

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



7. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN IŞIĞIN KIRILMASI
KONUSUNDAKİ KAVRAMSAL GELİŞİMLERİNİN SOSYAL
YAPILANDIRMACI BAKIŞ AÇISINDAN İNCELENMESİ

DOKTORA TEZİ

SEVDA SEÇER

BALIKESİR, MART - 2015

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



7. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN IŞIĞIN KIRILMASI
KONUSUNDAKİ KAVRAMSAL GELİŞİMLERİNİN SOSYAL
YAPILANDIRMACI BAKIŞ AÇISINDAN İNCELENMESİ

DOKTORA TEZİ

SEVDA SEÇER

BALIKESİR, MART - 2015

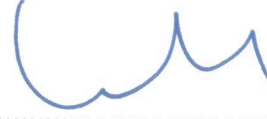
KABUL VE ONAY SAYFASI

Sevda SEÇER tarafından hazırlanan “7. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN İŞİĞİN KIRILMASI KONUSUNDAKİ KAVRAMSAL GELİŞİMLERİNİN SOSYAL YAPILANDIRMACI BAKIŞ AÇISINDAN İNCELENMESİ” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 26.03.2015 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 Bilim Dalında DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman
Doç. Dr. Hüseyin KÜÇÜKÖZER



Üye
Doç. Dr. Murat SAĞLAM



Üye
Doç. Dr. R. Suat İŞILDAK



Üye
Doç. Dr. M. Sabri KOCAKÜLAH



Üye
Doç. Dr. Serap ÇALIŞKAN



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

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Prof. Dr. Cihan ÖZGÜR

.....

Bu tez çalışması Balıkesir Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeler Birimi tarafından BAP 2013/10 nolu proje ile desteklenmiştir.

ÖZET

**7. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN IŞIĞIN KIRILMASI KONUSUNDAKİ
KAVRAMSAL GELİŞİMLERİNİN SOSYAL YAPILANDIRMACI BAKIŞ
AÇISINDAN İNCELENMESİ
DOKTORA TEZİ
SEVDA SEÇER
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ ORTAÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK
ALANLAR EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
FİZİK EĞİTİMİ
(TEZ DANIŞMANI: DOÇ. DR. HÜSEYİN KÜÇÜKÖZER)**

BALIKESİR, MART- 2015

Son yıllarda fen eğitimi alanında, sınıf ortamındaki sosyal etkileşimlerle anlam yapılandırma konusunda gittikçe artan sayıda çalışmalar yapılmaktadır. Bu yönelimde öğretmen ve öğrencilerin rolleri iletişimciler ve öğrenenler olarak değişmektedir. Sosyokültürel bağlamın anlam yapılandırmada çok büyük role sahip olduğunun düşünülmesi, öğrenmenin sosyokültürel teori ya da diğer bir deyişle sosyal yapılandırmacılık bağlamında incelenmesi yönünde araştırmaları tetiklemiştir.

Bu çalışmanın amacı, yedinci sınıf öğrencilerinin ışığın kırılmasına ilişkin kavramsal gelişimlerini anlam oluşturma çerçevesinden incelemektir. Araştırma deseni olarak, durum çalışması kullanılmıştır. Çalışma onbeş öğrenci ile yürütülmüştür. Öğretim öncesinde, sonrasında ve öğretimden bir yıl sonra kavramsal anlama anketi uygulanmıştır. Öğretim öncesinde öğrencilerin konuya ilişkin çeşitli günlük kavramlara sahip oldukları görülmüştür. Anlam oluşturmaya yönelik yapılan öğretimin incelenmesi için beş öğrenci, gruplar halinde çalışmıştır. Öğrencilerin sahip oldukları günlük kavramların bilimsel kavramlara dönüşme sürecinin gözlemlenmesi için anlam oluşturmaya uygun öğretim hazırlanmış ve uygulanmıştır. Öğrencilerle öğretim öncesi ve sonrası görüşmeler yapılmıştır. Öğretim sonrasında öğrencilerin yarısından fazlasının bilimsel kavramlara sahip oldukları bu durumlarını öğretimden bir yıl sonra da büyük oranda korudukları görülmüştür.

Öğrencilerin günlük kavramları sınıf sosyal düzlemindeki etkileşimlerin aracılığı ile bilimsel kavramlara doğru değişmiştir. Bu değişimde öğrencilerin kendi aralarında ve öğretmenle kurdukları sosyal etkileşimlerin ve kullandıkları psikolojik ve teknik araçların önemli bir rolü olduğu düşünülmektedir. Anlam oluşturmamın sosyal yapılandırmacı kuramın birçok bileşeni açısından ele alınmasının daha verimli ve zenginleştirilmiş öğrenme ortamları oluşturmamıza katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

ANAHTAR KELİMELEER: Sosyal yapılandırmacı kuram, ışığın kırılması, anlam oluşturma, ilköğretim öğrencileri

ABSTRACT

INVESTIGATION OF 7th GRADE STUDENTS' CONCEPTUAL IMPROVEMENT ON REFRACTION OF LIGHT THROUGH SOCIAL CONSTRUCTIVIST PERSPECTIVE

PH.D THESIS

SEVDA SEÇER

**BALIKESIR UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE
SECONDARY SCIENCE AND MATHEMATICS EDUCATION
PHYSICS EDUCATION**

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

BALIKESIR, MARCH- 2015

Recent years in the field of science education, there are increasingly number of studies focused on meaning making through social interactions in classrooms. In this orientation teachers' and students' roles are changing as communicators and learners. The thought of sociocultural context has a great role in meaning making, have triggered the studies in order to examine learning in a context of sociocultural theory or social constructivism.

The aim of this study is to investigate 7th grade students' conceptual development about refraction of light through framework of meaning making. As a research design, the case study method was used. The study was conducted with 15 seventh grade students. Before, after and one year after instruction, conceptual understanding survey on refraction of light was implemented. It is observed that students have various spontaneous concepts before instruction. For investigation of instruction based on meaning making, five students have worked in groups. In order to observe the process of shifting from spontaneous concepts to scientific concepts, instruction that appropriate to meaning making prepared and implemented. Students were interviewed before and after instruction. It has been found that after instruction more than half of the students have gained scientific concepts and one year after instruction these concepts have remained stable.

Students' spontaneous concepts have been changed to scientific concepts by mediation of interactions in social plane of classroom. In this change it is thought that students' social interactions with each other and teacher, using of psychological and technical tools have significant role. It is thought that examining meaning making for different components of social constructivist theory will be useful in order to construct efficient and enriched learning environments.

KEYWORDS: Social constructivist theory, refraction of light, meaning making, elementary school students.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİL LİSTESİ	vi
ÇİZELGE LİSTESİ	ix
ÖNSÖZ	xi
1. GİRİŞ	1
1.1 Araştırmanın Amacı	2
1.2 Araştırmanın Önemi.....	3
1.3 Araştırma Soruları.....	4
1.4 Sayıtlar	4
1.5 Sınırlılıklar	5
1.6 Araştırmanın Yapısı	5
2.KAVRAMSAL ÇERÇEVE VE ALANYAZIN TARAMASI	6
2.1 Yapılandırmacı Öğrenme Kuramı.....	6
2.1.1 Bilişsel Yapılandırmacılık	6
2.1.2 Sosyal Yapılandırmacılık	7
2.2 Sosyal Yapılandırmacılıkta Öğrenmenin Doğası.....	8
2.2.1 Aracılıdırma	8
2.2.3 Aracı Olarak İnsan.....	8
2.2.4 Aracı Olarak Semboller.....	9
2.2.5 Yakınsal Gelişim Alanı	10
2.2.6 İçselleştirme.....	11
2.2.7 Bilimsel Kavramlar ve Günlük Kavramlar	12
2.3 Anlam Oluşturma Süreçleri.....	12
2.4 Anlam Oluşturma Sürecine Yönelik Çalışmalar.....	19
2.5 Işığın Kırılması ile İlgili Çalışmalar	25
3. YÖNTEM	30
3.1 Araştırma Deseni.....	30
3.2 Araştırmanın Örneklemi.....	31
3.2.1 Örneklemnin Özellikleri.....	32
3.3 Anlam Oluşturmaya Yönelik Düzenlenen Öğretim.....	34
3.3.1 Öğretimin Uygulanması	36
3.4 Verilerin Toplanması	39
3.4.1 Veri Toplama Araçları.....	39
3.4.1.1 Kavramsal Anlama Anketi.....	40
3.4.1.2 Görüşmeler.....	42
3.4.1.3 Sınıf Gözlemleri.....	43
3.4.1.4 Çalışma Kağıtları	43
3.4.2 Veri Toplama Araçlarının Geçerlik ve Güvenirlik Çalışmaları	44
3.4.2.1 Veri Toplama Araçlarının Geçerlik Çalışmaları.....	44
3.5 Verilerin Analizi.....	46
3.5.1 Kavramsal Anlama Anketinin Nitel Analizi	46
3.5.1.1 Kavramsal Anlama Sorularının Analizinde İkinci Araştırmacı.....	51

3.5.2 Görüşmelerin Nitel Analizi	52
3.5.3 Kamera Kayıtlarının Nitel Analizi	52
3.5.4 Çalışma Kağıtlarının Nitel Analizi.....	53
4. BULGULAR VE YORUM.....	55
4.1. Anlam Oluşturma Sürecine İlişkin Verilerin Analizinden Elde Edilen Bulgular	55
4.1.1 Ders 1 Tahmin Aşamasından Elde Edilen Bulgular.....	55
4.1.2 Ders 1 Gözlem Aşamasından Elde Edilen Bulgular.....	60
4.1.3 Ders 1 Açıklama Aşaması Bölümünden Elde Edilen Bulgular.....	66
4.1.4 Ders 2 Tahmin Aşamasından Elde Edilen Bulgular.....	70
4.1.5 Ders 2 Gözlem Aşamasından Elde Edilen Bulgular.....	74
4.1.6 Ders 2 Açıklama Aşamasından Elde Edilen Bulgular.....	77
4.1.7 Ders 3 Tahmin Aşamasından Elde Edilen Bulgular.....	79
4.1.8 Ders 3 Gözlem Aşamasından Elde Edilen Bulgular.....	83
4.1.9 Ders 3 Açıklama Aşamasından Elde Edilen Bulgular.....	87
4.1.10 Ders 4 Tahmin-1 Aşamasından Elde Edilen Bulgular	90
4.1.11 Ders 4 Gözlem-1 Aşamasından Elde Edilen Bulgular	95
4.1.12 Ders 4 Tahmin-2 Aşamasından Elde Edilen Bulgular	98
4.1.13 Ders 4 Gözlem-2 Aşamasından Elde Edilen Bulgular	101
4.1.14 Ders 4 Açıklama Aşaması TGA Bölümlerinden Elde Edilen Bulgular	104
4.1.15 Ders 5 Tahmin Aşamasından Elde Edilen Bulgular.....	110
4.1.16 Ders 5 Gözlem Aşamasından Elde Edilen Bulgular	114
4.1.17 Ders 5 Açıklama Aşamasından Elde Edilen Bulgular.....	116
4.1.18 Ders 6 Tahmin Aşamasından Elde Edilen Bulgular.....	119
4.1.19 Ders 6 Gözlem Aşamasından Elde Edilen Bulgular	122
4.1.20 Ders 6 Açıklama Aşamasından Elde Edilen Bulgular.....	125
4.1.21 Öğrenmenin Sosyal Etkileşimsel Doğası ve Aracılık	127
4.1.22 Psikolojik ve Teknik Araçlar.....	137
4.1.23 Günlük ve Bilimsel Kavramlar.....	141
4.2 Kavramsal Anlama Anketinden Elde Edilen Bulgular	146
4.2.1 Öğrencilerin Işığın Kırılması Temasına İlişkin Kavramsal Anlamalarının Analizinden Elde Edilen Bulgular	147
4.2.2 Öğrencilerin Kırıcılık/Normale Yaklaşma Temasına İlişkin Kavramsal Anlamalarının Analizinden Elde Edilen Bulgular	149
4.2.3 Öğrencilerin Işık Diyagramı Çizimi Temasına İlişkin Kavramsal Anlamalarının Analizinden Elde Edilen Bulgular	154
4.2.4 Öğrencilerin Kırıcılık/Normalden Uzaklaşma Temasına İlişkin Kavramsal Anlamalarının Analizinden Elde Edilen Bulgular	158
4.2.5 Öğrencilerin Tam Yansıma Temasına İlişkin Kavramsal Anlamalarının Analizinden Elde Edilen Bulgular	163
4.2.6 Öğrencilerin Işığın Kırılmasıyla Açıklanabilecek Olaylar Temasına İlişkin Kavramsal Anlamalarının Analizinden Elde Edilen Bulgular.....	164
4.2.7 Öğrencilerin Serap Olayına İlişkin Kavramsal Anlamalarının Analizinden Elde Edilen Bulgular.....	167
5. SONUÇLAR VE TARTIŞMA	169
5.1 Anlam Oluşturmaya Yönelik Öğretimden Elde Edilen Sonuçlar	169
5.2 Kavramsal Anlama Testinden Elde Edilen Sonuçlar	173
5.2.1 Işığın Kırılması Temasına İlişkin Sonuçlar	173
5.2.2 Normale Yaklaşma/Normalden Uzaklaşma Temalarına İlişkin Sonuçlar ..	175
5.1.3 Işık Diyagramı Çizimi Temasına İlişkin Sonuçlar	176

5.1.4 Işığın Kırılmasıyla Açıklanabilecek Olaylar Temasına İlişkin Kavramsal Anlama Sonuçları.....	176
5.1.5 Öğrencilerin Tam Yansıma ve Serap Olayı Temasına İlişkin Kavramsal Anlamalarının Sonuçları	177
6. ÖNERİLER	179
6.1 Öğretime Yönelik Öneriler	179
6.2 Gelecek Araştırmalara Yönelik Öneriler	181
7. KAYNAKLAR	183
8. EKLER.....	191
EK A Işıqla İlgili Kavramsal Anlama Anketi	191
EK B Çalışmada Uygulanan Öğretime Yönelik Öğretmen Kılavuzu.....	197
EK C Kamera Kayıtlarının Transkripsiyonu Sonucu Elde Edilen Veriler	228
EK C.1 Ders 1 Tahmin ve Gözlem Aşamaları Kamera Kayıtları Transkripsiyonu	228
EK C.2 Ders 1 Gözlem Aşaması Devamı, Açıklama aşaması, Ders 2 Tahmin- Gözlem Aşaması Kamera Kayıtları Transkripsiyonu	233
EK C.3 Ders 2 Gözlem Aşaması Devamı - Açıklama Aşaması Kamera Kayıtları Transkripsiyonu	241
EK C.4 Ders 3 Tahmin- Gözlem- Açıklama Aşamaları Kamera Kayıtları Transkripsiyonu	254
EK C.5 Ders 4 Tahmin-1, Gözlem-1 Aşamaları Kamera Kayıtları Transkripsiyonu	262
EK C.6 Ders 4 Tahmin-2, Gözlem-2 ve Açıklama Aşamaları Kamera Kayıtları Transkripsiyonu	271
EK C.7 Ders 5 Tahmin-Gözlem-Açıklama Aşamaları Kamera Kayıtları Transkripsiyonu	281
EK C.8 Ders 6 Tahmin-Gözlem-Açıklama Aşamaları Kamera Kayıtları Transkripsiyonu	284

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 4.1: Ders 1 tahmin aşaması öğrencilere dağıtılan çalışma kağıdı (Çalışma kağıdı 1)	56
Şekil 4.2: Öğrenci Ö1 (günlük kavram-deneysel tanımlama)	57
Şekil 4.3: Öğrenci Ö2 (günlük kavram-deneysel tanımlama)	57
Şekil 4.4: Öğrenci Ö3 (günlük kavram-deneysel tanımlama)	57
Şekil 4.5: Ders 1 gözlem aşaması öğrencilere dağıtılan çalışma kağıdı (çalışma kağıdı 2)	61
Şekil 4.6: Öğrenci Ö1 (deneysel tanımlama).....	62
Şekil 4.7: Öğrenci Ö2 (deneysel tanımlama).....	63
Şekil 4.8: Öğrenci Ö3 (deneysel tanımlama).....	63
Şekil 4.9: Ders 2 tahmin aşaması öğrencilere dağıtılan çalışma kağıdı (çalışma kağıdı 3)	71
Şekil 4.10: Öğrenci Ö1 (günlük kavram-deneysel açıklama).....	72
Şekil 4.11: Öğrenci Ö2 (günlük kavram-deneysel açıklama).....	72
Şekil 4.12: Öğrenci Ö3 (günlük kavram- deneysel açıklama).....	72
Şekil 4.13: Öğrenci Ö1 (deneysel açıklama)	75
Şekil 4.14: Öğrenci Ö2 (deneysel açıklama)	75
Şekil 4.15: Öğrenci Ö3 (deneysel tanımlama).....	76
Şekil 4.16: Ders 3 tahmin aşaması öğrencilere dağıtılan çalışma kağıdı (çalışma kağıdı 5)	80
Şekil 4.17: Öğrenci Ö1 (bilimsel kavram-deneysel tanımlama)	81
Şekil 4.18: Öğrenci Ö2 (bilimsel kavram-deneysel tanımlama)	81
Şekil 4.19: Öğrenci Ö3 (bilimsel kavram-deneysel tanımlama)	81
Şekil 4.20: Ders 3 gözlem aşaması öğrencilere dağıtılan çalışma kağıdı (çalışma kağıdı 5)	84
Şekil 4.21: Öğrenci Ö1 (bilimsel kavram-kuramsal açıklama)	85
Şekil 4.22: Öğrenci Ö2 (bilimsel kavram-kuramsal açıklama)	85
Şekil 4.23: Öğrenci Ö3 (bilimsel kavram-kuramsal açıklama)	86
Şekil 4.24: Ders 4 tahmin-1 aşaması öğrencilere dağıtılan çalışma kağıdı (çalışma kağıdı 6)	91
Şekil 4.25: Öğrenci Ö1 (bilimsel kavram-deneysel açıklama).....	92
Şekil 4.26: Öğrenci Ö2 (bilimsel kavram-deneysel açıklama).....	92
Şekil 4.27: Öğrenci Ö3 (bilimsel kavram-deneysel açıklama).....	93
Şekil 4.28: Ders 4 gözlem-1 aşaması öğrencilere dağıtılan çalışma kağıdı (çalışma kağıdı 7)	95
Şekil 4.29: Öğrenci Ö1(bilimsel kavram-deneysel açıklama).....	96
Şekil 4.30: Öğrenci Ö2 (bilimsel kavram-deneysel tanımlama)	96
Şekil 4.31: Öğrenci Ö3 (bilimsel kavram-deneysel tanımlama)	96
Şekil 4.32: Ders 4 tahmin-2 aşaması öğrencilere dağıtılan çalışma kağıdı (çalışma kağıdı 8)	98
Şekil 4.33: Öğrenci Ö1	99
Şekil 4.34: Öğrenci Ö2	99
Şekil 4.35: Öğrenci Ö3	100
Şekil 4.36: Ders 4 gözlem-2 aşaması öğrencilere dağıtılan çalışma kağıdı (çalışma kağıdı 8)	102

Şekil 4.37: Öğrenci Ö1 (deneysel tanımlama).....	103
Şekil 4.38: Öğrenci Ö2 (deneysel tanımlama).....	103
Şekil 4.39: Öğrenci Ö3	103
Şekil 4.40: Ders 4 açıklama aşaması öğrencilere dağıtılan çalışma kağıdı (çalışma kağıdı 9)	106
Şekil 4.41: Öğrenci Ö1(deneysel açıklama)	106
Şekil 4.42: Öğrenci Ö2 (deneysel açıklama)	107
Şekil 4.43: Öğrenci Ö3 (deneysel açıklama)	107
Şekil 4.44: Ders 5 tahmin aşaması öğrencilere dağıtılan çalışma kağıdı (çalışma kağıdı 10)	111
Şekil 4.45: Öğrenci Ö1 (deneysel açıklama)	112
Şekil 4.46: Öğrenci Ö2 (deneysel açıklama)	112
Şekil 4.47: Öğrenci Ö3 (deneysel açıklama)	113
Şekil 4.48: Ders 5 gözlem aşaması öğrencilere dağıtılan çalışma kağıdı (çalışma kağıdı 11)	114
Şekil 4.49: Öğrenci Ö1 (deneysel açıklama)	115
Şekil 4.50: Öğrenci Ö2 (deneysel açıklama)	115
Şekil 4.51: Öğrenci Ö3 (deneysel açıklama)	116
Şekil 4.52: Ders 6 tahmin aşaması öğrencilere dağıtılan çalışma kağıdı (çalışma kağıdı 12)	120
Şekil 4.53: Öğrenci Ö1 (deneysel açıklama)	121
Şekil 4.54: Öğrenci Ö2 (deneysel genelleme)	121
Şekil 4.55: Öğrenci Ö3 (deneysel genelleme)	121
Şekil 4.56: Ders 6 gözlem aşaması öğrencilere dağıtılan çalışma kağıdı (çalışma kağıdı 13)	124
Şekil 4.57: Ders 6 gözlem aşaması öğrencilere dağıtılan çalışma kağıdı (çalışma kağıdı 14)	124
Şekil 4.58: Günlük ve bilimsel kavramlar arasındaki ilişki.....	142
Şekil 4.59: Kırılma ve dağılma kavramları arasındaki ilişki	143
Şekil 4.60: Kırıcılık ve yoğunluk kavramları arasındaki ilişki.....	146
Şekil 4.61: Kırıcılık/normale yaklaşma teması öğretim öncesi öğrenci Ö3'ün cevabı	151
Şekil 4.62: Kırıcılık/normale yaklaşma teması öğretim öncesi öğrenci Ö11'in cevabı	151
Şekil 4.63: Kırıcılık/normale yaklaşma teması öğretim öncesi öğrenci Ö1'in cevabı	151
Şekil 4.64: Kırıcılık/normale yaklaşma teması öğretim sonrası öğrenci Ö3'ün cevabı	152
Şekil 4.65: Kırıcılık/normale yaklaşma teması öğretim sonrası öğrenci Ö1'in cevabı	152
Şekil 4.66: Kırıcılık/normale yaklaşma teması öğretim sonrası öğrenci Ö9'un cevabı	153
Şekil 4.67: Kırıcılık/normale yaklaşma teması öğretimden bir yıl sonra öğrenci Ö3'ün cevabı	153
Şekil 4.68: Kırıcılık/normale yaklaşma teması öğretimden bir yıl sonra öğrenci Ö2'nin cevabı	153
Şekil 4.69: Kırıcılık/normale yaklaşma teması öğretimden bir yıl sonra öğrenci Ö8'in cevabı	154
Şekil 4.70: Işık diyagramı çizimi teması öğretim öncesi öğrenci Ö1'in çizimi	155
Şekil 4.71: Işık diyagramı çizimi teması öğretim öncesi öğrenci Ö4'ün çizimi	155

Şekil 4.72: Işık diyagramı çizimi teması öğretim sonrası öğrenci Ö3'ün çizimi	156
Şekil 4.73: Işık diyagramı çizimi teması öğretim sonrası öğrenci Ö11'in çizimi ...	156
Şekil 4.74: Işık diyagramı çizimi teması öğretim sonrası öğrenci Ö4'ün çizimi	156
Şekil 4.75: Işık diyagramı çizimi teması öğretim sonrası öğrenci Ö13'ün çizimi ..	157
Şekil 4.76: Işık diyagramı çizimi teması öğretimden bir yıl sonra öğrenci Ö2'nin çizimi.....	158
Şekil 4.77: Işık diyagramı çizimi teması öğretimden bir yıl sonra öğrenci Ö3'ün çizimi.....	158
Şekil 4.78: Kırıcılık/normalden uzaklaşma teması öğretim öncesi öğrenci Ö1'in çizimi.....	160
Şekil 4.79: Kırıcılık/normalden uzaklaşma teması öğretim öncesi öğrenci Ö8'in çizimi.....	160
Şekil 4.80: Kırıcılık/normalden uzaklaşma teması öğretim öncesi öğrenci Ö14'ün çizimi.....	160
Şekil 4.81: Kırıcılık/normalden uzaklaşma teması öğretim sonrası öğrenci Ö1'in çizimi.....	161
Şekil 4.82: Kırıcılık/normalden uzaklaşma teması öğretim sonrası öğrenci Ö15'in çizimi.....	161
Şekil 4.83: Kırıcılık/normalden uzaklaşma teması öğretim sonrası öğrenci Ö8'in çizimi.....	161
Şekil 4.84: Kırıcılık/normalden uzaklaşma teması öğretim öncesi öğrenci Ö9'un çizimi.....	161
Şekil 4.85: Kırıcılık/normalden uzaklaşma teması öğretimden bir yıl sonra öğrenci Ö2'nin çizimi.....	162
Şekil 4.86: Kırıcılık/normalden uzaklaşma teması öğretimden bir yıl sonra öğrenci Ö5'in çizimi.....	162
Şekil 4.87: Tam yansıma teması öğretim sonrası öğrenci Ö2'nin çizimi.....	166
Şekil 4.88: Tam yansıma teması öğretim sonrası öğrenci Ö15'in çizimi.....	166

ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 2.1: Anlam oluşturma analiz çerçevesi.....	14
Çizelge 2.2: İletişimsel yaklaşımın dört boyutu	16
Çizelge 2.3: Konuşma kalıplarının kodlama örneği	18
Çizelge 3.1: Örneklemin özellikleri.....	32
Çizelge 3.2: Durum çalışmasına dahil edilen öğrencilerin özellikleri.....	34
Çizelge 3.3: 7. Sınıf fen ve teknoloji öğretim programı ışığın kırılması ile ilgili kazanımlar.....	34
Çizelge 3.4: Uygulanan etkinliklere ilişkin bilgiler.....	35
Çizelge 3.5: Araştırma sorularına yönelik hazırlanan veri toplama araçları	40
Çizelge 3.6: Kavramsal anlama anketinin kazanımlara ve geliştirilen kaynağa göre dağılımı	41
Çizelge 3.7: Kavramsal anlama anketi analiz kategorileri.....	47
Çizelge 3.8: Kavramsal anlama anketindeki soruların temalara göre dağılımı	48
Çizelge 3.9: Işığın kırılması temasına ilişkin analiz kriterleri.....	48
Çizelge 3.10: Kırıcılık/normale yaklaşıma temasına ilişkin analiz kriterleri	49
Çizelge 3.11: Işın diyagramın çizimi temasına ilişkin kriterler.....	49
Çizelge 3.12: Kırıcılık/normalden uzaklaşma temasına ilişkin kriterler	49
Çizelge 3.13: Tam yansıma temasına ilişkin kriterler	50
Çizelge 3.14: Işığın kırılmasıyla açıklanabilecek olaylar temasına ilişkin kriterler..	50
Çizelge 3.15: Serap olayı temasına ilişkin kriterler	51
Çizelge 4.1: Ders 1 tahmin aşaması anlam oluşturma analiz çerçevesi	55
Çizelge 4.2: Ders 1 tahmin aşaması sınıf tartışması	59
Çizelge 4.3: Ders 1 gözlem aşaması anlam oluşturma analiz çerçevesi.....	60
Çizelge 4.4: Ders 1 gözlem aşaması sınıf tartışması	64
Çizelge 4.5: Ders 1 gözlem aşaması sınıf tartışması	65
Çizelge 4.6: Ders 1 açıklama aşaması anlam oluşturma analiz çerçevesi	66
Çizelge 4.7: Ders 1 açıklaması aşaması sınıf tartışması	68
Çizelge 4.8: Ders 2 tahmin aşaması anlam oluşturma analiz çerçevesi	70
Çizelge 4.9: Ders 2 tahmin aşaması sınıf tartışması	73
Çizelge 4.10: Ders 2 gözlem aşaması anlam oluşturma analiz çerçevesi.....	74
Çizelge 4.11: Ders 2 gözlem aşaması sınıf tartışması	76
Çizelge 4.12: Ders 2 gözlem aşaması sınıf tartışması	77
Çizelge 4.13: Ders 2 açıklama aşaması anlam oluşturma analiz çerçevesi	78
Çizelge 4.14: Ders 3 tahmin aşaması anlam oluşturma analiz çerçevesi	79
Çizelge 4.15: Ders 3 tahmin aşaması grup tartışması.....	82
Çizelge 4.16: Ders 3 tahmin aşaması sınıf tartışması	82
Çizelge 4.17: Ders 3 gözlem aşaması anlam oluşturma analiz çerçevesi.....	83
Çizelge 4.18: Ders 3 gözlem aşaması sınıf tartışması	87
Çizelge 4.19: Ders 3 açıklama aşaması anlam oluşturma analiz çerçevesi	88
Çizelge 4.20: Ders 3 açıklama aşaması sınıf tartışması.....	90
Çizelge 4.21: Ders 4 tahmin-1 aşaması anlam oluşturma analiz çerçevesi	90
Çizelge 4.22: Ders 4 tahmin-1 aşaması grup tartışması	93
Çizelge 4.23: Ders 4 tahmin-1 aşaması sınıf tartışması.....	94
Çizelge 4.24: Ders 4 gözlem-1 aşaması anlam oluşturma analiz çerçevesi	95
Çizelge 4.25: Ders 4 gözlem-1 aşaması sınıf tartışması	97
Çizelge 4.26: Ders 4 tahmin-2 aşaması anlam oluşturma analiz çerçevesi	98
Çizelge 4.27: Ders 4 tahmin-2 aşaması sınıf tartışması.....	100
Çizelge 4.28: Ders 4 gözlem-2 aşaması anlam oluşturma analiz çerçevesi	101

Çizelge 4.29: Ders 4 gözlem-2 aşaması grup tartışması.....	102
Çizelge 4.30: Ders 4 gözlem-2 aşaması sınıf tartışması	104
Çizelge 4.31: Ders 4 açıklama aşaması tahmin-gözlem-açıklama bölümleri anlam oluşturma analiz çerçevesi.....	105
Çizelge 4.32: Ders 4 açıklama aşaması tahmin-gözlem-açıklama bölümleri grup tartışması.....	108
Çizelge 4.33: Ders 4 açıklama aşaması tahmin-gözlem-açıklama bölümleri sınıf tartışması.....	109
Çizelge 4.34: Ders 5 tahmin aşaması anlam oluşturma analiz çerçevesi	110
Çizelge 4.35: Ders 5 tahmin aşaması sınıf tartışması	113
Çizelge 4.36: Ders 5 gözlem aşaması anlam oluşturma çerçevesi	114
Çizelge 4.37: Ders 5 gözlem aşaması sınıf tartışması	116
Çizelge 4.38: Ders 5 açıklama aşaması anlam oluşturma çerçevesi.....	117
Çizelge 4.39: Ders 5 açıklama aşaması sınıf tartışması.....	118
Çizelge 4.40: Ders 6 tahmin aşaması anlam oluşturma analiz çerçevesi	120
Çizelge 4.41: Ders 6 tahmin aşaması sınıf tartışması	122
Çizelge 4.42: Ders 6 gözlem aşaması anlam oluşturma analiz çerçevesi.....	123
Çizelge 4.43: Ders 6 gözlem aşaması sınıf tartışması	125
Çizelge 4.44: Ders 6 açıklama aşaması anlam oluşturma analiz çerçevesi	125
Çizelge 4.45: Ders 6 açıklama aşaması sınıf tartışması.....	127
Çizelge 4.46: Açıklama aşaması sınıf tartışması	131
Çizelge 4.47: Açıklama aşaması grup tartışması.....	131
Çizelge 4.48: Açıklama aşaması grup tartışması.....	132
Çizelge 4.49: Ders 3 tahmin aşaması grup tartışması.....	133
Çizelge 4.50: Ders 4 tahmin aşaması grup tartışması.....	134
Çizelge 4.51: Ders 4 açıklama aşaması grup tartışması	135
Çizelge 4.52: Ders 5 tahmin aşaması grup tartışması.....	136
Çizelge 4.53: Ders 5 tahmin aşaması sınıf tartışması	137
Çizelge 4.54: Ders 4 gözlem aşaması sınıf tartışması	140
Çizelge 4.55: Ders 3 tahmin aşaması grup tartışması.....	144
Çizelge 4.56: Işığın kırılması temasının analizinden elde edilen bulgular	147
Çizelge 4.57: Kırıcılık/normale yaklaşma temasının analizinden elde edilen bulgular	150
Çizelge 4.58: Işık diyagramı çizimi temasının analizinden elde edilen bulgular ...	154
Çizelge 4.59: Kırıcılık/normalden uzaklaşma temasının analizinden elde edilen bulgular	159
Çizelge 4.60: Tam yansıma temasının analizinden elde edilen bulgular.....	163
Çizelge 4.61: Tam yansıma temasının analizinden elde edilen bulgular.....	165
Çizelge 4.62: Serap olayı temasının analizinden elde edilen bulgular	167

ÖNSÖZ

Lisans öğrenimimde hocam, yüksek lisans ve doktora çalışmalarında danışmanım sayın Doç. Dr. Hüseyin KÜÇÜKÖZER'e teşekkürü bir borç bilirim. Sevgili hocam, lisans öğrenimimden itibaren bilgi birikimimi geliştirmemde çok büyük katkınız oldu. Bilimsel araştırma dünyasına sizin sayenizde katılmış olduğumu belirtmem gerekir. Sizin bir fizikçi gözüyle evreni ve doğayı anlamaya olan merakınız ve sevginiz, sorularım karşısında değerli zamanınızı birlikte tartışmamıza ayırmanız, bilgi birikiminize karşın alçak gönüllü tavrınız, cesaretlendirmeniz ve bana olan güveniniz benim için bir danışmandan çok daha fazlasını ifade etmektedir. Sizin öğrenciniz olmaktan gurur duyduğumu ve sizinle çalışmaktan çok keyif aldığımı belirtmek isterim. Doktora çalışmam boyunca öğrettikleriniz, rehberliğiniz, stresli olduğum anlarda sakin kalmam için verdiğiniz öğütler, zamanlama konusunda sıkıntı yaşadığım ve yaşattığımda vakur tavrınız ve sabrınız için sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tezimle ilgili çok önemli önerilerde bulunup değerli zamanını ayıran sevgili hocam Yrd. Doç. Dr. H. Asuman KÜÇÜKÖZER'e, tezimle ve fizikle ilgili ne zaman yardıma ihtiyacım olsa tüm ayrıntılarıyla ilgilenip bıkmadan cevap veren sayın hocam Doç. Dr. R. Suat İŞILDAK'a, tez sürecinde bilgi birikimleriyle yol gösteren sayın hocalarım Doç. Dr. Murat SAĞLAM, Doç. Dr. Serap ÇALIŞKAN, Doç. Dr. Neşet DEMİRCİ ve Doç. Dr. Sabri KOCAKÜLAH'a teşekkürlerimi sunarım.

