismin hızına bakacağız. r_1 ve r_2 mesafeleri olsun v_1 ve v_2 hızı var. r_1 daha büyük A noktasında cisim uzaklaştığında hızı küçülmüş. Yaklaştığında hızı büyümüş. v_2 hızı v_1 den büyük. Cisim uzaklaştığında yavaşlayacak, yaklaştığında hızlanacaktır.
AÇ23	10.56-10.58	Ö	Bunlara etki eden şey merkezci kuvvet mi?
AÇ24	10.59-11.34	A	Hayır. Merkezci kuvvet ile işimiz yok. Daha sonra anlatacağım. Arkadaşlar anladınız mı? Yaklaştığımız zaman cisim dönerken hızlanır,

			uzaklaştığında yavaşlar. Yani v ve r ters orantılı.
AÇ25	11.35-11.36	Ö	Verdiğiniz dünya sorusu ile mi ilgili?
AÇ26	11.37-11.40	A	Evet aynen öyle. Birazdan bağlayacağız oraya. Önünüzde bir parça var kim okumak ister? Emine okur musun?
AÇ27	11.41-13.57	Ö	Fizik öğretmeni Mehmet'e belli bir eksen etrafında dolanan cisimlerin dolanma yarıçapları değiştiğinde momentumlarının nasıl değiştiği konusunda bir ödev vermiştir. Mehmet laboratuarda bir demir bilyenin dönme yarıçapını değiştirerek bilyenin momentumunun nasıl değiştiğini belirlemek için bir deney tasarlamıştır. Bu deneyde bilyenin kütlesi sabit olduğu için hızını ölçmesi momentumu bulmak için yeterli olmuştur. Bilyenin hızını hesaplamak için ise $v = \frac{2\pi r}{T}$ formülünü kullanmış ve bilyenin dolanma yarıçapını ölçmüş ardından da dolanma periyodunu sayarak hızını hesaplamıştır. Daha sonra bilyenin kütlesini hassas terazi ile ölçmüş ve bilyenin kütlesi ile hızını çarparak momentumunu hesaplamıştır. Bu deney sonucunda aşağıdaki verileri elde etmiştir. Bu verileri kullanarak momentum ve yarıçap arasındaki ilişkiyi gösteren bir grafik çiziniz.
AÇ28	13.58-14.38	A	Evet kütlesi sabit, yarıçapı ve momentum arasındaki ilişkiyi hesaplamış 2 dakika vaktiniz var? Grafiği hemen çizin bakalım. Hadi bakalım tartışın. Momentum ile yarıçap arasındaki ilişki.
AÇ29	14.39-14.58	Ö21	Momentum arttıkça yarıçap azalıyor. Grafiğe yazabilirsin. Değerler verelim. Yarıçap arttıkça momentum azalıyor yaz. 25, 24, 30, 40, 60, 120
AÇ30	14.59-15.00	Ö18	24'de 25.
AÇ31	15.01-15.08	Ö21	30'da 20, 15'de 40,120'de 5
AÇ32	15.09-15.25	A	Evet arkadaki soruya yorumlarınızı yazın. Grafiği çizdikten sonra momentum ve yarıçap vektörü arasındaki ilişkiyi açıklayın. Hemen soralım.
AÇ33	15.26-15.33	Ö21	Momentum arttıkça yarıçap azalır, yarıçap arttıkça momentum azalır.
AÇ34	15.34-15.34	Ö18	Öyle mi?
AÇ35	15.35-	Ö21	Evet. Ya da yarıçap arttıkça momentum azalır.

	15.57		(☺)Momentum arttıkça yarıçap azalır. Böyle yazalım. Hocam diğer soruya geçelim mi? Yoksa kalsın mı?
AÇ36	15.58-16.05	A	Kalsın. Evet arkadaşlar hadi cevabımızı söyleyelim. Ne dedik? Özalp söyle.
AÇ37	16.06-16.09	Ö	Yarıçap azalırsa momentum artar.
AÇ38	16.10-16.10	A	Yani
AÇ39	16.11-16.13	Ö	Yani ters orantılı.
AÇ40	16.14-16.32	A	Yarıçap ile momentumun ters orantılı olduğunu söyledik. Şimdi arkadaşlar momentumu hatırlayalım. Momentum bir vektördü. Kütle ve hızın çarpımına eşitti. Şimdi momentum ve yarıçap vektörünün ters orantılı olduğunu söyledi arkadaşınız. Kütle değişir mi?
AÇ41	16.33-16.33	Ö	Hayır.
AÇ42	16.34-16.38	A	Peki arkadaşlar burada değişen nedir aslında?
AÇ43	16.39-16.40	Ö	Cismin hızı
AÇ44	16.41-16.57	A	Cismin hızıdır değil mi? Hız arttıkça momentum artar, hız azaldıkça momentum azalır. O zaman yarıçap vektörü ne ile ters orantılı?
AÇ45	16.58-17.00	Ö	Hız ile ters orantılı
AÇ46	17.01-17.09	A	Cismin hızı ile ters orantılı. Tamam mı arkadaşlar. Momentum ile ters orantılı. Kütle değişmediğine göre burada ne ile ters orantılı olacak?
AÇ47	17.10-17.11	Ö	Hızı ile.
AÇ48	17.12-17.17	A	Şimdi arkadaşlar grafikte dikkat ettiyseniz ters orantılı olduğunu söyledik momentum ile yarıçap vektörünün. Peki bunların çarpımı nasıl?
AÇ49	17.18-17.19	Ö	Nasıl nasıl?
AÇ50	17.20-17.24	A	Çarpımları çarptığımızda burada 5 tane değer verdik. Hep sabit değer değil mi?
AÇ51	17.25-17.25	Ö	Evet.

AÇ52	17.26-17.37	A	Burada bunların çarpımı... Şimdi size ne olduğunu söyleyeyim. Sabit bir değer ve burada hep sabit kalıyor. Bu yeni bir kavram. Biz buna açısal momentum adını vereceğiz.
AÇ53	17.38-17.39	Ö	Açısal momentum!!!
AÇ54	17.40-18.52	A	Açısal momentum adını ve açısal momentum ismini ilk kez duydunuz. Açısal momentum dönen ve dolanan cisimlerin momentumu olarak da isimlendirebilir arkadaşlar. Dönen ve dolanan cisimlerin momentumuna açısal momentum adını veriyoruz. Açısal momentum nasıl gösterilir? Evet. Sembolü L dir arkadaşlar. Yarıçap vektörü ile momentumun çarpımı ile elde edilir. Peki bunun büyüklüğünü nasıl gösteririz? Açısal momentumun büyüklüğü?
AÇ55	18.53-18.55	Ö	Kgm/s^2 Diğeri de...
AÇ56	18.56-18.58	Ö	$mvr\sin\theta$ olarak
AÇ57	18.59-18.59	Ö	Hııııııı
AÇ58	19.00-19.01	A	Evet açısal momentumun büyüklüğü
AÇ59	19.02-19.03	Ö	Aynı tork gibi hocam
AÇ60	19.04-19.06	A	Aynı tork gibi. Peki teta ne burada?
AÇ61	19.07-19.11	Ö	Yarıçap vektörü ile olan açı değil mi? Hızının yarıçap vektörü ile yaptığı açı dönerken.
AÇ62	19.12-19.16	A	Burada momentum ile yarıçap vektörü arasındaki açıdır, dimi arkadaşlar. Momentum ile yarıçap vektörü arasındaki açıdır. Peki Emin şimdi birimini söyle bize.
AÇ63	19.16-19.17	Ö	ilki metre
AÇ64	19.18-19.18	A	Hııı hııııı
AÇ65	19.19-19.20	Ö	diğeri kgm/s
AÇ66	19.20-	A	Hııı hııııı

	19.21		
AÇ67	19.21-19.22	Ö	Ondan sonra çarpınca kgm^2/s
AÇ68	19.23-19.29	A	Evet. Açılal momentumun birimini de buradan buluruz. Bildiğiniz birimler. Çarparsak bu şekilde elde edebiliriz.
AÇ69	19.30-19.30	Ö21	Hocam
AÇ70	19.31-19.31	A	Efendim.
AÇ71	19.32-19.32	Ö21	Birşey soracağım.
AÇ72	19.33-19.33	A	Sor.
AÇ73	19.34-19.35	Ö21	$\sin\theta$ ne oluyor?
AÇ74	19.35-21.06	A	Şimdi arkadaşlar. L açılal momentum vektörel bir büyüklüktür. Vektörleri biliyoruz. Vektörlerin yönlerini biliyoruz. Ne yapıyorduk? r ve p nin çarpımı olduğunu biliyoruz. r yarıçap vektörü ile momentum vektörünün çarpımı büyüklüğünü bulmak istiyorsak nasıl açıyorduk vektörlerin büyüklüğünü? 1. vektör çarpı 2. vektörü çarpı $\sin\theta$ demiştik. θ yarıçap vektörü ile momentum vektörü arasında kalan açıdır. Tamam mı arkadaşlar. Peki önünüzdeki kağıtta var. Açılal momentum vektörünün yönünü nasıl buluruz? Hadi bakalım.
AÇ75	21.06-21.07	Ö	Açılal momentumun yönünü?
AÇ76	21.08-21.10	A	Bir vektör olduğuna göre büyüklüğünü bulun. Hadi bakalım tartışın arkadaşlarımız ile?
AÇ77	21.11-21.13	Ö21	Şimdi yarıçap olarak düşünürsek? Yarıçap hep sabit olduğu için...
AÇ78	21.14-21.15	Ö18	Pozitif yönde açı olarak alamaz mıyız?
AÇ79	21.16-21.18	Ö21	Bence momentumun yönü ile aynı yönde olabilir.
AÇ80	21.18-21.19	Ö18	Momentumun yönü mü?
AÇ81	21.20-21.39	Ö21	Bana momentumun yönü ile aynı geliyor. Çünkü yarıçap vektörü sabit ama momentumun

			vektörüne göre değişebilir yönü değişebilir yönü. Momentum vektörüne göre değişir. Sen?
AÇ82	21.40-21.42	Ö18	Bence $\sin\theta$ açısı pozitif yönde olduğu göre.
AÇ83	21.42-21.43	Ö21	Açıya göre diyorsun.
AÇ84	21.44-21.44	Ö18	Evet.
AÇ85	21.45-21.47	Ö21	Yanındaki açının ölçüsüne göre buluruz. Nasıl çizeceğiz arasındaki açıyla?
AÇ86	21.48-21.50	A	Evet. Ne diyorsunuz arkadaşlar. Nasıl buluruz.
AÇ87	21.50-21.51	Ö	Hocam şöyle bişey.
AÇ88	21.52-21.53	A	Parmak kaldırın. Evet Celalattin.
AÇ89	21.54-21.55	Ö	Hocam biz grupça bileşenlerine ayırarak buluruz dedik.
AÇ90	21.56-21.56	A	Başka, Hanım.
AÇ91	21.57-22.00	Ö18	Ben $\sin \theta$ 'nın pozitif yönde olup olmadığından buluruz diyorum.
AÇ92	22.01-22.03	Ö21	Açının büyüklüğüne bağlı
AÇ93	22.03-22.04	A	Emin sen ne diyorsun?
AÇ94	22.05-22.21	Ö	Ben şöyle düşündüm. Biz itmede şey yapmıştık. $F_x \Delta t$ yapmıştık. İtmede vektörel büyüklüktü F de vektörel büyüklüktü. F hangi yönde ise itme de o yönde oluyordu. Uygulanan kuvvet yönünde oluyordu. Burada momentum hangi yönde ise açısal momentumda o yönde olması lazım.
AÇ95	22.22-22.23	A	Momentum ile açısal momentum aynı yönde midir?
AÇ96	22.24-22.24	Ö	Hayır.
AÇ97	22.25-22.25	A	Neden?
AÇ98	22.26-22.26	Ö	Aynı yöndedir.
AÇ99	22.27-22.40	A	Neden? Şimdi arkadaşlar burada vektörel büyüklük olduğuna göre tork da vektöreldir. Yönünü nasıl bulacağımızdan bahsettik sağ el

			kuralına göre. Açısal momentumu da öyle bulamaz mıyız? Hadi Kemal göster bize.
AÇ100	22.41-22.48	Ö	1.vektörümüz r 'dir. 2. vektör işaret parmağı momentum: 3. vektör bileşke orta parmak açısal momentumdur.
AÇ101	22.49-22.53	A	Açısal momentum ile momentum aynı yönde mi? Değil dimi?
AÇ102	22.54-22.54	Ö	Değil.
AÇ103	22.55-22.59	A	Bir vektörel çarpım olduğuna göre sağ el kuralını kullanarak bulabiliriz.
AÇ104	23.00-23.03	Ö	Hocam o zaman aynı torca benziyor.
AÇ105	23.04-24.33	A	Aynı, çok benziyor değil mi? Orda $m \times v$ idi burada r çarpı p . Çok benziyor değil mi? Açısal momentumun büyüklüğünü nasıl buluyormuşuz? $rmv \sin \theta$ 'dan, yönünü de sağ el kuralı ile. Vektörlerin yerini öğrenmede sağ el kuralı kullanışlıdır. Çalışma kağıtlarınızda bir soru var. Açısal momentumu çizgisel momentum gibi hız kavramını kullanarak nasıl açıklarız? Hadi bakalım.
AÇ106	24.34-24.34	Ö	Çizgisel momentumdan kasıt?
AÇ107	24.35-24.52	A	Çizgisel momentum artık bu momentum (p) Açısal momentumu arkadaşlar momentum gibi hız kavramını kullanarak nasıl açıklarız? Momentuma ne dedik, mxv , $kütlexhız$. Arkadaşlar şitttt.
AÇ108	24.53-24.55	Ö21	Açısal momentum, çizgisel momentumun yarıçap vektörü ile çarpılmasıdır yaz.
AÇ109	24.56-24.56	Ö18	açısal momentum...
AÇ110	24.57-	Ö21	Açısal momentum çizgisel momentumun yarıçap