Tez süresince yardımlarını, sevgilerini ve bana olan inançlarını gösteren canım annem Jale SEÇER ve canım babam Zeki SEÇER'e her şey için sonsuz teşekkür ederim. Benim en zorlayıcı zamanlarımda bile yorulmadığınız hep yanımda olduğunuz için size minnettarım. Tez sürecinde yeterince vakit ayıramadığım halde anlayışla yaklaşip desteklerini esirgemeyen sevgili ağabeyim Mehmet SEÇER ile ailesine teşekkürlerimi sunarım. Bu süreçte bilgisiyle bir çok konuda beni aydınlatan değerli arkadaşım Tayfun ESMER'e de teşekkür ederim.

Doktora tezim için maddi destek sağlayan TÜBİTAK Bilim İnsanı Destekleme Daire Başkanlığı'na teşekkür ederim.

Son olarak, tezimde kullandığım kuramsal yapının oluşturucusu Lev Semenovich VYGOTSKY ile küçüklüğümden itibaren bilime merak duymamda büyük etkisi olan Isaac NEWTON, Richard FEYNMAN, Carl SAGAN ve diğer tüm bilim insanlarını saygıyla anmak isterim.

1. GİRİŞ

Son yıllarda Fen eğitimi üzerine kültürel psikolojinin etkisi, sınıf ortamında anlamların dilin ve diğer anlambilimsel araçlarla nasıl geliştiği ile ilgili çalışmalara gittikçe artan bir ilgiyle kendini göstermiştir. Fen eğitimi araştırmalarıyla ilgili bu yeni yönelim, belirli bir olguyla ilgili çocukların bireysel anlamalarına odaklanmaktan sınıf bağlamı içinde hangi anlamların geliştiği ile ilgili araştırmalara doğru bir gidişat olduğunu işaret etmektedir (Scott, 1998).

Öğrenci merkezli öğrenme aktiviteleri ve işbirlikli öğrenme durumlarını da içeren günümüz öğrenme ve pedagojik uygulamaları bir çok sınıftaki geleneksel etkileşim kalıplarını değiştirmekte, öğretmen ve öğrencilerin rollerini iletişimciler ve öğrenenler olarak etkilemektedir. Böyle öğrenme durumları, öğrencilere, sosyal olarak ortak bilme ve düşünme biçimlerini uygulama, yansıtma, gözlem yapma ve bu biçimlere katılma fırsatı verir. Ve bu çevrelerden ortaya çıkan genişletilmiş öğrenci etkileşimleri, öğrencilerin anlam yapılandırma ve bilgi yapılandırma süreçlerine açılan bir pencere olarak görülmelidir (Kumpulainen ve Wray, 2002).

Öğrencilerin dışarıda var olan hazır bilgiyi öğretmen tarafından alan pasif öğrenenler olmadığının aksine içinde buldukları sosyal ve kültürel bağlamın anlam yapılandırmada çok büyük role sahip olduğunun düşünülmesi, öğrenmenin sosyokültürel teori ya da diğer bir deyişle sosyal yapılandırmacılık bağlamında incelenmesini ortaya çıkarmıştır.

Öğrencilerin bilgiyi sosyal bağlamda etkileşimlerle yapılandırması ve zihninde oluşan bu yeni kavramları karşılaştığı yeni durumlara, günlük hayatına uygulayabilmesi, fen eğitimi anlamında fen okur yazarı olarak nitelendirilmesini sağlamaktadır. Ülkemizde yeniden düzenlenen Fen Bilimleri dersi öğretim programının vizyonu “Tüm öğrencileri fen okuryazarı bireyler olarak yetiştirmek” olarak belirtilmiştir. Programın fen okur yazarı olacak bir bireyde olmasını beklediği özellikler ise, araştıran-sorgulayan, etkili kararlar verebilen, problem çözebilen vb

özelliklerin yanısıra kendilerini toplumsal sorunlarla ilgili problemlerin çözümü konusunda sorumlu hissedebilen, yaratıcı ve analitik düşünme becerileri yardımıyla bireysel veya işbirliğine dayalı alternatif çözüm önerileri üretebilen, bilginin zihinsel süreçlerde işlenmesinde, bireyin içinde bulunduğu kültüre ait değerlerin, toplumsal yapının ve inançların etkili olduğunun farkında olan ve sosyal ve teknolojik değişim ve dönüşümlerin fen ve doğal çevreyle olan ilişkisini kavrayabilen bireyler olarak tanımlanmıştır.

Fen Bilimleri öğretim programında yer alan bu ifadelerden bazı anahtar kavramlar ortaya çıkmaktadır. Bunlar, ‘toplumsal sorunların çözümünde sorumluluk’, ‘işbirliğine dayalı çözüm üretebilme’, ‘toplumsal yapının zihinsel süreçleri şekillendirmesi’ olarak söylenebilir. Yeni öğretim programının bireyi daha toplumsal bağlamda ele aldığı görülmektedir. Uluslararası ve ulusal bu yönelim, öğrenmenin öncelikle sosyal düzlemde ardından içsel düzlemde gerçekleştiğini söyleyen Vygotsky’nin sosyokültürel ya da sosyal yapılandırmacı kuramından öğrenme ortamının oluşturulması ve geliştirilmesinde yararlanılması için uygunluk arz etmektedir. Bu anlamda öğrenmenin doğasının anlaşılmasında Vygotsky’nin teorisinin incelenmesi ve uygulanmasının daha verimli ve zenginleştirilmiş öğrenme ortamları oluşturmamıza katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

1.1 Araştırmanın Amacı

Çalışmanın amacı öğrencilerin ışığın kırılması ile ilgili kavramsal gelişimlerinin sosyal yapılandırmacı ya da sosyokültürel teorisinin bileşenleri açısından incelenmesidir.

Daha detaylı olarak,

1. Öğrencilerin ışığın kırılması ve ilgili kavramlara ilişkin anlamalarını ve günlük kavramlarının ortaya çıkartılması,
2. Tahmin - Gözlem - Açıklama tekniği kullanılarak anlam oluşturma sürecine uygun tasarlanan öğretim boyunca öğrencilerin günlük kavramlarının bilimsel kavramlara doğru nasıl şekil aldığı incelenmesi,
3. Öğretim boyunca, grup çalışmaları ve sınıf genelindeki etkileşimlerin, öğretmen ve grup arkadaşının aracılığının, psikolojik ve teknik araçların kullanımının anlam oluşturmaya etkisinin gözlemlenmesi amaçlanmıştır.

1.2 Araştırmanın Önemi

Vygotsky'nin kuramının temel bileşenlerinden biri psikolojik ve teknik araçların öğrenmedeki rolüdür. Fen öğretimi araç kullanımından bağımsız olarak düşünülmemesi için teorinin bu bileşeninin sınıf ortamında araç kullanımına ilişkin önemli anlayışlar sağlayacağı düşünülmektedir. Carter, Westbrook ve Thompkins'e (1999) göre, fen sınıflarında kullanılan araçların incelenmesi için Vygotsky perspektifinin, bilişsel gelişimin araçları olarak fen donanımının kullanımına ilişkin değerli bilgiler sağlama potansiyeli vardır. Araştırmacılar, eğer ilköğretim öğrencileri araçların kullanımını sağlayan keşifler ya da etkinlikler yapmaya dahil edilirse, ortaokul ve lise sınıflarında bu malzemelerin kullanımının önceki anlamalarla birleşeceği fikrini öne sürmektedir. Yani ilköğretim çağında araç kullanımına yönelik gerekli deneyimi kazanmış öğrenci, öğrenim hayatının ileriki yıllarında geçmiş deneyimleri ile öğrenecekleri ve deneyecekleri arasında bağ kurabilecektir.

Vygotsky'nin kuramı sadece psikolojik ve teknik araçlar açısından değil, öğrenmenin sosyal bağlamı, konuşma ve dilin önemi, akran etkileşimi, öğretmenin rolü ve kavramsal gelişim bakımından da sınıf ortamına tamamen farklı bir perspektiften bakılmasını sağlayacak anahtar kavramlara sahiptir.

Vygotsky'nin teorisine son yıllarda psikologlar ve eğitimciler tarafından artan bir ilgi varken fen eğitimcilerinden ise çok az ilgi görmektedir. Vygotsky'nin kuramı hakkında bir çok yazı yazılmışsa da (Moll, 1990; Wertsch, 1985, 1993) kuramının fen eğitimine doğrudan uygulanışı üzerine çalışmalar oldukça sınırlıdır (Howe, 1996; Jones, Rua ve Carter, 1998; Shepardson, 1999;) Bu nedenle öğrencilerin düşünme ve fen ile ilgili öğrenmelerini kolaylaştırma ya da sınırlamada Vygotsky'nin teorisinden nasıl yararlanılacağına ilişkin somut verilere ihtiyaç vardır. Bu çalışmayla Vygotsky'nin teorisinin temel kavramlarının fen eğitimine uygulanışı gerçekleştirilmek istenmektedir.

Bu çalışmada araştırma konusu olarak seçilen ışık konusunun üzerinde çok kapsamlı çalışmaların yapılmış olduğu bir alandır ve birçok çalışmanın çocukların ışık ve görmeyle ilgili konularında olduğu belirlenmiştir (Osborne ve Gilbert, 1980;

Fetherstonhaugh, Happs ve Treagust, 1987; Galili ve Hazan, 2000; Hirn ve Viennot, 2000; Valanides ve Angeli, 2008). Bu çalışmalarda çocukların alternatif fikirleri değerlendirilmiş ve bilimsel bilgiden farklı olduğu bulunmuştur. Işık konusunu sosyal yapılandırmacılık açısından inceleyen, Vygotsky'nin kuramının temel bileşenleri açısından değerlendiren kapsamlı bir çalışmaya ulaşılamamıştır. Bu durum araştırmanın önemini artırmaktadır.

1.3 Araştırma Soruları

Çalışmanın en genel amacı, yedinci sınıf ışık konusunda sınıf ortamındaki etkileşimlerin ve sonuçlarının Vygotsky'nin kuramı ışığında incelenmesidir. Bu perspektif doğrultusunda araştırmada aşağıdaki sorulara yanıt aranmıştır:

1. Öğrencilerin ışığın kırılmasına ilişkin öğretim öncesinde sahip oldukları günlük kavramlar nelerdir?
2. Öğrencilerin ışığın kırılmasına ilişkin öğretim sonrasında sahip oldukları kavramlar nelerdir?
3. Öğretim sürecinin anlam oluşturmaya etkisi nasıldır?

1.4 Sayıtlar

Bu araştırmada aşağıdaki sayıtlar kabul edilmiştir.

- Öğrencilerin veri toplama sürecinde kullanılan araçlara samimi cevaplar verdikleri,
- Geliştirilen kavramsal anlama anketinin, yarı yapılandırılmış görüşmelerin ve kamera kayıtlarının öğrencilerin sahip oldukları kavramsal anlamayı ortaya çıkarmada yeterli olduğu kabul edilmiştir.

1.5 Sınırlılıklar

Bu araştırma,

Işığın kırılması, kırıcılıkları farklı ortamlardan ışığın geçişi, tam yansıma ve renklerin oluşumu konusu ile,

2012-2013 öğretim yılında İstanbul il merkezindeki bir ilköğretim kurumunda öğrenim gören on beş 7. sınıf öğrencisi ile,

Veri toplama araçları 11 açık uçlu sorudan oluşan kavramsal anlama anketi, öğretim öncesi ve sonrası gerçekleştirilen yarı-yapılandırılmış görüşmeler, kamera ile kaydedilen öğretim süreci ve öğretim sırasında öğrencilerin doldurması için verilen çalışma kağıtları ile,

Veri analizinde nitel veri analizi yöntemleri ile,

Öğretim sürecinde öğrenciler arasındaki etkileşimlerin incelenmesinde çalışma gruplarından seçilen bir grupta yer alan üç 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.

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.

2.KAVRAMSAL ÇERÇEVE VE ALANYAZIN TARAMASI

2.1 Yapılandırmacı Öğrenme Kuramı

Öğrenenlerin bilgiyi nasıl öğrendiklerine ilişkin bir kuram olarak gelişmeye başlayan yapılandırmacılık zamanla öğrenenlerin bilgiyi nasıl yapılandırdıklarına ilişkin bir yaklaşım halini almıştır. Yapılandırmacılıkta bilginin tekrarı değil, bilginin transferi ve yeniden yapılandırılması söz konusudur (Perkins, 1999).

Yapılandırmacılığa dayalı bir öğretimin en önemli özelliği, öğrenenin bilgiyi yapılandırmasına, oluşturmasına, yorumlamasına ve geliştirmesine fırsat vermesidir. Alışılmış yöntemde öğretmen bilgiyi verebilir ya da öğrenenler bilgiyi kitaplardan veya başka kaynaklardan edinebilirler. Ama bilgiyi algılamak, bilgiyi yapılandırmak ile eş anlamlı değildir. Öğrenen, yeni bir bilgi ile karşılaştığında, onu tanımlama ve açıklama için önceden oluşturduğu kurallarını kullanır veya algıladığı bilgiyi açıklamak için yeni kurallar oluşturur (Brooks ve Books, 1993) Yapılandırmacılığın birçok türü bulunmakla birlikte burada eğitimde en sık kullanılan iki türünden bahsedilecektir.

2.1.1 Bilişsel Yapılandırmacılık

Bilişsel yapılandırmacılık doğrudan Piaget'nin çalışmasından gelmektedir. Bu kuramda bireylerin fikirleri, bireysel süreçlerce yapılandırılır. Piaget'in temel odak noktası bireyin bilgiyi nasıl yapılandırdığıdır. Piaget'in bilişsel gelişim teorisi, bireye doğrudan anlayıp kullanabileceği bilginin verilemeyeceği, bireyin kendi bilgisini yapılandırması gerektiğini öne sürmektedir (Powell ve Kalina, 2009).

Piaget, bilginin doğasıyla ilgili üç terim kullanmaktadır. Bunlar, şema, kavram ve yapıdır. Şema, bir çocuk tarafından bir amaca ulaşmak ya da problemi çözmek için tekrar tekrar kullanılan süreçleri ya da hareketleri ifade etmektedir. Şemaların aksine hedef yönelimli süreçler içermeyen kavramların olabildiğince

anlamayı sağladığını ve bu yönüyle şemalardan ayrıldığını ileri sürmektedir. Üçüncü terim olan yapı ise, bilginin ve fikirlerin organize edilmiş şeklini açıklamaktadır (Yurdakul, 2005).

Piaget'nin kuramı, özümleme ve düzenleme kavramlarını da içermektedir. Bu kavramlar, öğrencinin bir denge arayışına girdiğinde var olan süreçlerdir. Denge durumu, çocuk, bilişsel çatışma sonucu bir evreden diğer bir evreye geçtiğinde ortaya çıkmaktadır. Bilişsel çatışma kavramı, çocuğun aldığı bilgiyi anlamlandırma sürecinde oluşan dengesizlik durumudur. Piaget'ye göre, çocuk yeni bilgiyi kendi şeması içine aldığı anda özümleme, şemasını değiştirmek, yeni bilgiye göre düzenlemek zorunda olduğunda ise düzenleme oluşur (Powell ve Kalina, 2009).

2.1.2 Sosyal Yapılandırmacılık

Yapılandırmacılığın bu türü Piaget'nin kendi teorilerini tasvirinden sonra şekillendirilmiştir. Sosyal yapılandırmacılığın kurucusu kabul edilen Lev Vygotsky (1896-1934), sosyal etkileşime ve bu etkileşimin öğrenmenin bir parçası olduğuna inanmıştır (Powell ve Kalina, 2009). Bu görüşe göre öğrenme (bilgi), kişilerin birbiriyle belirli bir sosyokültürel bağlamda yer alan etkileşimi sonucu yapılandırılır. Sosyal yapılandırmacılık öğrenmeye, öğrenenin dışında var olan bilgiye ulaşmadan çok anlam yapılandırma olarak odaklanır (Oldfather, P., West, J., White, J. ve Wilmarth, J., 1999). Forman, Minick ve Stone'a (1996) göre Vygotsky'nin sosyokültürel teorisinin bir grup bileşeni vardır:

İlk olarak, sosyokültürel teorisinin gelişimi, sosyal etkileşimin kurumsal bağlamına önem verilmesini gerektirir. Kültürel olarak belirli kurumlar örneğin okullar, evler ve kütüphaneler, insanlar arasında ya da insanlar ve kitap ya da bilgisayar gibi kültürel yapılar arasında ortaya çıkan etkileşimleri sistematik olarak yapılandırır. Bu kurumların gelişim şekline, birbirleriyle bağlantı şekillerine ve bu kurumların içinde insanların sosyal yaşamının organize olma şekline bakılmadan geçerli bir insan gelişiminin sosyokültürel kavramı geliştirilemez. İkinci olarak, farklı konuşma türleri ve anlamsal araçlar belirli sosyal kurumlarla ve belirli sosyal uygulamalarla sıkı bir şekilde ilişkilidir. Laboratuarlarda, evlerde ve okullarda, sosyal ve psikolojik yaşamın belirli biçimlerine farklı yollarla aracı olan birçok konuşma türü vardır. Üçüncü olarak, kurumsal bağlamda, paylaşılan bir etkinlikte

bireyler arası ilişkiler, etkileşimlerin eğitimsel önemini belirler. Bu ilişkiler, katılımcıların sosyal olarak kabul edilen beklentileri ve sorumluluklarından etkilenir. Son olarak, düşünme durumları, sosyal uygulamanın belirli biçimlerine bağlı olan güdüler, amaçlar, değerler ve inancın bütünleşik sistemleri olarak gelişmektedir (Forman vd., 1996). Vygotsky'nin kuramını içerdiği kavramlar bakımından birkaç başlık altında incelemek uygun olacaktır.

2.2 Sosyal Yapılandırmacılıkta Öğrenmenin Doğası

2.2.1 Aracılıdırma

Vygotsky'nin görüşüne göre insan davranışının özelliklerinden biri bu davranışın araçlar (teknik araçlar) ve işaretler (psikolojik araçlar) tarafından aracılık edilerek düzenlenmesidir (Forman vd., 1996). Vygotsky'nin teorisi çocuğun yüksek zihinsel işlemlerinin çocuğun çevreyle etkileşiminde aracı faktörlerin varlığına bağlı olduğunu ileri sürmektedir. Vygotsky, çocukların belirli bir sosyokültürel aktivitede kullanılan sembolik araçlara–aracılara (mediators) vurgu yapmıştır (Kozulin, 2003). Vygotsky'nin öğrencileri, aracılığın (mediation) iki ek türünü araştırmışlardır: başka bir insan tarafından yapılan aracılık ve sembollerle yapılan aracılık.

2.2.3 Aracı Olarak İnsan

Aracı olarak insanın rolü, Vygostky'nin (1978) kuramında şöyle belirlenmektedir: gelişimde her psikolojik işlem iki kere görünür: öncelikle insanlar arasındaki etkileşim şeklinde ve ikinci olarak bu işlemin içselleştirilmiş şekli olarak görünür. Bu nedenle Vygotsky'den etkilenen sosyokültürel çalışmalarda asıl ilgilenilen noktalardan biri, öncelikle çocukla bir yetişkin arasında başlayan etkileşimin sonradan nasıl çocuğun kendi psikolojik işlemleriyle içselleştirildiğini anlamaktır (Kozulin, 2003). Yetişkin aracılığının (adult mediation) birçok türü vardır, Tharp ve Gallimore (1988), bazı öğretmen aracılıklarını şöyle ifade etmişlerdir; modelleme olarak aracılık, değişiklik yönetimi (ödül ve eleştiri), geridönüt ve diğer seviyede biliş yapılandırması. Biliş yapılandırması bir bilişötesi seviyeye bağlıdır ve çocuğun çalışmalarının düzenlenmesi için stratejileri içerir.

Buradan anlaşılacağı üzere, öğretmen aracılığının özellikleri farklı seviyelere ve etkileşimli aktivitenin farklı yönlerine bağlıdır (Kozulin, 2003).

Aracılık edilmiş bir öğretimin amacı özel olarak belirlenmiş bile olsa aracılık türleri açık uçlu olarak kalır. Aracılığın farklı türlerinin tanımlanmasının zorluğu Rogoff'un (1990) aracılık kavramıyla ilgili analizinde görülmektedir. Rogoff (1990), aracılığın üç farklı yönünü belirlemiştir. Çıraklık (apprenticeship), rehberli katılım (guided participation) ve benimsemedir (appropriation). Çıraklık, çocuğa ya da yetişkine sosyokültürel örnekleri aracı eden bir toplumsal aktivite modeli sağlar. Rehberli katılım ise, ortak aktivitenin kişilerarası yönünü kapsar. Benimseme ise, bireyin aracılı aktivitelere dahil olması nedeniyle bireyde meydana gelen değişikliklerle ilgilidir (Kozulin, 2003).

2.2.4 Aracı Olarak Semboller

Bu araçlar, araçlar (tools) (teknik araçlar) ve işaretler (signs) (psikolojik araçlar)dir. Dil, diyagramlar, aritmetik, yazılar, formüller, grafik organize ediciler, birer işaret sistemidir yani psikolojik araçtır (Wertsch, 1993; Kozulin, 2003; Forman vd.,1996). Mikroskop, büyüteç, termometre, bilgisayar gibi araçlar ise teknik araçlardır (Rogoff, 1990; Forman vd.,1996)

Vygotsky'e göre teknik araçlar dış dünyayı düzenlemek için kullanılırken psikolojik araçlar yüksek zihinsel işlemleri düzenlemede içsel yönelimli mekanizmalardır. Bilgisayar gibi teknik araçlar dış dünyada yer alırken bilgisayarla yapılan etkileşim değişik bir bakış açısına yönlendirir ki bu da öğrenmeye aracılık eder . Psikolojik araçlar hem iç hem de dış dünyada kullanıldığından her iki düzlemde de vardır (Davydov, 1995; akt. Carter vd., 1999).

Teknik araçlar, olgu yönelimlidir; olgudaki değişikliği uyarırlar ve olguya ilişkin bir görev üzerinde çalışırken fiziksel aracılık sağlarlar. Teknik araçlar, olguların fiziksel olarak farklı özelliklerinin gözlenmesini sağladıkları için olguya farklı perspektiflerden bakılmasını sağlarlar. Psikolojik araçlar ise, çocuğa olguyu anlama, onun hakkında konuşma ve düşünme için farklı bir bakış açısı sağlar. Çocuğun fen öğrenmesi için 1. Olguyu anlamada 2. Olgu hakkında konuşmada

(bilimsel tartışmaya dahil olma) 3. Aktiviteyi yapmada ve 4. Olgu hakkında düşünmede psikolojik araçları benimsemesi gerekmektedir (Shepardson, 1999).

Teknik araçlar çocukların olguya farklı perspektiflerden bakmaları için bir yol sağlarken ancak psikolojik araçlar sayesinde çocuklar olguya farklı perspektiflerden bakabilirler ve olguyu yeni perspektiften anlayabilirler. Sosyal etkileşimlerle benimsenen psikolojik araçlar yeni bir referans çerçevesinin geliştirilmesini sağlar (Rogoff, 1990).

Sembolik ve insan araçları arasındaki ilişkiye dair önemli bazı noktalar vardır. Bu noktalar şunlardır; sembollerin anlamlarının çocuklara bilişsel araçlar olarak kullandırılması sağlanmadığında, semboller kullanışsızdır. Yani sembollerin kullanımı için bir insan aracıya ihtiyaç vardır. İşaretlerin ve yazıların ulaşılabilirliğinin yüksek olması, öğrenciler tarafından psikolojik araçlar olarak kullanılacağı anlamına gelmemektedir.

2.2.5 Yakınsal Gelişim Alanı

Vygotsky'ye (1978) göre Yakınsal Gelişim Alanı, bağımsız problem çözme tarafından belirlenen mevcut gelişimsel seviye ile bir yetişkin ya da daha yetenekli bir akranın rehberliğinde yapılan problem çözme ile belirlenen potansiyel gelişim seviyesi arasındaki mesafedir. Diğer bir ifadeyle 'Çocuğun bugün işbirliği ile yapabildiğini yarın bağımsız olarak yapabilesidir' (Vygotsky, 1978). Bu bölge birçok açıdan tarif edilebilir, fakat temelde bireyin kazanımlarına bir yetişkin, daha yetenekli bir akran ya da fiziksel bir araç tarafından aracılık edilmesini kapsamaktadır (Newman, Griffin ve Cole, 1989 akt. Carter vd., 1999).

Yakınsal Gelişim Alanı içinde, öğrenme, dışsal düzlemde içsel düzleme doğru hareket eder. Öğrencinin bu bölgesiyle yüz yüze gelebilen araçlar sadece öğrenmeye aracılık edebilir. Bu nedenle sınıf bağlamında, öğrenciler öğretmenle ve diğer öğrencilerle etkileşime girdiklerinde psikolojik araçların kullanımıyla bu bölge içinde aracılık gerçekleşebilir (Carter vd., 1999).

Yakınsal gelişim alanının en genel kavramı, daha yeterli bir kişiyle daha az yeterli kişinin bir görevdeki etkileşimi ve bu etkileşimde daha az yeterli olan bireyin

giderek usta hale gelmesiyle ilgilidir. Yakınsal gelişim alanı, öğrenmenin yer aldığı bir boşluk ya da aralık belirler ve içselleştirme bu aralıkta yer alan öğrenme işlemini betimler. Bu süreçte üç ayırt edici özellik vardır: 1. Kültürel bilgi bir kişiden (yetişkin) diğer kişiye (çocuk) değil iki kişiden (grup elemanlarından) bir kişiye (çocuk) transfer edilir. 2. Aktarım semiotik (göstergebilimsel örneğin, matematik sembolleri, diyagramlar, jest ve mimikler, duruş vs) araçlarla başarılıdır. 3. Başlangıçta bilmeyen kişi olan birey problemleri çözmeye ve görevleri yerine getirmeye eşit derece sorumlu olarak grupta eşitlik gösterir (Chaiklin, 2003).

Vygotsky'nin (1978) çalışmasının büyük bir kısmı sosyodilsel (sociolinguistic) deneyimlerin düşüncüyü nasıl şekillendirdiği üzerinedir. Vygotsky, düşünce, dil ve kültürün birbirine bağlı olduğunu, öğrenme ve öğretmenin sosyal işlemler olduğunu ileri sürmüştür. Yakınsal Gelişim Alanı bu ilişkileri göstermektedir. Daha yetenekli akranın bu bölgedeki yardımı, teşvik etme, modelleme, açıklama, yön veren sorular sorma, fikirleri tartışma, cesaret verme ve dikkati öğrenme bağlamı içinde tutmaya devam etme şeklindedir (Carter & Jones, 1994; Jones & Carter, 1994). Bu roller ve davranışlar akran öğretimi, işbirlikli öğrenme, kardeş ilişkileri gibi bağlamlarda ortaya çıkmaktadır (Forman & Cazen, 1985 akt. Jones, Rua, & Carter, 1998).

2.2.6 İçselleştirme

Yüksek zihinsel işlemlerle ilgili olarak Vygotsky, 'kültürel gelişimin genel genetik yasası'yla ilgili formülasyonunda görüldüğü gibi asıl psikolojiler arası işleyişle ilgilenmiştir. 'Çocuğun kültürel gelişimindeki herhangi bir işlem iki düzlemde görünür: Öncelikle sosyal düzlemde, ardından psikolojik düzlemde görülür. Öncelikle insanlar arasında, psikolojiler arası kategori (dışsal düzlem) olarak görülür. Ardından çocuğun içinde, psikoloji içi kategori (içsel düzlem) olarak görülür. Bu durum, seçici dikkat, mantıksal hafıza, kavramların şekillendirilmesi ve iradenin gelişimi için de geçerlidir. Tüm yüksek işlemlerin ve aralarındaki ilişkinin temelinde genetik olarak sosyal ilişkiler ya da kişiler arası ilişkiler yatmaktadır (Wertsch, 1985).

Vygotsky içselleştirmeyi dışsal düzlemde yapılan aktivite örüntülerinin bazı yönlerinin içsel düzlemde yapılır hale gelmesi işlemi olarak görmektedir. Dışsal

aktiviteyi, semiyotik olarak aracılık edilen sosyal işlemler açısından belirlemiştir ve bu sürecin özelliklerinin içsel işlemin ortaya çıkışını anlamada anahtar olduğunu öne sürmüştür (Wertsch, 1985).

Vygotsky'e göre sosyal süreçler psikolojik süreçleri yaratmamakta; buna karşın her iki süreç etkileşim içinde bulunmaktadır. Vygotsky için içselleştirme bir tür gelişimsel mekanizmadır. İçselleştirme kavramının içinde kişinin edindiği bilgiyi ancak kendisinin kullanabileceği yatmaktadır. Gözlenen ve bilgi edinilen etkileşimler bireyin uzmanlığını artırmaktadır (Yurdakul, 2005).

2.2.7 Bilimsel Kavramlar ve Günlük Kavramlar

Vygotsky çocukların kavramlarını şekillendikleri bağlamı yansıtan iki kategoriye ayırmıştır: Günlük hayat kavramları (spontane) ve bilimsel kavramlar (spontane olmayan) (Shepardson, 1999). Vygotsky'ye göre deneyimle kazanılan günlük hayat kavramları ile okulda öğretilen bilimsel kavramlar arasında bir etkileşim vardır. Günlük hayat kavramları, sunulan olguya, günlük deneyimlerde karşılaşılan olgunun özelliklerine, fiziksel görünüşüne ve belirli durumlara dayanır. Bu kavramlar algıya bağlıdır, dolaysız deneyim eksikliği vardır, genelleme sistemi yoktur ve tutarlı bir sistemin parçası değildirler. Bilimsel kavramlar ise, kelimelerin ve işaretlerin işlevsel kullanımıyla şekillenir ve ilişkiler sisteminin bir parçasıdır (Howe, 1996; Shepardson, 1999).

2.3 Anlam Oluşturma Süreçleri

Scott ve Mortimer (2003), Vygotsky'nin fikirlerinin bize fen derslerindeki etkileşimleri analiz edecek düzenlenmiş hazır araçlar vermeyeceğini belirtmektedirler. Vygotsky öğretme ve öğrenmenin anahtar durumlarına doğrudan dikkati sağlayan yardımcı bir çerçeve önermiştir. Araştırmacılar için zor olan Vygotsky'nin teorisini bir yönelme aracı olarak kullanmak ve geliştirmektir.

Vygotsky'nin teorisi, çocuğun yüksek zihinsel süreçlerinin, çocuğun çevresiyle etkileşiminde aracı etkenlerin varlığına bağlı olduğunu belirterek bir sosyokültürel bağlamın içindeki çocuk tarafından benimsenen sembolik araçlara-

aracılara vurgu yapmaktadır (Kozulin, 2003). Öğrencilerin fen sınıfında yeni anlayışlar ya da anlamları nasıl geliştirdiği sorusu düşünüldüğünde Vygotsky'nin perspektifi sınıfta, psikolojiler arası düzlemdeki etkileşimin yani kişiler arası iletişimin (dışsal düzlem) ve öğretmen-öğrenci konuşmasının önemini kabul eden analitik bir yaklaşıma yönlendirmektedir. Vygotsky'ye göre, öğretmen ya da daha bilgili bir kişi, bilimsel bilgiyle öğrencilere aracılık etmede anahtar bir rol oynamaktadır (Scott, 1998).

Bu sosyokültürel perspektife göre öğrenme *içselleştirme* süreci olarak görülür. İçselleştirme süreci bireysel düzlemin şekillendirildiği, sosyalden bireysele doğru bir hareket içerir. Vygotsky gelişim ve öğrenmenin bireydeki olgunlaşma süreçleriyle yürütüldüğünü ileri sürer. Sosyokültürel perspektife göre insanların çevreleriyle ilgili tipik düşünme yollarını araştırmak istendiğinde araştırmaya başlanacak yer onların çevreleriyle ilgili iletişim yolları olacaktır. Fen sınıflarında öğrenmenin nasıl gerçekleştiğiyle ilgilenildiğinde incelenmesi gereken yer fen sınıflarında konuşma ve iletişimin diğer durumlarıdır (Mortimer ve Scott, 2003). Vygotsky (1981), içselleştirme sürecinin ağırlıklı olarak konuşma ile sağlandığını söylemiştir.

Scott ve Mortimer'e (2003) göre Vygotsky'nin perspektifi kapsamında fen öğretiminin üç temel kısım içermesi gerekmektedir. İlk olarak, öğretmen bilimsel görüşleri (bilimsel hikaye) sınıfın sosyal düzleminde ulaşılabilir kılmalıdır. İkinci olarak, öğretmen öğrencilerin içselleştirmesine ve anlam yapılandırmasına yardımcı olmalıdır. Son olarak, öğretmen öğrencilerin bilimsel fikirleri uygulamalarını desteklemeli ve aşamalı olarak sorumluluğu öğrencilere bırakmalıdır. Bu bağlamda, fen sınıflarında anlam oluşturma süreçlerinin sosyokültürel bir perspektifle, detaylı olarak incelenmesi amacıyla bir analitik çerçeve geliştirmişlerdir (Çizelge 2.1). Çerçevenin üç temel noktası vardır. Bunlar, odak, yaklaşım ve eylemdir. Odak, öğretimin amaçlarını ve sınıf etkileşimlerinin içeriğini; yaklaşım, sınıf ortamının genel iletişimsel biçimini; eylem ise konuşma kalıplarını ve öğretmen müdahalelerini ifade etmektedir.

Çizelge 2.1: Anlam oluşturma analiz çerçevesi.

Odak	Yaklaşım	Eylem
<ul style="list-style-type: none">• Öğretimin Amaçları• İçerik	<ul style="list-style-type: none">• İletişimsel Yaklaşım	<ul style="list-style-type: none">• Konuşma Kalıpları• Öğretmen Müdahaleleri

Bu çerçevenin tüm bileşenleri aşağıda başlıklar altında özetlenmiştir.

Öğretimin Amaçları: Öğretim süreci boyunca öğretmen tarafından farklı amaçlar ele alınır. Her bir amaç, bir dersin belirli bir bölümüyle ilgilidir (Scott, Mortimer ve Aguiar, 2006). Bu amaçlar aşağıda belirtilmiştir.

1. Problemi açma: Öğrencileri zihinsel ve duygusal olarak bilimsel hikayenin gelişimine başlangıçta dahil etmektir.
2. Öğrencilerin görüşlerini keşfetme ve derinlemesine inceleme: Öğrencilerin belirli fikirler ve olgularla ilgili anlamalarının incelenmesidir.
3. Bilimsel hikayeyi (bilimsel görüş) tanıtmaya ve geliştirme: Sınıfın sosyal düzleminde bilimsel anlamların ulaşılabilir kılınmasıdır.
4. Öğrencilerin bilimsel fikirlerle çalışmalarına rehberlik etme ve içselleştirmelerini destekleme: Öğrencilerin yeni bilimsel fikirlerle ilgili bireysel ya da grup içi olarak konuşmaları, düşünceleri için fırsat sağlanmasıdır.
5. Öğrencilerin bilimsel görüşü uygulamalarına ve kullanımını genişletmelerine rehberlik etme, sorumluluğu öğrencilere verme: Öğrencilerin bilimsel anlamları çok çeşitli bağlamlarda uygulamasını destekleme ve öğrencilere sorumluluk vermedir.
6. Bilimsel hikayenin gelişimini devam ettirme: Devam eden bilimsel hikayeye yorum sağlama, öğrencilere bilimsel hikayenin gelişimini takip etmelerinde yardım etmedir. (Mortimer ve Scott, 2003).

İçerik: Bu bileşen, sınıf etkileşimlerinin içeriğini ifade etmektedir. Mortimer ve Scott (2003), bu başlığı üç kategoriye ayırmıştır.

- **Günlük-bilimsel:** Sınıfta kullanılan sosyal dil türünü belirlemektedir. Günlük sosyal bağlamda kullanılan dil ile okulda kullanılan bilimsel dil arasındaki ayrımı belirleyen kategoridir.
- **Tanımlama-açıklama-genelleme:** Bir olgunun tanımını sağlama (tanımlama), belirli bir olgu için kuramsal modelden yararlanma (açıklama), belirli bir

bağlamın ötesinde bir tanımlama ya da açıklama (genelleme) şeklinde kategoridir.

- Deneysel-Kuramsal: Doğrudan gözlemlenebilen özellikler (deneysel) ve gözlemlenemeyen özellikler (kuramsal) kategorisidir (Sickel, Witzig, Binabern ve Abell, 2012).

Bu çalışmada üç kategorinin nasıl kullanıldığına ilişkin örnekler aşağıda verilmiştir.

Öğrencilere ışığın kırılması konusu işlenmeden verilen çalışma kağıdında bir suya lazer ışını belirli bir açıyla tutulduğunda nasıl ilerleyeceği sorusu sorulmuştur. Öğrenci 1'in kağıda yazdığı cevap '*Suya girerken ışınlar dağılır.*' şeklindedir. Öğrenci daha önce ışığın kırılması kavramını öğrenmediği, verdiği cevap sezgisel nitelikte olduğu için günlük-bilimsel kategoriye göre *günlük dildir*. Işığın hareketine ilişkin betimleme içeren bir ifade olduğu için *tanımlamadır*. Işığın yapısıyla ilgili gözlemlenebilen özellikte bir ifade olduğu için de *deneyseldir*. Kısaca *deneysel tanımlama* olarak ifade edilebilir.

Öğretmen bilimsel görüşü sınıfın sosyal düzleminde sunduktan sonra öğrencilerden öğrenci 3, ışığın saydam ortamlardaki hareketiyle ilgili olarak '*Işığın saydam bir maddeden başka bir saydam maddeye geçerken doğrultusunu değiştirmesine kırılma diyoruz.*' demiştir. Öğrenci 3 bu cevabı, bilimsel görüş sınıfta sunulduktan sonra ifade ettiği için *bilimseldir*. Işığın saydam ortamlardaki hareketini genelleyen nitelikte olduğu için *genellemedir*. Gözlemlenebilen özellikte olduğu için de deneyseldir. Kısaca öğrencinin bu ifadesi *deneysel genellemedir*.

İletişimsel Yaklaşım: Mortimer ve Scott (2003), iletişimsel yaklaşımda iki boyutlu dört temel sınıf belirlemiştir. Bu boyutlar, diyaloglu-otoriter ve etkileşimsel- etkileşimsel olmayan boyutlardır.

- Diyaloglu – Otoriter boyut: Öğretmen öğrencilerinin fikirlerini ve anlamalarını geliştirmek istediğinde öğretmenin yaklaşımı bu boyut altında karakterize edilir. Bu boyut altında iki uç durum vardır. Öğretmen öğrencilerin öğrenci bakış açısından ne söylemesi gerektiğini ya da öğrencilerin sadece bilimsel bakış açısından ne söylemesi gerektiğini dinler. Bahsedilen ilk durum diyaloglu yaklaşımdır. Bu yaklaşımda birden fazla bakış açısına dikkat edilir, birden fazla ses duyulur ve bir arayış vardır. İkinci

durum ise, otoriter yaklaşımdır. Burada dikkat sadece tek bir bakış açısında toplanır, tek bir ses duyulur ve farklı fikirlerle ilgili bir arayış yoktur.

Otoriter konuşmada öğretmenin amacı, öğrencilerin dikkatini tek bir anlama odaklamaktır. Diyaloglu konuşmada öğretmen, çok çeşitli öğrenci görüşünü dikkate almaya teşebbüs eder ve kabul eder. Bir dersin farklı bölümlerindeki diyaloglu konuşma, kaçınılmaz olarak farklı bir karakter almaktadır. Dersin başında öğretmen öğrencilerin belirli bir olguyla ilgili günlük fikirlerini almalıdır. Dersin ilerleyen kısımlarında yeni öğrenilmiş bilimsel fikrin nasıl kullanılacağı tartışılmasında öğrencileri cesaretlendirmelidir. Öğrencilerin günlük fikirlerini toplama ve sonrasında yeni bilginin kullanımında öğrencileri teşvik etme diyaloglu konuşma ile mümkündür. Genel olarak, diyaloglu konuşmanın farklı perspektiflere açık olduğunu söylenebilir. Bunun zıddı olarak otoriter konuşma fikirleri bir araya getirme ve keşfetmeye fırsat vermez. Öğretmen okul bilimsel görüşüne önem verir. Bu bilimsel görüşe katkıda bulunmayan fikirler, öğretmen tarafından ya yeniden şekillendirilir ya da görmezden gelinir. Ya da öğrencinin görüşü katkıda bulunuyorsa, öğretmen tarafından kullanılır. Otoriter konuşma, diğer görüşlere kapalıdır. Öğrencilerin katılımıyla birden fazla ses duyulabilir ama farklı perspektiflerin keşfi yoktur (Scott vd., 2006).

- Etkileşimli – Etkileşimli olmayan boyut: Etkileşimsel boyut, konuşmaya diğer bireylerin de katılımına izin verilmesi anlamını taşıırken etkileşimsel olmayan boyut ise konuşmada diğer bireylerin katılımının uzak tutulmasıdır.

Bu iki boyut birleştirildiğinde dört farklı sınıf ortaya çıkmaktadır. Bu sınıflar ve açıklamalar çizelgede gösterilmiştir (Çizelge 2.2) (Mortimer ve Scott, 2003);

Çizelge 2.2: İletişimsel yaklaşımın dört boyutu.

	Birden fazla görüş göz önünde bulundurulur	Tek bir görüş göz önünde bulundurulur
Çok kişi konuşur	Etkileşimli/ Diyaloglu	Etkileşimli/ Otoriter
Tek kişi konuşur	Etkileşimli olmayan/ Diyaloglu	Etkileşimli olmayan/ Otoriter

- Etkileşimli/diyaloglu: Öğretmen ve öğrenciler fikirleri araştırırlar, yeni anlamlar oluştururlar, akılcı sorular üretirler ve farklı bakış açıları üzerinde tartışmayı önerir. Öğretmen bilimsel bakış açısından farklı bile olsa öğrencilerin fikirlerini hesaba katar. Bu öğretim bağlamındaki diyaloglu etkileşimler, sıklıkla öğretmen öğrencilerin fikirlerini açığa çıkarmaya çalıştığında gerçekleşir. Öğretmenin şu cümleleri örnektir; ‘Bana bir örnek ver’, ‘Ne düşünüyorsun?, ’
- Etkileşimli olmayan/diyaloglu: Öğretmen önceden belirlediği çeşitli bakış açılarını göz önünde bulundurur ve farklı perspektifler üzerinde çalışmalar yapar. Öğretmen öğrencilerin bakış açılarına işaret eden açıklamalar yapar fakat öğrencilerden herhangi bir dönüt beklemez.
- Etkileşimli/otoriter: Öğretmen, belirli soru ve cevaplarla öğrencileri ulaşmak istediği bakış açısına yönlendirir. Öğretmenin zihninde ulaşmak istediği bir nokta vardır ve sorduğu sorularla öğrencileri bu noktaya taşımak ister. Eğer öğrenciler istenen cevapla etkileşime katılmazlarsa öğrencilerin cevapları bir kenara bırakılır. Öğretmenin sınıf içindeki kullandığı şu cümleler bu duruma örnektir; ‘Tam olarak gelmek istediğim nokta bu değil.’ ya da ‘Bunu görmezden gelelim.’ gibi.
- Etkileşimli olmayan/otoriter: Öğretmen ortaya tek bir bakış açısı sunar. Örnek olarak üniversite seviyesindeki dersler verilebilir. Ders boyunca yalnızca profesörün konuştuğu ve öğrencilerin söz hakkı almadığı durumdur.

Konuşma Kalıpları: Konuşma kalıpları, derste öğretmen ve öğrenci arasında ortaya çıkan iletişim kalıplarıdır. Alanyazındaki en ayırıcı etkileşim kalıbı üç bölümlü konuşma yapısıdır. Lemke (1990), buna üçlü diyalog demiştir. Bu kalıp ilk olarak IRF (Sinclair ve Coulthard, 1975) ya da IRE (Mehan, 1979) olarak tanımlanmıştır (akt. Scott ve diğ., 2006). Her iki yazar için de I (initiation), başlangıç anlamındadır. R (response) öğrenciden gelen cevabı temsil eder. F ise (follow-up) izleme/takip, E (evaluation) ise değerlendirme anlamındadır (Scott vd., 2006). Mortimer ve Scott (2003) ise IRF kalıbındaki F harfini, (feedback) geribildirim olarak kullanmaktadırlar.

Bu çalışmada hem IRE hem de IRF kalıpları analiz için kullanılmıştır. Kodlama amacıyla başlangıç için B, cevap için C, değerlendirme için D ve geribildirim için G harfleri kullanılmıştır.

Açık - Kapalı Zincir Kalıpları: Scott vd., (2006) öğretmen ve öğrenci arasında geçen diyaloglarda öğretmenin değerlendirme yapmadığı, öğrencinin cevabını derinlemesine incelediği durumlarda uzun konuşma zincirlerinin oluştuğunu ifade etmektedirler. Bu zincirlerde öğretmen başlangıç-cevap-geribildirim kalıbını kullanılır, öğrencinin verdiği her cevaba geribildirim vererek konuşmayı ilerletir ve en sonunda değerlendirme yaparsa bu B-C-G-C-G-C-D zinciri olarak ifade edilen kapalı zincirdir. Öğretmenin yine geribildirimlerle konuşmayı devam ettirmesi fakat herhangi bir değerlendirme yapmadan biten konuşma zincirleri ise B-C-G-C-G-C-G olarak ifade edilen açık zincirdir. Bu çalışmada konuşma kalıplarının nasıl kodlandığına ilişkin örnek çizelgede gösterilmiştir (Çizelge 2.3).

Çizelge 2.3: Konuşma kalıplarının kodlama örneği.

Konuşmacı	Diyalog	Kalıp Kodu
A*	Peki o zaman. Fikirlerinizi merak ediyorum. Mesela Ö11'in fikrini merak ediyorum.	Başlangıç
Ö11	Arabanın doğrultusu değişti hocam. Çünkü ortam değişti.	Cevap
A	Ortam evet. Ortamın değişikliği nasıl bir etki yapmış olabilir?	Geribildirim
Ö11	Hocam yönünü değiştirmiştir.	Cevap
A	Yönünü değiştiriyor. Peki Ö11 gibi düşünen var mı? Ö4?	Geribildirim
Ö4	Araba yüzey değiştirdiği zaman doğrultusu biraz daha ışık gibi kırılıyor.	Cevap
A	Işığa benziyor bu açıdan diyorsun. Başka?	Geribildirim
Ö6	Bence hocam yüzey girintili çıkıntılıydı..... yüzeyin maddesinden olabilir.	Cevap
A	O madde nasıl bir yapıda?	Geribildirim
Ö6	Böyle hocam girintili çıkıntılı.	Cevap

* Araştırmacı

Öğretmen Müdahaleleri: Mortimer ve Scott (2003), temel olarak altı öğretmen müdahale biçiminden bahsetmektedirler. Bu müdahaleler şunlardır;

1. Fikirleri şekillendirme: Yeni bir terim tanıtmaya, öğrencinin cevabını yeniden ifade etme, fikirler arasındaki farkı söyleme.

2. Fikirleri seçme: Belirli bir öğrenci görüşüne odaklanma, başka bir öğrenci cevabını görmezden gelme.

3. Anahtar fikirleri belirtmek: Bir fikri tekrar söyleme, öğrenciden bir fikri tekrar söylemesini isteme, bir öğrenciyle onaylayıcı konuşmaya girme, belirli bir ses tonu kullanma.

4. Fikirleri paylaşma: Bireysel öğrenci cevabını tüm sınıfla paylaşma, öğrenciden cevabını tüm sınıfa tekrar söylemesini isteme, grupların bulgularını paylaşma, öğrencilerden görüşlerini özetlemeleri için materyal hazırlamalarını isteme.

5. Öğrencilerin anlamalarını kontrol etme: Öğrenciden fikrini daha fazla açıklamasını isteme, öğrencilerden açıklama yazmalarını isteme, belirli fikirlerle ilgili tüm sınıf tartışmasıyla ortak karar olup olmadığını kontrol etme.

6. Gözden geçirme: Belirli bir deneyden elde edilen bulguları özetleme, bir önceki derste yapılan etkinlikleri hatırlatma, o zamana kadar gelinen noktada bilimsel hikayenin gelişimini gözden geçirme.

2.4 Anlam Oluşturma Sürecine Yönelik Çalışmalar

Shepardson (1999) böcek ve kelebeklerin başkalaşımıyla ilgili ilköğretim 1. sınıf öğrencileri ile yaptığı çalışmada, Vygotsky'nin sosyo kültürel teorisiyle ilgili anahtar kavramları sentezlemeyi amaçlamış ve sınıf ortamında yaşananları ve öğrenci görüşmelerini Vygotsky'nin teorisi ışığında incelemiştir. Öğrenciler öğretim boyunca dörderli gruplar halinde çalışmışlardır. Veriler öğretim öncesi ve sonrası görüşmeler, çocukların günlük yazıları, sınıf gözlemleri ve çocukların aktivitelerinin video kaydı ile toplanmıştır. Bu veriler, Vygotsky'nin teorisinin temel elemanlarının çocukların fen öğrenmesini nasıl açıkladığı dikkate alınarak analiz edilmiştir. Böcek ve kelebek yaşamı ünitesi, Genel Öğrenme Modeli'ne (General Learning Model) göre yapılmıştır Genel Öğrenme Modeli dört öğretimsel evre içermektedir: ön hazırlık, odaklanma, mücadele ve uygulama. Bulgular Vygotsky'nin sosyokültürel teorisinin öğretim ve öğrenim açısından şu yönleri ile tartışılmıştır: 1.Öğrenmenin sosyal etkileşimsel doğası. 2. Psikolojik ve Teknik araçların rolü. 3. Çocukların düşüncelerine aracılık etmede sosyal etkileşimlerin rolü. 4. Günlük ve bilimsel kavramlar arasındaki etkileşim. Öğrenmenin sosyal etkileşimsel doğası ile ilgili olarak, çocukların ailesinden bir bireyle öğretimden önce gerçekleştirdiği konuşma çocuklara dışsal bir düzlem sağlamış, kültürel ve psikolojik araçların kullanımı

sayesinde çocukların anlamalarını genişletmiştir. Öğretimde öğrencilerin teknik araç olarak büyüteç kullanmaları, onların böceklerin yaşam döngüsü olgusuna farklı bir bakış açısıyla bakmalarını sağlamış ve olguya ilişkin anlayışlarını genişletmiştir. Çocukların öğretmenleriyle yaşadıkları sözel etkileşimler, psikolojik aktivitelerine aracılık eden araçlar olmuştur böylece öğretmenin sahip olduğu sosyal konuşma türü öğrencinin bilimsel konuşma türüne geçişini sağlamıştır.

Havu-Nuutinen (2005), anaokulu öğrencilerinin yüzme ve batma kavramına ilişkin kavramsal değişim süreci ile sosyal tartışmanın bilişsel yapılarında nasıl bir değişim oluşturduğunu incelemeyi amaçlamıştır. On öğrencinin dahil olduğu çalışma, ön görüşme, öğretim ve son görüşme bölümlerinden oluşmaktadır. Öğrenciler işbirlikli gruplar halinde, Ausubel ve Robinson (1969)'un yönlendirilmiş buluş metodu ile yüzme ve batma ile ilgili problem çözme sürecine aktif olarak katılmışlardır (akt. Havu-Nuutinen, 2005). Veri analizi öğrencilerin ve öğretmenin konuşmalarına dayanmaktadır. Ön görüşmede öğrencilerin çoğu bilimsel olmayan cevaplar vermişlerdir. Çalışma bu cevapları, çocukların günlük deneyimlerine ve büyüklerinden duyduklarına dayanadığıdır. Son görüşmede ise çocuklar yüzme ve batmaya ilişkin daha doğru açıklamalar yapar hale gelmişlerdir. Öğretim sırasında çocuklara, yüzme ve batmayla ilgili olan boşluklu yapı ve katı kavramları öğretilmiştir. Çocuklar da sonradan bu kavramları kendi tanımlamalarında kullanmaya başlamışlardır. Çocuklar öğretim sırasında işbirlikli gruplar halinde hem arkadaşlarıyla hem de öğretmenle verimli tartışmalar yapmışlar, öğretmenin destekleyici sorularıyla kavramlar oluşturmayı öğrenmişlerdir. Öğretmenin yardımının çocukların yüzme-batmaya bakış açılarında ve bu kavramları kullanmalarında geliştirici etkiye sahip olduğunu belirtmişlerdir. Çocuklar birlikte keşfederken birbirlerini hem kavramsal olarak desteklemişlerdir hem de sözel yetenekleri artmıştır. Vygotsky'nin Yakınsal Gelişim Alanı kavramıyla ilgili olarak, öğretimin başında grup etkileşiminde çocuklar sadece kısaca gözlemlerini tasvir ederlerken öğretim boyunca öğretmenin desteği ile birlikte grup arkadaşlarıyla tartışmalarında daha yüksek zihinsel etkileşim göstermişler ve yeni kavramlar oluşturmuşlardır.

McMahon (2012), iki durum çalışmasıyla fen sınıflarındaki dersleri öğretmenlerin yorumları ve sosyokültürel teori perspektifinden anlamayı

amaçlamıştır. 10-11 yaşındaki grupla erime-buharlaşıma konusunda, 7-8 yaşındaki grupla ise bitki büyümesini etkileyen faktörlerle ilgili ders işlenmiştir. Her iki durum çalışmasında derslerde iletişim yaklaşımlarından hangisinin ne kadar yüzdeye sahip olduğu ortaya çıkarılmıştır. Mortimer ve Scott'ın (2003) çalışmalarında ifade ettiği şekilde, iletişim yaklaşımlarının derslerde düzenli bir döngü şeklinde ortaya çıkmadığını gözlemlemişler fakat konuşmaları başlatanın diyaloglu etkileşimler, kapatanın ise otoriter etkileşimler olduğu yönünde bulgular elde edilmiştir. Her iki durum çalışmasında ortak noktalardan biri olarak anahtar kavramların özetler ve tekrarlarla hatırlatılması, önemli olarak işaretlenmesinin alanyazındaki çalışmalarla uyumluluğu gösterilmiştir. Yapılan bu iki durum çalışmasının öğrencilerin var olan fikirlerinin ortaya çıkarılmasında yeni bir rol önerdikleri ifade edilmiştir. Çalışma, öğrencilerin alternatif kavramlarını bulmaya odaklanmak yerine farklı fikirlerin ele alınması ve değerlendirilmesi için öğretmen ve öğrencilerin birlikte düşünme etkinliği yaparak oluşturdukları Vygotsky'nin Yakınsal Gelişim Alanı'na benzer olan 'Zihinler Arası Gelişim Alanı' kavramına vurgu yapılmıştır. Öğretmen ve öğrencilerin birbirlerinin fikirlerini etkili bir şekilde geliştirdikleri sınıf tartışmalarının kollektif bir biçimde oluşturulan Zihinler Arası Gelişim Alanı'na dayandığı belirtilmiştir.