	25.02		vektörü ile çarpılmasından bulunur yaz. Nokta.
AÇ111	25.03-25.08	A	Ne diyorsunuz arkadaşlar. Evet tamam artık tartışmayı keselim. Emine ne diyorsun?
AÇ112	25.09-25.14	Ö	Normalde P'i mxv olarak vermiş ya. Aşağıda ki formülde rxmxv olarak düşündük. Ben öyle düşündüm.
AÇ113	25.15-25.15	A	Yani
AÇ114	25.16-25.18	Ö	Yani y rxmxv
AÇ115	25.18-25.19	A	Dedi arkadaşımız
AÇ116	25.19-25.20	Ö	Bence de doğru
AÇ117	25.21-25.21	A	Doğru mu?
AÇ118	25.22-25.23	Ö	Ama hocam kütle sabit
AÇ119	25.24-25.25	Ö	Farketmez sabit olması
AÇ120	25.26-25.27	Ö	Doğru bence hocam
AÇ121	25.28-25.39	A	Doğru mu arkadaşlar Evet. Dönme hareketi konusunda bir kavram öğrenmiştik. Açısal hız kavramı. Açısal ne demek? Kim açıklar?
AÇ122	25.40-25.42	Ö	Açısal hız w ile gösterilir.
AÇ123	25.43-25.45	A	Evet w olarak göstermiştiniz.
AÇ124	25.46-25.51	Ö	rXv di yok V (çizgisel hız) = wxr oda $2\pi/T$ miydi evet $2\pi/T$
AÇ125	25.52-25.52	A	Ne demek
AÇ126	25.53-25.57	Ö21	Yarıçap vektörünün 1 saniyede ya da t sürede yaptığı dönme hareketi
AÇ127	25.58-26.00	A	Yarıçap vektörünün birim zamanda taradığı
AÇ128	26.00-26.01	Ö	tur sayısı
AÇ129	26.02-26.09	A	Yarıçap vektörünün birim zamanda taradığı açıya açısal hız deniyor. Açısal hız ile çizgisel hız

			arasında nasıl bir ilişki vardı?
AÇ130	26.10-26.12	Ö	$2\pi r/T$ oda. Oda çevresinin taradığı
AÇ131	26.12-26.13	A	Yani
AÇ132	26.13-26.14	Ö	wxr
AÇ133	26.14-26.14	Ö	wxr
AÇ134	26.15-26.27	A	wxr dimi. Çizgisel hız, açısal hız ile yarıçap vektörünün çarpımından elde edilir. Peki yerleştirelim yerine. Açısal momentumda bu verileri yerine yerleştirelim. rxmxwxr olur. Ne olur buda?
AÇ135	26.28-26.30	Ö	$m r^2 \omega$
AÇ136	26.31-27.53	A	$m r^2 \omega$ olur. Yani burada açısal momentum ne oldu? Kütle, yarıçap vektörünün karesi, açısal hızın çarpımı. Değil mi? Şu şekilde de ifade edebiliriz. mrv bu çizgisel hızla olanı. Biz dönen cisimlerin hızını açısal hız olarak açıklıyoruz. Değil mi? Burada da açısal hızı kullanmak istersek $m r^2 \omega$ formülünü kullanırız.
AÇ137	27.54-27.57	Ö	$p = mrv$ olmuyor mu?
AÇ138	27.58-30.26	A	Nereden çıktı Emrullah? $L = r \times p$ 'den. Momentumu (p)'yi açtığımız zaman $m \times v$ değil mi. Bu durumda $r \times m \times v$ oluyor. Açısal hız ile çizgisel hız arasındaki ilişkiyi de biliyoruz. Çizgisel hız yerine ben $r \times \omega$ yi koyduk. Değerlerini yazdığımızda $m r^2 \omega$ olduğunu bulduk. Bir problem var mı?
AÇ139	30.27-30.27	Ö	İıııııı.
AÇ140	30.28-30.28	Ö	Yokkkkk.
AÇ141	30.29-30.39	A	Peki size bir soru soracağım. Burada ilk kez duyacaksınız? Onun ne olduğunu daha sonra açıklayacağım. Fizikte $m r^2$ özel bir isim alır.
AÇ142	30.40-	Ö	$m r^2$

	30.42		
AÇ143	30.43-30.49	A	mr^2 'e fizikte biz eylemsizlik momenti deriz. Daha önce duyduunuz mu?
AÇ144	30.50-30.53	Ö	Eylemsizliği duyduk.
AÇ145	30.54-30.55	Ö	Duyduk.
AÇ146	30.56-30.59	Ö	İleri giderken bizim geri gitmemiz gibi bir şey.
AÇ147	31.00-32.07	A	O bahsettiğiniz eylemsizlik, ben eylemsizlik momentini soruyorum. Şimdi arkadaşlar, eylemsizlik nasıl cismin harekete karşı direnme özelliği ise
AÇ148	32.08-32.08	Ö	Eylemsizlik.....
AÇ149	32.09-32.19	A	Anlatıyorum eylemsizlik momenti de arkadaşlar cismin dönme hareketine karşı direncidir. Tamam mı? Sembölü I olarak gösterilir.
AÇ150	32.20-32.22	Ö	Ama vektörel değildir.
AÇ151	32.23-32.33	A	Değildir. mxr^2 ile çarpımına eşittir.Cisimler için değişir. Özel formüllere girmeyeceğim. Celallettin ve Samet beni dinleyin.
AÇ152	32.24-32.24	Ö	Dinliyoruz hocam.
AÇ153	32.25-37.47	A	Tamam. Diğerleri de dinlesin. Şimdi arkadaşlar burada eylemsizlik momentinin ne olduğunu söyledik. İlk kez duyduğunuz bir kavram olduğundan bahsettik. Eylemsizlik momenti cismin dönme hareketine karşı direnme özelliğidir. Tamam mı? Eylemsizlik gibi. Nasıl eylemsizlik cismin hareketine karşı direnişi idi, bu da dönme hareketine karşı direnme özelliğidir. Mr^2 farklı şekillerdeki cisimlerde farklı formüller aldığını söyledik. Bu çok daha spesifik bir konu. Bu kadar ayrıntıya girmeyeceğim. Ama size şundan bahsedeceğim arkadaşlar, cismin eylemsizlik momenti cisim için değişkenlik gösterebilir. Nasıl gösterebilir? Cismin neyine bağlı eylemsizlik momenti?
AÇ154	37.48-37.49	Ö	Kütlesi ve yarıçapına

AÇ155	37.50-37.52	A	Kütlesine ve yarıçap vektörüne. Cismin kütlesi değişir mi?
AÇ156	37.52-37.55	Ö	Evet. Kütlesi değişir. Hız cisimlerde kütle değişmez.
AÇ157	37.56-37.59	A	Nasıl? Ben burada dururken benim kütle değişir mi?
AÇ158	38.00-38.02	Ö	Yok canım. Değişmez.
AÇ159	38.03-38.07	A	Hayır değişmez değil mi? Peki neyi değiştirebilirim dönerken?
AÇ160	38.08-38.08	Ö	Hız
AÇ161	38.09-38.09	Ö	Yarıçapı
AÇ162	38.10-38.10	Ö	İ'yı
AÇ163	38.11-38.34	A	Peki yarıçapı vektörünü değiştirebiliriz. Dönen bir cismin yarıçap vektörünü değiştirebilir siz arkadaşlar. Yani r vektörünü. Bir cisim dönerken onun dönme yarıçapını arttırabilir ya da azaltabilirsiniz. Peki yarıçap vektörünü arttırırsanız eylemsizlik momenti ne olur?
AÇ164	38.35-38.35	Ö	Azalıır
AÇ165	38.36-38.36	Ö	Azalıır
AÇ166	38.37-38.37	Ö	Azalıır
AÇ167	38.38-38.39	A	Yarıçap vektörünü arttırırsanız?
AÇ168	38.40-38.40	Ö	Artar
AÇ169	38.41-38.41	Ö	Artar
AÇ170	38.42-38.47	A	Yarıçap vektörü artarsa eylemsizlik momenti artar. Yarıçap vektörü azalırsa, eylemsizlik momenti
AÇ171	38.48-38.48	Ö	Azalıır
AÇ172	38.49-38.49	Ö	Azalıır
AÇ173	38.50-38.51	A	Nasıl orantılı?
AÇ174	38.52-	Ö	Doğru orantılı

	38.52		
AÇ175	38.53-38.53	Ö	Doğru
AÇ176	38.54-38.54	Ö	Doğru
AÇ177	38.55-40.22	A	Doğru orantılı. Şimdi arkadaşlar eylemsizlik momentini biz kullanacağız. Daha sonraki konumuzda da kullanacaksınız. O Yüzden eylemsizlik momentinin ne olduğu konusunda dikkat edelim. Evet bugün 2 tane kavram duyduunuz. Neydi?
AÇ178	40.23-40.27	Ö	Açısal momentum ve eylemsizlik momenti
AÇ179	40.27-40.30	Ö	Açısal momentum ve eylemsizlik momenti
AÇ180	40.31-40.56	A	Açısal momentum ve eylemsizlik momenti. Siz açısal hızı biliyorsunuz, momentumu biliyorsunuz zaten. Bunları bilerek çıkardık formülleri zaten değil mi?
AÇ181	40.57-40.57	Ö	Evet.
AÇ182	40.58-41.07	A	Anlamadığınız bir nokta var mı? Neymiş arkadaşlar açısal momentum?
AÇ183	41.08-41.12	Ö	$r \times$ momentum
AÇ184	41.31-43.46	A	Yarıçap vektörü çarpı momentum. Momentumu yerine koyup çizgisel hızla belirttiğimiz bir formül elde ettik. Çizgisel hızda da yerine yerleştirdiğimizde arkadaşlar, neyi bulduk? Açısal momentumun açısal hızla olan ilişkisini. Anlamayan var mı? İkinci dersimizde açısal momentum dersimize devam edeceğiz ve konuyu bitireceğiz.

**EK E.4 Açısal Momentum Kavramı İkinci Ders Video Kayıtlarının
Transkripsiyonu**

AÇ185	0.00-0.04	A	Dersimize dönelim. Sabah ki dersimizde neyi öğrendik?
AÇ186	0.05-0.06	Ö	Açısal momentum
AÇ187	0.07-0.08	Ö21	Açısal momentum
AÇ188	0.09-0.11	A	Parmak kaldırarak. Evet Bahadır ne diyorsun?
AÇ189	0.12-0.13	Ö	Açısal hızı öğrendik.
AÇ190	0.14-0.17	A	Arkadaşlar sadece söz hakkı verdiğim öğrenciler konuşsun. Söz verdiğimde konuşun. Begüm sen söyle
AÇ191	0.18-0.19	Ö	$V = r \times W$ demiştik.
AÇ192	0.20-0.20	A	Hıhı
AÇ193	0.21-0.27	Ö	$L = r \times P$, $V = \omega r$, sonra $L = mrv$ yazdık.
AÇ194	0.28-0.30	A	Biz hangi kavramları öğrendik? Açısal momentum ve bir de eylemsizlik momenti
AÇ195	0.31-0.32	Ö	Eylemsizlik momenti
AÇ196	0.33-0.44	A	Evet biz 2 kavramdan bahsettik. Açısal momentum ve eylemsizlik momentinden bahsettik değil mi bir önceki derste. Eylemsizlik momentinin formülünü çıkardık. Açısal momentumun da formülünü çıkardık. Açısal momentumu ne olarak ifade ettik?
AÇ197	0.45-0.48	Ö	mr^2 x açısal hız
AÇ198	0.49-1.02	A	$mr^2 \omega$. mr^2 ne dedik? Eylemsizlik momenti olduğunu söyledik. Peki açısal momentum nedir? Eylemsizlik momenti çarpı açısal hızdır arkadaşlar. Evet önünüzdeki kağıdı açabilirsiniz? Oradaki parçayı kim okumak ister? Bir parçamız var. Berna okuyor.
AÇ199	1.03-1.03	Ö	Dambıl ile dönen öğrenci....
AÇ200	1.04-	A	Yok o değil. Hani Melek diye başlayan var ya.

	1.05		
AÇ201	1.06-2.09	Ö	Melek boş zamanlarında buz pateni yapmaktadır ancak buz patenine yeni başladığı için birkaç figürü yapmakta zorlanmaktadır. Bu nedenle, gösteri yapan buz patencilerini dikkatlice izlemeye karar verir. Melek bu gösteriler sırasında buz patencilerinin çeşitli figürler yaptığını görür. Buz patencileri bazen kollarını açarak dönmekte, bazen ise kollarını kapatarak dönmektedir. Melek buz patencilerinin bu hareketi neden yaptığını merak eder? Haydi birlikte Melek'e yardımcı olalım.
AÇ202	2.10-2.16	A	Evet arkadaşlar. 2 dakika vaktiniz var. Tartışın bakalım. Neden buz patencileri gösteri sırasında kollarını açıp kapatıyor? Aranızda tartışın hadi bakalım.
AÇ203	2.17-2.19	Ö18	Şey. Hımmmm. L ile ifade ettiğimiz şey neydi?
AÇ204	2.20-2.20	Ö21	Açısal momentum.
AÇ205	2.21-2.24	Ö18	Açısal momentumdan dolayı olabilir mi?
AÇ206	2.25-2.27	Ö21	Hıııı
AÇ207	2.28-2.30	Ö18	Açısal momentumdan dolayı. mr^2v
AÇ208	2.31-2.54	Ö21	Yarıçapı azaltarak zaten kütle sabit olduğu için momentumunu azaltıyor mu diye düşünüyoruz. Şöyle dönüyor zaman merkezden uzaklaşıyor. Kollarını kendine doğru çektikleri zaman yarıçaplarını azaltıyorlar.
AÇ209	2.55-2.56	Ö18	O zaman?
AÇ210	2.57-2.59	Ö21	Yarıçaplarını azaltarak, açısal momentumlarını
AÇ211	3.00-3.01	Ö18	Ne yazıyoruz?
AÇ212	3.02-3.03	A	Evet. Buz patencinin hareketini soruyorum.
AÇ213	3.04-3.04	Ö21	Şöyle.
AÇ214	3.05-3.07	A	1-2 dakika bekleyelim. Herkes fikirlerini yazsın.
AÇ215	3.08-	Ö21	Biz tartıştık kabul etti oda. Yazıyor şimdi.

	3.10		
AÇ216	3.11-3.29	Ö18	Buz patencisi kollarını açtığında yarıçapı artar. Böylece.
AÇ217	3.30-3.34	Ö21	Bir dakika yalnız. Doğru sen devam et.
AÇ218	3.35-3.37	A	Evet arkadaşlar bitti heralde. Hakan?
AÇ219	3.38-3.40	Ö	Yarıçapını arttırarak momentumunu arttırıyor.
AÇ220	3.41-3.44	A	Ne diyorsunuz? Arkadaşınız dedi ki yarıçapını arttırarak momentumunu arttırırım.
AÇ221	3.44-3.45	Ö	Mantıklı.
AÇ222	3.45-3.46	A	Evet Kutay?
AÇ223	3.47-3.58	Ö	Şimdi buz patencisi döndüğünde kolları açık. Normalde kollarını kapattığında olduğundan biraz daha hızlı dönmeye başlar.
AÇ224	3.59-4.00	Ö	Hayır.
AÇ225	4.01-4.02	A	Ne diyorsunuz? Emin ne diyorsun?
AÇ226	4.03-4.09	Ö	Şimdi patenci dönmesi için kollarını açması gerekiyor. Kollarını açtığında daha hızlı dönmez mi?
AÇ227	4.09-4.11	Ö21	Kapattığında daha hızlı dönüyor hocam.
AÇ228	4.12-4.13	A	Ne diyorsun Bahadır?
AÇ229	4.14-4.26	Ö	Patenci kollarını kapattığı zaman daha hızlı döner. Çünkü bizim açılal hızımız yarıçap ile ters orantılıydı. Şöyle yarıçapı artınca hız azalıyor. Yarıçapı azalınca hızı artıyor.
AÇ230	4.27-4.30	A	Deneyebiliriz arkadaşlar.
AÇ231	4.31-4.31	Ö	Deneyelim.
AÇ232	4.32-4.54	A	Hadi bakalım. Gönüllü istiyorum. Birkaç tane gönüllü. Begüm gel bakalım. Ön sıra ile başlayalım. Sıra ile kaldıracağım. Sırayla. Otur Begüm.
AÇ233	4.55-4.55	Ö	Otur Begüm.
AÇ234	4.56-	A	Begüm şu araya bacaklarını koyabilirsin. Dikkat et.

	6.04		Dambılları el eline. Evet şimdi arkadaşlar ben herkese deneteceğim. Ben şimdi Begüm'ü döndüreğim. Begüm dönerken kollarını açacak ve dönme hareketi devam ederken kollarını kapat. Beni iyi gözlemler. Aç bakalım kollarını.
AÇ235	6.05-6.07	Ö	Düşme dikkat et.
AÇ236	6.08-6.12	A	Aç kollarını.
AÇ237	6.13-6.13	Ö	Yavaşladı.
AÇ238	6.14-6.14	Ö21	Yavaşladı.
AÇ239	6.15-6.19	A	Kapat.
AÇ240	6.20-6.20	Ö21	Hızlandı.
AÇ241	6.21-6.21	Ö	Hızlandı.
AÇ242	6.22-6.25	A	Aç.
AÇ243	6.26-6.27	Ö	Kızın kafası döndü ya.
AÇ244	6.28-6.29	A	Yeter. Başka birini alalım.
AÇ245	6.30-6.30	Ö21	Ben geleyim.
AÇ246	6.31-6.58	A	Celalettin gel. Birkaç kişi ile yapacağız arkadaşlar. Merak etmeyin. Celal dikkatli otur. Zayıfsın sığarsın. Gel.
AÇ247	6.59-7.06	Ö	Nasıl oturacağım ben buraya?
AÇ248	7.07-7.13	A	Böyle. Tamam.
AÇ249	7.14-7.17	Ö	Haaaaaaa haaaaa
AÇ250	7.18-7.26	A	Ben Celalettin'i döndürüyorum. Celalettin kollarını aç. Yani biraz döndükten sonra aç kollarını. Ayaklarını da topla.
AÇ251	7.27-7.27	Ö	Oooooooooo
AÇ252	7.28-7.28	Ö	Haaaa

AÇ252	7.29-7.30	Ö	Haaaaaaaaaaaaaaaaa
AÇ253	7.31-7.35	A	Celalettin dön. Ben seni bırakıyorum.
AÇ254	7.36-7.37	Ö	Abicim kolların kapalı iken dönsene ya.
AÇ255	7.38-7.38	Ö	Oğlum yuhhhhhh.
AÇ256	7.39-7.39	Ö	Haaaaaa.
AÇ257	7.40-7.43	A	Aç kollarımı. Çevir.
AÇ258	7.44-7.44	Ö	Haaaaaa.
AÇ259	7.45-7.46	Ö	Düşme tehlikesi atlatma.
AÇ260	7.47-7.50	A	Kapat.
AÇ261	7.51-7.51	Ö	Ooooooooooooo.
AÇ262	7.52-7.52	Ö	Haaaaa
AÇ263	7.53-8.05	A	Celalettin herkes çok eğlendi. Başka birini alalım. Gel Ozan. Ozan buradan çık oradan kameralara dokunmadan çık. Otur bakalım. Sandalyeye iyice otur.
AÇ264	8.06-8.06	Ö	Sığmaz ki
AÇ265	8.07-8.09	A	Sığdı sığdı. Döndürelim Ozan seni.
AÇ266	8.10-8.10	Ö	Haaaaa.
AÇ267	8.11-8.12	Ö	Ağırlıkları tut.
AÇ268	8.13-8.14	Ö	Ozan dönemiyor.
AÇ269	8.15-8.19	A	Ozan yavaş yavaş ama. Şimdi aç. Biraz açarak dön.
AÇ270	8.20-8.20	Ö21	Hocam.
AÇ271	8.21-8.22	Ö	Aç Ozan kollarını.
AÇ272	8.23-	A	Ozan böyle dön.

	8.29		
AÇ273	8.30-8.30	Ö21	Hocam
AÇ274	8.31-8.49	A	Aç kollarını şimdi. Bir Ozan tamamlasın sonra kaldıracam. Evet ben döndürüyorum Ozan seni. Kollarını yana aç ve açıp kapat.
AÇ275	8.50-8.50	Ö	Öyle dön.
AÇ276	8.51-8.57	A	Evet Ozan. Açtıktan sonra biraz açık dön. Şimdi kapat.
AÇ277	8.58-8.58	Ö	Kapalı olsun.
AÇ278	8.59-9.00	Ö	Yavaş yavaş kapatıyor.
AÇ279	9.01-9.08	A	Kapattıktan sonra kapalı dönmeye devam et.
AÇ280	9.09-9.09	Ö	Aç kollarını.
AÇ281	9.10-9.10	Ö	Haaaaa.
AÇ282	9.11-9.15	A	Aç.
AÇ283	9.16-9.16	Ö	Çok aç.
AÇ284	9.17-9.22	A	Duruyor galiba yavaş yavaş. Ozan sen böyle yapıyorsun.
AÇ285	9.23-9.23	Ö	Aç artık kollarını.
AÇ286	9.24-9.30	A	Ozan böyle böyle yapıyor dönerken. Hadi bakalım şimdi dönme yeter. Evet gel. Kameraları ellemeden gelebilir misin?
AÇ287	9.31-9.31	Ö	Şuradan geç.
AÇ288	9.32-9.33	Ö	Şuradan gelirse hocam.
AÇ289	9.34-9.35	Ö18	Ozan gözlerini kullan.
AÇ290	9.36-9.38	A	Gel bakalım.
AÇ291	9.39-9.40	Ö	Uğurcan valla düşeceksin bak.
AÇ292	9.41-9.44	Ö	Bu ne hocam? Ha. Ben bunu görmemiştim.

AÇ293	9.45-9.45	Ö	Haaaaa.
AÇ294	9.46-9.46	Ö	Haaaaa.
AÇ295	9.47-9.47	A	Evet.
AÇ296	9.48-9.49	Ö21	Uğurcan otur bakalım.
AÇ297	9.50-9.50	Ö	Haaaaaaa.
AÇ298	9.51-9.59	A	Uğurcan otur bakalım. Kollarını iyi aç ama. Gülme. Uğurcan kollarını iyi aç.
AÇ299	10.00-10.00	Ö	Haaaaaaaaaaa.
AÇ300	10.01-10.01	Ö	Haaaaaaaaaaa.
AÇ301	10.02-10.04	A	Ne oldu Uğurcan'a bu kadar güldünüz?
AÇ302	10.05-10.06	Ö	Hocam düşecek şimdi.
AÇ303	10.07-10.08	Ö	Hocam çok komik.
AÇ304	10.09-10.10	Ö	Sandalyeyi görmeden gelmiş.
AÇ305	10.10-10.12	A	Arkadaşların çok güldü sana. Gözlerinizde çalışsın. Uğurcan'ı gözlemleyin.
AÇ306	10.13-10.13	Ö	Uğurcan.
AÇ307	10.14-10.14	Ö	Haaaaa.
AÇ308	10.15-10.15	Ö	Hocam.
AÇ309	10.16-10.19	A	Beyler. Bir süre kapalı dön bir süre açık dön. Hemen kapattığında şey yapma.
AÇ310	10.20-10.20	Ö	Allahhh.
AÇ311	10.21-10.21	Ö	Haaaaaaaaaaaaaaaaa.
AÇ312	10.22-10.23	Ö21	Kapatınca çok kötü oluyor hocam ya.
AÇ313	10.24-10.31	A	Ozan kollarını aç.
AÇ314	10.31-	Ö21	Kapatınca çok kötü oluyor var ya. Hiçbir şey

	10.33		görmüyordum ben kapatınca.
AÇ315	10.34-10.35	A	Uğurcan'ı fazla yormayalım.
AÇ316	10.36-10.36	Ö	Haline bak.
AÇ317	10.37-10.39	A	Başka gönüllü birini alayım. Uğurcan kameraya dokunma.
AÇ318	10.40-10.40	Ö	Haaaaaa
AÇ319	10.41-10.42	Ö	Haline bak ya.
AÇ320	10.43-10.43	Ö	Haaaaaa
AÇ321	10.44-10.45	A	Şittt. Kim gelmek ister?
AÇ322	10.46-10.47	Ö	Hüseyin. Hadi Hüseyin.
AÇ323	10.48-10.49	Ö	Özay hocam Özay.
AÇ324	10.49-10.50	Ö	Hocam Berkay gelsin.
AÇ325	10.51-10.53	A	Evet kızlar sizden birini alalım.
AÇ326	10.54-10.54	Ö	Büşra.
AÇ327	10.55-10.56	Ö	Büşra neden kalkmıyorsun?
AÇ328	10.57-10.58	Ö	Hocam Selen'i alın.
AÇ329	10.59-11.00	Ö	Selen hadi. Selen hadi.
AÇ330	11.01-11.02	Ö	Sena hocam.
AÇ331	11.03-11.19	A	Arkadaşlar. Tamam Sena'yı alalım. Gel şöyle otur. Koy ayaklarını.
AÇ332	11.20-11.20	Ö	Son sözlerini alalım.
AÇ333	11.21-11.22	Ö21	Uğurcan kafa bir dünya oluyor oğlum.
AÇ334	11.23-11.23	Ö	Aç aç bekle.
AÇ335	11.24-11.25	A	Aç kollarını bekle biraz açtıktan sonra. Şimdi kapat.

AÇ336	11.26-11.26	Ö	Düşeceğim.
AÇ337	11.27-11.28	Ö	Hocam sürtünme artıyor o yüzden hareket ediyor.
AÇ338	11.29-11.30	Ö	Sürtünme mi artıyor?
AÇ339	11.31-11.34	A	Acaba? Teşekkür ederim. Başın dönmeden yerine alalım. Yapmak isteyen başka biri var mı?
AÇ340	11.35-11.35	Ö	Hocam Hüseyin.
AÇ341	11.36-11.37	Ö	Hüseyin hocam Hüseyin.
AÇ342	11.38-11.39	Ö	Hüseyin hocam.
AÇ343	11.40-11.40	A	Hüseyin istemiyor.
AÇ344	11.41-11.42	Ö21	Ben tekrar deneyebilir miyim?
AÇ345	11.43-11.44	A	Evet ders çıkışı deneyebilirsiniz.
AÇ346	11.45-11.45	Ö21	Tamam hocam.
AÇ347	11.46-11.49	A	Arkadaşlar, grup olarak tartışın bakalım. Gözlemlediğiniz birkaç arkadaşınız deneyi yaptı. Neler gördünüz?
AÇ348	11.50-11.51	Ö18	Mesela sen deneyi yapan olarak...
AÇ349	11.52-11.59	Ö21	Ne gördüğümü kendimde bilemiyorum. Kafam dağıldı. Bak açık olduğu zaman kollar açık olduğu zaman daha yavaş dönüyor. Kapattığımız zaman daha hızlı dönüyor.
AÇ350	12.00-12.00	Ö18	O zaman.
AÇ351	12.01-12.04	Ö21	Kolları kapadığım zaman daha hızlı dönüyor.
AÇ352	12.05-12.07	Ö18	Momentum küçüldüğü zaman daha hızlı döner.
AÇ353	12.08-13.16	Ö21	Yarıçap. Yarıçap arttığı için bence. Ben öyle düşünüyorum. Döndüğümüz zaman elimizi açıyoruz. Yarıçap büyük oluyordu. Belirli bir açıyla dönüyoruz. Merkeze olan uzaklığı artırınca ya da

			azalttığımız zaman benim hızım değişiyordu. İki merkeze olan mesafe artarsa bence ıııı şey azalıyor. Hızı azalıyor. Eğer merkeze yakınlaştırırsan hızı artırıyor. Böyle düşünebiliriz.
AÇ354	13.17-13.18	Ö18	Böyle mi yazayım.
AÇ355	13.19-13.19	Ö21	Ayyy
AÇ356	13.20-13.20	Ö18	O Zaman?
AÇ357	13.21-13.21	Ö21	Evet.
AÇ358	13.22-13.27	Ö18	Ya-rı-çap azaldığında
AÇ359	13.28-13.46	A	Yalnız arkadaşlar daha sessiz. Kızlar biraz daha sessiz.
AÇ360	13.47-13.47	Ö18	hızı artar.
AÇ361	13.48-13.50	Ö21	Kimin gözleri kapalıydı.
AÇ362	13.51-13.53	Ö18	Uğurcan'a çok güldüm. Ağladım burada.
AÇ363	13.54-13.58	Ö21	Benim kafa güzeldi orda. Hiçbir şey anlamadım. Oturduğum yerde. Haaaa.
AÇ364	13.59-13.59	A	Evet arkadaşlar.
AÇ365	14.00-14.08	Ö21	Biz yazdık hocam. Şu ilk soruyu cevaplayalım. Bu bu bu. Burada yazıyor.
AÇ366	14.09-14.11	Ö18	hıı. Döner sandalye
AÇ367	14.12-14.19	Ö21	Merkeze olan mesafe arttıkça hız azalıyor. Merkez yaklaştıkça da hız artırıyor. Cismin. Cismin merkeze olan uzaklığı.
AÇ368	14.20-14.22	A	Bitti mi? Uğur mu? Uğur.
AÇ369	14.23-14.34	Ö	Kolları açınca artırıyor. Kolları açınca eylemsizlik momenti artırıyor. Kapatınca eylemsizlik azalıyor, bu yüzden hız artırıyor.
AÇ370	14.35-14.35	Ö	Vayy be.
AÇ371	14.36-14.37	A	Evet Celalettin'i dinleyelim.
AÇ372	14.38-	Ö	Eylemsizlik momenti...

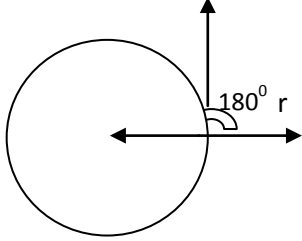
	14.39		
AÇ373	14.40-14.43	A	Arkadaşlar 1 dakika....
AÇ374	14.44-14.52	Ö	Kolları açtığımızda r^2 arttığı için hızlanma azalır.
AÇ375	14.53-14.59	A	Kollarını açtığında daha mı hızlı döndü daha mı yavaş?
AÇ376	15.00-15.06	Ö	Daha yavaş. r^2 arttığı için hızlanma azalır.
AÇ377	15.07-15.08	Ö	Yavaş döndü.
AÇ378	15.09-15.10	A	Ne diyorsunuz Begüm?
AÇ379	15.11-15.32	Ö	$L = r \times P$ olduğu için P'de $m \times v$ 'dir. Yani hız ile r ters orantılıdır. O yüzden kollarımızı açtığımız zaman hızımız düşer. Ya da tam tersi. Kollarımızı kapattığımız zaman hızımız artar.
AÇ380	15.33-15.39	A	Başka arkadaşlar. 3 tane arkadaşınız söyledi. Ne diyorsunuz?
AÇ381	15.40-15.41	Ö21	Katılıyoruz hocam.
AÇ382	15.42-15.43	A	Hangisine?
AÇ383	15.44-15.45	Ö	Bizim söylediğimize
AÇ384	15.46-15.54	A	Momentumlu olana. Evet, ne gözlemledik arkadaşlar? Sizde söylediniz. Arkadaşlarınız kollarını açtığında nasıl döndü? Daha
AÇ385	15.55-15.55	Ö	Yavaş.
AÇ386	15.56-15.56	Ö	Yavaş.
AÇ387	15.57-16.00	A	Yavaş. Kollarını kapattığında daha
AÇ388	16.01-16.01	Ö	Hızlı
AÇ389	16.02-16.02	Ö	Hızlı
AÇ390	16.03-16.04	Ö21	Dönüyordu en son hocam.
AÇ391	16.05-16.06	A	Daha hızlı değil mi Samet?
AÇ392	16.07-	Ö21	Evet.