Forman ve McPhail'in (1993) çalışmasının amacı gölge oluşumuyla ilgili bir problem çözme aktivitesinde Vygotsky perspektifinin uygulanışını göstermektedir. Veri, Cindy ve Karen adında iki öğrenciden alınmıştır. Bu iki öğrenci, 50 tane 4. ve 7. Sınıf öğrencisi arasından seçilmişlerdir. Bir seri bölümden oluşan problem çözme görevi boyunca öğrenciler gözlemlenmiştir. Bu gözlemleri dört bölümde tartışmışlardır: 1. Görevi ve iki öğrenciyle ilgili geçmiş bilgileri tanımlama. 2. Her bir öğrencinin kendi bireysel ön testinde görevi nasıl belirlediğini tasvir etme. 3. Bu görev belirlemenin ilk işbirlikli bölümle ilişkisini tasvir etme. 4. İşbirlikli problem çözme durumu içinde bilişsel gelişimi tanımlamak. Cindy'nin son test sonuçları daha düşük çıkmıştır. Araştırmacılar bunun nedeni olarak, bu öğrencinin yaptığı etkinliklerin ve amaçların araştırmacılar tarafından belirlenmiş olmasını görmektedirler. Karen'in ilgisi ve amaçları ise araştırmacılarınkiyle örtüştüğü için Karen'in bu işbirlikli deneyimden çok şey öğrendiği görünmektedir. Bilişsel performanstaki ön test ve son test değişiminin analizinde Karen ve Cindy'nin işbirlikli ilişkisinin zihinsel ve kişilerarası faydalarının değerlendirilemeyeceği

görülmüştür. İşbirlikli bir problem çözme etkinliği sonucunda öğrencideki değişimin gözlemlenmesi çocuğun sadece bilişsel açıdan değil duygusal ve sosyal açıdan da değerlendirilmesini gerektirir sonucunu elde etmişlerdir. Öğrenciler problem çözme süreci boyunca birbirinin açıklamasını dinlemiş kendi mantıksal tutarlılıklarını yansıtmışlardır. Böylece iki öğrenci de birbirlerine yüksek zihinsel fonksiyonlarının gelişimini kolaylaştıran yakınsal gelişim alanı sağlamışlardır.

Jones, Rua ve Carter'ın (1998) fen öğretmenleri ile yaptıkları çalışmalarında araştırma soruları şöyledir;

1. Akran etkileşimi fen öğretmenlerinin kavramsal gelişimine nasıl katkıda bulunmaktadır?
2. Vygotsky'nin Yakınsal Gelişim Alanı bağlamında fen alanında kavramsal gelişime ilişkin kanıt var mıdır?
3. Profesyonel gelişim programı bağlamında fen öğretmenlerinin kavramsal gelişiminin araçları (mediators) nelerdir?

Çalışmada, 14 tane ilkokul ve ortaokul öğretmeni görev almıştır. 13 tanesi kadın bir tanesi erkek. Öğretim deneyimleri 1 ile 25 arasında değişmektedir. Öğretmenler 3 hafta süreyle büyük bir üniversitede kursa alınmışlardır. Öğrenmenin sosyal bağlamını keşfetmek için tüm öğretimsel aktivitelerde bir partnerle çalışmışlardır. 5 yıl ve daha deneyimli öğretmenler daha deneyimsiz olanlarla eş olmuşlardır. Öğretmenlere üç hafta boyunca düzenlenmiş bir öğrenme halkası yaklaşımı uygulanmıştır. Öğrenme halkası öğretmenlerin ne bildiklerini, kendi öğrencilerinin ne bildiklerini araştırmalarını, fen içeriğinin araştırılmasını, öğrencilerin fenle ilgili kavramlarının gelişimi üzerine araştırmaların okunmasını, bilim insanlarıyla fen içeriğinin tartışılmasını ve öğretim tasarlanmasını içermektedir. Her bir fen konusu için öğretmenlerin ön bilgileri kavram haritaları ve günlük yazılarıyla incelenmiştir.

Verilerin analizinde, son kavram haritasının analizi, öğretmenlerin bilgi içeriklerin arttığını göstermiştir. Bununla birlikte, kavramsal anlamaları tamamen bilimsel değildir ve gelişme aşamasındadır. Öğretimi uygulayan araştırmacıların bilgi açısından öğretmenlerin gelişimini etkileyeceği beklenmekteyken, akranların haritaları ve görüşmeleri, daha çok birbirlerinden etkilendiklerini göstermektedir. Kursun başlangıcında çocukların fenle ilgili olguları anlamalarına ve kavramsal

değişim teorilerine odaklanılmıştır. Öğretmenler, kavramsal gelişim üzerine araştırmalar okumuşlar, öğrencilerle görüşmeler yapılan videolar izlemişler ve kendi öğrencileriyle görüşmeler yapmışlardır. Öğretmenler öğrencilerinin fikirlerini anladıkça kendi anlamalarını değerlendirmeye başlamışlardır. Öğretmenlerin ifadesine göre, öğrencilerinin fikirlerini keşfettikçe bu süreç, kendi bilgi ve inançlarını incelemede bir araç olmuştur. Kurs boyunca, öğretmenler inceleme yaparken birçok materyal (LED'ler, piller, transistörler, dirençler) kullanmışlardır. Sonuç olarak, materyaller kullanılarak yapılan deneylerin sonuçları kendilerini kavram haritalarında paylaşarak oluşturulmuş bilgiler olarak göstermiştir.

Carter, Westbrook ve Thompkins (1999) 9. Sınıf öğrencilerinin fizik dersinde elektrik devreleri konusunda fen araçlarını kullanmalarını Vygotsky perspektifinden incelemişlerdir. Çalışma elektrik devreleri ile ilgilidir. Verilerin toplanması sınıf etkinliklerinin video ve ses kaydı, öğrencilerin günlük çalışmaları ve alan notları ile yapılmıştır. Araştırmanın odak noktası, öğrencilerin fen kavramlarını yapılandırmasına araçlarla olan etkileşimin nasıl aracılık ettiği üzerinedir. Çalışmada özellikle fiziksel araçların kullanımının aracılığa olan katkısı incelenmiştir.

Elektrik devreleriyle ilgili öğretimde öğrenme halkası modeli kullanılmış ve öğretim 3 hafta sürmüştür Dersler, öğrencilerin açık ve kapalı devreler ile seri ve paralel devrelerle ilgili anlamaları üzerine kurulmuştur. Öğrenciler üçerli ya da dörderli gruplar halinde çalışmışlardır. Gruptaki etkileşimi artırmak için her gruba daha yetenekli bir öğrenci verilmiştir. Daha yetenekli olan öğrenci akademik başarısının yanı sıra sözel yeteneği belirgin öğrenciler arasından belirlenmiştir. Analizde, öğrencilerin araçlarla çalışmaları yedi davranış kategorisine ayrılmıştır. Bu davranışlar, yöntem (procedure) aracı, gözlem aracı, ön bilgiyle ya da geçmiş deneyimlerle tanımlama aracı, anlam yapılandırma, doğrudan araçlarla ilgili olmayan etkileşimler yöntem olmayan araç ve gözlem olmayan araç olarak kodlanmıştır. Yöntem aracı, öğretimsel işlemlerle ilgili metotlardır. Çalışmadaki şu cümle bu koda örnektir, 'Onu bağladığımız zaman, lambalardan birini söktüğümüzde ne olacağını görürüz.' Gözlem aracı, ortamdaki olgunun gözlemlenmesiyle ilgilidir örneğin, 'Kablo gittikçe ısınıyor.' Ön bilgilerle tanımlama aracı ise öğrencinin aracın kendisini ya da benzer bir aracı kullanmakla ilgili geçmişte deneyime sahip olması anlamındadır, örneğin, 'Babamın voltmetresini yanlışlıkla bozmuştum. Bir pili

deniyordum voltaj çok yüksekti ve sigortayı attırdım.’ Sözel etkileşimlerle ve araç kullanımıyla ilgili nicel ilişkiler grupların ses kayıtlarının analizinde sözel diyalogların frekansının hesaplanmasıyla elde edilmiştir. Çalışmanın sonuçlarında Vygotsky perspektifinden, yakınsal gelişim alanı, öğrenmedeki araçlar ve geçmiş deneyimlerin rolü incelenmiştir. Bu sonuçlar şöyledir;

1. Araçları günlük deneyimlerle ilişkilendirmeye çalışan öğrenciler kendilerini araç uzmanı olarak algılamıştır. Bir grupta elektrik devresiyle ilgili araçları daha çok gruptaki erkekler kullanırken gruba golf arabalarıyla ilgili yeni bir problem durumu sunulmuştur. Bu yeni problemle ilgili olarak erkek öğrencilerin günlük hayatla ilgili deneyimleri bulunmazken kız öğrencilerden birinin ailesinde golf arabası vardır ve araştırmacılara göre kız öğrencinin günlük hayatında karşılaştığı bir durum olması nedeniyle grup içinde araç uzmanı konumuna gelmiştir.

2. Küçük grup düzeninde, bireyin araç kullanımı o bireyin sözel etkileşimlerinin frekansıyla ilişkilidir. Grupta herkesin araç kullanımının sonuçlarını gözleme olanağı vardı fakat araçlarla fiziksel etkinliğe giren öğrenciler en çok sözel etkileşimde bulunan öğrencilerdi.

3. Araç kullanımına öncelikle erkekler hakim olmaktadır, araç kullanmayı isteyen kızlar anlamaya aracılık etmede araç kullanımının önemini farkına vardıklarını göstermektedir.

4. Elektrik devreleriyle ilgili anlamaya aracılık etmesi için sağlanan araçların birçok öğrencinin yakınsal gelişim alanının dışında olduğu görülmüştür.

Sickel vd. (2012) bir üniversitede biyoloji derslerinin 5E yöntemiyle işlenmesiyle ortaya çıkan ders içi konuşmaların doğasını anlam oluşturma çerçevesinde incelemeyi amaçlamışlardır. Mortimer ve Scott’ın (2003) geliştirmiş olduğu anlam oluşturma analiz çerçevesini kullanmışlardır. 5E yönteminin her bir basamağı, analiz çerçevesinin öğretim amaçları, sınıf etkileşimlerinin içeriği, iletişim yaklaşımı ve öğretmen müdahaleleri bileşenleri açısından incelenmiştir. Çalışmanın iki savı bulunmaktadır. Bunlar ilk olarak, analiz çerçevesinin bileşenleri 5E’nin her bir basamağına özgüdür. İkinci olarak, dersin konusu konuşmanın içeriğini etkilemektedir. İlk savla ilgili olarak 5E’nin her bir evresinde farklı iletişim yaklaşımları kullanıldığı bulgusu elde edilmiştir. Bu evrelerden keşfetme evresinde, öğrencilerin görüşlerinin elde edilmesi amaçlandığı için etkileşimli/diyaloglu iletişim

yaklaşımı, konuşma modeli olarak da çoğunlukla başlangıç-cevap-geribildirim üçlemesi ortaya çıkmıştır. Bilimsel görüşün tanıtıldığı, açıklama aşamasında ise etkileşimli/diyaloglu yaklaşımdan etkileşimsiz/otoriter yaklaşıma doğru geçiş olmuştur. Konuşma modeli ise başlangıç-cevap-geribildirimden başlangıç-cevap-değerlendirmeye doğru geçmiştir. İkinci savla ilgili olarak da tasarladıkları 4 dersten üçünde bilimsel konular işlenirken bir derste ise sosyobilimsel bir konu işlenmiştir. Bu ders sırasında öğrencilerin işlenen konuyu bilimsel açıdan çok etik ve sosyal açıdan düşünmeye daha eğilimli oldukları ortaya çıkmıştır. Çalışmanın sonucunda 5E yönteminin çocukları konuşmaya dahil etmede kullanışlı olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Ayrıca bu konuşmaların analizinde anlam oluşturma çerçevesinin bileşenleri doğrultusunda yapılan bir incelemenin de fen öğrenimi ve öğretimi planlamada çok değerli bir analitik araç olduğunu ifade etmişlerdir.

2.5 Işığın Kırılması ile İlgili Çalışmalar

Bu bölümde ışık konusunda yapılmış çalışmalar, ilköğretim düzeyinde yapılan çalışmalardan üniversite düzeyinde yapılan çalışmalara doğru hiyerarşik olarak düzenlenmiştir. Çalışmaların en temel sonuçlarından bahsedilmiştir.

Stead and Osborne (1980), 10- 15 yaşlarındaki 36 çocukla görüşmeler yaparak 'ay, ısıtıcı ve mum' gibi bazı nesnelere ışık çizgilerini çizmelerini istemişlerdir. Şu sonuçlar ortaya çıkmıştır;

- Bazı çocuklara göre ışığın gittiği mesafe gündüz ya da gece oluşuna göre değişmektedir.
- Işık eğer gözlenebilir etkisi kanıtlandığında vardır.
- Görme, ışıktan aktif ışınların çıkmasıyla oluşur.

Karrqvist and Anderson (1983), 500 ilköğretim öncesi çocuğa çeşitli problemler içeren anket uygulamışlardır. En temel elde ettikleri sonuçlar;

- Işıkla ilgili temel kavramların çoğu öğretimle verilememektedir.
- Görsel Işık ışınları kavramı çocukların çoğunun sahip olduğu bir fikirdir.

Guesne, Sere and Tiberghien (1983)'in yaptığı çalışmada 10-14 yaşındaki Fransız çocuklardan görüşme ve anketlerle elde edilen sonuçlara göre;

-Bir çok 10-11 yaşındaki çocuk ve 13-14 yaşlarındaki çocuklardan bazıları, ışığı onun kaynağıyla ya da etkileriyle bağlantı olarak görmektedir. Örneğin, ışık lambanın içindedir şeklinde düşünmektedirler.

- 11-14 yaşındaki çocukların çoğu ışık boş bir kağıda ya da aynaya çarptığında o yüzde kaldığını düşünmektedirler.

- Işığın eğer açıkça yansıdığı algılanmıyorsa ışığın gerçekten orada olmadığını düşünmektedirler.

Valanides ve Angeli (2008), ilköğretim öğrencilerinde bilgisayar programı ve gözlem, tartışma ve kanıtlayarak açıklama tekniğinin öğrencilerin ışık, renkler ve görme konusundaki kavramsal anlamalarına etkisini incelemiştir. Çalışmanın örneklemini 18 tane 6. Sınıf ilköğretim öğrencisi oluşturmaktadır. Ön test ve görüşmelerden elde edilen sonuca göre öğrencilerde, 'Her nesne her zaman üzerine tutulan ışığın rengini alır', 'Sadece beyaz renkteki nesnelere üzerine tutulan ışığın rengini alır diğerleri ise kendi renklerini korur' şeklinde kavram yanlışlarının mevcut olduğu görülmüştür. Öğretimle beraber son testte ve görüşmelerde bilimsel olarak doğru cevap verip rengin ışığın bir özelliği olduğunu söyleyen öğrenci sayısında artış olmuştur. Bu öğrenciler, üç ay sonra yapılan tekrar testinde de son testteki durumlarını korumuşlardır.

Keleş ve Demirel (2010), ilköğretim 6. sınıf öğrencileriyle yaptığı çalışmada 'Fen ve teknoloji dersi ışık ünitesindeki renkler konusunda ilköğretim öğrencilerinin kavram yanlışları nelerdir? Ve bu yanlışlar nasıl giderilebilir?' sorularına yanıt aramışlardır. Elde edilen sonuçlara göre, öğrenciler cisimlerin renklerinin cisme tutulan ışığın rengiyle aynı renkte görüleceği yanlışına sahiptirler. Rengin ışıkla bir ilişkisinin olmadığını, bunun nesnelere bir özelliği olduğunu düşünmektedirler.

Fetherstonhaugh, Happs ve Treagust'ın (1987) çalışması, Avustralya'daki bir okulda 500 lise öğrencisine uygulanmıştır. Işığın aldığı yolla ilgili olarak, birçok öğrenci, belirli şartlar altında ışığın mesafe kat edemeyeceğine inanmaktadır. Aynada görüntü oluşumu ile ilgili olarak, birçok öğrenci görüntünün yerini aynada doğru olarak gösterememektedir. Merceklerde görüntü oluşumu ile ilgili olarak, büyük bir çoğunluğu, görüntü oluşturmak için merceğin gerekli olduğunu düşünmektedirler. Görme olayı ile ilgili olarak, öğrencilerin çoğu ışığın insanların görmesi için gerekli olduğunu düşünürken kedinin karanlıkta da görebildiklerini düşünmektedirler.

Singh ve Butler (1990), Yeni Zelanda ve Singapur'dan lise öğrencilerine açık uçlu sorulardan oluşan anket uygulamışlardır. Anket, ışığın kırılması, tam yansıma, prizmada kırılma ile ilgili sorulardan oluşmaktadır. Kırılma ile ilgili olarak öğrencilerin %82'si kırılmayı ışığın bükülmesi olarak tanımlamışlardır. 35 öğrenciden iki öğrenci, ışığın normal üzerinden gönderildiğinde hızının değişeceğini söylemişlerdir. Kırıcı bir ortamdan sınır açısının üzerinde bir değerle ışın gönderildiğinde öğrencilerin % 62'si ışık ışınını diğer ortama geçirmişlerdir. 37 öğrenciden 5 tanesi tam yansımaya göstermiştir. Sonuç olarak öğrencilerin kırılma konusunu yüzeysel olarak bildikleri fakat açıklayamadıklarını, merceklerin kırılma konusu içinde değil ayrı bir konu olarak anlatıldığı için farklı konular arasında bağlantı kurmakta sıkıntı yaşadıklarını söylemişlerdir.

Galili ve Hazan (2000), 166 lise öğrencisiyle çalışmışlardır. Elde edilen sonuçlarda, öğrenciler görme olayının tamamen göz tarafından yapıldığını düşünmektedirler. Bunların yanı sıra sahip oldukları fikirler şöyledir 'Işık parlaktır bu nedenle karanlıkta çok daha iyi görünür', 'Işık, bir ışık kaynağı etrafında parıltı olarak kalır', 'Görüntü gözlemci olmasa bile her zaman aynada vardır', 'Yarım mercek yarım görüntü oluşturur', 'Gölge bir cismin yansımasıdır', 'Işık kaynağının gücü arttığında gölge büyür', 'Renk, ışıktan farklı olarak özel maddelerin karışımıdır' 'Değişik renkler karıştırıldığında renklerin ışıkları ayrı kalır' 'Renkli ışıkların karışımı koyu bir ışık oluşturur'.

Kaewkhong , Mazzolini , Emarat ve Arayathanitkul (2010), 220 11. Sınıf öğrencisi ile yaptıkları çalışmalarında ışığın kırılması ve yansıması ile ilgili kavramsal değerlendirme testi geliştirmişlerdir. Sonuçlar şöyledir; bir yüzeyde ışığın kırılması ile ilgili olarak, çocuklar gözden nesneye doğru düz bir çizgi halinde ışık ışını çizmektedirler, az kırıcı ortamdan çok kırıcı bir ortama geçen ışık ışınını normalden uzaklaştırarak çizmektedirler.

Golberg ve McDermott (1983), 90 üniversite öğrencisiyle yaptıkları çalışmalarda, şu sonuçları elde etmişlerdir; daha uzağa gittiklerinde aynada daha çok yer görülebileceğini düşünmektedirler. Bir merceğin yarısı kapatılırsa görüntünün de yarısı kapanmış olur.

Eaton, Harding and Anderson (1985), üniversite öğrencilerine yaptıkları ankette şu sonuçları elde etmişlerdir;

- i) Işığın doğası, içinde bulunduğu ortama göre değişmektedir.
- ii) Bir bireyin gözleri cismin şeklini görmektedir.
- iii) Parlak nesnelere, mat cisimlere göre daha çok ışık yansıtılmaktadır.
- iv) Işık nesnelere bir özelliğidir, örneğin kitap kırmızıdır.

Eaton vd. (1985) ışıkla ilgili tarihsel durumlara değinmişlerdir ve günlük dilin ‘görüş alanımı engelliyorsun’ gibi ifadelerin kullanımının bu kavrama ilişkin etkisinin büyük olduğundan söz etmişlerdir.

Blizak, Chafiqi ve Kendil (2009), Cezayir’deki 246 üniversite birinci sınıf öğrencisinin ışıkla ilgili kavram yanlışlarını ortaya çıkarmayı amaçlamışlardır. Öğrencilerin bir kısmı, ışığın yayılması ile ilgili olarak, havanın gerekli olduğunu; görüntü oluşumuyla ilgili olarak, görüntünün aynanın yüzeyinde olduğunu düşünmektedirler. Çalışmada ayrıca ‘Işık hava olmayan bir ortamda yatay olarak gider’ ve ‘Merceğin ortası görüntü oluşumunda etkindir’ şeklinde iki yeni kavram yanlışlığı tespit ettiklerini belirtmişlerdir.

Fredlund, Airey ve Linder (2012) akademik başarısı yüksek üç üniversite öğrencisiyle bir durum çalışması yapmışlardır. Öğrencilerden ışığın kırılmasını bir laboratuvar ortamında grup çalışması yaparak anlatmalarını istenmiştir. Öğrenciler grup tartışmalarında öncelikle kırılma olayının gerekçesini az kırıcı/ çok kırıcı kavramları ile açıklamışlardır. Tartışmaların sonuna doğru öğrenciler kırılma olayını ışığın hızı ve dalga cephesi kavramları ile açıklamışlardır. Çalışmanın sonucunda, ışığın kırılmasını açıklamak ve anlatmak için dalga cephesi görselinin kullanılmasının daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Fizik eğitiminde bu tarz görsellerin ya da temsili simgelerin kullanımının anlam yapılandırma da kritik role sahip olduğu fikrini ileri sürmüşlerdir. Ayrıca öğrencilerin etkileşimli grup çalışmaları içinde olmalarının kavramsal anlamalarını ve problem çözmelerini geliştirmelerinin yolunu açtığını belirtmişlerdir.

Srisawasdi ve Kroothkeaw (2014), Tayland’taki 11. Sınıf lise öğrencilerinin ışığın kırılması ile ilgili kavramsal değişim ve gelişimlerini incelemişlerdir. 40 öğrenciye simülasyon temelli araştırma yaklaşımını kullanarak öğretim

düzenlemişler, ön test, son test ve geciktirilmiş son test uygulamışlardır. Kırılma olayına ilişkin açık uçlu sorular sormuşlardır. Farklı soruların analizinde, öğrencilerin % 56,77'sinin ışığın havadan cama geçerken kırılmayacağını, % 62,58'inin bir sıvının içindeki kalem kırık gibi görüldüğünde, ışığın yansımaları nedeniyle olduğunu düşünmekte olduklarını bulmuşlardır. Öğretim sonrasında yapılan son test ile ön test arasında önemli bir farklılık ortaya çıkmıştır. Simülasyon yaklaşımının öğrencilerin kavramsal anlamalarında artış yaptığını ve ışığın kırılmasına ilişkin daha bilimsel bakış açısı yapılandırmalarına yardım ettiğini belirtmişlerdir.

3. YÖNTEM

Bu bölümde, araştırmanın yöntemi, örneklem seçimi, veri toplama ve analiz sürecine ilişkin bilgiler yer almaktadır.

3.1 Araştırma Deseni

Bu çalışma nitel bir araştırmadır. Nitel araştırmaların çıkış noktalarından bir tanesi insan davranışlarını araştırmak için kullanılan geleneksel yöntemlerin yetersizliğidir. İnsan davranışlarının ancak esnek ve bütüncül bir yaklaşımla araştırılabileceği ve araştırmaya dahil olan bireylerin görüşlerinin ve deneyimlerinin büyük önem taşıması nitel araştırmanın temel savlarından biridir (Yıldırım ve Şimşek, 2005).

Çalışma, nitel araştırma yöntemlerinden olan durum çalışması ile yürütülmüştür. Yin'e (2003) göre araştırma stratejisinin belirlenmesinde en önemli şartlardan biri araştırma sorularının tanımlanabilmesidir. Genel olarak 'ne' sorusu daha keşfedici, deneysel nitelikte iken 'nasıl' ve 'neden' soruları ise durum çalışmalarına yöneliktir. Bu çalışmadaki araştırma soruları göz önüne alındığında sorular anlam oluşturma sürecinde çeşitli bileşenlerin nasıl katkı sağladıkları üzerine yoğunlaştığından durum çalışmasıyla uyumlu olduğu düşünülmektedir.

Yin'e (2003) göre 'Durum çalışması, güncel bir olguyu gerçek yaşam bağlamında özellikle olgu ve bağlam arasındaki sınırların açık olmadığı durumda inceleyen deneysel bir araştırmadır'. Merriam'a (1998) göre ise durum çalışmasını diğer nitel araştırmalardan ayıran en önemli özellik, tekil bir birimin ya da sınırları belirli sistemin yoğun bir tasviri ve analizidir. Burada sınırları belirli sistem, bir birey, program, olay, grup, müdahale ya da topluluk olabilir. Durum çalışmasında asıl ilgi sonuçtan çok süreç, belirli bir değişkenden çok bağlam üzerindedir. Yin (2003) ve Merriam (1998) çalışılan durumun sınırları konusunda farklı görüşlere sahip olmakla birlikte, durumun bütünsel ve derinlemesine olarak kendi bağlamı içinde analiz edilmesi noktasında ortaktırlar.

Merriam (1998), amacına göre durum çalışmalarını, tanımlayıcı, yorumlayıcı, teori oluşturma amaçlı, bir program hakkında yorum sunma amaçlı olarak farklı türlere ayırmıştır. Bu çalışmanın yorumlayıcı durum çalışması türüne uygun olduğu düşünülmüştür. Yorumlayıcı durum çalışmaları, kavramsal kategoriler oluşturmak ya da veri toplamadan önce var olan teorik varsayımlara meydan okumak, desteklemek veya resmetmek için kullanılır. Örneğin bir araştırmacı öğrencilerin matematik kavramlarını nasıl anladıklarını çalışabilir. Sadece ne gözlemlendiğini ya da çocukların görüşmelerde ne söylediklerini tanımlamaktan çok araştırmacı, farklı yaklaşımları kavramsallaştıran bir süreç geliştirmek için veri toplar (Merriam, 1998).

Durum çalışmalarında incelenecek durumla ilgili olarak çalışma planının yapılması araştırma deseni oluşturmakla mümkündür. Yin'e göre (2003) araştırma deseni bir tasarıdır ve en az dört problemle ilgilenir. Bunlar, hangi soruların çalışılacağı, hangi verilerin ilgili olduğu, hangi verinin toplanacağı, sonuçların nasıl analiz edileceğidir. Yin (2003), dört çeşit desenden söz etmiştir. Bunlar, bütüncül tek durum, iç içe geçmiş tek durum, bütüncül çoklu durum ve iç içe geçmiş çoklu durum desenleridir. Bu çalışma için iç içe geçmiş tek durum deseninin uygun olduğu düşünülmüştür. İç içe geçmiş tek durum deseninde, iyi formüle edilmiş bir kuram mevcuttur bunun çürütülmesi veya teyit edilmesi için bu desen kullanılır. Analiz birimi olarak birden fazla alt tabaka ya da birim vardır. Bu çalışmanın dayandığı temel teori 'sosyokültürel kuram'dır ve bu teorinin sınıf bağlamında analiz edilmesi amaçlanmaktadır. Analiz birimleri ise öğrenciler ve öğrencilerin oluşturdukları gruplardır. Tek bir durum için birden fazla analiz birimi bulunmaktadır. Bu gerekçelerle çalışmanın iç içe geçmiş tek durum desenine uygun olduğu düşünülmüştür.

3.2 Araştırmanın Örnekleme

Araştırmanın örnekleme, amaçlı örnekleme yöntemlerinden kolay ulaşılabilir örneklemedir. Kolay ulaşılabilir durum örnekleme, zaman, maliyet, yer, denek ve mekanın ulaşılabilirliğine dayanan bir örnekleme yöntemidir (Patton, 1990: akt. Merriam, 1998). Araştırmacının aynı zamanda öğretmen olması sebebiyle örnekleme

için seçilen okul öğretmenin görev yaptığı okul, öğrenciler ise öğretmenin ders verdiği farklı sınıflardan öğrencilerdir. Araştırma 2012-2013 eğitim-öğretim yılında İstanbul ili Avcılar ilçesindeki bir devlet okulu olan Mehmetçik İlköğretim Okulu'nda gerçekleştirilmiştir.

3.2.1 Örneklemin Özellikleri

Araştırmanın örneklemini on beş tane yedinci sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Araştırmacı örneklemini dersine girdiği farklı sınıflardaki öğrencilerden seçerek oluşturmuştur. Öğrenciler, gönüllülük esasına uygun olarak çalışmaya katılmışlardır. Çizelge 3.1'de öğrencilerin özelliklerine yer verilmiştir.

Çizelge 3.1: Örneklemin özellikleri.

Öğrenci Sayısı	Grup Sayısı	Kız Öğrenci Sayısı	Erkek Öğrenci Sayısı
15	7	9	6

Öğretim öncesinde 15 öğrencinin hepsine kavramsal anlama anketi uygulanmıştır. Anket sorularına ilişkin öğretim öncesinde 7 öğrenci ile (durum çalışmasına dahil edilen 5 öğrenci ve diğer 2 öğrenci) görüşme yapılmıştır. Öğretimden sonra kavramsal anlama anketi 15 öğrencinin hepsine uygulanmıştır. Öğretim sonrası 12 öğrenci ile (durum çalışmasına dahil edilen 5 öğrenci ve diğer 7 öğrenci) görüşme yapılmıştır. Öğretimden bir yıl sonra durum çalışmasına dahil edilen bir öğrenci (Ö1), başka bir şehirdeki okula nakil olduğundan o öğrenciye ulaşamamış, toplam 14 öğrenciye kavramsal anlama anketi uygulanmıştır. Anket soruları üzerine 6 öğrenci ile (durum çalışmasına dahil edilen 4 öğrenci ve diğer 2 öğrenci) görüşme yapılmıştır. Görüşmelerin hepsi öğretimin yapıldığı laboratuvar ortamında gerçekleştirilmiştir.

Vygotsky, yüksek zihinsel süreçlerin sosyal süreçlere dayandığını, kişilerarası düzlem ve içsel düzlemde ortaya çıktığını söylemiştir. Kişilerarası düzlem, bireylerin küçük gruplar halinde sosyal etkileşime dahil oldukları düzlemdir (Wertsch, 1985). Vygotsky, verilen bir etkinlikte daha yetkin bireyle daha az yetkin birey arasındaki etkileşime vurgu yapmıştır ve bu etkileşim sayesinde daha az yetkin olan bireyin

önceden yetkin bireyle yaptığı etkinliği bağımsız olarak yapabilir hale gelmesinden söz etmiştir. Bireyin tek başına belirli sayıda etkinliği yapabileceğini ama işbirliği halinde çok daha fazla etkinliği yapabileceğini söylemiştir (Kozulin, 2003). Bu görüşe paralel olarak Mercer ve Littleton (2007), insan aktivitelerinin sadece bilgi paylaşımı ve koordinasyon içeren sosyal etkileşimler olmadığını, insanların birlikte çalışarak problem çözdüklerini de ifade etmişlerdir. Birlikte problem çözme sırasında sadece etkileşimde bulunmakla kalmayıp aynı zamanda birlikte düşünüp kendi zihinlerini daha yaratıcı bir şekilde birleştirdiklerini belirtmişlerdir.

Sosyokültürel teorinin sosyal etkileşimsel doğasına uygun olarak öğrenciler arasındaki etkileşimlerin incelenmesi için öğrenciler gruplara bölünmüştür. Bir tanesi üç, diğerleri ise iki kişiden oluşan toplam yedi grup oluşturulmuştur. Grup arkadaşları oluşturulurken birbirini tanıyan öğrenciler aynı gruba dahil edilmeye çalışılmış böylece öğrenciler arasında öğretimi etkileyebilecek herhangi bir iletişim problemi olmaması amaçlanmıştır. Grup içinde başarısı yüksek ve orta olan öğrenciler bir araya getirilmeye çalışılmıştır.

Durum çalışmasına iki grup dahil edilmiştir. Yalnızca iki grupla durum çalışması yapılmasının nedeni, kamera kayıtlarından ve çalışma kağıtlarından toplanacak verilerin analizinde zaman tasarrufu yapılmasının amaçlanmasıdır. Bir grupta üç, diğer grupta ise iki öğrenci vardır. Her iki gruptaki öğrenciler de birbirlerini tanımaktadır. Böylece rahatlıkla kendilerini ifade edebilecekleri, tartışabilecekleri bir grup ortamı oluşturulmuştur. Öğrencilerin fen dersi başarıları da göz önünde bulundurularak fen dersi başarısı iyi ve orta olan öğrenciler bir grup oluşturmuştur. Öğrencilerin başarıları Fen ve Teknoloji dersinin sınavından aldıkları ortalama puanlara göre değerlendirilmiş ve grup oluşturmada kullanılmıştır. Öğrencilerin başarı durumu Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.2: Durum çalışmasına dahil edilen öğrencilerin özellikleri.

	Öğrenci Sayısı	Kız Öğrenci Sayısı	Erkek Öğrenci Sayısı	Başarı Durumu
Grup 1	3	1 (Öğrenci 2)	1 (Öğrenci 1)	İyi
			1 (Öğrenci 3)	Orta
			1 (Öğrenci 4)	İyi
Grup 2	2	1 (Öğrenci 5)	1 (Öğrenci 5)	Orta

3.3 Anlam Oluşturmaya Yönelik Düzenlenen Öğretim

Öğretimin çatısını Mortimer ve Scott'ın (2003) geliştirdiği anlam oluşturma ile ilgili analiz çerçevesi oluşturmaktadır. Anlam oluşturma çerçevesi, tahmin-gözlem-açıklama tekniği ile uygulanmıştır. Her bir derste kullanılan etkinlikler, harcanan zaman ve etkinliğin amacı açısından çizelgede gösterilmiştir (Çizelge 3.4). Öğretimde kullanılan etkinlikler, 7. sınıf Fen ve Teknoloji öğretim programında yer alan kazanımlara uygun olarak yapılmıştır. Hangi etkinliğin hangi kazanıma yönelik olarak yapıldığı çizelgede numaralarla gösterilmiştir. İlgili kazanımlar aşağıdaki verilmiştir (Çizelge 3.3).

Çizelge 3.3: 7. Sınıf fen ve teknoloji öğretim programı ışığın kırılması ile ilgili kazanımlar.

Kazanım Numarası	Kazanım
3.1	Işığın belirli bir hızının olduğunu ifade eder.
3.2	Işığın hızının saydam bir ortamdan başka bir saydam ortama geçerken değiştiğini ifade eder.
3.3	Işığın saydam bir ortamdan başka bir saydam ortama geçerken doğrultu değiştirdiğini keşfeder.
3.4	Işık demetlerinin az kırıcı bir ortamdan çok kırıcı saydam bir ortama geçerken normale yaklaştığı, çok kırıcı saydam bir ortamdan az kırıcı saydam bir ortama geçerken ise normalden uzaklaştığı sonucunu çıkarır.
3.5	Işığın hem kırıldığı hem de yansıdığı durumlara örnekler verir.
3.6	Çeşitli ortamlarda kırılma olayını açıklamak için basit ışın diyagramları çizer.
3.7	İki ortam arasında doğrultu değiştiren ışık demetlerini gözlemleyerek ortamların yoğunluklarını karşılaştırır.
3.8	Işığın her zaman çok kırıcı ortamdan az kırıcı ortama geçemediğini deneyerek keşfeder.
3.9	Işığın kırılmasıyla açıklanabilecek olaylara örnek verir.
3.10	Işığın prizmada kırılarak renklere ayrılabilceğini keşfeder.

Çizelge 3.4: Uygulanan etkinliklere ilişkin bilgiler.

Ders	Aşama	Süre (dk)	Etkinlik	Etkinliğin amacı	İlgili Olduğu Kazanım
Ders 1	Tahmin	11	Çalışma kağıdı-1	Işığın havadan suya belirli bir açıyla gönderildiğinde nasıl yol alacağını tahmin etmek	3.3, 3.6
	Gözlem	21	Çalışma kağıdı-2	Işığın havadan suya belirli bir açıyla gönderildiğinde nasıl yol alacağını gözlemlemek	3.3, 3.6
	Açıklama	15	-	Işıkla ilgili, kırılma, kırılma açısı, gelme açısı ve yüzeyin normali temel kavramlarını sınıf düzleminde sunmak.	3.3, 3.6
Ders 2	Tahmin	6	Çalışma kağıdı-3	Sert ve yumuşak yüzeylerden geçen bir arabanın nasıl yol alacağını tahmin etmek	3.1, 3.2, 3.3, 3.5 ve 3.6
	Gözlem	20	Çalışma kağıdı-4 ve Video	Videoda gösterilen oyuncak arabanın sert ve yumuşak yüzeylerden geçerken izlediği yolu gözlemlemek	3.1, 3.2, 3.3, 3.5 ve 3.6
	Açıklama	42	Araba benzeşimi	Işığın kırılması ile oyuncak arabanın farklı yüzeylerden geçerken oluşan hareketi arasında benzerlik kurulması. Bu benzerlikten yararlanarak ışığın kırılmasının nedeninin açıklanması.	3.1, 3.2, 3.3, 3.5 ve 3.6
Ders 3	Tahmin	20	Çalışma kağıdı-5	Işığın yağ ve sudan geçerken izleyeceği yolu tahmin etmek	3.2, 3.3 ve 3.6
	Gözlem	10	Çalışma kağıdı-5	Işığın yağ ve sudan geçerken izleyeceği yolu gözlemlemek	3.2, 3.3 ve 3.6
	Açıklama	7	-	Işığın farklı saydam ortamlardan geçerken kırılmasını, bilimsel kavramları kullanarak açıklamak	3.2, 3.3 ve 3.6
Ders 4	Tahmin-1	28	Çalışma kağıdı-6	Havadan suya belirli açılarla gönderilen ışık ışınlarının izlediği yolu tahmin etmek	3.4, 3.6 ve 3.7
	Gözlem-1	20	Çalışma kağıdı-7	Havadan suya belirli açılarla gönderilen ışık ışınlarının izlediği yolu gözlemlemek	3.4, 3.6 ve 3.7
	Tahmin-2	16	Çalışma kağıdı-8	Sudan havaya belirli açılarla gönderilen ışık ışınlarının izlediği yolu tahmin etmek	3.4, 3.6 ve 3.7
	Gözlem-2	13	Çalışma kağıdı-8	Sudan havaya belirli açılarla gönderilen ışık ışınlarının izlediği yolu gözlemlemek	3.4, 3.6 ve 3.7
	Açıklama	34	Çalışma kağıdı-9	Normalden uzaklaşma ve normale yaklaşma kavramlarını araba benzeşimi ile açıklamak	3.4, 3.6 ve 3.7
Ders 5	Tahmin	20	Çalışma kağıdı-10	Dibinde madeni para bulunan kaba su eklendikçe paranın görünüp görünmeyeceğini tahmin etmek	3.4, 3.6 ve 3.7
	Gözlem	10	Çalışma kağıdı-11	Dibinde madeni para bulunan kaba su eklendikçe paranın durumunu gözlemlemek	3.4, 3.6 ve 3.7
	Açıklama	5	-	Madeni paranın su eklendikçe görünmesini normale yaklaşma/uzaklaşma kavramlarını kullanarak açıklamak	3.4, 3.6 ve 3.7
Ders 6	Tahmin	14	Çalışma kağıdı-12	Işığın çok kırıcıdan az kırıcıya her zaman geçmeyeceğini tahmin etmek	3.6 ve 3.8
	Gözlem	20	Çalışma kağıdı-13 ve 14	Işığın çok kırıcıdan az kırıcıya her zaman geçmeyeceğini gözlemlemek	3.6 ve 3.8
	Açıklama	5	-	Işığın çok kırıcıdan az kırıcıya her durumda geçemediğini, tam yansıma kavramıyla açıklamak	3.6 ve 3.8

Öğretim toplam 9 dersten (457 dk) oluşmaktadır. Bu çalışmada sadece 6 derse (337 dk) yer verilmiştir . Yer verilmeyen bir ders görme olayı (40 dk), bir ders kazanım 3.1 (40 dk) ve bir ders kazanım 3.10 (40dk) ile ilgilidir. Görme olayı ile ilgili olarak, görmenin nasıl gerçekleştiği ve hangi koşulların gerektiğine ilişkin, kazanım 3.1 ile ilgili olarak, ışığın belirli bir hıza sahip olmasına yönelik, kazanım 3.10 ile ilgili olarak da prizmaya tutulan güneş ışığının renklerine ayrılmasına yönelik etkinlik yapılmıştır. Bunun dışındaki diğer 6 ders tahmin-gözlem-açıklama aşamalarından oluşmaktadır. Dersin ayrıntılı olarak açıklamaları ekte verilmiştir (EK B).

3.3.1 Öğretimin Uygulanması

Öğretimde öğrencilerden iki kişilik gruplar oluşturulmuştur. Gruplar oluşturulurken her gruba gruptaki etkileşimi artırmak amacıyla diğer öğrencilerden akademik ve sözel olarak daha yetenekli olduğu düşünülen bir öğrenci verilmiştir (Şekil 3.1 ve Şekil 3.2).



Şekil 3.1: Durum çalışmasına dahil edilen 1. grup.



Şekil 3.2: Durum çalışmasına dahil edilen 2. grup.

İlk derste öğrencilerin kamera çekimine hazır olmaları için düzenlenmiş grup içinde bir tartışma konusu verildiğinde nasıl tartışmaları gerektiğine yönelik bilgi verilmiştir. Öğrencilerin fikirlerini çekinmeden yanlış olabileceğini düşünseler bile grup arkadaşıyla paylaşmaları istenmiştir. Bu tartışma ortamının oluşturulabilmesi için öğrencilere fenle ilgili bir konu verilmiş, çalışma kağıdı dağıtılmış ve aralarında tartışıp yorum yapmaları istenmiştir. Öğrenciler kameralara uyum sağladıktan sonra ilk olarak görme olayının nasıl gerçekleştiğine ilişkin konu işlenmiştir. Burada öğrencilere ön hazırlık etkinliği dağıtılmış, öğrenciler cevaplarını yazdıktan sonra aralarında tartışmaları istenmiştir. Grup içi tartışma bittikten sonra sınıf tartışması yapılmıştır. Görme olayının gerçekleşmesi için gerekli olan temel şartlar sınıfça belirlenmiştir. Görme olayı konusu pekiştirildikten sonra ışığın hızıyla ilgili çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada herhangi bir deneysel etkinlik bulunmamaktadır. Konu sadece tartışmayla işlenmiştir. Bundan sonraki aşamalarda Tahmin-Gözlem-Açıklama (Predict-Observe-Explain, White and Gunstone, 1992) tekniğinden yararlanılmıştır. TGA tekniği ‘Öğrencilere bir durumu gösterme, durumla ilgili bir değişiklik yapıldığında ne olacağı hakkında tahmin yapmalarını isteme, tahmin için sebepler oluşturma, değişimi uygulama ve gözlem yapma ve tahmin ile gözlem arasındaki herhangi bir çelişkiyi gidermeye yönelik girişimde bulunma’ olarak ifade edilebilir (Gunstone, 1990 akt. Palmer, 1995). Bu teknikte, aktivite yapılmadan önce öğrencilere aktivitenin sonunda ne olacağı ve nedeni sorulmaktadır. Bu öğrencileri olguyla ilgili düşünmeye yönlendirmekte ve düşüncelerinin belirgin hale gelmesini sağlamaktadır. Ardından öğrenciler gözlem yapmakta bunu takiben eğer gözlemleri tahminleri ile çelişmekte ise düşüncelerinin neden yanlış olduğunu ve asıl açıklamanın ne olduğunu ifade etmektedirler (Tytler, 2002).

Ders 1’de öğrencilerin ışığın iki farklı saydam ortamdan geçerken nasıl davranacağına ilişkin tahminleri alınmıştır. Sınıf tartışması yapılmıştır. Ardından gözlem aşamasına geçilmiştir. Gözlem yaparken öğretmen tüm grupları gezerek yardımcı olmuştur. Gözlem sonucunda öğrencilerin tahminleri ile gözlemleri arasında farklılık olup olmadığı tartışılmıştır. Sonrasında öğretmen kırılma olayının genel bir tanımını vermiş ve kırılmayı olayını daha iyi kavramak için gerekli olan temel kavramları (kırılma açısı, gelme açısı vs.) sınıfa sunmuştur. Bu temel kavramlardan sonra kırılma olayının nasıl gerçekleştiğine ilişkin olarak ders 2’ye

geçilmiştir. Ders 2’de Harrison ve Treagust’ın (1993) çalışmalarında yer alan kırılma ile ilgili benzeşimden (analoji) yararlanılmıştır. Harrison ve Treagust (1993) lise 10. sınıf 29 öğrenciye bu benzeşimi uygulamışlardır. Bu benzeşim modelini uygularken sistematik olarak belirli adımları kullanmışlardır. Bu adımlar şöyledir;

1. Öğrenilecek hedef kavramı tanı: Işığın farklı saydam yüzeylerden geçerken doğrultusunun değiştiğini göstermek.
2. Öğrencilere benzeşimde kullanılacak materyali tanıma: Araba tekerleklerinin kullanılacağı ifade edilmesi.
3. Benzeşimin ilgili özelliklerinin belirlenmesi: Tekerleklerin ışığa hangi yönleriyle benzediğinin açıklanması.
4. Benzeşim ile hedef kavram arasındaki benzerliklerin sunulması.
5. Benzeşimin uymadığı durumların belirlenmesi: Tekerlekler ile ışığın yapısı arasındaki farklılıkların ifade edilmesi.
6. Anahtar kavramla ilgili sonuç çıkarmak: Özet halinde ışığın farklı saydam ortamlardaki hareketinin araba tekerleğinin hareketi ile açıklanması.

Gösterilen bu adımlar, bu çalışmada ders 2’nin açıklama aşamasında kullanılmıştır. Kırılma olayının neden gerçekleştiğine yönelik yapılan ders 2’den sonra öğrencilerin öğrendiklerini yeni durumlara uygulayabilmesi için ders 3 uygulanmıştır. Ders 3’te içinde yağ ve su bulunan kaba lazer ışını gönderildiğinde ışık ışınlarının nasıl ilerleyeceği sorulmuş, öğrenciler aralarında tartışmış öğrendikleri kavramları ve benzeşimi kullanarak açıklamalar yapmışlardır. Ders 4’te normale yaklaşma/normalden uzaklaşma kavramları ile ilgili etkinlik yapılmıştır. Öğrenciler önce havadan prizmaya verilen açılarda lazer ışını tutulduğunda kırılma açısının ne olacağını tahmin etmişler ardından gözlem yapmışlardır, açıklama aşamasına geçilmeden başka bir çalışma kağıdı ile prizmadan havaya belirli açılarda gönderilen ışınların nasıl bir yol izleyeceğini tahmin edip gözlem yapmışlardır. İki duruma ilişkin tahmin ve gözlem aşamaları bittikten sonra açıklama aşamasına geçilmiştir. Ders 5’te normalden uzaklaşma/normale yaklaşma kavramlarını yeni durumlara uygulamaları için etkinlik yapılmıştır. Ders 6’da ise tam yansıma kavramına ilişkin etkinlik yapılmıştır.

3.4 Verilerin Toplanması

Bu bölümde veri toplama araçları, nasıl geliştirildikleri, veri analizinin nasıl yapıldığı ve geçerlik, güvenilirlik çalışmalarından bahsedilmiştir.

Veri toplama araçları olarak, kavramsal anlama anketi, yarı yapılandırılmış görüşmeler, çalışma kağıtları ve kamera kayıtları kullanılmıştır. Öğrencilerin ışığın kırılmasına ilişkin öğretim öncesi ve sonrası kavramlarının ortaya çıkarılması için kavramsal anlama anketi geliştirilmiş, pilot çalışmayla son hali verilmiştir. Bu anket öğretim öncesinde, sonrasında ve öğretimden bir yıl sonra uygulanmıştır. Öğrencilerin kavramsal anlama anketinde sahip oldukları kavramları daha iyi anlayabilmek, derinlemesine inceleyebilmek için öğretim öncesinde, sonrasında ve öğretimden bir yıl sonra yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır.

2010-2011 ve 2011-2012 yıllarında iki ayrı pilot çalışma yapılmıştır. İlk pilot uygulamaya 6 öğrenci katılmıştır. İlk pilot uygulamada ışığın kırılmasını anlatmada benzeşim olarak kullanılmak üzere eğik düzlem içeren bir düzenek tasarlanmıştır. Fakat kullanılan düzeneğin uygun olmadığına ve kullanılmamasına karar verilmiştir. İkinci pilot çalışma sonucunda kullanılan çalışma kağıtları içerik olarak geliştirilmiş, benzeşim olarak Harrison ve Treagust'ın (1993) çalışmasındaki araba benzeşimi (analoji) kullanılmış ve etkili olduğu görülmüştür. Gerçek uygulama, 2012-2013 eğitim-öğretim yılının ikinci döneminde uygulanmıştır. Öğretim, fen laboratuvarında yapılmıştır. Sınıf ortamındaki etkileşimlerin ve öğrencilerin kendi aralarındaki tartışmaların daha detaylı olarak incelenebilmesi için öğretim toplam üç kamera ile kaydedilmiştir. Kameralardan ikisi iki ayrı grubu çekerken üçüncü kamera tüm sınıfı kaydetmiştir. Ders sırasında öğrenciler çalışma kağıtları kullanmıştır. Bu çalışma kağıtları araştırmacı tarafından hazırlanmıştır. Her dersin sonunda kağıtlar toplanmıştır.

3.4.1 Veri Toplama Araçları

Bu bölümde araştırma sorularına cevap bulmak amacıyla kullanılan veri toplama araçlarından bahsedilecektir. Kullanılan veri toplama araçları ve bu araçların

hangi araştırma sorusuna ilişkin olduklarını gösteren bir çizelge hazırlanmıştır. Veriler şu sırayla toplanmıştır: 15 öğrenciye öğretim öncesi kavramsal anlama anketi uygulanmıştır, 7 öğrenciyle anket soruları üzerine yarı yapılandırılmış görüşme yapılmıştır. 15 öğrenciyle kamera kayıtlarının olduğu öğretim yapılmıştır, öğrenciler öğretim boyunca kazanımlara yönelik çalışma kağıtlarını doldurmuşlardır, öğretimden sonra 15 öğrenciye kavramsal anlama anketi uygulanmıştır, 12 öğrenci ile öğretim sonrası kavramsal anlama anketine verdikleri cevaplara ilişkin yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır, öğretimden bir yıl sonra kavramsal anlama anketi 14 öğrenciye uygulanmıştır. 6 öğrenci ile anket üzerine yarı yapılandırılmış görüşme yapılmıştır. Araştırma sorularına göre kullanılan veri toplama araçları aşağıdaki çizelgede verilmiştir.

Çizelge 3.5: Araştırma sorularına yönelik hazırlanan veri toplama araçları.

Araştırma Soruları	Veri Toplama Aracı
1. Öğrencilerin ışığın kırılmasına ilişkin öğretim öncesinde sahip oldukları günlük kavramlar nelerdir?	Kavramsal anlama anketi ve öğretim öncesi yarı yapılandırılmış görüşme
2. Öğrencilerin ışığın kırılmasına ilişkin öğretim sonrasında sahip oldukları kavramlar nelerdir?	Kavramsal anlama anketi ve öğretim sonrası yarı yapılandırılmış görüşme
3. Öğretim sürecinin anlam oluşturmaya etkisi nasıldır?	Sınıf gözlemleri, çalışma kağıtları

3.4.1.1 Kavramsal Anlama Anketi

Bu çalışmanın 1. ve 2. araştırma sorularına yönelik olarak kavramsal anlama anketi geliştirilmiştir. Anket geliştirilirken aşağıda verilen anket geliştirme süreci basamakları izlenmiştir (Büyüköztürk, Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2010);

1. Problemi tanımlama: Anket öğrencilerin ışığın kırılmasına ilişkin öğretim öncesi günlük ve öğretim sonrası kazandıkları bilimsel kavramları ortaya çıkarmak amacıyla hazırlanmıştır.

2. Taslak form oluşturma: Anket sorularının belirlenebilmesi için alanyazında ışığın kırılması ile ilgili çalışmalar incelenmiştir. Kırılmaya ilişkin yalnızca az kırıcı/çok kırıcı ortamda ışığın davranışına ilişkin soru bulunmuştur. Bulunan bu soru ankette kullanılmıştır. Bu nedenle fen ve teknoloji ders kitabı ve derse yardımcı kaynak kitaplar incelenmiştir. Bu kaynaklardan esinlenilmiştir. Bunun dışında kazanımlar göz önüne alınarak diğer sorular araştırmacı tarafından geliştirilmiştir.

3. Uzman görüşü alma ve n uygulama formu oluşturma: Anket soruları oluşturulduktan sonra 5 fizik eğitimcisine danışılmış ve alınan değerlendirmeler sonrasında düzenleme yapılmıştır.

4. n uygulama, analizler ve ankete son şeklini verme: Pilot alışma uygulandıktan sonra öğrencilerin anlamakta zorluk çektiği sorular çıkarılmış, bazılarında görsel düzenlemeler yapılp son hali verilmiştir. Bu çalışmaların sonucunda 11 açık uçlu sorudan oluşan kavramsal anlama anketi geliştirilmiştir (EK A).

Aşağıdaki izelgede anket sorularının hangi kazanımla ilgili olduğu ve kim tarafından geliştirildiği verilmiştir.

Çizelge 3.6: Kavramsal anlama anketinin kazanımlara ve geliştirilen kaynağa göre dağılımı.

Anket Sorusu	İlgili Olduğu Kazanım	Kim Tarafından Geliştirildi
Soru 1	3.1	Araştırmacı
Soru 2	3.2 ve 3.3	Araştırmacı
Soru 3	3.4	Araştırmacı
Soru 4	3.6	Araştırmacı
Soru 5	3.6	Kaewkhong vd., 2010
Soru 6a	3.6	Araştırmacı
Soru 6b	3.7	Araştırmacı
Soru 7	3.8	Araştırmacı
Soru 8	3.4	Araştırmacı
Soru 9	3.10	Araştırmacı
Soru 10	3.9	Araştırmacı
Soru 11	3.9	Araştırmacı

3.4.1.2 Görüşmeler

Kavramsal anlama anketinde yer alan sorulara öğrencilerin verdikleri cevapların derinlemesine incelenebilmesi amacıyla yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Anket soruları açık uçlu sorulardan oluştuğu için öğrencilerin cevapları da farklılıklar göstermekte ve öngörülemez nitelikte olabilmektedir. Hem bu farklılık nedeniyle hem de öğrencilerin öğretim öncesi günlük kavramları ile öğretim sonrası sahip oldukları bilimsel kavramların ortaya çıkarılması amacıyla bu tür görüşme seçilmiştir.

İki pilot uygulamada 12 öğrenciyle anket soruları üzerine yapılan görüşme sonucunda soruların anlaşılabilirliği ile ilgili düzenleme yapılmıştır. Gerçek uygulamada yapılan öğretim öncesi görüşmeler ortalama 20 dakika, öğretim sonrası ortalama 35 dakika, öğretimden bir yıl sonra yapılan görüşmeler ise ortalama 15 dakika sürmüştür. Görüşmeler, öğretimin yapıldığı fen laboratuvarında sessiz bir ortamda ve gönüllülük esasına uygun olarak yapılmıştır. Ses kayıt cihazı kullanılacağı için öğrencilerden izin alınmıştır. Öğrencilerin kendilerini rahatça ifade edebilecekleri bir ortam oluşturulmaya çalışılmıştır.

Öğretim öncesinde yapılan görüşmelerde amaç, öğrencilerin anket sorularına verdikleri cevapları daha detaylı olarak anlamak ve öğrencilerin sahip olduğu günlük kavramları ve bu kavramlara ilişkin deneyimlerini ortaya çıkarmaktır. Öğretim sonrası yapılan görüşmede amaç, öğrencilerin bilimsel kavramları kazanma durumlarını ortaya çıkarmaktır. Öğrencilerden öğretim öncesi ve sonrası ankete verdikleri cevapları kıyaslamaları, değişim olup olmadığı değişim varsa bunda derste yapılan hangi etkinliklerin etkisinin olduğunu söylemeleri istenmiştir.

3.4.1.2.1 Öğretim Öncesi Görüşmeler

Bu görüşmelerin amacı öğrencilerin kavramsal anlama anketinde yer alan sorularla ilgili günlük kavramlarını ortaya çıkarmaktır. Bu nedenle görüşme soruları

ankette yer alan soruların sırasında yürütülmüştür. Öğrencilerin sorulara yazdıkları cevapları, nedenleriyle açıklamaları istenmiştir.

3.4.1.2.2 Öğretim Sonrası Görüşmeler

Öğretim sonrasında yapılan görüşmeler, öğretim sonrası uygulanan kavramsal anlama anketinde öğrencilerin sahip oldukları bilimsel kavramları ortaya çıkarmak, daha detaylı anlamak için yapılmıştır. Öğrenciler bilimsel kavramları içeren açıklamalar yapmışlarsa öğretim öncesi anketteki cevabı okumaları ve hangi açıklamayı daha mantıklı bulduklarını söylemeleri istenmiştir. Bunun yanında öğretim sonrası sahip oldukları kavramı başka nerelerde kullanabileceği ve bu kavramı öğrenmesinde derste yapılan hangi etkinliklerin etkili olduğunu söylemesi istenmiştir.

3.4.1.3 Sınıf Gözlemleri

Öğretim üç kamera ile kaydedilmiştir. İki kamera iki ayrı grubu bir kamera ise tüm sınıfı kaydetmiştir. Öğrencilere derslerin kamera ile kaydedileceği söylenmiş ve izinleri alınmıştır. Kameraya alışmaları için görme olayı ile ilgili bir etkinlik yapılmıştır. Öğrenciler bu derste grup içinde ve sınıfça tartışma yaparken fikirlerini gerekçeleri ile söylemeleri istenmiştir. Öğrencilerin sınıf tartışmalarındaki diyalogları kaydedilirken herbirine kodlar verilmiş kendi adları kullanılmamıştır. Kamera kayıtlarındaki görüntüler sadece araştırmacı tarafından izlenmiştir. Kamera kaydına alınan grupların seçilmesi rastgele olmuştur. Kamera kayıtlarından elde edilen verilerin, grup içi etkileşimlerin, sınıf içi tartışmaların, öğrenci-öğretmen etkileşimlerinin, derste kullanılan teknik araçların anlam oluşturmaya etkisini incelemekte yarar sağladığı görülmüştür.

3.4.1.4 Çalışma Kağıtları

Çalışma kağıtları öğretim boyunca öğrencilerin tahmin-gözlem-açıklama aşamalarında kullandıkları etkinlik kağıtlarıdır. Öğretim tahmin-gözlem-açıklama

tekniğine dayandığı için öğrencilerin öncelikle sunulan duruma ilişkin tahmin yürütmeleri gerekmektedir. Tahminlerine ilişkin gözlem yaptıktan sonra tahminleri ile gözlemleri çelişebilmektedir. Bu da fikirlerinde bir değişime yol açmaktadır. Her ne kadar öğretim kamera ile kayıt edildiyse de öğretimle beraber öğrencilerin değişen fikirlerinin doğru ve net olarak izlenebilmesi için çalışma kağıtları kullanılmıştır. Çalışma kağıtları öğretime ilişkin tahmin ve gözlem aşamalarını içeren çeşitli etkinliklerden oluşmaktadır. Sorular açık uçlu olarak tasarlanmıştır. Bu çalışma kağıtlarının düzenlenmesinde de görüşmelerde ve ankette olduğu gibi pilot çalışmalardan yararlanılmıştır. Uygun olmayan çalışma kağıtları pilot çalışma ile çıkarılmış ya da yeniden düzenlenmiştir. Araştırmada kullanılan çalışma kağıtları, bulgular ve yorum bölümünde her bir derse ilişkin yapılan analizlerin öncesinde verilmiştir.

3.4.2 Veri Toplama Araçlarının Geçerlik ve Güvenirlik Çalışmaları

Bu bölümde, kullanılan veri toplama araçlarının geçerlik ve güvenilirlikleri için yapılanlar ifade edilmiştir.

3.4.2.1 Veri Toplama Araçlarının Geçerlik Çalışmaları

Geçerlik, araştırma sonuçlarının doğruluğu ile ilgilidir. Dış geçerlik, araştırma sonuçlarının benzer şartlarda yapılan diğer çalışmalarla uyumlu olması, iç geçerlik ise çalışılan durumun gerçekliğini yansıtabilmesi dir (Yıldırım ve Şimşek, 2005) .

Çalışmanın iç ve dış geçerliğini sağlamak için çeşitli kaynaklardan elde edilen başlıklar altında açıklamalar yapılmıştır (Büyüköztürk vd., 2010; Yıldım ve Şimşek,2005). İç geçerliğini sağlamak için aşağıda verilen adımlar uygulanmıştır.