	16.07		
AÇ393	16.08-16.09	A	Değil mi Samet?
AÇ394	16.10-16.10	Ö	Evet.
AÇ395	16.11-16.22	A	Beni dinle. Kollarını kapattığında daha hızlı döndü. Kollarını açtığında daha yavaş döndü. Şimdi arkadaşlar, kollarını kapattığında nedir açılma hızı ne oluyor?
AÇ396	16.23-16.23	Ö	Azalıyor.
AÇ397	16.24-16.29	A	Azalıyor. Peki hangi nicelik artmış olabilir? Kollarını kapattığında hızı arttığına göre
AÇ398	16.30-16.30	Ö	Yarıçapı
AÇ399	16.31-16.33	A	Hangi nicelik artar?
AÇ400	16.34-16.35	Ö	Yarıçap artar.
AÇ401	16.36-16.37	Ö	Yarıçapı azalır.
AÇ402	16.38-16.40	A	Kollarını kapattığında hızı arttığına göre hangi nicelik azalır?
AÇ403	16.41-16.44	Ö21	Yarıçapı azalıyor hocam. Merkeze olan uzaklığı azaldığı için....
AÇ404	16.45-16.45	A	Ne azalır?
AÇ405	16.46-16.47	Ö21	Merkeze olan uzaklığı
AÇ406	16.48-16.50	Ö	Eylemsizlik azalır. Eylemsizlik momenti
AÇ407	16.51-16.53	A	Eylemsizlik momenti artar.
AÇ408	16.54-16.54	Ö21	Evet.
AÇ409	16.55-17.03	A	Örneğin, siz kollarınızı açtığımızda hızımız azalıyor. Arkadaşlar artık beni dinleyin. Kollarınızı açtığımızda hızımız azalıyor.
AÇ410	17.04-17.04	Ö	Evet.
AÇ411	17.05-17.34	A	Hız azaldığına göre ne artıyor dedik hangi nicelik? Eylemsizlik momenti. Neyden dolayı? Eylemsizlik momenti neydi?

AÇ412	17.35-17.36	Ö	Eylemsizlik momenti
AÇ413	17.37-17.38	Ö	mr^2
AÇ414	17.38-17.39	Ö	mr^2
AÇ415	17.40-17.43	A	mr^2 Yani neyiniz artıyor? Dönme
AÇ416	17.44-17.45	Ö	r artıyor.
AÇ417	17.46-17.47	Ö	Bizim dediğimiz doğru.
AÇ418	17.48-17.52	A	r artıyor. Dönme yarıçapınız artıyor. Aynı şey arkadaşlar tersi için de geçerli. Hızımız, açısal hızınız arttı. Ne zaman hızınız artıyordu?
AÇ419	17.53-17.54	Ö21	Kollarımızı kapattığımız zaman
AÇ420	17.55-17.58	A	Kapattığımız zaman. Bu durumda ne oluyor eylemsizlik momenti?
AÇ421	17.59-18.00	Ö21	Azalıyor hocam.
AÇ422	18.01-18.01	Ö	Azalıyor.
AÇ423	18.02-18.04	A	Azalıyor. Neden azalıyor oda?
AÇ424	18.05-18.06	Ö21	Yarıçap azaldığı için.
AÇ425	18.07-18.32	A	Yarıçap vektörünü küçülttüğümüz için. r küçülünce, eylemsizlik momenti küçüldü, açısal hız arttı. Tamam mı arkadaşlar? Anlaşılmayan bir nokta var mı? Peki, şunu soralım arkadaşlar size? Eylemsizlik momenti ile açısal hızın çarpımının açısal momentum olduğunu söyledik. Değil mi? Açısal momentumun büyüklüğü nasıl değişir?
AÇ426	18.33-18.34	Ö	$\sin\theta$ ile.
AÇ427	18.35-18.35	A	Ne diyorsunuz?
AÇ428	18.36-18.38	Ö	$P = r \times v \times \sin\theta$ değil mi? Eğer açısal momentum büyüklüğü...
AÇ429	18.39-18.40	Ö21	Nasıl değişir diyor?
AÇ430	18.41-	A	Nasıl değişir? Örneğin, arkadaşlar açısal momentum

	18.57		eylemsizlik momenti çarpı açısal hızdı. Bunlar ne yapıyor ters orantılı olarak değişiyor, değil mi? Açısal hız arttığı zaman eylemsizlik momenti azalıyor. Bu ikisi değiştiği zaman bu ikisinin çarpımı olan açısal momentum nasıl değişir?
AÇ431	18.58-19.00	Ö	Değişmez. Sabit kalır. Korunur.
AÇ432	19.01-19.04	Ö21	Sabit kalır. O oranda değiştiği için bence sabit kalır.
AÇ433	19.05-19.05	Ö	Hocam.
AÇ434	19.06-19.07	A	Parmak kaldırın? Fatih söyle.
AÇ435	19.08-19.11	Ö	Hocam, büyüklüğü değişmedi ama yönü değişebilir.
AÇ436	19.12-19.13	A	Diyor arkadaşınız. Emin sen ne diyorsun?
AÇ437	19.14-19.17	Ö	Ben şöyle diyorum. Eğer birisi artarken diğeri azalıyorsa zaten o korunur.
AÇ438	19.18-19.21	Ö21	Ama aynı oranda olup olmadığını bilmemiz gerekiyor. Eğer aynı oranda olursa olur.
AÇ439	19.22-19.22	A	Ne diyorsunuz?
AÇ440	19.23-19.24	Ö	Hocam. Mesela farklı oranda olursa olmaz.
AÇ441	19.25-20.36	A	O zaman korunmaz diyorsunuz. Ama arkadaşlar, biz yaptığımız bu deneyde ölçüm alsaydık, arkadaşlarınız kolunu açtığı zamanki yarıçapını ölçüp, ondan sonraki hızdaki azalmaya baksaydık bunlarının çarpımının işlemini yapsaydık, birde kollarını kapattığı zaman yarıçapını ölçüp, hızındaki artışa baksaydık, bunları çarpsaydık bunlar hep eşit olacaktı. Bu ölçümleri alsaydık. Bunlar ne oluyor? Biri artarken, diğeri aynı miktarda azalıyor. Biz buna ne diyoruz? Şitt Kızlar.
AÇ442	20.37-20.37	Ö	Açısal momentum.
AÇ443	20.38-20.39	A	Biz buna ne diyoruz?
AÇ444	20.40-20.41	Ö	Açısal momentumun korunumu

AÇ445	20.42-20.43	Ö18	Açısal momentumun korunumu
AÇ446	20.44-20.48	A	Açısal momentumun korunumu adını veriyoruz arkadaşlar. Açısal momentumun korunumu nasıl ifade edilir?
AÇ447	20.49-20.50	Ö21	ΔL 'deki değişim
AÇ448	20.51-22.19	A	Şimdi dönen bir cisim, ilk momentumu ile açısal momentumu ile son momentumu birbirin eşittir. Arkadaşımızın yaptıkları üzerinden konuşalım. Örneğin, momentum neydi? İlk hız, ilk açısal hız çarpı ilk eylemsizlik momentinin çarpımı o cismin son açısal hızı ile son eylemsizlik momentinin çarpımına eşittir. Buna açısal momentumun korunumu diyoruz arkadaşlar. Korunumu tamam mı? Peki size bir soru.
AÇ449	22.20-22.20	Ö	Buyurun hocam.
AÇ450	22.21-22.22	A	Açısal momentum her durumda korunur mu? Hadi bakalım.
AÇ451	22.23-22.23	Ö	Hayır.
AÇ452	22.24-22.24	Ö	Efendim hocam.
AÇ453	22.25-22.32	A	Açısal momentum her durumda korunur mu? Yani ilk açısal momentum ile son açısal momentum her durumda birbirine eşit midir?
AÇ454	22.33-22.33	Ö	Evet.
AÇ455	22.33-22.33	Ö	Evet.
AÇ456	22.34-22.35	Ö21	Olmayabilir bence.
AÇ457	22.36-22.38	A	Ne diyorsunuz? Hadi bakalım.
AÇ458	22.39-22.40	Ö	Hocam açısal momentumun korunumu
AÇ459	22.41-22.42	A	Parmak kaldır Özey? Evet
AÇ460	22.43-22.45	Ö	Açısal momentumun korunumu diye bir şey çıkartmışlar.

			Arkadaşlarınız onun hakkında fikirlerini belirtiyor. Sizce her durumda korunur mu?
AÇ482	22.41-22.41	Ö	Sizce hocam?
AÇ483	22.41-25.53	A	<p>Şimdi o zaman bakalım her durumda korunur mu korunmaz mı arkadaşlar. Şimdi arkadaşlar elimdeki topa bakarsanız şu topun elimde tuttuğum kısmına r diyelim. r uzunluğu diyin tamam mı? Ben bu topu döndüreceğim. Şu şekilde dönüyor. Nedir bu top r yarıçaplı dairesel bir yörüngede hareket ediyor değil mi? Evet şuanda elimdekini görebiliyorsunuz. Bunu size tahtaya çizeyim.</p>  <p>Şimdi arkadaşlar, topu döndürürken şu nedir? 1. vektör r yarıçap</p>
AÇ484	25.54-25.54	Ö21	r yarıçap
AÇ485	25.55-26.37	A	Yarıçap vektörü. Şu da ipin uzunluğuydu. Söylediğim ipin uzunluğu. Ayrıca top dönerken P momentumu var. Yani bu elimdeki topum mv bir kütlesi ve bir hızı yok mu döndüğü sürece? Momentumu da o yani bu durumda.
AÇ486	26.38-26.38	Ö2	Aşağı doğru
AÇ487	26.39-26.57	A	Birde ne var? Biliyorsunuz dairesel hareketlerde cismin üzerine ne etki eder?
AÇ488	26.58-26.59	Ö	Merkezcil kuvvet
AÇ489	27.00-27.01	Ö	Merkezcil kuvvet
AÇ490	27.02-27.04	Ö	Merkezcil kuvvet. İçe doğru.
AÇ491	27.05-27.09	A	İçe doğru bir F kuvveti etki eder, değil mi? Merkezcil kuvvet dedikimiz. Değil mi arkadaşlar.
AÇ492	27.10-27.10	Ö21	Hıı hııı

AÇ493	27.11-27.13	A	Merkez kaç, merkezcil diyebilirsiniz.
AÇ494	27.14-27.15	Ö21	mg yok muydu?
AÇ495	27.16-27.20	A	Burada gerek yok. Şimdi arkadaşlar bakın bakalım torku nasıl ifade ettik? Tork? Rx
AÇ496	27.21-27.21	Ö	F
AÇ497	27.22-27.22	A	Fx
AÇ498	27.23-27.23	Ö18	Sinθ
AÇ499	27.24-27.27	A	Sinθ. r var, F var. θ ne?
AÇ500	27.28-27.29	Ö	Yaptığı açı.
AÇ501	27.30-27.30	Ö	180
AÇ502	27.31-27.33	A	Yani r ile F arasındaki açı, değil mi?
AÇ503	27.34-27.35	Ö	Sıfır olmaz mı hocam?
AÇ504	27.36-27.38	A	Bu aradaki açı kaç derece?
AÇ505	27.39-27.40	Ö	Tabi 180
AÇ506	27.41-27.41	Ö18	180
AÇ507	27.42-27.42	Ö	180
AÇ508	27.43-27.45	A	180 ⁰ değil mi? Arkadaşlar Sin180 kaçtır?
AÇ509	27.46-27.46	Ö	Sıfır.
AÇ510	27.47-27.50	A	Sıfırdır. Sin 180 sıfırsa, burada tork ne?
AÇ511	27.51-27.51	Ö	Sıfır.
AÇ512	27.52-27.52	Ö	Sıfır.
AÇ513	27.53-27.53	Ö21	Sıfır.
AÇ514	27.54-	A	Değil mi. Şöyle basamak basamak açıklayayım.

	28.46		Arkadaşlarınız kaçırmasın. Sin 180 sıfırdır. Buradan da tork ne olur? Sıfır olur arkadaşlar gördüğünüz gibi. Şimdi sinüsün başka bir değer için bakalım. Sinüsü 90 alalım θ açısı. Ne olur bu durumda?
AÇ515	28.47-28.47	Ö	rxF
AÇ516	28.48-28.49	Ö	rxF olur hocam
AÇ517	28.50-29.11	A	rxF olur. Dinliyorsunuz değil mi arkadaşlar. Burada tork rxF idi. Dinamikte öğrendik. Kuvvet formülü ne idi dinamikte?
AÇ518	29.12-29.13	Ö	F=mx a
AÇ519	29.14-29.14	Ö	m x a
AÇ520	29.15-29.16	A	Neydi? F=
AÇ521	29.17-29.18	Ö	m x a
AÇ522	29.19-31.35	A	F=m x a yerleştirelim. Tork, yarıçap vektörü x kütle x ivme ($\tau = r \cdot m \cdot a$) Değil mi? F kuvvetini yerine koyarsak. Peki ivmeyi nasıl tanımlıyoruz? İvme, arkadaşlar birim zamandaki hız değişimi değil mi ivme? Yerleştiriyorum. $\tau = r \cdot m \cdot \frac{\Delta v}{\Delta t}$ Şimdi buradan bilindik bir formüle geldik arkadaşlar. Şunu söyleyim. Yukarı çıkayım. Siz daha rahat görün.
AÇ523	31.36-31.37	Ö	Momentum değişimi değil mi?
AÇ524	31.38-31.38	A	Hııı
AÇ525	31.39-31.40	Ö	momentum değişimi böyle Δ bir dakika
AÇ526	31.41-31.59	A	Evet. Şimdi arkadaşlar. Neyi bulduk burada en son?

			$\tau = r \cdot m \cdot \frac{\Delta v}{\Delta t}$ <p>Bir önceki dersimizde neyi görmüştük? Momentumu hız kavramını kullanarak ifade ettiğimizde</p>
AÇ527	32.00-32.00	Ö	L
AÇ528	32.01-32.02	A	Neydi L? rxm xv idi değil mi?
AÇ529	32.03-32.03	Ö	Evet.
AÇ530	32.04-32.05	A	Şu nedir o zaman? Yukarıdaki ifade.
AÇ531	32.06-32.07	Ö	Açısal momentumun değişimidir.
AÇ532	32.08-32.10	A	Açısal momentumun değişimidir. ($r \cdot m \cdot \Delta v = \Delta L$)
AÇ533	32.11-32.12	Ö	$\frac{\Delta L}{\Delta t}$
AÇ534	32.12-32.15	A	Şimdi tork ile momentum arasında yani açısal momentum arasında bir ilişki bulduk. Neymiş bu arkadaşlar?
AÇ535	32.16-32.17	Ö18	Açısal momentum bölü geçen zaman
AÇ536	32.18-32.20	Ö	Birim zamandaki açısal momentumdaki değişim.
AÇ537	32.21-32.58	A	<p>Tork, birim zamandaki açısal momentumdaki değişime eşittir arkadaşlar. Bu formülü çıkardığımızda tork birim zamandaki açısal momentumdaki değişime eşittir. Formülleri kullanarak, tork formülünü. $r \cdot F$'den F'yi açtık. Kuvvet (F) neydi? $m \cdot a$ Kütle x ivme. İvme birim zamandaki hız değişimi. M koyduk yerine.</p> $\frac{\Delta v}{\Delta t}$ <p>Yukarıda ne olur? Açısal momentumdaki değişim. $\frac{\Delta L}{\Delta t}$ Gördük değil mi arkadaşlar?</p>
AÇ538	32.59-32.59	Ö	Evet.
AÇ539	33.00-33.02	A	O zaman Sin180 ise ne oluyordu tork?