- Araştırmacı aynı zaman da öğretim sürecindeki öğretmen ve sınıf gözlemlerini yapan gözlemci konumundadır. Öğrenciler, öğretmenin ders verdiği sınıflardan olduğu için öğrenciler öğretmene yani araştırmacıya karşı öğretim ortamını etkileyecek olumsuz bir tutum içinde olmamışlardır. Öğrenciler için kendilerini rahat hissettikleri normal bir öğretim ortamı olduğu söylenebilir.

- Araştırmacının ön yargılarının araştırmaya yansımalarını engellemek için toplanan veriler bir başka araştırmacı tarafından da incelenerek karşılaştırma yapılmıştır.
- Araştırmada, anket uygulaması, gözlem ve görüşme yapılarak farklı araştırma yöntemlerinden elde edilen bulguların birbiriyle tutarlılığı ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır.
- Elde edilen bulguların çalışmanın dayandığı kavramsal çerçeve olan anlam oluşturma ile uyumlu, tutarlı olduğu ve veri toplamada bir rehber niteliği taşıdığı gösterilmeye çalışılmıştır.

Nitel araştırmalarda dış geçerliği sağlamak için toplanan verilerin, analizlerin iyi tanımlanmış olması ve başka ortamlarda benzer çalışmaların yapılmasına olanak verebilmesi gerekir (Büyüköztürk vd., 2010). Miles ve Huberman (1994), araştırma örnekleminin, ortamın ve süreçlerinin özelliklerinin başka örneklemlerle karşılaştırma yapabilecek düzeyde ayrıntılı olarak tanımlanması gerektiğini ifade etmiştir (akt., Yıldırım ve Şimşek, 2005). Bu amaçla veri toplama yöntemleri, analiz süreci ve elde edilen bulgulara oldukça detaylı bir şekilde yer vermeye çalışılmıştır. Bu detaylı bilgilerin, gelecek araştırmalar için yol gösterici nitelikte olduğu düşünülmektedir. Dış geçerliği sağlamada ayrıca, örneklemin, ortamın ve kavramsal çerçevenin seçimi ve bu öğelerin genelleme açısından ortaya çıkardığı sınırlayıcı etkenlerin tartışılması gerekmektedir (Yıldırım ve Şimşek, 2005). Bu amaca uygun olarak çalışmanın sınırlandığı durumlar, sonuçlar ve tartışma kısmında ifade edilmiştir.

Nitel yaklaşım, her araştırmacının yorumlama biçiminin farklı olabileceğini öne sürdüğü için güvenilirlik kavramı farklı boyutlarda ele alınmaktadır. Bunlar, dış ve iç güvenilirlik kavramlardır. Dış güvenilirlik, genel olarak araştırmacının konumunu ve kullandığı yaklaşımı açık hale getirmesiyle, iç güvenilirlik ise verilerin yoruma tabi tutulmadan okuyucuya sunulması, birden fazla araştırmacının analize dahil edilmesiyle ilişkilidir (Yıldırım ve Şimşek, 2005). LeCompte ve Goetz (1982) dış ve iç güvenirliliğin belirlenmesinde önemli noktalara işaret etmişlerdir (akt., Yıldırım ve Şimşek, 2005). Bu önemli noktalara sırasıyla değinilmiştir. Araştırmanın dış güvenirliliğini sağlamak için aşağıdaki adımlar uygulanmıştır.

- Çalışmada araştırmacının konumu, açık bir şekilde ifade edilmiştir. Araştırmacı, aynı zaman da öğretimi gerçekleştiren kişidir. Öğrencilerle kavramsal anlama anketi üzerine görüşmeler araştırmacı tarafından yapılmıştır. Toplanan tüm veriler, öğretimi gerçekleştiren araştırmacı tarafından analiz edilmiştir.
- Araştırmacı veri kaynağı olan bireyleri açık bir biçimde tanımlamıştır. Öğrencilerin başarı durumları, cinsiyetleri, öğretim öncesi sahip oldukları günlük kavramlar açıkça ve ayrıntısıyla belirtilmiştir.
- Araştırma sürecindeki sosyal ortam ayrıntılı olarak tanımlanmıştır. Çalışmanın dayandığı sosyokültürel kuram, öğrenme ortamına vurgu yapmakta olduğundan, öğretimin içinde olduğu bağlam ayrıntılı olarak açıklanmıştır.
- Elde edilen verilerin analizinde kullanılan kavramsal çerçeve açıkça tanımlanmış ve detaylandırılmıştır. Çalışma sosyokültürel kuram ve Mortimer ve Scott'ın (2003) anlam oluşturma çerçevesine dayanmaktadır.
- Veri toplama ve analiz yöntemleriyle ilgili ayrıntılı açıklama yapılmıştır.

Araştırmanın iç geçerliliği ile ilgili olarak aşağıdaki adımlar uygulanmıştır.

- Sınıf gözlemlerini içeren kamera kayıtlarından elde edilen diyaloglar herhangi bir yorum katılmadan çalışmaya eklenmiştir.
- Araştırmaya analiz aşamasında ikinci bir araştırmacı dahil edilmiştir.
- Gözlem yoluyla elde edilen bulgular, kavramsal anlama anketi ve görüşmelerle de teyit edilmiştir.

3.5 Verilerin Analizi

Bu bölümde veri toplama araçlarından elde edilen verilerin analizinin nasıl gerçekleştirildiği anlatılmaktadır.

3.5.1 Kavramsal Anlama Anketinin Nitel Analizi

Kavramsal anlama anketinin analizinde içerik analizi kullanılmıştır. İçerik analizinde öncelikle analizin amacına uygun olarak kategoriler belirlenir. Bu

kategoriler daha önce elde edilen kuramlara dayalı olabilir (Büyüköztürk vd., 2010). İçerik analizinde birbirine benzeyen veriler, belirli kavram (kod) ya da temalar çerçevesinde bir araya getirilir. Ortaya çıkan kavramlar ve bunların arasındaki ilişkiler verilerin altında yatan olguyu ya da kuramı açıklamada kullanılan unsurlardır (Yıldırım ve Şimşek, 2005).

Kavramsal anlama anketinin analizinde bahsedilen kodlama yapılmıştır. Bu kodlama için Strauss ve Corbin (1990), üç tür kodlama biçiminden bahsetmiştir. Bunlar, daha önceden belirlenmiş kavramlara göre yapılan, verilerden çıkarılan kavramlara göre yapılan ve genel bir çerçeve içinde yapılan kodlamadır (akt., Yıldırım ve Şimşek, 2005). Bu çalışmada kullanılan anketin analizinde genel bir çerçeve içinde yapılan kodlama türü kullanılmıştır. Bu kodlama türünde, kodlamaya yön veren bir kuram mevcut olmakla birlikte analiz sırasında karşılaşılan yeni kodlar da kodlama listesine dahil edilir. Anketin analizinde Trundle, Atwood ve Christopher'ın (2002) çalışmalarındaki kodlardan yararlanılmıştır. Trundle vd. (2002), kavramsal anlamaları bilimsel, bilimsel parçalı, alternatif, alternatif parçalı olmak üzere dört kategoriye ayırmıştır. Bu kategorilerden esinlenilerek, analiz kodları, bilimsel, bilimsel parçalı, kırılma kavramıyla ilgisi olmayan ve kodlanamayan şeklinde gruplandırılmıştır. Bu kategorilerin açıklamalarına çizelge 3.7'de değinilmiştir.

Çizelge 3.7: Kavramsal anlama anketi analiz kategorileri.

Kategori	Açıklama
Bilimsel	Bilimsel olarak doğru kabul edilen cevabı içeren açıklamadır.
Bilimsel parçalı	Bilimsel olarak doğru kabul edilen cevabın bir kısmını içeren fakat bilimsel olmayan cevap içermeyen açıklamadır.
Bilimsel olmayan	Bilimsel olarak doğru kabul edilmeyen ifadeler içeren açıklamalardır.
Kırılmayla ilgili olmayan	Bilimsel olarak doğru fakat kırılma kavramıyla ilgisi olmayan açıklamadır.
Kodlanamayan	Bilimsel ya da bilimsel olmayan herhangi bir anlamayı içermeyen, bazı durumlarda boş bırakılan cevapları içeren kategoridir.

Kodlamalar belirlendikten sonra ankette yer alan sorular ilgili oldukları kazanımlar da göz önünde bulundurularak temalar oluşturulmuştur. Aynı kavrama ilişkin sorular aynı temada toplanmıştır. Anket sorularının ilişkili olduğu temalar verilmiştir (Çizelge 3.8).

Çizelge 3.8: Kavramsal anlama anketindeki soruların temalara göre dağılımı.

Tema	Anket Sorusu
Işığın kırılması	Soru 2
Kırıcılık/normale yaklaşma	Soru 3 ve 8
Işık diyagramı çizimi	Soru 4 ve 5
Kırıcılık/normalden uzaklaşma	Soru 6a ve 6b
Tam yansıma	Soru 7
Işığın kırılmasıyla açıklanabilecek olaylar	Soru 10
Serap olayı	Soru 11

Çizelgede soru 1 ve soru 9 analize dahil edilmediği için yer almamıştır. Diğer sorular ilgili olduğu tema içinde analiz edilmiştir. Her temanın bilimsel cevabı farklı olduğu için temalara uygun kategorik çizelgeler hazırlanmış ve anketteki cevaplar bu kategorizasyona göre analiz edilmiştir. Her bir temaya ilişkin alt kategoriler aşağıdaki çizelgelerde verilmiştir.

Çizelge 3.9: Işığın kırılması temasına ilişkin analiz kriterleri.

Kategori	Açıklama
Bilimsel	Öğrencilerin ışığın saydam bir ortamdan başka bir saydam bir ortama belirli bir açıyla girerken doğrultu değiştirmesini ifade etmeleri beklenmektedir.
Bilimsel parçalı	Işığın ortam değiştirmesinden söz etmeyip yalnızca kırılma ifadesini içeren açıklamalardır.
Bilimsel olmayan	Bilimsel olarak doğru kabul edilmeyen ifadeler içeren açıklamalardır.
Kırılmayla ilgili olmayan	Bu kategoride bilimsel olarak doğru fakat kırılma değil yansımadan, suyun cisimleri büyük göstermesinden bahseden ifadeler yer almaktadır.
Kodlanamayan	İlişkisiz cevapların olduğu ya da cevabın olmadığı kategoridir.

Çizelge 3.10: Kırıcılık/normale yaklaşma temasına ilişkin analiz kriterleri.

Kategori	Açıklama
Bilimsel	Işık ışınlarının az kırıcı ortamdaki çok kırıcı ortama girerken normale yaklaşacağını ifade edip uygun çizimin olduğu cevapların yer aldığı kategoridir.
Bilimsel parçalı	Işığın kırılacağını ifade edip normalden uzaklaştırarak çizilmiş ya da tam doğru çizimin yapılmadığı cevapların yer aldığı kategoridir.
Bilimsel olmayan	Bilimsel olarak doğru kabul edilmeyen ifadeler içeren açıklamalardır.
Kırılmayla ilgili olmayan	Işığın cismin yüzeyinden yansıtacağını ifade eden cevaplar bu kategoridedir.
Kodlanamayan	İlişkisiz cevapların olduğu ya da cevabın olmadığı kategoridir.

Çizelge 3.11: Işın diyagramı çizimi temasına ilişkin kriterler.

Kategori	Açıklama
Bilimsel	Işık ışınlarını normalden uzaklaştırarak çizip arabanın daha yakında görüneceğini ifade eden açıklamaların yer aldığı kategoridir.
Bilimsel parçalı	Işığın kırılacağını ifade edip normale yaklaştırarak çizilmiş olan ifadelerin yer aldığı kategoridir.
Bilimsel olmayan	Bilimsel olarak doğru kabul edilmeyen ifadeler içeren açıklamalardır.
Kodlanamayan	İlişkisiz cevapların olduğu ya da cevabın olmadığı kategoridir.

Çizelge 3.12: Kırıcılık/normalden uzaklaşma temasına ilişkin kriterler.

Kategori	Açıklama
Bilimsel	Işık ışınlarının çok kırıcı ortamdaki az kırıcı ortama geçerken normalden uzaklaşacağını ifade edip uygun çizimin olduğu cevapları içeren kategoridir.
Bilimsel parçalı	Işığın kırılacağını ifade edip normale yaklaştırarak çizen cevapların yer aldığı kategoridir.
Bilimsel olmayan	Bilimsel olarak doğru kabul edilmeyen ifadeler içeren açıklamalardır.
Kırılmayla ilgili olmayan	Işığın cismin yüzeyinden yansıtacağını ifade eden cevaplar bu kategoridedir.
Kodlanamayan	İlişkisiz cevapların olduğu ya da cevabın olmadığı kategoridir.

Çizelge 3.13: Tam yansıma temasına ilişkin kriterler.

Kategori	Açıklama
Bilimsel	Işık ışınlarının çok kırıcı ortamdan az kırıcı ortama geçemeyip tam yansımaya uğradığını ifade eden açıklamaların yer aldığı kategoridir.
Bilimsel parçalı	Işık ışınlarının çok kırıcıdan az kırıcıya geçerken kırılacağını ifade eden fakat tam yansımadan bahsetmeyip tam yansıma ile ilgili çizim içermeyen ifadeler bu kategoridedir.
Bilimsel olmayan	Bilimsel olarak doğru kabul edilmeyen ifadeler içeren açıklamalardır.
Kırılma ile ilgili olmayan	Kırılma kavramını içermeyip yansımadan söz eden açıklamaları içeren kategoridir.
Kodlanamayan	İlişkisiz cevapların olduğu ya da cevabın olmadığı kategoridir

Çizelge 3.14: Işığın kırılmasıyla açıklanabilecek olaylar temasına ilişkin kriterler.

Kategori	Açıklama
Bilimsel	Işık ışınlarının atmosferin hareket halindeki kırıcılıkları farklı atmosfer tabakasından geçerken kırılması sonucu yıldızların ışığı göz kırpar gibi görünmektedir ifadesini içeren kategoridir.
Bilimsel parçalı	Işık ışınlarının sadece atmosfer tabakasından kırılmasıyla açıklayan ifadeleri içeren kategoridir.
Bilimsel olmayan	Bilimsel olarak doğru kabul edilmeyen ifadeler içeren açıklamalardır.
Kodlanamayan	İlişkisiz cevapların olduğu ya da cevabın olmadığı kategoridir

Çizelge 3.15: Serap olayı temasına ilişkin kriterler.

Kategori	Açıklama
Bilimsel	Yüzeyle en yakın hava tabakasının daha çok ısınması nedeniyle kırıcılığının azalması, üstündeki tabakanın ise kırıcılığının daha çok olması nedeniyle, üst tabakadan gelen ışık ışınlarının alt tabakaya geçemeyip tam yansımaya uğraması şeklinde ifadeler içeren kategoridir.
Bilimsel parçalı	Işık ışınlarının kırılması şeklinde ifade eden açıklamaları içeren kategoridir.
Bilimsel olmayan	Bilimsel olarak doğru kabul edilmeyen ifadeler içeren açıklamalardır.
Kodlanamayan	İlişkisiz cevapların olduğu ya da cevabın olmadığı kategoridir.

3.5.1.1 Kavramsal Anlama Sorularının Analizinde İkinci Araştırmacı

Çalışmanın güvenilirliğini artırmak için ikinci araştırmacı kullanılmıştır. İkinci araştırma kavramsal anlama anketindeki öğrenci cevaplarını belirlenmiş olan kategorilere göre analiz etmiştir. Kodlamalar arası tutarlılık iki kodlamanın birbiriyle uyumuna bakılarak hesaplanır ve güvenilirlik olarak kabul edilir, bunun için aşağıdaki formül kullanılır (Huck ve Cormier, 1996; akt. Kabapınar, F., 2003);

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

P: Tutarlılık yüzdesi

N_a: İki kodlamada aynı şekilde kodlanan öğrenci yanıtı sayısı

N_t: Kodlanan toplam öğrenci sayısı

Kavramsal anlama anketi 15 öğrenciye uygulandığı için ikinci araştırmacı öğretim öncesi, öğretim sonrası ve öğretimden bir yıl sonra tüm öğrenci cevaplarını analiz etmiştir. Ortalama olarak tutarlılık yüzdesi 0.92 olarak bulunmuştur.

3.5.2 Görüşmelerin Nitel Analizi

Yarı yapılandırılmış görüşmeler, kavramsal anlama anketine verilen cevapların derinleştirilmesi üzerine hazırlanmıştır. Bu görüşmeler, anket sorularına verilen cevapları destekleyici niteliktedir. Bu nedenle kavramsal anlama anketinin analizi için kullanılan kodlama sistemi görüşmeler için de kullanılmıştır. Baştan belirlenmiş olan kodlara uygun olarak içerik analizi yapılmıştır. Öğretim öncesi yedi, öğretim sonrası oniki ve öğretimden bir yıl sonra altı öğrenciyle toplam, dörtüzyüksek dakikalık görüşme yapılmıştır.

3.5.3 Kamera Kayıtlarının Nitel Analizi

Kamera kayıtları araştırmacı tarafından izlenerek konuşmalar yazılmıştır. Bu sırada konuşma zamanı, konuşan kişi ve diyaloglar yazılmıştır (EK C). 6 ders toplam 337 dakikalık kamera kaydı tutulmuştur. Her bir öğrenciye bir kod verilmiştir. Öğrenciler Ö1, Ö2 şeklinde araştırmacı ise A kodu ile diyaloglarda yer almıştır. Diyalogların başında konuşma aralığı verilmiştir Kayıtlardan elde edilen verilerde içerik analizi yapılmıştır. Bu analizde Mortimer ve Scott'ın (2003) anlam oluşturma çerçevesi temel alınmıştır. 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'nın birinci basamağı olan öğretimin amaçlarına uygun hazırlanmıştır. Bu amaçlar,

- Problemi açma
- Öğrencilerin fikirleri keşfetmek ve üzerinde çalışma
- 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

2. İçerik: Öğretim boyunca verilmek istenen kavramların yapısına ilişkin bilgilerdir.

- Günlük- Bilimsel
- Tanımlama-Açıklama-Genelleme
- Deneysel-Kuramsal

3. İletişim yaklaşımı: Sınıf düzleminde oluşturulan genel iletişim şekilleri aşağıdaki şekilde kodlanmıştır.

- Etkileşimli/Diyaloglu
- Etkileşimsiz/diyaloglu
- Etkileşimli/Otoriter
- Etkileşimsiz/Otoriter

4. Etkileşim modelleri: Etkileşim modellerinde öğretmenin ve öğrencilerin sınıf ortamındaki diyalogları analiz edilmiştir. Öğretmen konuşmaları ‘başlangıç’, ‘cevap’, ‘değerlendirme’ ve ‘geri bildirim’ kategorileri, öğrenci konuşmaları da ‘başlangıç’ ve ‘cevap’ kategorileri altında toplanmıştır.

5. Öğretmen müdahaleleri: Öğretim sırasında öğretmenin öğrencilerin öğrenmesini yönlendirme davranışları öğretmen müdahalesi başlığı altında analiz edilmiştir. Bu süreçte, öğretmen müdahaleleri;

- Fikirleri şekillendirme
- Fikirleri seçme
- Anahtar fikirleri işaretleme
- Fikirleri paylaşma
- Öğrencilerin anlamalarını kontrol etme
- Gözden geçirme kategorileri ile analiz edilmiştir.

3.5.4 Çalışma Kağıtlarının Nitel Analizi

Çalışma kağıtları sınıf gözlemlerini destekleyici nitelikte hazırlanmıştır. Öğrencilerin bazı durumlar sözlü olarak ifade etmedikleri düşüncelerini, kavramsal anlamalarını ortaya çıkarabilmek için hazırlanmıştır. Sınıf gözlemlerinin analizinde

kullanılan anlam oluşturma çerçevesinin basamaklarından ‘içerik’ başlığına uygun olarak analiz edilmiştir. Bu başlıkta öğrencilerin ifadeleri, günlük-bilimsel, tanımlama-açıklama-genelleme ve son olarak deneysel-kuramsal olarak analiz edilmiştir.

4. BULGULAR VE YORUM

Bu bölümde öğrencilerin kamera ile kaydedilen öğretim sürecinin analizinden elde edilen bulgulara yer verilmiştir. Bu verilerin yorumlanmasında kullanılan kamera kayıtlarından elde edilen bulgulara sırası ile aşağıda değinilmiştir.

4.1. Anlam Oluşturma Sürecine İlişkin Verilerin Analizinden Elde Edilen Bulgular

4.1.1 Ders 1 Tahmin Aşamasından Elde Edilen Bulgular

Aşağıda 1. Dersin tahmin aşamasının anlam oluşturma çerçevesi Çizelge 4.1’de verilmektedir.

Çizelge 4.1: Ders 1 tahmin aşaması anlam oluşturma analiz çerçevesi.

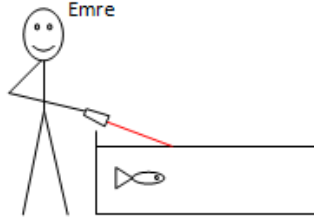
Öğretim Amaçları	Problemi açma: Öğrencilerin ışığın farklı saydam ortamlara geçerken nasıl davranacağına ilişkin tahmin yürütmelerini sağlamak. Öğrencilerin belirli fikirler ve olgularla ilgili düşüncelerini ortaya çıkarma: Öğrencilerin ışığın davranışı hakkında günlük kavramlarını ortaya çıkarmak.
İçerik	Günlük kavram -Deneysel tanımlama: Işığın dağılması
Yaklaşım	Etkileşimli/diyaloğlu
Etkileşim Kalıbı	B-C-G-C-G
Müdahale Biçimi	Yok

Tahmin aşamasında öğrencilere çalışma kağıdı dağıtılmıştır (Şekil 4.1). Çalışma kağıdında öğrencilerin zihinsel ve duygusal olarak konuya dahil olmalarını sağlayacak bir durum verilmiştir. İki çocuk evlerindeki akvaryuma ilk durumda eğik, ikinci durumda dik olarak lazer ışını tutuyorlar. Öğrencilerden her iki durumda lazer ışınının nasıl bir yol izleyeceğini tahmin etmeleri isteniyor. Öğretmen önce bireysel olarak tahminlerini kağıda yazmalarını ardından grup arkadaşlarıyla tahminlerini tartışmalarını istiyor.

Tahmin Aşaması

Emre ve Özgür iki kardeşler. Evlerindeki akvaryumun içine lazer ışını tutunca ne olacağını merak ediyorlar. Bunun için karanlık bir ortam oluşturmak istiyorlar ve lambayı kapatıyorlar.

Emre suyun üstünden lazer ışını şekildeki gibi tutuyor. Özgür ise karşıdan akvaryuma bakıyor. Sizce Özgür su içinde lazer ışınının nasıl bir yol izlediğini görür? Şekil üzerinde çizerek gösteriniz ve nedenini açıklayınız.



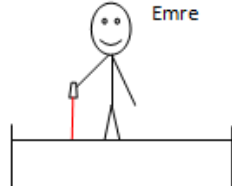
Benim fikrime göre:

.....

.....

.....

Emre lazer ışını şekildeki gibi dik tuttuğunda sizce Özgür su içinde lazer ışınının nasıl bir yol izlediğini görür? Şekil üzerinde çizerek gösteriniz ve nedenini açıklayınız.



Benim fikrime göre:

.....

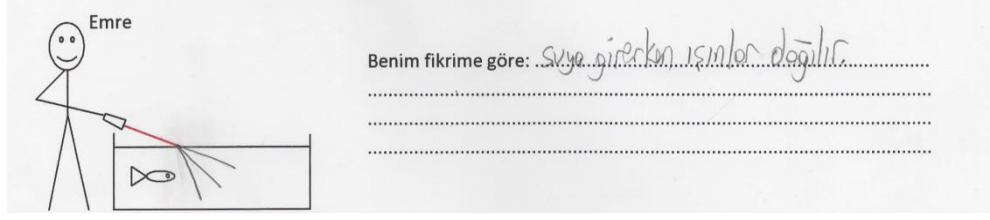
.....

.....

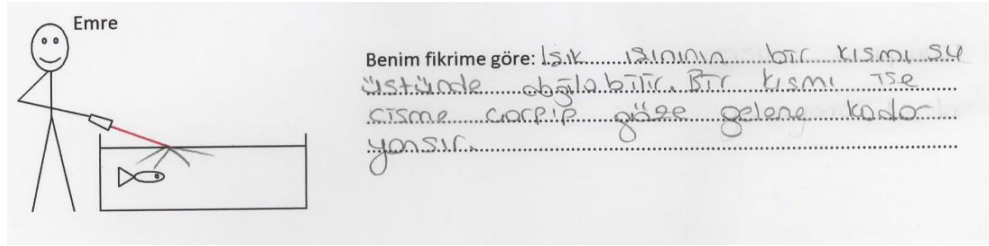
Şekil 4.1: Ders 1 tahmin aşaması öğrencilere dağıtılan çalışma kağıdı (Çalışma kağıdı 1).

Amaç: Tahmin aşamasının amacı, öğrencilerin ışığın saydam bir ortamdan başka bir saydam ortama geçerken nasıl davranacağını tahmin etmelerini sağlamaktır. Öğrencilere günlük hayattan bir durum sunulmuş, öğrencilerin bilimsel hikayeye zihinsel olarak dahil olmaları ve ışığın farklı ortamlara geçişte ışığın davranışıyla ilgili düşünceleri keşfedilmeye çalışılmıştır. Öğrenciler çalışma kağıdındaki sorulara tahminlerini çizmiş ve açıklamışlardır.

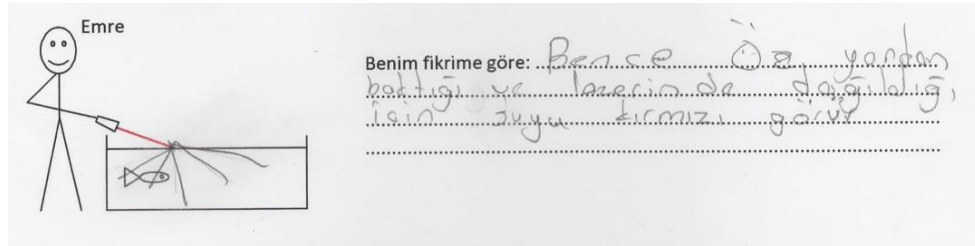
İçerik: Öğrencilerin tahmin aşamasında çalışma kağıdına yazdıkları cevaplar ve sınıf içi tartışmasındaki ifadeleri henüz kırılma kavramını bilimsel olarak öğrenmedikleri için günlük deneyimlerine dayanmaktadır. Buna örnek olarak durum çalışmasına dahil edilen öğrencilerin üç tanesinin çalışma kağıdına yazdıkları verilmiştir (Şekil 4.2, şekil 4.3 ve şekil 4.4).



Şekil 4.2: Öğrenci Ö1 (günlük kavram-deneysel tanımlama).



Şekil 4.3: Öğrenci Ö2 (günlük kavram-deneysel tanımlama).



Şekil 4.4: Öğrenci Ö3 (günlük kavram-deneysel tanımlama).

Öğrencilerin çalışma kağıdında ‘dağılma’ kavramını kullandıkları görülmektedir. Dağılma bilimsel olmayan bir kavramdır ve öğrencilerin günlük deneyimlerine dayanmaktadır. Bu öğrencilerden Ö2’nin ön görüşmede araştırmacı ile arasında geçen diyalog şöyledir;

Araştırmacı: Hiç buna benzer bir şey gördün mü?

Ö2: Evet. Ay’ın üzerine şey denizin üzerine şey ışını verdiğinde hani böyle bir yere dağılıyor...

(Günlük kavram-Deneysel tanımlama)

Ö2 çalışma kağıdında verdiği cevabı, daha önce günlük yaşamında Ay ışığının denize vurmasına dayandırdığı görülmektedir. Öğrenci benzer bir cevabı

sınıf içi tartışmada da söylemiştir (Tablo 2, satır 12). Bu cevap öğrencinin günlük deneyimine ve gözlemsel bilgilere dayandığı için deneysel tanımlamadır. Ö1 ve Ö3 ise görüşmelerde günlük deneyimlerinden kaynaklanmadığını sadece tahmin ettiklerini söylemişlerdir. Bu öğrencilerin cevapları sezgiseldir.

Yaklaşım: İletişimsel yaklaşım olarak öğretmen öğrencilerin ışığın farklı ortamlardaki davranışına ilişkin düşüncelerini ortaya çıkarmayı amaçladığı için etkileşimli/diyaloglu yaklaşımı kullanmıştır. Yani öğretmen birden fazla farklı görüşe yer vermiş ve öğrencilerle soru cevap şeklinde iletişim kurmuştur (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2’de verilen diyalogta öğretmen öğrencilerin görüşlerini dinlemektedir. Ö2, ışığın dağılacığını söylediğinde öğretmen herhangi bir değerlendirme yapmamış, öğrencinin düşüncesini daha iyi anlamak için çizimine bakmıştır. Öğretmen öğrencinin cevabına doğru/yanlış şeklinde bir geribildirim vermemiş herhangi bir değerlendirme yapmamıştır (Çizelge 4.2, Satır 1-12). Ardından sınıftaki diğer öğrencilerin fikirlerini almaya devam etmiştir. Ö12, bulanık görünmesinden bahsettiğinde öğretmen *‘Su bulanıklaşabilir yani bir nevi dağılır mı demek istiyorsun?’* diyerek yine bir değerlendirme yapmadan öğrencinin cevabını daha iyi anlamak için geribildirim vermiştir (Çizelge 4.2, Satır 18-19). Her türlü cevabın göz önünde bulundurulduğu bu iletişimsel yaklaşım diyaloglu boyutu temsil eder. Öğretmenin öğrencilerle soru cevap şeklinde tartışması, öğrencileri tartışmaya dahil etmesi ise etkileşim boyutunu temsil etmektedir. Öğrencilerin konuya ilişkin tahminlerinin alınmasında öğretmenin herhangi bir değerlendirme yapmadan öğrencileri konuşmaya teşvik edecek bu ortam, farklı görüşlerin alındığı diyalogla, bir çok öğrencinin fikrinin alınması da etkileşimle sağlanmıştır.

Çizelge 4.2: Ders 1 tahmin aşaması sınıf tartışması.