AÇ540	33.03-33.04	Ö	sıfır oluyordu.
AÇ541	33.05-33.07	A	$\frac{\Delta L}{\Delta t}$ θ açısına sıfır ya da 180 diyelim
AÇ542	33.08-33.10	Ö	Açısal momentum korunmuyor muydu?
AÇ543	33.11-33.12	A	Bu durumda ne olur sıfırsa?
AÇ544	33.13-33.14	Ö	Tork sıfır olur.
AÇ545	33.15-33.15	Ö	Sıfır.
AÇ546	33.16-33.18	A	ΔL sıfıra eşit olur değil mi? Yani ΔL nedir?
AÇ547	33.19-33.20	Ö	Açısal momentum korunuyor.
AÇ548	33.21-33.32	A	Son momentum ile ilk momentum birbirine eşit olur. Yani ne olur son momentum ile ilk momentum eşit ise? Açısal momentum korunur, değişmez birbirine eşit ise.
AÇ549	33.34-33.34	Ö	Değişmiyor.
AÇ550	33.35-34.47	A	Eğer tabii açı sıfır ya da 180 ise. Eğer açınız 90 ise neye eşit oluyordu? Sıfırdan farklı bir değer değil mi? Yani şu eşitlik, $\sin 90$ ise. Eğer kuvvetiniz ve yarıçap vektörünüz arasındaki açı sıfır ise bir önceki dersimizde gördük aynı doğrultuda ise ya da 180 ise açısal momentum korunuyor. Evet korunuyor. Aynı yönde de olsa, aradaki açı sıfır olsa gene korunur.
AÇ551	34.48-34.50	Ö	Her koşulda açısal momentum korunmamış oluyor.
AÇ552	34.51-34.51	A	Efendim.
AÇ553	34.52-34.53	Ö	Açısal momentum korunmamış oluyor her durumda.
AÇ554	34.54-35.29	A	Hayır korunmuyor. Örneğin size gösterdiğim şurada açısal momentum korunuyor. Bu harekette açısal momentum korunuyor (topu çevirme). Ne dedik? Arada 180° var dedik. $\sin 180$ sıfır olduğu için açısal momentum korunur. Ama açısal momentumun her durumda korunmadığını biliyoruz. Hangi durumda korunmuş açısal

			momentum?
AÇ555	35.29-35.30	Ö	Sıfır ve 180
AÇ556	35.30-35.30	Ö18	Sıfır ve 180 ⁰
AÇ557	35.31-35.31	Ö	Sıfır ve 180 ⁰ olduğunda
AÇ558	35.32-35.32	A	Yani üzerine etki eden
AÇ559	35.33-35.33	Ö	Tork yok ise
AÇ560	35.34-35.34	Ö	Kuvvet yok ise
AÇ561	35.35-35.52	A	Tork olmadığına. Kuvvet demeyelim tork. Kuvvet var ama burada tork değil mi? Kuvvet vardı, merkezci kuvvet var ama üzerine etki eden bir tork yok. Hadi Özay sor bakalım.
AÇ562	35.53-36.11	Ö	Hocam. Merkez var. Merkezin sağ tarafında bir kuvvet var. Öbür tarafında başka bir etkisi var. Burada korunuyor açısal momentum. Sıcaklık ile genişliyor tabi.
AÇ563	36.12-36.12	A	Hımmm.
AÇ564	36.13-36.14	Ö	Biri mesela daha fazla genişler.
AÇ565	36.15-36.16	A	Genleşir mi? Dönme hareketi yapıyor mu onlar?
AÇ566	36.17-36.18	Ö	Yapıyorlar yani. İlk başta yapıyorlar.
AÇ567	36.19-37.22	A	O zaman hızları değişir. Genleşirse hızları değişir dönme hareketindeki. Gene korunabilir yani. O dönme hareketinde genişlediği zaman r arttığında daha yavaş döner. Biraz önceki gibi. Anladın mı? Şimdi arkadaşlar açısal momentumu korunması için cismin üzerine etki eden torkun sıfır olması lazım. Torkun sıfır olduğu durumların ne olduğunu söyledik. Açığa bağlı değil mi? Zaten bir önceki derste torku gördük. Ne zaman sıfır olur? Sin açısına göre hesaplayabiliriz bunu. Tamam mı arkadaşlar? Hadi bakalım şimdi kağıtlarınızdaki soruya bakalım. Melek'e bu defa öğrendiklerinizi kullanarak yardımcı olun. Neden buz patencisi kollarını açıp kapatıyor?

			İkidakikada evet. Şimdi öğrendiklerinizi kullanarak açıklayacaksınız artık.
AÇ568	37.23-37.24	Ö18	Öğrendiklerimizi kullanarak açıklayacağız.
AÇ569	37.25-37.26	A	Kollarını neden açıp kapatıyorlar acaba? Ne diyorsunuz?
AÇ570	37.27-37.27	Ö	Ozan o soru nerede?
AÇ571	37.28-37.41	Ö21	Öbür sayfada. Kollarını açıp kapatıyor. Kollarını açtığı zaman tork sıfır oluyor. Oradan açısal momentum korunuyor. Ama kapattığında açısal momentum korunmadığı için.
AÇ572	37.42-37.42	Ö18	Açısal...
AÇ573	37.42-37.44	Ö21	Kollarını kapattığı zaman açısal momentum korunmaz.
AÇ574	37.45-37.45	Ö18	Eeeee
AÇ575	37.46-37.47	Ö21	Kollarını açtığında tork sıfır oluyor. Açısal momentum korunur.
AÇ576	37.48-37.49	A	Evet. Emin söyle bakalım fikirlerini.
AÇ577	37.50-37.54	Ö	Hocam şimdi patenci kollarını açtığında aradaki açı 180 derece yapıyor. Dönerken açısal momentum korunmuş oluyor.
AÇ578	37.55-37.55	Ö21	Evet.
AÇ579	37.56-37.58	A	Sonra ne artıyor kollarını açtığında?
AÇ580	37.59-37.59	Ö21	Açı artıyor.
AÇ581	38.00-38.03	A	Yarıçapını arttırıyor, hızı azaltıyor. Yarıçapını azaltıyor, hızı arttırıyor.
AÇ582	38.04-38.07	Ö	Yarıçapını azaltıp hızını arttırıyor. Açısal momentum korunmuş oluyor bu sefer.
AÇ583	38.08-38.08	A	Evet. Şimdi arkadaşlar.
AÇ584	38.09-38.12	Ö21	Kapattığı zaman yarıçapı azaldığı için hem de açısı değiştiği için torkun değeri değişir. Açısal momentum korunur.
AÇ585	38.13-38.24	A	Arkadaşlar çalışma kağıtlarınıza bakın. Orada bir soru var. Dinler misiniz? Yüksekten atlayan sporcular takla atmak istediklerinde bacaklarını

			neden göğüslerine doğru çekerler? Hadi bakalım yazın onun nedenini? Sporcular takla atmak istediklerinde hani topluyorlar ya bacaklarını göğüslerine doğru
AÇ586	38.25-38.26	Ö	Hızlı takla atmak için
AÇ587	38.27-38.28	Ö	Hayır alakası yok.
AÇ588	38.29-38.30	A	Şitt yazın bakalım önünüzdeki kağıtlara.
AÇ589	38.31-38.31	Ö18	Ne yazacağız?
AÇ590	38.32-38.44	Ö21	Bacaklarını kapattığında hızı artar. Yüksekten havuza atlayan sporcular havada takla atmak istediklerinde, bacaklarını göğüslerine doğru çekerler. Bu davranışları onları niçin daha hızlı döndürür? Daha yavaş hareket etmek için ne yapmalıdırlar? Daha hızlı hareket etmek için
AÇ591	38.45-38.46	Ö18	Şey. Yarıçapını küçültüyorlar.
AÇ592	38.47-38.56	Ö21	Evet. Yarıçapını küçültüyorlar. Eğer daha yavaş hareket etmek istiyorlarsa yarıçaplarını büyütürler. Daha hızlı dönerler. Daha yavaş hareket etmek için ne yapmalıdırlar?
AÇ593	38.57-38.59	Ö18	Yarıçaplarını büyültmeliler yani bacaklarını açmalılar.
AÇ594	39.00-39.01	Ö21	Bacaklarını açmalılar.
AÇ595	39.02-39.03	Ö18	Yarıçaplarını arttırırlar.
AÇ596	39.04-39.06	A	Ne diyorsunuz arkadaşlar? Sporcular takla atarken neden bacaklarını topluyorlar? Evet Begüm?
AÇ597	39.07-39.11	Ö	Bacaklarını topluyorlar, yarıçapını azaltıyor. Yarıçapını azaltınca hızını arttırmış oluyor. Böylece daha kolay hareket etmiş oluyor.
AÇ598	39.12-39.23	A	O yüzden de bu hareketi yapıyor diyorsun. Evet arkadaşlar size bir soru. Arkadaşlarınız ile 2 dakikanız var. Günlük yaşamda başka açısız momentumu kullandığımız hangi olaylar var?
AÇ599	39.24-39.24	Ö	Semazen.
AÇ600	39.25-39.26	A	Yazın oraya.

AÇ601	39.27- 39.27	Ö21	Semazen
AÇ602	39.28- 39.29	Ö18	Semazen ne ya?
AÇ603	39.30- 39.31	Ö21	Şey vardı.
AÇ604	39.32- 39.33	A	Hadi bakalım.
AÇ605	39.34- 39.34	Ö	Hocam.
AÇ606	39.35- 39.42	Ö18	Günlük yaşamınızda açısal momentumu kullandığınız olaylara örnek veriniz. Topu döndürsek olmuyor mu?
AÇ607	39.43- 39.45	Ö21	Topu günlük yaşamdan...
AÇ608	39.46- 39.50	Ö18	Yani hani biz küçükken oynuyorduk ya onlar oyun.
AÇ609	39.51- 39.52	Ö21	Ne oyunu?
AÇ610	39.53- 39.56	Ö18	Oyun. Ayağımıza takıyorduk şeyleri.
AÇ611	39.57- 39.59	Ö21	Neyleri?
AÇ612	40.00- 40.03	Ö18	Hiç oynamadın mı?
AÇ613	40.04- 40.06	A	Günlük yaşamdan örnekler düşünün.
AÇ614	40.07- 40.10	Ö21	Ben bütün çocukluğumu futbol oynayarak sokaklarda geçirdim.
AÇ615	40.11- 40.13	Ö18	Oyun oynarken böyle açısal momentumdan yararlanırsınız.
AÇ616	40.14- 40.21	Ö21	Bence de semazen güzel bir örnek aslında. Semazen yazabiliriz. Onlar böyle ellerini açıyorlar ya.
AÇ617	40.22- 40.24	Ö18	Tamam yaklaştık. Semazen örneğini.
AÇ618	40.25- 40.25	Ö21	Evet.
AÇ619	40.26- 40.27	Ö18	Dönerken...
AÇ620	40.28- 40.32	A	Örneğinizde açısal momentum korunuyor mu ona dikkat edin.
AÇ621	40.33- 40.34	Ö	Helikopter

AÇ622	40.35-40.53	Ö21	Ama hocam. Hocam onda hiç birşey azalmıyor ki. Olmaz o. Normal şekil sadece pervanesi dönüyor. Oda havalanması için. Buda başka bir şey.
AÇ623	40.54-40.55	Ö	Dönme dolap
AÇ624	40.56-40.57	A	Evet
AÇ625	40.58-40.59	Ö	Balerin
AÇ626	41.00-41.04	Ö	İlla kollarını açıp kapatması mı lazım?
AÇ627	41.05-41.08	A	Hayır. Dönmesi lazım.
AÇ628	41.09-41.12	Ö	Dönmesi lazım.
AÇ629	41.13-41.20	A	Onda yarıçapı değiştiriyorsun. Açısal momentumun korunumunu ne ile açıklayacaksın? Evet.
AÇ630	41.21-41.22	Ö	Balerin.
AÇ631	41.23-41.30	A	Hadi bakalım. Ne yaptınız? Soralım ne yazdığınız açısal momentumun korunumuna ilişkin?Evet Celallettin.
AÇ632	41.31-41.32	Ö	Kamukazilerde.
AÇ633	41.33-41.35	A	Nasıl? Açıklar mısın kamukaziyi?
AÇ634	41.36-41.37	Ö	Doğru söylüyor.
AÇ635	41.38-41.44	Ö	Böyle açıldığında hızlandığı. Öyle açıldığında yavaşlıyor dönerken kapanıyor. Kapanınca hızlanıyor.
AÇ636	41.45-41.48	Ö21	Ama hocam şöyle. İki kanat şöyle açılıp kapanıyor.
AÇ637	41.49-41.52	A	Neresi açılıyor Celalettin?
AÇ638	41.53-41.55	Ö	Kolları açılıyor hocam.
AÇ639	41.56-41.59	A	Orada yarıçap değişti mi yani?
AÇ640	42.00-42.03	Ö	Kolları açılıp kapanınca değişir.
AÇ641	42.04-42.06	Ö	Ama o yarıçap değişmiyor bence.

AÇ642	42.07-42.12	Ö	Hocam şöyle düz olurken kolları yana doğru açılıyor. Şöyleyken hocam, şöyle oluyor.
AÇ643	42.13-42.16	Ö	Ama sonuçta hocam bağlandığı yer ile uzunluğu değişmiyor.
AÇ644	42.17-42.20	A	Evet başka ne diyorsunuz? Söyle bakalım Semanur.
AÇ645	42.21-42.27	Ö	Semazenler. Dönerek. Semazenler dönüyor, dönerken kollarını kapatıyor ve açıyor.
AÇ646	42.28-42.30	A	Semazenler örneği doğru mu?
AÇ647	42.31-42.32	Ö	Evet doğru.
AÇ648	42.33-42.39	Ö	Kollarını kapatınca daha hızlı dönüyorlar. En üst noktayken, yarıçapı en küçük olduğunda en hızlı dönüyor.
AÇ649	42.40-42.45	A	Peki dönme dolapta hangi yarıçap değişiyor Bahadır?
AÇ650	42.46-42.47	Ö	Yarıçap değişmiyor.
AÇ651	42.48-42.49	A	Değişmiyor tabii ki. Dönme noktasına göre uzunluğu değişiyor mu?
AÇ652	42.50-42.50	Ö	Hayır.
AÇ653	42.51-42.54	Ö	Dönen salıncaklar olabilir mi? Döndükçe açılıyor sonuçta.
AÇ654	42.55-42.56	A	Dönerken hızı değişmiyor.
AÇ655	42.57-43.00	Ö	Tamam da böyle dönerken zincirin uzunluğu değişiyor.
AÇ656	43.01-43.04	A	Orada zincirin uzunluğu değişmiyor.
AÇ657	43.05-43.07	Ö	Zincirin uzunluğu değişmiyor da. Şöyle yani dönerken salıncaklar açılıyor kapanıyor.
AÇ658	43.08-43.11	Ö	Hocam, merkeze olan mesafe değişmiyor ama.
AÇ659	43.12-43.13	A	Evet. Merkeze olan mesafe değişmiyor.
AÇ660	43.14-43.15	Ö	Bence başka hiçbir şey yok hocam.
AÇ661	43.16-43.17	Ö21	Bence var ama. Bizim bilgimiz yok.
AÇ662	43.18-43.20	A	Peki o zaman dersi bitirebiliriz.

**EK E.5 Kepler Yasaları Kavramı Birinci Ders Video Kayıtlarının
Transkripsiyonu**

K.No	Zaman	Konuşmacı	Diyalog
K1	0.00-1.32	A	Arkadaşlar derse geçiyoruz. Tamam mı? Evet arkadaşlar, nasılsınız görüşmeyeli? Geçen hafta biliyorsunuz açısal momentum ve tork kavramlarını işledik.
K2	1.33-1.34	Ö18	Söz uçar yazı kalır.
K3	1.35-1.57	A	Bugün yeni bir konu işleyeceğiz. Çalışma kağıdınızda bir parça var. Kim okumak ister? Oku Saliha seslice. Evet beyler.
K4	1.58-2.00	Ö	Selim televizyonda seyrettiği
K5	2.00-2.48	A	Bir dakika bekleyelim. Lütfen. Oturun. Tamam.
K6	2.49-2.50	Ö	Baştan mı başlayayım?
K7	2.51-2.52	A	Evet arkadaşlar. Saliha başla.
K8	2.53-4.07	Ö	Selim televizyonda seyrettiği bir belgeselde milattan önceki yüzyıllarda Güneş'in Dünya etrafında dolandığı yönünde inanışlar olduğunu duymuştur. Belgeselde Aristoteles ve Batlamyus'un milattan önce 4. yüzyılda Güneş'in Dünya etrafında dolandığını varsaydığı ve ortaçağın sonuna kadar bütün bilim dünyasının bu fikrin doğruluğuna inandığı belirtilmiştir. Kopernik ise 16. yüzyılda bütün gezegenlerin dolayısıyla da Dünya'nın Güneş etrafında dolandığını belirtmiştir. Aslında bu fikir ilk kez milattan önce 3. yüzyılda Sisamlı Aristarkus tarafından ortaya atılmıştır. Bu fikri 16. yüzyılda geliştiren Kepler olmuştur. Selim bu öğrendiklerinden sonra Dünya'nın Güneş etrafındaki yörüngesinin nasıl olduğunu merak etmiştir. Selim'e Dünya'nın Güneş etrafında nasıl bir yörüngede dolandığı konusunda yardımcı olalım.
K9	4.08-4.37	A	Evet arkadaşlar, özetle gezegenlerin güneş etrafında nasıl bir yörüngede dolandığını tartışın aranızda. Yörünge'nin şeklinin ne olabileceğini yazın oraya. Hadi bakalım.

K10	4.38-4.40	Ö21	Yörünge'nin şekli bence elips.
K11	4.41-4.42	Ö18	Dünya'nın mı?
K12	4.43-5.17	Ö21	Hayır yörünge'nin şekli. Dünya'nın Güneş etrafında dolandığı yörünge'nin şeklinin nasıl olduğunu tartışınız ve fikirlerinizi arkadaşlarınıza açıklayınız diyor. Ben elips diye düşünüyorum. Dairesel, daire şeklinde de olabilir aslında.
K13	5.18-5.18	Ö18	Peki.
K14	5.19-5.20	Ö21	Elips.
K15	5.21-5.23	Ö18	Sadece bu kadar mı yazacağız.
K16	5.24-5.27	Ö21	Devamını da sen yorumla. Biz sadece orayı söyledik.
K17	5.28-5.32	Ö18	Sadece elips yazdım. Nasıl açıklayabiliriz elips olduğunu?
K18	5.33-5.45	Ö21	Nasıl? Elips, neden elips? Bence şekliyle alakalı bir şey. Dünya'nın şekli de elipse benzediğine göre şekli de yörünge'si olabilir diye düşünüyorum ben.
K19	5.46-6.07	A	Evet hadi bakalım fikirlerinizi alalım. Dünya Güneş etrafında nasıl bir yörüngede doluyor? Kim söylemek ister? Her gruptan alacağım fikrini. Evet ne diyorsunuz?
K20	6.08-6.08	Ö	Elips
K21	6.09-6.10	A	Elips diyorlar.
K22	6.11-6.14	Ö21	Şekli, Dünya'nın şekli elipse benzediği için yörüngede elips olur.
K23	6.15-6.18	A	Biraz sessiz olabilir misiniz? Dünya'nın?
K24	6.19-6.24	Ö21	Şekli elipse benziyor ya işte o yüzden de dünyanın yörünge'si elips.
K25	6.25-6.26	Ö	Hocam ben söyleyebilir miyim?
K26	6.27-6.27	A	Evet
K27	6.28-6.30	Ö18	Mevsimlerin değişmesinin nedeni

K28	6.31-6.37	Ö	Güneş'in bir çekim kuvveti vardır. Dünyada kendi eksenini etrafında dönerken dışarı doğru bir merkezci kuvvet vardır.
K29	6.38-6.38	A	Hıı hıı
K30	6.39-6.42	Ö	Dünya geliyor bu yörünge etrafında dönüyor.
K31	6.43-6.45	A	Nasıl bir yörünge o?
K32	6.46-6.47	Ö	Elips.
K33	6.48-6.50	A	Onun şeklini soruyorum? Ne diyordunuz.
K34	6.51-6.52	Ö	Soldan sağa.
K35	6.53-6.54	Ö	Elips.
K36	6.55-6.56	Ö	Elips.
K37	6.57-6.58	Ö	Elipse benziyor.
K38	6.59-7.06	A	Bakalım. Siz ne diyorsunuz arkadaşlar? Kızlar sizin grubunuz ne düşündü?
K39	7.07-7.09	Ö	Bir şey düşünemedik.
K40	7.10-7.15	A	Dünya güneş etrafında nasıl bir yörüngede döner, nasıl yörüngede?
K41	7.16-7.17	Ö	Güneş'in şekli....
K42	7.18-7.19	Ö	27° lik bir açı ile.
K43	7.20-7.21	A	Mert'e soralım. Mert sen söyle?
K44	7.22-7.24	Ö	Hocam 27° lik bir açı ile.
K45	7.25-7.27	A	O şekil nedir peki, döndüğü şekil?
K46	7.28-7.29	Ö	Elips hocam elips
K47	7.30-7.30	Ö	Elips
K48	7.31-7.33	A	Arkadaşlar bir aranızda konuşmayın. Arkadaşlarınız fikirlerini söylesin.

K49	7.34-7.36	Ö	Ozan neden daire şeklinde elips?
K50	7.37-7.38	A	Büşra siz ne dediniz?
K51	7.39-7.41	Ö	Hocam bizde elips demiştik.
K52	7.42-7.43	A	Elips dediniz.
K53	7.44-7.44	Ö	Evet.
K54	7.45-7.49	A	Evet arkadaşlar. Arkadakiler gruplar siz ne dediniz?
K55	7.50-7.51	Ö	Elips hocam.
K56	7.52-7.54	Ö	Sena cevaplayacağım diyor.
K57	7.55-7.56	A	Evet ne diyorsunuz?
K58	7.57-7.57	Ö	Elips.
K59	7.58-7.59	Ö	Kübra cevaplasın.
K60	8.00-8.01	Ö	Bilemiyorum hocam.
K61	8.02-8.58	A	Bilemiyorsunuz. Peki arkadaşlar Dünya'nın eliptik yörüngede dolandığını söylediniz. Orada altta bir soru daha var. Hadi bakalım Dünya neden eliptik yörüngede dolanır bunu ispatlayın. Soracağım size. Dünyanın eliptik yörüngede dolandığını nereden biliyorsunuz?
K62	8.59-9.01	Ö	Haaa onu mu soruyor? Eliptik ne demek?
K63	9.02-9.07	A	Elips şeklinde, elipse benziyor eliptik yörünge. Dediniz ya elips şeklinde yörüngede döner diye.
K64	9.08-9.10	Ö21	Ben şekiller ile düşünelim diyorum.
K65	9.11-9.12	Ö18	Yorum yapalım.
K66	9.13-9.13	Ö21	Yorumsuz
K67	9.14-9.15	Ö18	Nasıl?
K68	9.16-	Ö21	Ben bir şey söyleyeceğim. Bence ben yer

	9.29		çekiminden dolayı diye düşünüyorum.
K69		Ö18	Dünyanın ayy Güneş'in çekim etkisinden olabilir mi?
K70	9.30-9.31	A	Evet arkadaşlar.
K71	9.32-9.33	Ö18	Dünyanın şeklinden
K72	9.34-9.34	Ö21	Hııı
K73	9.35-9.37	Ö18	Dünyanın şeklinden dolayı
K74	9.38-9.55	A	Hadi bakalım. O zaman bana eliptik olduğunu söylediniz nedenleri yazın oraya. Daha sonra da sorayım size neden dünyanın eliptik yörüngede dolandığını düşünüyorsunuz.
K75	9.56-9.57	Ö18	Çok açık oldu
K76	9.58-9.58	Ö21	Ben...
K77	9.59-10.38	A	Evet hadi bakalım soralım fikirlerinizi. Arkadaşlar bu defa tersten başlayalım. Son gruptan başlayalım. Hadi bakalım neden dünya eliptik yörüngede dolanır? Söyleyin bana.
K78	10.39-10.39	Ö	Çekim..
K79	10.40-10.41	A	Dinleyin arkadaşınızı
K80	10.42-11.21	Ö	Şimdi Güneş'in Dünya'ya karşı bir çekim kuvveti var. Dünya'nın güneşe karşı bir çekim kuvveti var. Karşılıklı geldikleri için sanırım götürüyorlar birbirlerini. Şöyle bir şekilde dönmeye başlıyor. Bunun kanıtı olarak da işte mevsimsel farklılıklar, iklimler örnek verilebilir.
K81	11.22-11.28	A	Böyle dediğin eliptik bir yörünge mi yoksa dairesel bir yörünge mi çizdiğin anlayamadım.
K82	11.29-11.30	Ö	Eliptik
K83	11.31-11.32	A	Eliptik dedin.
K84	11.33-11.34	Ö	Dairesel olmaz mı?
K85	11.35-11.43	A	Evet arkadaşlar siz ne dediniz? Sizi dinleyelim Sena. Biriniz açıklasın dünyanın yörüngesini

			nasıl açıklıyorsunuz?
K86	11.44-11.45	Ö	Dünyanın yörüngesi dairesel.
K87	11.46-11.49	A	Sıra size gelince size de soracağım. Evet ne diyorsunuz Sena?
K88	11.50-11.51	Ö	Hiçbir şey.
K89	11.52-11.55	A	Evet, tamam o zaman Mert siz ne dediniz grup olarak?
K90	11.56-12.02	Ö	Şey dedik şimdi. Güneşin etrafında 27 derece dönüyor ya, kendi etrafında da dönüyor. O yüzden hocam bu şekilde oluşur.
K91	12.03-12.04	A	O yüzden dediniz?
K92	12.05-12.06	Ö	27 den kastı ne?
K93	12.07-12.10	A	Eksen eğikliğini söylemek istiyor galiba.
K94	12.11-12.12	Ö21	Hocam ben
K95	12.13-12.17	A	23 ⁰ 27' eksen eğikliği var ya. Evet ne diyorsunuz arkadaşlar. Grupları dinleyelim yalnız.
K96	12.18-12.20	Ö	Biz birşey düşünemedik.
K97	12.21-12.23	A	Dinliyorsunuz değil mi arkadaşlar?
K98	12.23-12.28	Ö	Merkezkaç kuvvetinin etkisi ile gezegenler yörüngenin dışına çıkamıyor ya da içine de giremiyor. O yüzden belli bir yörüngede dönüyor.
K99	12.29-12.30	A	Siz o yüzden dediniz. Bahadır siz ne dediniz?
K100	12.31-12.33	Ö	Hocam biz birşey bulamadık.
K101	12.34-12.27	A	Fikir belirtmiyorsunuz. Evet kızlar sizin grubunuz ne düşünüyor?
K102	12.28-12.29	Ö	Su söylesin hocam Su.
K103	12.30-12.30	Ö	Hadi Su.
K104	12.31-12.34	A	Söylesin. Ne yazdıysanız onu söyleyin. Evet arkadaşlar bekliyorum.
K105	12.35-12.28	Ö	Hocam Dünya zaten elips şeklinde değil mi? Elips şeklinde.