Satır	Konuşmacı	Diyalog	Kalıp Kodu
1	A	Evet. Tartıştık mı? Ne düşünüyorsunuz peki grupların cevabını merak ediyorum. Evet önce sizinle başlayalım.	Başlangıç
2	Ö2	Biz ışığın dağılacığını düşündük suyun üzerinde.	Cevap
3	A	Nasıl yani? Bakayım şekil nasıl. (Öğretmen grubun kağıdına bakıyor)	Geribildirim
4	Ö2	Ee suyun üzerinde dağılacak ışık.	Cevap
5	A	Himm. Niye öyle düşündünüz, tartıştınız mı, neden diye sordunuz mu birbirinize?	Geribildirim
6	Ö3	Evet.	Cevap
7	Ö2	Neden...	Cevap
8	A	Böyle gözlemlerinizi mi var yoksa tahmin mi sadece?	Geribildirim
9	Ö3	Yok tahmin hocam.	Cevap
10	Ö2	Benim var.	Cevap
11	A	Var mı?	Geribildirim
12	Ö2	Evet. Ay bazen denize yansıdığına suyun üzerinde hani bir bölgeye değil çoğu bölgeye yayılıyor ışık onun için.	Cevap
13	A	Evet... Ö6.?	Geribildirim
14	Ö6	Ee ışık kırılmış gibi olacak normalde hocam bu bölgeye tuttuğumuzda biraz daha ilerisinde gözükecek.	Cevap
15	A	O zaman sen de öyle düşünüyorsun. Başka? Ö14?	Geribildirim
16	Ö14	Hocam bence ee su dalgalı olduğu için ışık suya tuttuğumuz zaman dağılacak çok net görünmeyecek.	Cevap
17	A	Ö12?	Başlangıç
18	Ö12	Öğretmenim bence suyun içinde bulunan moleküller sayesinde bulanık gözükecek.	Cevap
19	A	Su bulanıklaşabilir yani bir nevi dağılır mı demek istiyorsun?	Geribildirim
20	Ö12	Evet.	Cevap

Etkileşim Kalıbı: Bu aşamadaki amaç, öğrencilerin düşüncelerini keşfetmek olduğu için konuşma kalıbı olarak başlangıç-cevap-geribildirim kalıbı kullanılmıştır. Bu konuşma kalıbında öğrencinin cevabı üzerine herhangi bir değerlendirme yapılmamakta daha çok öğrencinin düşüncesi açılmaya, derinleştirilmeye çalışılmaktadır. Öğretmen bu amaçla konuşmayı açan ifadeler kullanmaktadır.

Çizelge 4.2'deki konuşmada 1.-13. Satırlar başlangıç-cevap-geribildirim-cevap-geribildirim zinciridir. Öğretmen öncelikle öğrencilere ne düşündüklerini sorarak başlangıç yapmıştır. Ö2, suyun dağılacacağını düşündüklerini söyleyerek cevap vermiştir. Öğretmen ise '*Nasıl yani? Bakayım şekil nasıl?*' diyerek herhangi bir değerlendirme yapmamış geribildirimde bulunmuştur. Ö2. '*...suyun üzerinde dağılacak ışık.*' dediğinde öğretmen '*Himm. Niye öyle düşündünüz, tartıştınız mı, neden diye sordunuz mu birbirinize?*' diye geribildirim vererek öğrencilerin cevabını derinleştirmeye, nedenini anlamaya çalışmıştır.

Müdahale Biçimi: Tahmin aşamasında öğretmenin herhangi bir müdahalesi olmamıştır.

4.1.2 Ders 1 Gözlem Aşamasından Elde Edilen Bulgular

Aşağıda 1. Dersin gözlem aşamasının anlam oluşturma çerçevesi Çizelge 4.3'de verilmektedir.

Çizelge 4.3: Ders 1 gözlem aşaması anlam oluşturma analiz çerçevesi.

Öğretim Amaçları	Problemi açma: Öğrencilerin gözlem yapmalarını sağlayarak zihinsel, duygusal ve bedensel olarak bilimsel hikayenin gelişimine dahil etmek. Öğrencilerin belirli fikirler ve olgularla ilgili düşüncelerini ortaya çıkarma : Öğrencilerin ışığın farklı saydam ortamlara geçerken nasıl davranacağına ilişkin tahminlerinden yola çıkarak gözlem yapmalarını sağlamak. Gözlemleri sırasında oluşan fikirlerini keşfetmek.
İçerik	Günlük kavram- Deneysel tanımlama: <i>Farklı doğrultuda gitmek, kırılıp yayılmak, açısının değişmesi</i>
Yaklaşım	Etkileşimli/diyaloglu (Bazı noktalarda otoriter müdahale)
Etkileşim Kalıbı	Öğretmen-öğrenci B-C-G-C-G
Müdahale Biçimi	Anahtar fikirleri belirtme, anlamalarını kontrol etme, gözden geçirme

Gözlem aşamasında öğretmen öncelikle çalışma kağıdı dağıtıyor (Şekil 4.5). Hemen ardından tüm gruplara su dolu kap ve lazer veriyor. Öğretmen tüm sınıfa lazeri kaba nasıl tutmaları gerektiğini gösteriyor ve gruplara yardımcı oluyor.

Ad:

Soyadı:

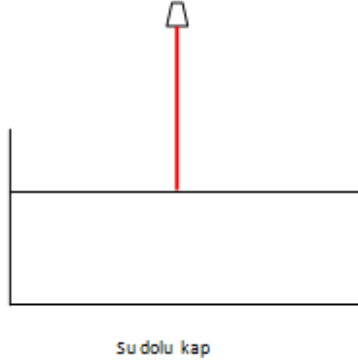
Etkinlik 2

Gözlem Aşaması

Işık ışınları havadan suya geçerken nasıl bir yol izler? Bu sorunun cevabını bulmak için aşağıdaki deneyi yapalım.

Büyük bir şeffaf kap alın.

Lazer ışınını şekildeki gibi dik tutun ve izlediği yolu çizin.



İkinci olarak lazer ışınını şekildeki gibi eğik tutun ve izlediği yolu çizin.



Açıklama Aşaması

Tahmin kısmında çizdiğiniz şekiller ile gözlem kısmında çizdiğiniz şekiller arasında bir fark var mı?

Evet

Hayır

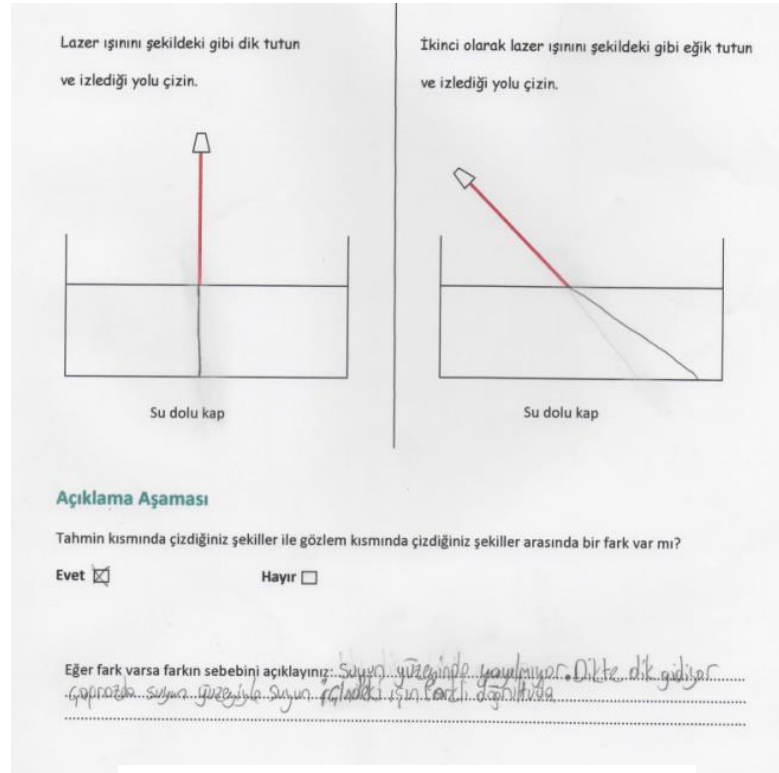
Eğer fark varsa farkın sebebini açıklayınız:.....

Şekil 4.5: Ders 1 gözlem aşaması öğrencilere dağıtılan çalışma kağıdı (Çalışma kağıdı 2).

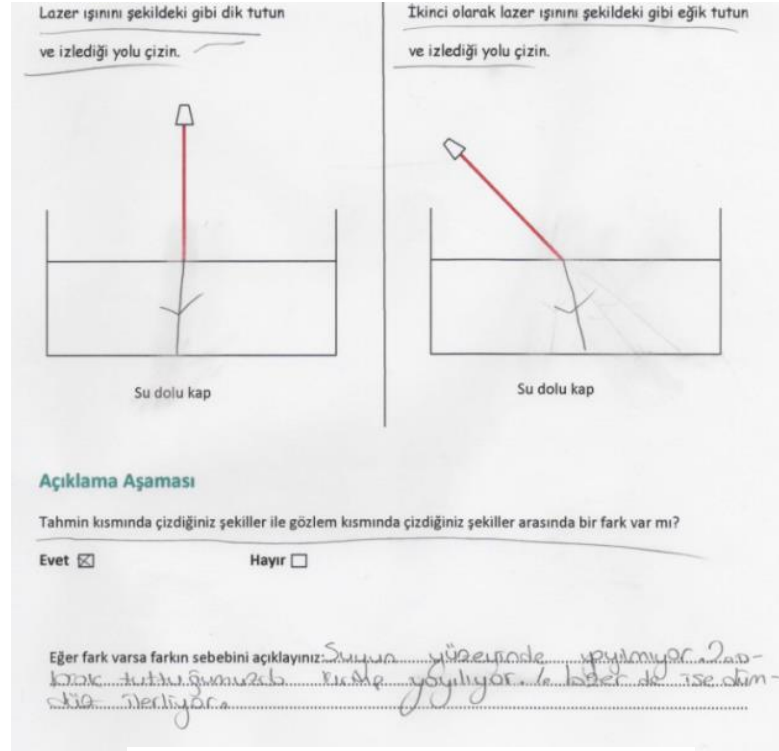
Amaç: Öğrencilerin grup arkadaşlarıyla birlikte lazer ışınını su dolu kaplara değişik açılarda tutarak lazer ışınının izlediği yolu gözlemlenmelerini sağlamak ve gözlemler sırasında düşüncelerini ve kullandıkları kavramları ortaya çıkarmaktır.

İçerik: Öğrenciler grup arkadaşlarıyla yaptıkları gözlem sonucunda ışığın doğrultusunun değiştiğini gözlemlemişlerdir. Durum çalışmasına dahil edilen öğrencilerin çalışma kağıdına çizimleri incelendiğinde suyun üzerinde yayılmadığını yazmışlardır. Tahminleriyle gözlemleri arasındaki farklılığa ilişkin açıklama yapmışlardır. Işığın yayılmadığını, doğrultusunun değiştiğini çalışma kağıdına ifade etmişlerdir. Öğrenci Ö1, suyun içinde ışığın farklı doğrultuda gittiğini (Şekil 4.6),

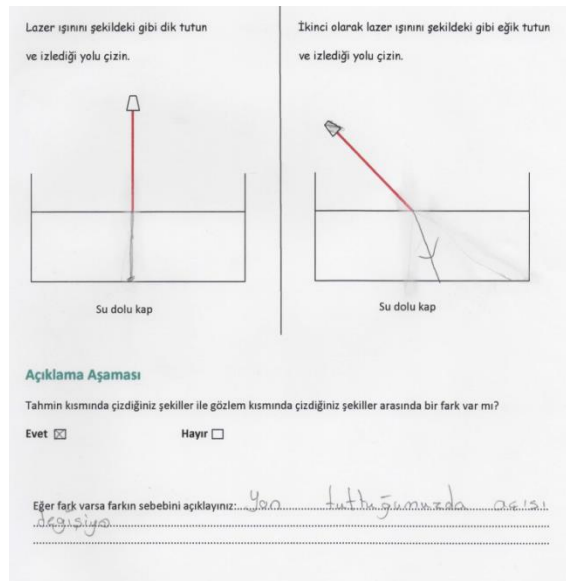
Öğrenci Ö2, kırılıp yayıldığını (Şekil 4.7) ve öğrenci Ö3 açısının değiştiğini ifade etmiştir (Şekil 4.8). Kullandıkları kavramlarda öğretmenin herhangi bir müdahalesi yoktur. Öğrenciler gözlemleri doğrultusunda uygun kavramlar kullanmaya çalışmışlardır. Öğrencilerin kullandığı bu kavramlar (farklı doğrultuda gitmek, kırılıp yayılmak, açısının değişmesi) gözlemlere dayalı olduğu için deneysel tanımlamadır. Öğrencilerin kavramları öğretmen müdahalesinden yoksun olarak tamamen kendi zihinsel ürünleri olduğu için günlük kavramlardır.



Şekil 4.6: Öğrenci Ö1 (deneysel tanımlama).



Şekil 4.7: Öğrenci Ö2 (deneysel tanımlama).



Şekil 4.8: Öğrenci Ö3 (deneysel tanımlama).

Yaklaşım ve etkileşim kalıbı: Öğretmen grupları gezerek, lazer ışınıni nasıl tutmaları gerektiğini göstermiştir. Öğrencilere ne göreceklarini söylememiş sadece ışını tutma konusunda sıkıntı yaşayanlara yardımcı olmuştur (Çizelge 4.4, satır 1). Genel olarak iletişim, etkileşimli/diyaloglu olmasına karşın bazı noktalarda öğretmenin otoriter müdahalesi vardır (Çizelge 4.4, satır 10-12).

Çizelge 4.4: Ders 1 gözlem aşaması sınıf tartışması.

Satır	Konuşmacı	Diyalog	Kalıp Kodu
1	S	Şu an nasıl görünüyor? Dik tutuyorum.	Başlangıç
2	Ö2	Buradan böyle	Cevap
3	Ö3	E buraya geliyor.	Cevap
4	S	Görünmüyor mu?	Geribildirim
5	Ö3	Şimdi görünüyor.	Cevap
6	Ö1	Hangisi gerçek?	Cevap
7	S	Geçtiği yolu görüyor musun?	Geribildirim
8	Ö2	Dümdüz ilerliyor.	Cevap
9	S	Evet.	Değerlendirme
10	S	Düz değil mi?	Başlangıç
11	Ö3	Evet.	Cevap
12	S	Peki şu an nasıl?	Geribildirim
13	Ö2	Şu anda yan gidiyor.	Cevap

Müdahale biçimi: Lazeri tutma konusunda öğrenciler kendileri uğraşmışlar fakat düzgün bir sonuç elde edememişlerdir. Öğretmene bu durumu söylemişlerdir. Bunun üzerine öğretmen grubun yanına gelmiştir. Öğretmen kamera ile izlenen öğrencilere lazeri nasıl tutmaları gerektiğini göstermiş sonrasında lazeri öğrencilere bırakıp diğer gruplara yardımcı olmak üzere grubun yanından ayrılmıştır. Gözlem sırasında suyun hareketliliği ve öğrencilerin lazeri tam olarak düzgün tutamamaları nedeniyle, öğrenciler net bir gözlem yapamamışlardır. Öğretmen grubun yanına gelerek tekrar yardımcı olmuştur. Bu kez öğretmen lazeri önce dik sonra da eğik tutarak öğrencilerin gözlem yapmalarını sağlamıştır. Öğretmen doğrudan ne görmeleri gerektiğini söylememektedir. Fakat öğrencilerin zorluk çekmeleri nedeniyle bu etkileşimde öğretmen çok az düzeyde otoriter bir tavır içindedir. Öğrencilerin doğru gözlem yapabilmeleri için onları yönlendirmektedir. '*Geçtiği yolu görüyor musun?*' diye sorarak onların bakmaları gereken noktayı işaret etmektedir (Çizelge 4.4, satır 7). Yine aynı diyalogta öğrencinin düz ilerliyor cevabı üzerine evet diyerek çocuğun cevabını değerlendirmiştir (Çizelge 4.4, satır 9). Konuşmanın genel olarak doğası etkileşimli diyaloglu yapıdayken öğretmenin öğrencilere doğru yolda olduklarını belirtmesi kontrolü elinde tuttuğunun bir göstergesidir. Böyle yaparak çocukların düşüncelerini şekillendirmeye çalışmaktadır. Fakat bu küçük müdahaleden sonra öğretmen otoriteyi tamamen ele almamış öğrencilerin gözleme devam etmeleri için onları yalnız bırakmıştır. Öğretmen öğrencilerin kendilerinin tutup bakmaları için lazeri onlara bırakmıştır. Öğrenciler öğretmenin tekrar yardımcı olmasından sonra kendileri gözlem yapmışlardır.

Öğretmen grubun yanına gelip ne yaptıklarını görmek istemiştir. Bu kez öğrencilerden Ö3, lazeri uygun bir şekilde tutup lazerin izlediği yolu öğretmene göstermiştir. Öğretmen burada etkileşimli/diyaloglu bir ortam içinde bazı müdahalelerde bulunarak anahtar kavramları belirtmeye çalışmıştır. Işık ışınlarının doğrultularının değişimine dikkat çekmeye çalışmıştır. (Çizelge 4.5, satır 10). Çizelge 4.5, satır 2’de öğrenci Ö2, kırılmak ifadesini kullanmaktadır. Fakat öğretmen gruplara yardım ederken bu kelimeyi hiç kullanmamıştır. Öğretmenin burada bilimsel kavramları kullanmadığı sadece öğrencilerin doğru gözlem yapabilmelerinde yardımcı olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.5: Ders 1 gözlem aşaması sınıf tartışması.

Satır	Konuşmacı	Diyalog
1	S	Neye karar verdiniz?
2	Ö2	Kırıldı.
3	Ö3	Evet hocam.
4	S	Bir gösterin bakalım nasıl yaptınız?
5	Ö3	İlk dik mi tutalım, evet, dik tutalım.
6	S	Evet. Çok bariz görünüyor değil mi? Sonra?
7	Ö2	Öğretmenim düz gidecek.
8	S	Sonra? Değdiğin zaman, evet.
9	Ö2	Şu iki yerde de kırılıyor.
10	S	Evet, bayağı ustalaştınız artık. Güzel tutuyorsun evet. Şuraya da tutmaya çalış tam yolu görelim. Hah. Nasıl? Şuradaki doğrultu ile şu doğrultu bakın. Çok farklı görüyor musun?
11	Ö3	Evet hocam bayağı farklı.

Öğretmen diyalogtan sonra tüm sınıfa bir de prizma kullanarak ışığın izlediği yolu göstermiştir. Öğrencilerin su kullanarak gözlem yapmada yaşadıkları sıkıntı nedeniyle doğru gözlem yaptıklarından emin olmak için prizmayı kullanmıştır. Böylece anahtar fikir olan ışığın doğrultusunun değişmesini iyice belirtmiştir.

Araştırmacı: *Hangisi daha etkileyici oldu, daha anlaşılır oldu? Su mu bu mu?*

Ö3: *Bu hocam.*

Ö2: *Evet.*

Araştırmacı: *Cam prizmada daha mı güzel anlaşıldı?*

Ö2: *Evet.*

Yukarıdaki diyalogtan da anlaşıldığı gibi öğretmenin, öğrencilerin burada gözlemsel araçları kullanmada zorluk yaşamalarını farketmesi ile yeni bir araç

kullanması sayesinde öğrenciler prizma ile çok net olarak doğrultusunun değiştiğini gözlemlemiş oldular.

Gözlem aşaması ile tahmin aşamasının ortak noktası, öğretmenin etkileşimli/diyaloglu bir ortam oluşturarak farklı fikirlere açık olması, bununla birlikte fikirleri şekillendirme çabasının olmayışıdır. Gözlem aşamasını tahmin aşamasından ayıran bir kaç nokta bulunmaktadır. İlk olarak, gözlem aşamasında öğretmen gerekli gördüğü yerlerde bazı küçük yönlendirmelerde bulunarak otoriter tavır sergilemiştir. İkinci olarak tahmin aşaması ile gözlem aşaması içerik olarak deneysel tanımlamalar içermekle birlikte, tahmin aşamasında öğrencilerin deneysel tanımlamaları günlük deneyimlerine dayanmakta iken (örneğin, *suya girerken ışınlar dağılır*) gözlem aşamasında bilimsel deney ortamına maruz kalarak bilimsel görüşe geçiş sağlayacak deneysel tanımlamalar yapmışlardır (örneğin, *yan tuttuğumuzda açısı değişiyor*). Öğretmenin öğrencilere yönlendirmelerde bulunması ile öğrencilerin tahmin aşamasındaki günlük kavramsal düzeydeki anlamaları, gözlem aşamasında bilimsel görüşe doğru hareket etmeye başlamıştır.

4.1.3 Ders 1 Açıklama Aşaması Bölümünden Elde Edilen Bulgular

Aşağıda 1. Dersin açıklama aşamasının anlam oluşturma çerçevesi Çizelge 4.6'da verilmektedir.

Çizelge 4.6: Ders 1 açıklama aşaması anlam oluşturma analiz çerçevesi.

Öğretim Amaçları	Bilimsel hikayeyi tanıtmaya ve geliştirme: Bilimsel anlamları sınıfın sosyal düzleminde ulaştırılabilir kılmak. Kırılma ve ilgili kavramların bilimsel olarak tanıtılması.
İçerik	Günlük kavramlardan bilimsel kavramlara: Deneysel tanımlamadan Deneysel genellemeye
Yaklaşım	Etkileşimli/Otoriter etkileşimli olmayan/otoriter
Etkileşim Kalıbı	B-C-B üçlemesi , B-C-G ve onaylayıcı konuşma
Müdahale Biçimi	Fikirleri şekillendirme, fikirleri seçme, anahtar fikirleri işaretleme, öğrencilerin anlamalarını kontrol etme.

Su ve prizma gözlemleri bittikten sonra öğretmen sınıfa gözlem sonuçlarıyla tahminleri arasında farklılık olup olmadığını sormuştur. Sınıfta bununla ilgili tartışma yapıldıktan sonra öğretmen kırılma kavramının bilimsel bir genellemesini

ifade etmiştir. Ardından kırılma ile ilgili diğer kavramları (gelen ışın, kırılan ışın, gelme açısı, kırılma açısı, yüzeyin normali) vermiştir.

Amaç: Bu aşamadaki amaç kırılma kavramının öğrencilere tanıtılmasıdır. Öğretmen gözlemler bittikten sonra kırılma kavramını sadece gözlemsel düzeyde tanımlamıştır. Kırılma ile ilgili olarak ilerideki derslerde kullanılacak diğer terimleri de sınıfa sunmuştur.

İçerik: Öğretmen öğrencilerin yaptıkları gözlem ile tahminleri arasındaki fark olup olmadığını sormuştur. Sınıf içi tartışmada öğrenciler tahminleri ile gözlemlerinin farklı olduğunu söylemişlerdir. Öğretmenin *'Kimlerin farklıydı gözlemleri ve tahminleri?'* sorusu üzerine öğrenci Ö4 *'Hocam ben ee, ışığın suyun içinde yansıyıp dağılacığını düşünmüştüm. Oysaki sadece kırılıp, ee kırılıyormuş.'* (**deneysel tanımlama**) cevabını vermiştir. Diğer öğrencilerin de benzer cevaplar verdikleri görülmüştür. Kamera ile izlenen öğrencilerin çalışma kağıtlarına yazdıkları açıklamalar da doğrultusunun değiştiği ile ilgilidir. (Şekil 6, 7 ve 8). Öğrencilerin çalışma kağıtlarına yazdıkları açıklamalar ile sınıf tartışmasında sundukları cevaplar sınıf ortamındaki gözlemlerini içermektedir. Bu nedenle açıklamalar deneysel tanımlamadır. Tahmin aşamasındaki deneysel tanımlamalar ile gözlem aşamasındaki deneysel tanımlamalar arasındaki fark, gözlem aşamasındaki deneysel tanımlamaların günlük deneyimlere dayanmadan sınıf ortamında oluşturulan bilimsel ortamda yapılarak elde edilmesidir. Öğrenciler gözlemlerini 'kırılma' kavramını kullanarak ifade etmiş olsalar da bu ifadeler henüz bilimsel veriden yoksundur.

Sınıf tartışmasından sonra öğretmen bilimsel olarak kavramları sınıf düzleminde sunmak için ışığın geçtiği ortamların özelliklerine dikkat çekmiştir. Öğrencilerden cevaplar aldıktan sonra kırılma kavramının bilimsel tanımını vermiştir.

Araştırmacı: *O zaman şöyle bir genelleme yapalım mı? Işığın davranışı ile ilgili, ışık saydam bir ortamdaki başka saydam bir ortama geçerken doğrultu değiştiriyor ve bu doğrultu değiştirmeye de kırılma diyoruz. (Deneysel Genelleme)*

Öğretmen gözlemlerde su ve prizmayı kullanmıştır. Bu iki örneğin saydam özellikte olmaları öğrenciler tarafından söylendikten sonra öğretmen gözlemlenebilir

nitelikte olan yukarıdaki tanımlamayı yapmıştır. Gözlemlenebilir verilere dayandığı ve ışığın davranışını genel olarak ifade ettiği için bu tanım deneysel tanımlamadır. Öğretmen, kırılmanın tanımını verdikten sonra kırılma ile ilgili diğer kavramlar olan gelen ışın, kırılan ışın, gelme açısı, kırılma açısı kavramlarını da vermiştir. Öğretmenin yeni tanıttığı kırılma ile ilgili kavramlar da gözlemsel verilere dayanan genel ifadelerdir bu nedenle deneysel genellemelerdir.

Araştırmacı: Gelen ışınla yüzeyin normali arasında kalan açı ve de kırılan ışınla yüzeyin normali arasında kalan açı yine gelme açısı ve kırılma açısı olarak isimlendiriliyor. (Deneysel Genelleme)

Yaklaşım ve etkileşim kalıbı: Başlangıçta öğretmen, öğrencilerin tahminleri ile gözlemleri arasındaki farkları sormuş cevapları alırken bir yorumda bulunmamıştır. Çoğunlukla öğrenciler tahminleri ile gözlemlerinin farklı olduğunu, ışığın doğrultusunun değiştiğini ifade ettikten sonra öğretmen bir kaç öğrenci ile onaylayıcı konuşma diyalogu yaşamıştır.

Çizelge 4.7: Ders 1 açıklaması aşaması sınıf tartışması.

Satır	Konuşmacı	Diyalog	Kalıp Kodu
1	S	Demek ki dik gönderdiğimiz zaman ne oluyor? Ö13, dik gönderince ne oldu?	Başlangıç
2	Ö13	Yansıdı hocam.	Cevap
3	S	Doğrultusu değişti mi?	Geribildirim
4	Ö5	Evet.	Cevap
5	S	Dik gönderince?	Geribildirim
6	Ö5	Dikte yok.	Cevap
7	Ö8	Hayır.	Cevap
8	Ö13	Hayır.	Cevap
9	S	Peki belirli bir açıyla gönderince?	Başlangıç
10	Ö13	Kırık görünüyor.	Cevap
11	S	Peki	Değerlendirme

Öğretmen ışık ışınlarını dik ve belirli bir açıyla gönderince ne olduğunu öğrencilere tekrar sorarak, onlara doğru cevabı onaylatmaya çalışmıştır. Konuşma genel olarak bakıldığında etkileşimlidir, ama öğretmenin amacı doğru cevabı almak

olduğu için otoriter müdahaleleri vardır. Örneğin Çizelge 4.7, satır 3 ve satır 5'te öğretmen doğrudan bir değerlendirmede bulunmadığı halde aradığı cevabın öğrencilerin verdiği cevap olmadığı soruyu yinelemesinden anlaşılmaktadır. Dersin ilerleyen bölümünde öğretmen bilimsel kavramları tanıtmaya başladığında ise yaklaşım etkileşimsiz/otoriter hale geçmiştir. Öğretmen kavramları tanıtmış bu sırada öğrenciler ise dinlemişlerdir. Öğrencilerin katılımı olmadığı için etkileşimsiz, öğretmen farklı görüşlere yer vermeden sadece bilimsel görüşü sunduğu için otoriter bir yaklaşım vardır.

Müdahale Biçimi: Bu aşamada öğretmen ilk olarak tahminler ile gözlemler arasında fark olup olmadığını sorarak başlamıştır. Öğrenciler fark olduğunu söylediklerinde öğretmen öğrencilerle onaylayıcı konuşmaya girmiştir. Yani öğrenciden ışık ışınlarının farklı saydam ortamlarda doğrultusunun değiştiği cevabını tekrar tüm sınıf ortamında söylemesini istemiştir (Çizelge 4.7). Böylece öğretmen bu dersin anahtar kavramı olan 'doğrultu değişimi'ne vurgu yapmış ve sınıfın sosyal düzleminde paylaşılmasını sağlamıştır. Öğrenciler yanlış cevap verdiklerinde soruyu yineleyerek (Çizelge 4.7, satır 5) öğrencilerin fikirlerini şekillendirmeye çalışmıştır. Sonrasında öğretmen bilimsel tanımlamayı vermiştir.

Araştırmacı: Kendi cümleleriyle ifade etmek isteyen var mı bir daha?

Ö5: Öğretmenim ışık prizmadan ve sudan geçince doğrultu değiştirir.
Kırılıyor yani.

Araştırmacı: Ö2 bir de sen söyler misin?

Ö2: Ee saydam maddelerden belli bir açıyla u ışık ışını yansıtırsak kırılırlar.

Araştırmacı: Tutarsak daha doğrusu çünkü yansıtma çarpıp geri gelme demektir.

Ö2: Tutarsak kırılırlar.

Araştırmacı: Kırılır yani doğrultusu değişir.

Yukarıdaki diyalogta öğretmen öğrencilerden deneysel genellemeyi kendi cümleleriyle ifade etmelerini isteyerek anlamalarını kontrol etmeye çalışmıştır. Ö2 yansıtma ifadesini kullandığında öğretmen yansıtmanın ne olduğunu hatırlatarak ve son olarak kendi cümleleriyle tekrar söyleyerek öğrencinin fikrini şekillendirmeye çalışmıştır.

4.1.4 Ders 2 Tahmin Aşamasından Elde Edilen Bulgular

Aşağıda 2. dersin tahmin aşamasının anlam oluşturma çerçevesi Çizelge 4.8'de verilmektedir.