K106	12.39-12.40	Ö	Dünya elips şeklinde mi?
K107	12.41-12.44	A	Dünya'nın şekli elips olduğu için elips dedi.
K108	12.45-12.46	Ö	Olur mu ya elips. Şekli geoit.
K109	12.47-12.51	Ö21	Hocam hani biz burada topa ip bağlayıp çevirdik ya. Orada ipte bir gerilme kuvveti vardı. Dünya
K110	12.52-12.55	A	Arkadaşlar bir dakika. Lütfen birbirinizi dinleyin. Ozan ayağa kalk.
K111	12.56-13.22	Ö21	Hocam derste bir deney yapmıştık. Bir topa ip bağlayıp sallamıştık. Orada ipte bir gerilme kuvveti vardı. Bence dünya ve güneş arasında da öyle bir şey var. Onun sayesinde dünya elips şeklinde yörüngede dönüyor.
K112	13.23-13.25	A	Siz ne dediniz? Begüm sen söyle.
K113	13.26-13.57	Ö	Hocam, yalnız şöyle bir şey var. Arkadaşlar neden elips şeklinde olduğunu tanımını verdi. İspatlayacak bir şey söylemedi. Biz şöyle bir şey düşündük. Mevsim değişikliği en önemli kanıttır. Eğer daire olsaydı yarıçap aynı kalacaktı ve her mevsim, dönme şekli mevsimleri belirlediği için aynı olacaktı.
K114	13.58-14.11	A	Arkadaşınız diyor ki, ispat olarak mevsimleri söyleyebiliriz. Eğer mesafe değişmeseydi mevsimler aynı olurdu diyor. Arkadaşlar biraz daha sessiz olun.
K115	14.12-14.16	Ö18	Mevsimler dedi, duy. Ben sabahtan beri mevsimler diyorum.
K116	14.17-14.22	Ö	Hocam, dünyanın hani şeklinden dolayı hani yaz ayında dünya güneşe en uzak oluyor ama şeklinden dolayı
K117	14.23-14.24	A	En uzak yazın değil mi?
K118	14.25-14.31	Ö	Evet en uzak yazın. Güneşe eğiminden dolayı kuzey yarım küre o yüzden mevsimleri verebilir miyiz örnek olarak?
K119	14.32-14.25	Ö	Hocam, yazın daha yakın değil mi?
K120	14.26-14.41	A	Hayır kışın daha yakın. Arkadaşlar önce şu önünüzdeki fotoğraflara

			bakın. Kağıtlarınızdaki fotoğraflara bakın. Bu fotoğraflar aynı fotoğrafçı tarafından, biri 21 Haziran'da biri 21 Aralık'ta aynı yerden ve aynı saatte çekildi.
K121	14.42-14.43	Ö21	Güneş'in değil mi hocam?
K122	14.44-15.03	A	Orada Güneş'in fotoğrafları var. Aynı yerden Güneş'e bakıyor. O bir siteden alındı. Yalnız çıktı olduğu için öyle görünüyor. Şimdi arkadaşlar aynı fotoğrafçı aynı fotoğraf makinesi ile çekiyor. Biri 21 Haziran'da diğeri 21 Aralık'ta. Aynı yerden ve aynı saatte ve makinede herhangi bir kusur yok.
K123	15.04-15.05	Ö	21 Haziran 21 Aralık
K124	15.06-15.07	Ö21	Evet hocam.
K125	15.08-15.15	A	Arka sayfada bir soru var arkadaşlar. Neden Güneş'in büyüklüğü aynı değildir bu fotoğraflarda?
K126	15.16-15.16	Ö	Çünkü çünkü
K127	15.17-15.19	A	Soruyu cevaplayın.
K128	15.20-15.20	Ö21	Şimdi...
K129	15.21-15.24	Ö18	Güneş'in dünyaya uzaklığı farklı çünkü
K130	15.25-15.26	A	Cevaplarınızı kağıtlara yazın.
K131	15.27-15.27	Ö21	OK
K132	15.28-15.31	Ö	Dünya mı güneşe yaklaşıyor, güneş mi dünyaya?
K133	15.32-15.34	Ö21	Dünyanın güneşe olan uzaklığından dolayı
K134	15.35-15.37	Ö18	Dünya ve güneş arasındaki uzaklık
K135	15.38-15.41	Ö21	Mesafenin azalmasından diye düşünüyorum.
K136	15.42-15.43	Ö	Dünyanın güneş etrafında dönmesi
K137	15.44-15.45	Ö	Bunlar aynı makine mi?

K138	15.46-15.46	A	Aynı
K139	15.47-15.49	Ö	Aynı değil bence
K140	15.50-15.52	Ö21	Emine'nin soruları
K141	15.53-15.53	Ö18	☺
K142	15.54-15.54	Ö21	Çok gıcık
K143	15.55-15.56	Ö18	Eminler tartışıyor.
K144	15.57-16.00	A	Evet hadi bakalım bitirelim. Ne diyorsunuz arkadaşlar?
K145	16.01-16.03	Ö	Ben söyleyebilir miyim?
K146	16.04-16.05	A	Söyleyebilirsin.
K147	16.06-16.17	Ö	Şimdi dünya güneşe doğru yaklaştığında güneş daha büyük gözükür. Aynı şekilde uzaklaştığında da güneş dur bir dakika
K148	16.18-16.19	Ö	Tam tersi.
K149	16.20-16.27	A	Bir dakika arkadaşlar. Arkadaşlar. ayağa kalk Su. Seslice söyle. Herkes seni dinlesin.
K150	16.28-16.42	Ö	Şimdi dün off ya dünya güneşe doğru yaklaştığında güneş büyük görünür. Tam tersinde küçülür.
K151	16.43-16.47	A	O zaman ne zaman dünya güneşe yakın senin tezine göre?
K152	16.48-16.49	Ö	21 Aralık
K153	16.50-16.51	Ö	21 Haziran
K154	16.52-16.53	Ö21	Bence 21 Aralık
K155	16.54-16.56	A	Evet ne diyorsun? Karıştırdılar mı aklımı? Evet.
K156	16.57-16.58	Ö	Begüm konuşacak.
K157	16.59-17.11	Ö	Hocam 21 Haziranda dünya güneşe en uzak konumda ama dünya güneşe uzak olduğu için yaz yaşanır. Daha uzak olduğu için daha küçük

			görünür. 21 Aralıkta da tam tersi güneşe uzak
K158	17.12-17.12	Ö	Yakın
K159	17.13-17.15	Ö	Ay yakın olduğu için
K160	17.16-17.19	A	Yani 21 Haziranda ne oluyor uzak mı oluyor? Siz ne diyorsunuz?
K161	17.20-17.35	Ö	Hocam biz şey dedik. 21 Haziranda uzak olduğu için güneş küçük görünür. 21 Aralıkta daha yakın olduğu için güneş büyük görünür. Değil mi?
K162	17.36-17.39	A	Ne diyorsunuz arkadaşlar? Evet Emin. Emin ayağa kalk.
K163	17.40-17.40	Ö	Hocam,
K164	17.41-17.42	Ö	Emin duymuyoruz.
K165	17.43-17.45	A	Emin biraz daha sesli.
K166	17.46-17.48	Ö	21 Aralıkta dünya güneşe daha yakın hocam.
K167	17.49-17.50	A	Emin biraz daha bağır, sesin gelmiyor.
K168	17.51-18.13	Ö	Güneş daha büyük görünmüş. 21 Haziranda dünya güneşe uzak çünkü uzak olduğumuz için aradaki yarıçapı daha uzak. Yani daha uzun bir sürede geçmiş olacak oradan. 21 Haziranda daha uzun sürede geçmiş olacak yani yaz mevsimini yaşamış olacak. 21 Haziranda uzakken güneş daha küçük görünür.
K169	18.14-18.17	A	Arkadaşlar farklı bir fikri olan var mı? Beyler ve bayanlar önünüze dönün.
K170	18.18-18.20	Ö21	Uzaklığı yakınlığı ilgisi yok ki. Hocam, bir soru sorabilir miyim?
K171	18.21-19.17	A	En son ben size söyleyeceğim tamam mı? Arkadaşlar farklı bir fikri olan var mı? Diyor ki arkadaşlarınız 21 Haziranda dünyadan güneşe baktığımızda güneş daha küçük görünür. Nedeni uzak mesafedeyiz. Diğeri 21 Aralıkta baktığımızda güneş daha büyük görünür. Neden? Buraya baktığımız zaman güneş daha büyük görünür. Daha yakın mesafedeyiz. Katılıyor musunuz?
K172	19.18-19.19	Ö	Evet. Evet.

K173	19.20-19.22	Ö21	Katılıyoruz. Bir şey söyleyebilir miyim?
K174	19.23-19.23	A	Söyle.
K175	19.24-19.29	Ö21	Arkadaş dedi ki neden bu konuyla ilgili işte neden daha sıcak oluyor o zaman dedi.
K176	19.30-19.32	Ö	Çünkü daha fazla ısı alıyor.
K177	19.33-19.34	Ö21	Geliş açısıyla
K178	19.35-19.36	Ö	Hayır, hayır.
K179	19.36-19.38	Ö21	Geliş açısıyla alakalı
K180	19.39-19.40	A	Arkadaşın onu açıkladı.
K181	19.41-19.42	Ö	daha fazla geliyor.
K182	19.43-19.45	Ö	Eksen eğikliği ile açıkladı.
K183	19.46-19.47	Ö	Açıkladım ben onu.
K184	19.48-19.51	A	O yüzden kürelerde mevsimler değişik değişik oluyor. Yaz-kış, kış-yaz diye.
K185	19.52-19.53	Ö	Çocuk biliyor.
K186	19.54-21.04	A	Evet, arkadaşlar. Arkadaşlarınızın söyledikleri doğru. Eğer dünya dairesel bir yörüngede hareket etseydi, bizim uzaklığımız hiçbir zaman değişmezdi değil mi Celalettin? Değil mi, Celalettin? Dinle olur mu? Ama eliptik bir yörüngede doluyoruz ki, yörünge üzerinde ne yapıyor? Güneş ve dünyanın yörünge üzerindeki uzaklığını değiştirebiliyor? Bu durumda nedir? Eliptik yörüngede dolanır diyoruz. Şimdi Kepler bunu nasıl açıklamış?
K187	21.05-21.05	Ö	Kim?
K188	21.06-23.12	A	Kepler. Kepler'in arkadaşlar 3 tane yasası var. 1. Yasası der ki, gezegenler odaklarından birinde güneşin bulunduğu eliptik yörüngelerde dolanırlar. Ne dedik? Kepler'in 1. Yasasını

			açıkladık bunu. Kepler diyor ki, gezegenler odağında güneşin bulunduğu eliptik yörüngelerde dolanır diyor. Ve bunu Kepler'in 1. Yasası ile açıklıyoruz.
K189	23.13-23.14	Ö	Bir daha söyler misiniz hocam?
K190	23.15-24.22	A	Şimdi şu şekilde. Kepler'in 1. Yasası bütün gezegenler odağında güneşin bulunduğu eliptik yörüngelerde dolanır diyor. Güneş etrafında eliptik yörüngelerde dolanıyor. Gördünüz gibi eliptik yörüngede arkadaşlar yörünge üzerinde Güneş'e olan mesafe değişiyor değil mi? Şuradayken daha yakın, örneğin şuradayken daha uzak. Efendim?
K191	24.23-24.25	Ö	Hocam bütün gezegenler mi güneş etrafında bu şekilde dönüyor?
K192	24.26-27.58	A	Evet. Bütün gezegenler odağında güneşin bulunduğu eliptik yörüngelerde hareket eder. Bu da Kepler'in 1. Yasası. Buna dünya da dahil. Diğer gezegenlerde dahil. Evet arkadaşlar, 1. yasayı açıkladık. Şimdi önünüzdeki çalışma kağıtlarına bakın. Orada ortada güneş var, daha sonra eliptik bir yörünge var. Yörünge üzerinde 4 tane nokta belirlenmiş. A, B, C ve D noktaları. En uçtan belirlenen A ve D noktalarının uzaklıkları size veriliyor. A noktasının güneşe uzaklığı 152 milyon km, D noktasının 147 milyon km. Bu noktalarda dünyanın sahip olduğu çizgisel hızı karşılaştırın bakalım. V_A ve V_D noktalarındaki hızları. Nasıl karşılaştırırsınız? Dünyanın hızı buralarda nasıldır? Birbiri ile karşılaştırın. Birinde dünya güneşe yakın, diğerinde uzak. D noktasında yakın, A noktasında uzak.
K193	27.59-28.00	Ö21	Hepsini biliyorsak.
K194	28.01-28.02	Ö18	Ne diyebiliriz.
K195	28.03-28.09	Ö21	π/t $2\pi/t$ desek. Şöyle eşit olsa. Hımmmm hangisi daha hızlıdır diyor değil mi? D daha hızlı gibi değil mi?
K196	28.10-28.11	Ö18	bence A daha hızlı.
K197	18.12-	Ö21	Bence D. Neden?

	28.13		
K198	28.14-28.18	Ö18	Hııı. Çünkü arasındaki mesafe fazla ve çekim kuvveti fazla.
K199	28.19-28.20	Ö21	Biraz bağır, sesin az geliyor.
K200	28.21-28.22	Ö18	Sesim kısıldı çünkü...
K201	28.23-28.28	Ö21	Tamam. Diyorsun ki arasındaki çekim kuvveti fazla olduğu için A'da daha fazladır.
K202	28.29-28.32	Ö18	Az olduğu için çekim kuvveti az
K203	28.33-28.33	Ö21	Az!
K204	28.34-28.35	Ö18	Çekim kuvveti az ya
K205	28.36-28.36	Ö21	Evet
K206	28.37-28.39	Ö18	Onun için daha hızlı gidiyor. Ya sese bak ya.
K207	28.40-28.41	Ö21	Nefes al ve tekrar konuş.
K208	28.32-28.35	Ö18	Arasındaki çekim kuvveti az yani mesafe fazla olduğu için.
K209	28.36-28.37	Ö21	Tamam yani doğru.
K210	28.38-28.47	A	Evet hadi bakalım arkadaşlar. A ve D noktalarında dünyanın hızını karşılaştıralım. Ne diyorsunuz? Evet.
K211	28.48-28.53	Ö	Hocam, D noktasındaki hızı A noktasındakinden daha büyüktür.
K212	28.54-28.55	A	Neden?
K213	28.56-28.59	Ö	Hocam, merkezden uygulanan yani merkezden ne kadar uzaksa hız o kadar büyüktür.
K214	29.00-29.00	A	Begüm?
K215	29.01-29.02	Ö	Biz şöyle düşündük.
K216	29.03-29.05	A	Sesli. Şittt. Beyler.
K217	29.06-29.11	Ö	D'deki hızı A'daki hızından büyüktür çünkü hani D'de güneşe daha yakın. Yani hani daha şeydir. Nedir söyleyemedim.

K218	29.12- 29.12	A	Nedir?
K219	29.13- 29.17	Ö	Daha hani kış mevsimidir. Güneşlenme süresi de daha azdır yani.
K220	29.18- 29.21	A	O yüzden daha hızlı geçer diyorsun.
K221	29.22- 29.25	Ö	O yüzden daha hızlı geçer. Ama D'de A'ya göre.
K222	29.26- 29.27	A	Dedi arkadaşımız.
K223	29.28- 29.29	Ö	Bende eklemek istiyorum.
K224	29.30- 29.32	A	Bir dinleyelim arkadaşlarımızı sonra sana tekrar döneyim.
K225	29.33- 29.33	Ö	Olur.
K226	29.34- 29.36	Ö	Güneş'te ortada gezegenlerin ortasında.
K227	29.37- 29.39	A	Hangisinde fazla hız?
K228	29.40- 29.40	Ö	D'de.
K229	29.41- 29.43	A	D'de daha büyüktür dediniz.
K230	29.44- 29.44	Ö	Evet.
K231	29.45- 29.46	A	Mert siz ne diyorsunuz?
K232	29.47- 29.50	Ö	Hocam valla ben buna pek bir yorum yapamadım ama.
K233	29.51- 29.53	A	O zaman bir dinle. Hanım'ı dinleyelim.
K234	29.54- 29.58	Ö18	A noktasına etkiyen kuvvet daha az olduğu için daha hızlı gider diye düşündük.
K235	29.59- 30.01	A	A noktasında daha hızlıdır diyorsunuz?
K236	30.02- 30.02	Ö18	Evet.
K237	30.03- 30.03	Ö	Hocam.
K238	30.04- 30.06	A	Bahadır'ı dinleyelim.
K239	30.06-	Ö	Hocam, D noktasındaki hızı A noktasındakinden

	30.22		daha büyüktür çünkü yarıçapları işin içine kattım. Hız ile yarıçapın çarpımları eşit olacağı için 152 milyon km ile bir hızı çarptım, 147 ile de diğer hızı çarptım. O yüzden 147 ile çarpılan hız 152 ile çarpılandan büyüktür.
K240	30.23-30.25	A	Neden hız ile çarptın yarıçapı Bahadır?
K241	30.26-30.26	Ö	Yani...
K242	30.27-30.27	Ö	Vardı ya...
K243	30.28-30.28	A	Hadi bakalım.
K244	30.29-31.35	Ö	Hocam çok değişik bir yolla yaptım, hocam. Dünya D noktasında uyguladığı çekim kuvveti daha fazla. Evet bu defa dünya çekim kuvveti burada çekim kuvveti artar. Bu nedenle hızı daha çok artar. Mesela uzak olduğu zaman dünya çekim kuvveti az, bu defada dünyanın dönüş hızı az olacaktır.
K245	31.36-31.39	A	Sen çekim kuvveti ile açıkladın.
K246	31.40-31.40	Ö	Evet.
K247	31.41-31.58	A	Bahadır'da neyle açıkladı? $r \times V$ ile. Galiba Emin'de Bahadır'a katılıyor. $r \times V$ olduğuna. Arkadaşlar bir önceki dersimizde bahsetmiştik. Şu şekilde dünya olsun. Dünya'nın üzerine ne etki eder? Bir yarıçap vektörü var ve dünyaya etki bir çekim kuvveti var.
K248	31.59-32.00	Ö18	Merkezcil kuvvet
K249	32.01-32.08	A	Merkezcil kuvvet var güneş tarafından uygulanan. Bunlar arasındaki açı kaç derece?
K250	32.09-32.10	Ö	180 derece
K251	32.10-32.11	Ö	180
K252	32.12-32.12	Ö	90 derece
K252	33.13-33.15	A	Beyler.
K253	33.16-33.17	Ö	Tork sıfır o zaman.

K254	33.18-33.21	A	Burada tork ne olur?
K255	33.22-33.22	Ö18	Sıfır
K256	33.23-33.39	A	180 ise iki vektör arasındaki açı tork sıfırdı. Bir cisim üzerine tork etki etmiyorsa açısal momentum ne oluyordu? Açısal momentum korunuyor demiştik, değil mi?
K257	33.40-33.40	Ö	Evet.
K258	33.41-33.44	A	Tork sıfırsa, L nedir?
K259	33.45-33.45	Ö	Sabit.
K260	33.46-33.52	A	Sabittir. Yani arkadaşlar cisim üzerine etki eden herhangi bir tork yoksa cismin açısal momentumu değişmez. Neydi L? r. m. v değil miydi?
K261	33.53-33.53	Ö	Evet.
K262	33.54-33.56	A	Değil mi arkadaşlar? Açısal momentum sabit
K263	33.57-33.59	Ö	$mr^2\omega$ değil miydi?
K264	34.00-34.42	A	Burada açısal hız ile karşılaştırıyoruz ya. Onun için r^2 li formülü vermedim. Şimdi çizgisel hızı konuştuğumuz için bu formülü yazdım. Kütle sabit. Yarıçap ile hız vektörü arasında nasıl bir ilişki olur?
K265	34.43-34.44	Ö	Ters orantılı, ters orantılı
K266	34.45-34.46	Ö	Yarıçap artarsa hız azalır.
K267	34.47-34.50	A	Bunun da sabit olması için aralarında ters orantı olması gerekiyor, değil mi?
K268	34.51-34.52	Ö	Yarıçap azalır...
K269	34.53-35.02	A	Yani yarıçap artarsa hız azalır, hız artarsa yarıçap azalır. Bu yüzden ne yapıyor, güneşten uzaklaştıkça hız
K270	35.03-35.03	Ö	azalıyor.

K271	35.04-35.07	A	azalıyor. Dünya güneşe yaklaştıkça hız,
K272	35.06-35.06	Ö	artıyor.
K273	35.06-35.06	Ö	artıyor.
K274	35.07-35.12	A	artıyor. Hangi noktada hız büyüktür.
K275	35.13-35.13	Ö	D'de
K276	35.14-35.15	Ö	D noktasında
K277	35.16-35.17	Ö	147 milyon km'de
K278	35.18-35.25	A	Nedeni de $r \times V$ 'nin sabit olması, açısal momentumun korunumundan arkadaşlar. Bir önceki derste öğrenmiştik bunu. Problem var mı?
K279	35.26-35.26	Ö	Yok.
K280	35.27-35.27	Ö	Yok ya.
K281	35.28-36.04	A	Evet. Ne dedik? Dünya güneşe yaklaştıkça hızı artar, uzaklaştıkça azalır. Açısal momentumun korunumundan. Evet arkadaşlar, A_1 ve A_2 alanlarını karşılatırın bakalım. A ve B noktaları arasında kalan A_1 alanı ile C ve D noktaları arasında kalan A_2 alanlarının büyüklüklerini karşılaştırıyorsunuz. Bu arada A-B noktaları arası ile C-D noktaları arasını gidiş süreleri aynı. Yani eşit zamanda yol alıyor.
K282	36.05-36.05	Ö21	Tamam.
K283	36.06-36.18	Ö18	Yani alanları. A ve B noktaları arasında kalan alan ile C-D noktaları arasında kalan alanlar. Bu alan mı büyük bu alan mı? Şimdi A_1 mi büyük A_2 mi?
K284	36.19-36.21	Ö21	Eee yarıçap imkansız bir şey gibi geliyor.
K285	36.22-36.23	Ö18	A'nın uzaklığı, D'ninkinden fazla.
K286	36.24-36.27	Ö21	D'de daha hızlı. Sence hangisi daha büyük? Senin düşüncen nedir?
K287	36.28-36.29	Ö18	Bence A

K288	36.30-36.30	Ö21	H11
K289	36.31-36.32	Ö18	Bence A
K290	36.33-36.35	Ö21	Bizde A diyoruz. A_1 mi A_2 mi?
K291	36.36-36.39	A	Hadi alanları karşılaştırm bakalım. A_1 ve A_2 alanlarını birbiri ile karşılaştırm.
K292	36.40-36.41	Ö21	Bence A_1
K293	36.42-36.42	Ö18	A_1
K294	36.43-36.45	Ö21	Bence de A_1 A_2 'den büyük
K295	36.46-36.48	A	Evet arkadaşlar. Ne diyorsunuz alanlar için?
K296	36.49-36.50	Ö	Hocam A_1 daha büyüktür.
K297	36.51-36.52	A	Neden?
K298	36.53-36.55	Ö	İ aradaki mesafe arttığı için oradaki aradaki mesafe artıyor.
K299	36.56-36.57	A	Yarıçap vektörü diyorsunuz.
K300	36.58-37.00	Ö	O zaman genişlikte artıyor. Genişlik artınca alan artar.
K301	37.01-37.04	A	O yüzden A_1 alanı büyüktür dediniz. Begüm ne diyorsun?
K302	37.05-37.07	Ö	Ben A_2 daha büyüktür diyorum.
K303	37.08-37.08	A	Neden?
K304	37.09-37.18	Ö	Şimdi A 'nın hızı bir iken, D 'nin hızı ikidir. Hani daha fazla olacaktır. Aynı sürede vardıklarına demek ki A_2 'nin genişliği daha fazla olmalı ki aynı sürede varabilsin.
K305	37.19-37.22	A	Siz öyle düşündünüz. Evet arkadaşın adı neydi?
K306	37.23-37.23	Ö	Fatih.
K307	37.24-37.25	A	Fatih, söyle bakalım.
K308	37.26-	Ö	Şimdi, hocam şimdi D 'den C 'ye giderken yarıçap

	37.43		artıyor ya, A'dan B'ye giderken yarıçap azalıyor ama şu da var hızları birbirine eşit diyor ya alanlar birbirine eşit oluyor.
K309	37.44-37.45	A	Alanlar eşit dedin.
K310	37.46-37.46	Ö	Eşit.
K311	37.47-37.54	A	Biri A_1 alanı, biri A_2 alanı büyük dedi, diğeri alanlar eşit dedi. Siz ne diyorsunuz?
K312	37.55-37.56	Ö	Bende aynı şekilde düşünüyorum.
K313	37.57-37.58	A	Hangisi ile?
K314	37.59-38.00	Ö	Alanların eşit olduğu ile.
K315	38.01-38.02	A	Neden?
K316	38.03-38.04	Ö	Bilmiyorum.
K317	38.05-38.11	A	Şimdi arkadaşlar. Arkadaşlarınız fikirlerini söyledi ve nedenlerini açıkladı. Burada A_1 ve A_2 alanları birbirine eşittir. Neden?
K318	38.12-38.12	Ö	Neden?
K319	38.13-38.17	A	Şimdi C-D arasını ve A-B arasını eşit zamanlarda alır arkadaşlar gördüğünüz gibi. Kepler bunu birçok defa deniyor. Arkadaşlar. Sessiz.
K320	38.18-38.20	Ö21	Gözlemliyor mu, yoksa laboratuvar ortamında mı?
K321	38.21-40.09	A	Evet. Çok sayıda deniyor ve şunu görüyor. Yarıçap vektörü eşit zamanlarda eşit alanlar tarıyor. Yani Kepler'in 1. Yasasında söylemiştik, eliptik yörüngelerde dolandır diyor. Yörüngeyi güneşe birleştiren yarıçap vektörü ne yapıyor? Eşit zamanlarda eşit alanlar taradığını buluyor. Bunu sadece hesaplıyor ve bunun nedeninin ne olduğunu açıklayamıyor. Buna 2. Yasasının adını koyuyor. Kepler'in 2. yasası. Şimdi ben size açıklayacağım. Kepler'in 2. Yasası alanlar yasası olarak açıklanmaktadır. Şimdi arkadaşlar, bu açıklamayı şitt, beyler, Newton yapıyor. Bu açıklamayı Newton yapıyor.

			Kepler yapamıyor. Kepler buluyor ama açıklamasını Newton yapıyor.
K322	40.10-40.10	Ö	Açıklamayı
K323	40.11-40.17	A	Diyor ki Newton, şimdi şu güneş, yarıçap vektörü şu şekilde bir yol aldı diyor. S yolu alsın tamam mı. Şu şekilde bir yol alır.
K324	40.18-40.19	Ö	Açıya da bağlı ama.
K325	40.20-40.38	A	Buranın alanını bulalım. Biliyorsunuz burası çok uzun bir mesafe, o yüzden burayı şu şekilde bir doğru olarak kabul edebilirsiniz. Alanı hesaplamak için buranın paralel kenarın alanı gibi $rXS/2$ 'den hesaplayabiliriz.
K326	40.39-40.40	Ö	Yay olması gerekmiyor mu?
K327	40.41-40.43	A	Ama burası küçük bir alan. Çok küçük bir yol, düz çizgi kabul edilebilir.
K328	40.44-40.45	Ö	Hocam. Yarıçap vektörü gibi değil mi?
K329	40.46-40.47	A	Gibi evet. Şurayı dik olarak kabul ediyor. Arkadaşlar alınan yol nedir?
K330	40.48-40.48	Ö	Alınan yol
K331	40.49-40.50	Ö	Alınan yol bir dakika xXt
K332	40.51-40.52	A	Alınan yol, çizgisel hız X zaman değil midir?
K333	40.53-40.53	Ö	Evet.
K334	40.54-41.02	A	Vxt 'dir. O zaman buradan yol yerine bunu yerleştirelim. $A = \frac{r}{2} \cdot v \cdot t$ dir arkadaşlar. Bunu kütle ile çarpar kütle ile bölersek ne olur? Beyler biraz sessiz olun.
K335	41.03-41.03	Ö	Neyle?
K336	41.04-41.05	A	Kütleyle çarpar, kütleyle bölersek
K337	41.06-41.07	Ö	Hocam. mxV
K338	41.08-41.09	Ö	Eylemsizlik çarpı hıuuu

K339	41.10- 41.11	A	Ne olur?
K340	41.12- 41.12	Ö	Lxt
K341	41.13- 41.14	A	L çarpı t değil mi?
K342	41.15- 41.15	Ö	Evet.
K343	41.16- 41.16	Ö21	Evet.
K344	41.17- 41.19	A	$\frac{r.v}{2} \cdot \frac{m}{m}$ xt olur değil mi?
K345	41.20- 41.21	Ö21	Şurası da L zaten?
K346	41.22- 41.24	A	Şimdi arkadaşlar burası L o zaman. Bunu da buraya atalım. $\frac{A}{t} =$
K347	41.25- 41.25	Ö	Eşittir.
K348	41.26- 41.28	A	Nedir? $\frac{L}{2m}$ Açısal momentum korunuyor mu?
K349	41.29- 41.29	Ö	Evet.
K350	41.30- 41.31	A	Açısal momentum sabit.
K351	41.32- 41.32	Ö	Sabit.
K352	41.33- 41.34	A	Gezegenin kütlesi
K353	41.35- 41.35	Ö	Sabit.
K354	41.35- 41.35	Ö	Sabit
K355	41.36- 41.37	A	Eşit zaman aralıklarında aldığına göre yolu alanlarda ne olması gerekiyor?
K356	41.38- 41.38	Ö21	Eşit.
K357	41.39- 41.39	Ö	Eşit.
K358	41.40- 41.58	A	Eşit olması gerekiyor. A/t oranının arkadaşlar eşit olması gerekiyor. 2. Yasayı Newton buradan açıklıyor. Size üçüncü. yasanın ne olduğunu

			söyleyeyim Daha sonra bitirelim.
K359	41.59-42.00	Ö	Yarıçapı artınca dönme hızı azalıyor.
K360	42.01-43.07	A	Kepler 3. Yasasına periyotlar yasası adını veriyor. $\frac{R^3}{T^2}$ R^3 gezegeni güneşe birleştiren yarıçap vektörünün küpünün periyodun karesinin oranı bütün gezegenlerde sabit olduğunu söylüyor. Bütün gezegenler için bu işlemi yaparsanız önünüzde bir tane örnek var, $\frac{R^3}{T^2}$ bütün gezegenlerde aynı arkadaşlar. Bu hesap Rudolf tarafından yapıp cetvele dökülmüş. Hepsinin aynı olduğu görülüyor. Sormak istediğiniz bir şey var mı?
K361	43.08-43.08	Ö	Hayır.
K362	43.09-43.10	A	Anlamadığınız bir yer var mı?
K363	43.11-43.12	Ö	Hocam bir şey diyebilir miyim?
K364	43.13-43.13	A	Sor.
K365	43.14-43.17	Ö	Yarıçap arttıkça dönme süresi artar diyebilir miyiz o zaman?
K366	43.18-43.23	A	Hayır, dönme süreleri eşitti ya onların. O mesafeyi eşit zamanda aldığı için alan eşit oluyor.
K367	43.24-43.25	Ö	Alan için değil. Alan için değil. Güneş etrafında dönme süreleri.
K368	43.26-43.27	A	Hız değiştikçe evet. Hız değişirse süre de değişir. Anladınız mı?
K369	43.28-43.29	Ö21	Evet hocam.
K370	43.30-43.30	Ö	Evet.
K371	43.31-43.33	Ö	Şurada biz $A = \frac{r}{2} \cdot v \cdot t$ dedik.
K372	43.34-43.58	A	Bak şimdi şurada $rvt/2$ m ile çarpıp m ile böldük. Burada L çektiğimiz zaman $r \cdot m \cdot v$ oldu. Buda açısal momentum. Çarpı t bölü 2m. t'yi de aşağıya atarsak bu eşitliği elde ederiz. Arkadaşlar dersimiz sona ermiştir.