Çizelge 4.8: Ders 2 tahmin aşaması anlam oluşturma analiz çerçevesi.

Öğretim Amaçları	Bilimsel hikayeyi geliştirme: Kırılma olayının nasıl olduğunu açıklamak için analogiden yararlanmak. Öğrencilerin belirli fikirler ve olgularla ilgili düşüncelerini ortaya çıkarma: Öğrencilerin ışığın kırılmasının nasıl olduğuna ilişkin tahminlerini ortaya çıkarmak.
İçerik	Işığın kırılmasının nasıl gerçekleştiğini araba analogisi ile tahmin etme, deneysel açıklama
Yaklaşım	Etkileşimli/diyaloğlu
Etkileşim Kalıbı	Öğrenci- öğrenci B-C-G , öğretmen-öğrenci B-C-G
Müdahale Biçimi	Yok.

Bu bölümde öğrencilerin kırılma olayının nasıl olduğunu anlamaları için bir analogiden yararlanılmıştır. Bu analogide öğrencilere öncelikle bir çalışma kağıdı dağıtılmıştır (Şekil 4.9). Çalışma kağıdında düz ve yumuşak yapıdan oluşan iki farklı yüzeyin resmi bulunmaktadır. Düz yüzeyden bir araba iki yüzeyi ayıran çizgiyle eğik açı yapacak şekilde gönderilmektedir. Arabanın nasıl bir yol izleyeceği öğrencilere sorulmaktadır. Öğrenciler tahminlerini yazdıktan sonra grup içinde tartışma yapmışlardır. Grup içi tartışmadan sonra öğretmen grupların cevaplarını almıştır.

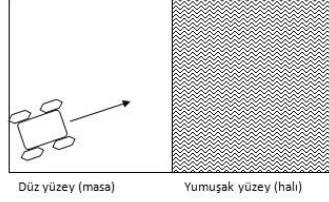
Amaç: Tahmin bölümündeki amaç, öğrencilerin ışığın nasıl kırıldığını anlayabilmeleri için araba analogisinden yararlanıp öğrencilerin tahminde bulunmalarınıdır. Bu bölümle birlikte öğrenciler ışığın farklı saydam ortamlardaki geçişinde doğrultusunun bazı durumlarda neden değiştiği bazı durumlarda ise neden değişmediğine yönelik tahminlerde bulunacaklardır.

Etkinlik 3

Tahmin Aşaması

Biri sert diğeri yumuşak, yanyana iki yüzey düşünün.

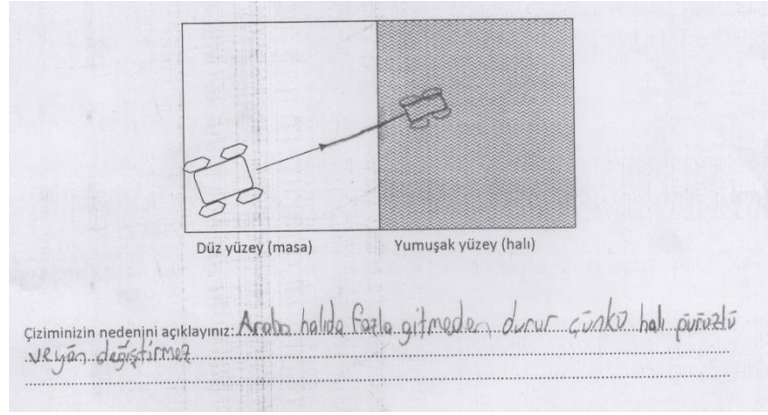
Bu düzende arabayı şekilde gösterildiği gibi iterseniz sizce araba nasıl bir yol izler? Tahmininizi şekil üzerinde çizerek gösteriniz ve açıklayınız.



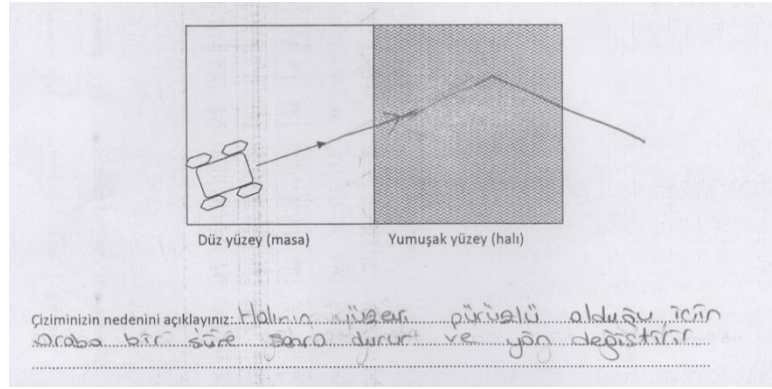
Çiziminizin nedenini açıklayınız:.....
.....
.....

Şekil 4.9: Ders 2 tahmin aşaması öğrencilere dağıtılan çalışma kağıdı (Çalışma kağıdı 3).

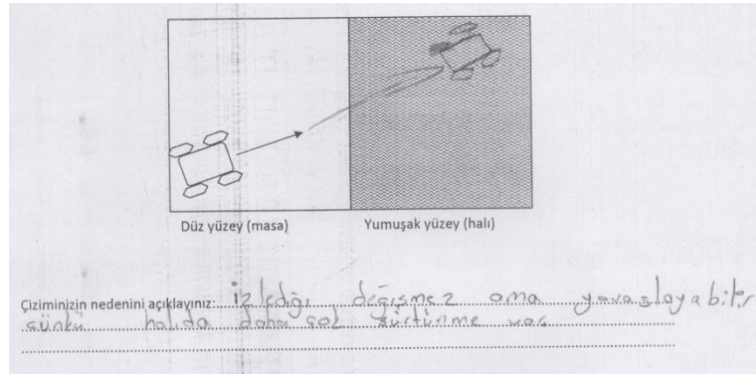
İçerik: Durum çalışmasına dahil edilen öğrencilerin çalışma kağıdına yaptıkları açıklamalar, öğrenci Ö1 ve Ö3'ün belirli bir açıyla gönderilen arabanın yön değiştirmeyeceği, Ö2'nin ise iki yüzeyi geçerken yön değiştirmeyeceği durduktan sonra yön değiştireceği şeklindedir. Bu açıklamalar gözlemlenebilir bir araba hareketine dayanan tahminlerdir. Bu nedenle günlük kavramlardır. Ayrıca arabanın neden düz gideceğine ilişkin neden-sonuç ilişkisi de içerdiklerinden *günlük kavram-deneysel açıklama* olarak nitelendirilebilirler (Şekil 4.10, 4.11 ve 4.12). Bu aşamada öğrencilerin arabanın hareketi ile ışığın hareketi arasında henüz herhangi bir benzerlik kurmadıkları, tahminlerini sadece arabayı düşünerek yaptıkları görülmektedir. Öğrenci Ö3'ün, grup arkadaşlarıyla tartışması sırasında oyuncak arabaları sevdiğini ve zemin değişinde süratının değiştiğini gördüğünü söylemiştir. Bu ifade öğrencinin çalışma kağıdına yazdığı ifadenin günlük kavram- deneysel açıklama kategorisinde yer almasını desteklemektedir (Çizelge 4.9, satır 10).



Şekil 4.10: Öğrenci Ö1 (günlük kavram-deneyssel açıklama).



Şekil 4.11: Öğrenci Ö2 (günlük kavram-deneyssel açıklama).



Şekil 4.12: Öğrenci Ö3 (günlük kavram- deneyssel açıklama)

Yaklaşım ve etkileşim kalıbı: Öğretmen öğrenciler çalışma kağıtlarına cevaplarını yazdıktan sonra grup tartışması yapmalarını istemiştir. Durum çalışmasına dahil edilen öğrencilerin arasında geçen diyalog etkileşimli ve diyalogludur (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.9: Ders 2 tahmin aşaması sınıf tartışması.

Satır	Konuşmacı	Diyalog	Kalıp Kodu
1	Ö1	Fazla gitmeden durur dedim.	Başlangıç
2	Ö2	Ben de durur dedim. Bence de durur.	Cevap
3	Ö3	Ya duracağı bir kesin.	Cevap
4	Ö2	Ama şey ıı bence dümdüz de gidemez.	Geribildirim
5	Ö3	Bence dümdüz gidecek.	Cevap
6	Ö2	Bence gidemez.	Cevap
7	Ö3	Ben biliyorum. Yani neden şekil değiş..ee yön değiştirecek?	Geribildirim
8	Ö1	Biz yön değiştirir demiyoruz ki.	Cevap
9	Ö2	Ben diyorum. Çünkü hani daha zor bir yola girmiş oluyo hani şekil değiştirip hani düz gidemeyeceği için zorlu bir yol olduğundan başka bir yollara sapabilir bence.	Cevap
10	Ö3	Ya ben arabaları çok seviyorum. Evde bir sürü arabam var oynuyorum. Mesela düz böyle normal betondan halıya geçtiği zaman fazla yön değiştirmiyor ama sürati çok fazla düşüyor.	Cevap
11	Ö1	Teker, fazla gitmeden duruyor? Yön değiştirmeden?	Geribildirim
12	Ö3	Ya evet yön değiştirme bence mümkün değil.	Cevap
13	Ö1	Mesela 100 km ile gidiyorsa 25 km ile...	Geribildirim
14	Ö3	Hah. Yavaşlar yani bayağı bir.	Cevap

Çizelge 4.9'daki diyalogta Ö2 dümdüz gitmeyeceğini iddia etmekte, Ö3 ise dümdüz gideceğini söylemektedir. Satır 7'de Ö3, arkadaşı Ö2'ye neden yön değiştireceğini sorarak onun fikrini öğrenmeye ve böylece Ö2'nin cevabını derinleştirmeye çalışmaktadır. Satır 11'de Ö1, Ö3'ün cevabını derinleştirmesi için ona geribildirim vermektedir. Öğrencilerin birbirlerinin cevaplarını derinleştirmeye çalışmaları ve tartışmayı devam ettirmeleri iletişimin etkileşimli/diyaloglu olduğunu, konuşma kalıplarının da B-C-G zinciri şeklinde olduğunu göstermektedir.

Müdahale biçimi: Öğretmenin herhangi bir müdahalesi yoktur.

4.1.5 Ders 2 Gözlem Aşamasından Elde Edilen Bulgular

Aşağıda 2. dersin gözlem aşamasının anlam oluşturma çerçevesi Çizelge 4.10'da verilmektedir.

Çizelge 4.10: Ders 2 gözlem aşaması anlam oluşturma analiz çerçevesi.

Öğretim Amaçları	Bilimsel hikayeyi geliştirme: Kırılma olayının nasıl olduğunu açıklamak için analogiden yararlanmak. Öğrencilerin belirli fikirler ve olgularla ilgili düşüncelerini ortaya çıkarma: Öğrencilerin ışığın kırılmasının nasıl olduğuna ilişkin tahminlerinin doğruluğunu test etmeleri için gözlem yapmalarını sağlamak.
İçerik	Işığın kırılmasının nasıl gerçekleştiğinin araba analogisi ile gözlemlenmesi Deneysel açıklama
Yaklaşım	Etkileşimli/diyalogludan Etkileşimli/otoritere
Etkileşim Kalıbı	Öğretmen-öğrenci B-C-G
Müdahale Biçimi	Fikirleri şekillendirme, fikirleri seçme, anahtar fikirleri işaretleme, öğrencilerin anlamalarını kontrol etme.

Bu bölümde öğretmen öğrencilere bir video izletmektedir. Videoda bir kaç araba önce tamamen pürüzsüz olan bir yüzeyden serbest bırakılmakta ardından arabaların geçtiği yola seviye farkı olmayacak şekilde halıya benzer yumuşak bir yüzey yerleştirilmekte ve arabalar önce pürüzsüz yüzeyden ardından yumuşak yüzeyden geçmektedir. Bu sırada arabaların doğrultularındaki değişim öğrenciler tarafından izlenmiştir. Öğrenciler gözlemlerini gözlem kağıdına çizmişlerdir ve gözlem sonuçlarını sınıf ortamında tartışmışlardır.

Amaç: Gözlem bölümündeki amaç, öğrencilerin arabanın iki yüzeyden geçişi sırasında nasıl bir doğrultu izleyeceğini ilişkin tahminlerinin doğruluğunu test etmelerini sağlamaktır. Araba analogisi öğrencilere izlettirilerek ışığın kırılması ile benzerlik kurulması böylece bilimsel hikayenin gelişiminin devam ettirilmesi amaçlanmıştır.

İçerik: Öğrenciler arabanın hareketini izleyerek deneysel açıklamalar yapmışlardır. Ö1 doğrultu değişimini halının pürüzlü oluşuyla açıklamıştır. Ö2 ışığın sudaki hareketine benzetmiştir fakat videodaki ortamlar için ‘...saydam olmayan ortamdan saydam ortama geçmiş olduğu için olabilir.’ ifadesini yazmıştır. Ö2’nin bu ifadesi ders sırasında söz almasıyla anlaşılır hale gelmiştir. Ö2 sınıf içi tartışmada söz olarak ‘Ee kırılma normalde saydam bir ortamdan başka bir saydam ortama geçince oluyordu. Ee bunların ikisi de saydam değil. Saydam olmayan bir ortamdan başka bir saydam olmayan ortama geçince de doğrultusu değişmiş olabilir.’ demiştir. Yani Ö2, çalışma kağıdında yanlış ifade ettiği cümleyi söz alarak doğru bir şekilde söylemiştir. Ve Ö2’nin bu ifadesi, arabanın hareketini ışığın hareketiyle ilişkilendirdiğinin bir göstergesidir. Ö3 ise videoda gözlemlediği durumu ifade etmiştir. Neden olduğuna ilişkin bir açıklamada bulunmamıştır. Bu öğrencilerden Ö1 ve Ö2 arabanın yön değiştirme sebebini gözlemsel verilerden yola çıkarak açıkladıkları için yazdıkları ifadeler deneysel açıklamadır. Ö3’ün açıklaması ise neden-sonuç ilişkisi içermeyip sadece arabanın doğrultusunun değiştiğini ifade ettiği için deneysel tanımlamadır (Şekil 4.13, 4.14 ve 4.15).

Arabaların doğrultusu değişti mi?

Evet Hayır

Nedenini açıklayınız: sürtkü hali pürüzlü buana için yön değiştirir

Şekil 4.13: Öğrenci Ö1 (deneysel açıklama).

Arabaların doğrultusu değişti mi?

Evet Hayır

Nedenini açıklayınız: Çünkü aynı suda olduğu gibi buda saydam olmayan bir ortamdan başka bir saydam ortama geçmiş olduğu için olabilir.

Şekil 4.14: Öğrenci Ö2 (deneysel açıklama).

Arabaların doğrultusu değişti mi?

Evet Hayır

Nedenini açıklayınız: Araba hızla geldiği zaman doğrultusu
biraz değişti.

Şekil 4.15: Öğrenci Ö3 (deneysel tanımlama).

Yaklaşım ve Etkileşim Kalıbı: Aşağıdaki diyalog tüm sınıf tartışmasından alınan bir kısma aittir. Bu diyalogta öğretmen ve öğrenciler arasında etkileşimli/diyaloglu bir iletişim vardır (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.11: Ders 2 gözlem aşaması sınıf tartışması.

Satır	Konuşmacı	Diyalog	Kalıp Kodu
1	S	Peki o zaman. Fikirlerinizi merak ediyorum. Mesela Ö11'in fikrini merak ediyorum.	Başlangıç
2	Ö11	Arabanın doğrultusu değişti hocam. Çünkü ortam değişti.	Cevap
3	S	Ortam evet. Ortamın değişikliği nasıl bir etki yapmış olabilir?	Geribildirim
4	Ö11	Hocam yönünü değiştirmiştir.	Cevap
5	S	Yönünü değiştiriyor. Peki Ö11 gibi düşünen var mı? Ö4?	Geribildirim
6	Ö4	Araba yüzey değiştirdiği zaman doğrultusu biraz daha ışık gibi kırılıyor.	Cevap
7	S	Işığa benziyor bu açıdan diyorsun. Başka?	Geribildirim

Görüldüğü üzere öğretmen ile Ö11 ve Ö4 arasında etkileşimli ve diyaloglu bir iletişim vardır. Öğretmen farklı fikirleri duymaya çalıştığı için diyaloglu, öğrenciler tartışmaya katıldığı için de etkileşimli bir iletişim ortamı vardır.

Müdahale biçimi: Öğretmen öğrencilerin gözlemlerinde ortamların farklı özellikte olduklarına odaklanmalarını istemektedir. Öğretmenin öğrencilerin fikirlerini bu yöne doğru nasıl şekillendirdiğine ilişkin diyalog verilmiştir (Çizelge 4.12). Bu diyalogta temel fikir, yüzeylerdeki farklılık nedeniyle sürtünme olması ve bu sürtünmenin de arabanın yavaşlamasına yol açması, arabanın yavaşlamasının da doğruyu değiştirmesini sağlaması üzerinedir. Öğretmen satır 4, 6 ve 8'de farklı öğrencilere söz vermiştir. Onları da tartışmaya dahil ederek etkileşimli ve diyaloglu

bir atmosfer oluşturmuştur fakat aynı zaman da öğretmenin biraz otoriter bir tavrı da mevcuttur. Satır 6'da öğretmenin '*Sürtünmeyi artırıyor olabilir. Peki sürtünme artarsa ne olabilir acaba?*' şeklindeki sorusu öğrencileri sürtünme nedeniyle arabanın yavaşlaması ve doğrultu değiştirmesine yol açması fikrine doğru yönlendirmektedir (Çizelge 4.12). Bu soruyla öğretmen hem fikirleri seçmekte hem de şekillendirmektedir. Öğretmen farklı fikirleri dinliyor gibi görünmekle beraber ulaşmaya çalıştığı nokta itibariyle otoriteyi de elinde bulundurduğu söylenebilir.

Çizelge 4.12: Ders 2 gözlem aşaması sınıf tartışması.

Satır	Konuşmacı	Diyalog	Kalıp Kodu
1	Ö6	Bence hocam yüzey girintili çıkıntılıydı. Araba sürtünme kuvvetinden dolayı işi zorlaştı. Yani yüzey değiştiğinde şöyle onu yine cam da olabilir. Yine camda da değiştirebilirdi ama bence sadece yüzeyinden değil yüzeydeki, yüzeyin maddesinden olabilir.	Cevap
2	A	O madde nasıl bir yapıda?	Geribildirim
3	Ö6	Böyle hocam girintili çıkıntılı.	Cevap
4	A	Girintili çıkıntılı. O nasıl bir etki yapıyor olabilir? Girinti çıkıntı? Ö15?	Geribildirim
5	Ö15	Sürtünme kuvvetini artıyordu.	Cevap
6	A	Sürtünmeyi artırıyor olabilir. Peki sürtünme artarsa ne olabilir acaba? Ö1?	Geribildirim
7	Ö1	Araba yavaşlar.	Cevap
8	A	Yavaşlayabilir. Güzel. Yavaşlaması neye yol açıyor o zaman? Ö9?	Geribildirim
9	Ö9	Eğri büğrü yollarda hani doğrultuyu değiştirmesine yol açabilir.	Cevap

Bu diyalog, açıklama aşaması için uygun zemini hazırlamıştır. Öğrenciler öğretmenin de yönlendirmesiyle arabanın hareketinin sürtünme nedeniyle yavaşladığını bu yavaşlamanın da doğrultu değiştirmeye neden olduğu sonucuna varmışlardır. Arabanın doğrultu değiştirme hareketi deneysel açıklama düzeyindedir. Öğretmen öğrencilerin anlamalarını deneysel açıklama düzeyinden kuramsal açıklamaya doğru yönlendirmektedir.

4.1.6 Ders 2 Açıklama Aşamasından Elde Edilen Bulgular

Aşağıda 2. dersin açıklama aşamasının anlam oluşturma çerçevesi Çizelge 4.13'de verilmektedir.

Çizelge 4.13: Ders 2 açıklama aşaması anlam oluşturma analiz çerçevesi.

Öğretim Amaçları	Bilimsel hikayeyi geliştirme: Kırılma olayının nasıl olduğunu açıklamak için analogiden yararlanmak.
İçerik	Işığın kırılmasının nasıl gerçekleştiğinin araba analogisi ile açıklanması Deneysel açıklamadan kuramsal açıklama ve kuramsal genellemeye
Yaklaşım	Etkileşimli/Otoriter
Etkileşim Kalıbı	Öğretmen-öğrenci B-C-B üçlemesi
Müdahale Biçimi	Fikirleri şekillendirme, fikirleri seçme, anahtar fikirleri işaretleme, öğrencilerin anlamalarını kontrol etme.

Bu aşamada öğretmen kırılma olayının nasıl gerçekleştiğini araba analogisini detaylı bir şekilde anlatarak ifade etmektedir.

Amaç: Öğretmen araba ile ışığın yapısı arasında benzerlik kurarak, ışığın neden kırıldığını sosyal düzlemde öğrencilerine aktarmayı amaçlamıştır. Böylece kırılma kavramının deneysel tanımlamadan kuramsal açıklama ve kuramsal genelleme düzeyine gelmesi istenmektedir. Bu aşamalardan geçerek bilimsel hikaye geliştirilmektedir.

İçerik: Araba analogisi günlük hayatta gözlemlenebilen bir durumdan yola çıkarak ışığın yapısının anlaşılmasını sağlayan bir benzeşimdir. Bu benzeşimde arabanın hareketi sırasında neden doğrultusunun değiştiğinin açıklanması, deneysel açıklamadır. Işığın yapısının bu harekete benzetilmesiyle iki durum arasında bir köprü kurulmuştur. Öğretmenin ışığın doğrultusunun neden değiştiğini açıklaması ise kuramsal açıklamadır. Çünkü ışığın yapısı gözlemlenebilir nitelikte değildir.

Öğretmen: *Evet işte ışıktaki da aynı videoda olduğu gibi ışık ışınları belirli bir açıyla girdiği zaman ışığın belli bir genişliği var. İki kenarı var. Kenarlardan bir tanesi daha önce girdiği için 300.000 km/s değil daha düşük bir hızla hareket ediyor suyun içinde. Diğer kenarsa hala aynı sürata sahip olduğu için diğer kenarı bunun doğrultu değiştirmesine yol açıyor. Ve ışık bu nedenle havadan suya geçiş yaparken doğrultusu değişiyor ve kırılıyor.*

Öğretmen, ışığın da araba gibi bir genişliği ve kenarları olduğunu söyleyerek araba ile gözlemsel bilgiler açısından ortak nokta oluşturmaktadır. Böylece içerik,

deneysellikten kuramsallığa doğru yönelmektedir. Öğretmenin bu ifadesi, ışığın havadan suya girerken doğrultusunun değişiminin sebebini açıkladığından kuramsal bir açıklamadır.

Öğretmen: *Yani şöyle diyebilir miyim, ışık saydam bir ortamdan başka saydam bir ortama belirli bir açıyla girerken hızı değiştiği için doğrultusu değişmektedir.*

Öğretmenin bu ifadesi ise ışığın hareketini tüm saydam ortamlar için açıkladığından kuramsal genellemedir.

Yaklaşım ve Etkileşim kalıbı: Öğretmen bu aşamada kontrolü eline almış durumdadır. Öğretmenin arabanın tekerlekleriyle ilgili sorularında hiçbir değerlendirmede bulunmamasına karşın öğrencileri belirli bir cevaba doğru yönlendirdiği görülmektedir.

4.1.7 Ders 3 Tahmin Aşamasından Elde Edilen Bulgular

Aşağıda 3. dersin tahmin aşamasının anlam oluşturma çerçevesi Çizelge 4.14'de verilmektedir.

Çizelge 4.14: Ders 3 tahmin aşaması anlam oluşturma analiz çerçevesi.

Öğretim Amaçları	Öğrencilerin bilimsel anlamlarla çalışmalarına rehberlik etme ve içselleştirmeyi destekleme Bilimsel görüşü kullanmaları ve kullanımını genişletmeleri için rehberlik etme Öğrencilerin görüşlerini ve belirli fikirler/ olgularla ilgili anlayışlarını derinlemesine inceleme
İçerik	Işığın kırılması kavramının yeni durumlara uygulanması, Bilimsel kavram- deneysel tanımlama
Yaklaşım	Etkileşimli/diyaloglu
Etkileşim Kalıbı	Öğrenci- öğrenci B-C-G, öğretmen-öğrenci B-C-G
Müdahale Biçimi	Yok

Tahmin aşamasında öğrencilere çalışma kağıdı dağıtılmıştır (Şekil 4.16). Çalışma kağıdında içinde su ve yağ bulunan bir kap resmi verilmiştir. Kabin üzerinden dik olmayacak şekilde bir lazer ışını tutulmaktadır. Lazer ışınının nasıl bir

yol izleyeceği sorulmuştur. Öğrencilerden tahminlerini kağıda yazmaları ardından grup arkadaşlarıyla tartışmaları istenmiştir.

Bir kap içine bir miktar su dökünüz. Üzerine ise sıvı yağ dökünüz. Yağ ve suyun iyice ayrışması için belli bir süre bekleyiniz.

Kabın üzerinden şekildeki gibi lazer ışını tutulduğunda ışık sizce nasıl bir yol izler? Şekil üzerinde çizerek gösteriniz ve nedenini açıklayınız.

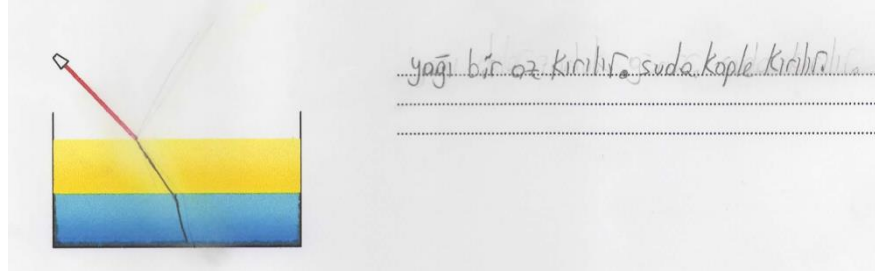
Tahmin aşaması



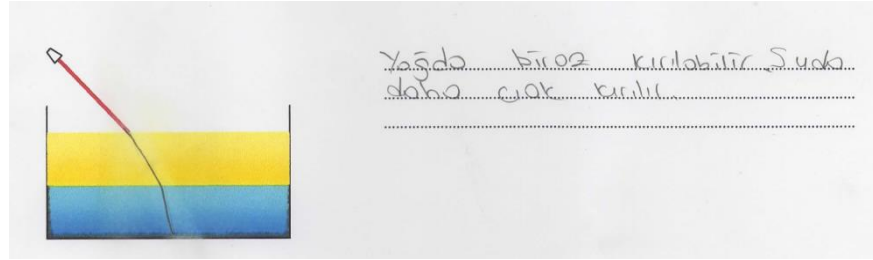
Şekil 4.16: Ders 3 tahmin aşaması öğrencilere dağıtılan çalışma kağıdı (Çalışma kağıdı 5).

Amaç: Bu derste yapılacak olan tahmin-gözlem -açıklama etkinlikleri öğrencilerin bilimsel anlamlarla çalışmalarına rehberlik etmeyi ve öğrendikleri yeni bilimsel anlamaları içselleştirmelerini desteklemeyi hedeflemektedir. Tahmin aşamasında öğrencilerin yeni bilimsel anlamlarla ilgili düşünceleri, konuşmaları için grup çalışması fırsatı oluşturulmuştur. Öğrenciler kırılma kavramını ve ışığın farklı saydam ortamlardan geçişinde doğrultusunun değişmesinin sebebini araba benzeşimi ile açıklamayı öğrenmiş durumdadırlar. Bu derste tahmin aşamasında öğrencilerin öğrendikleri bu kavramı yeni durumlarda kullanması ve içselleştirmesi beklenmektedir.

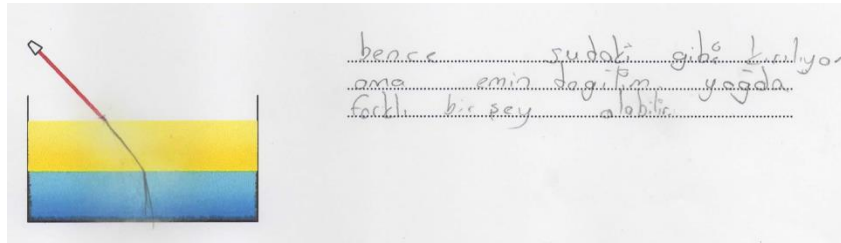
İçerik: Durum çalışmasına dahil edilen öğrencilerin çalışma kağıdına yaptıkları açıklamalarda Ö1 ve Ö2, yağda ve suda kırılacağını, suda yağa göre daha çok kırılacağını söylemişlerdir. Ö3 ise suda kırılacağını ama yağda başka bir şey olabileceğini söylemiştir. Öğrencilerin kırılma kavramını kullandıkları için yazdıkları ifadeler bilimsel kavramlardır. Gözlemlenebilir özelliktedir. Bu nedenle deneyseldir. Neden- sonuç ilişkisine dayanmadığı için tanımlamadır (Şekil 4.17, 4.18 ve 4.19).



Şekil 4.17: Öğrenci Ö1 (bilimsel kavram-deneyssel tanımlama).



Şekil 4.18: Öğrenci Ö2 (bilimsel kavram-deneyssel tanımlama).



Şekil 4.19: Öğrenci Ö3 (bilimsel kavram-deneyssel tanımlama).

Yaklaşım ve Etkileşim Kalıbı: Öğretmen öğrenciler çalışma kağıtlarına cevaplarını yazdıktan sonra grup tartışması yapmalarını istemiştir. Durum çalışmasına dahil edilen öğrenciler etkileşimli ve diyaloglu bir konuşma yapmışlardır. Öğrenciler lazer ışınının suda kırılacağı konusunda aynı fikre sahiptirler ama yağda ne olacağı konusunda kararsız kalmışlardır. Ö1 ve Ö3 yağda kırılmayabileceğini, Ö2 ise kırılabileceğini söylemiştir. Gruptaki öğrenciler tartışmaya katıldığı için konuşma etkileşimlidir. Farklı fikirler dinlendiği için diyaloglu bir tartışma olmuştur. Öğrencilerin grup tartışması bittikten sonra sınıfça tartışmaları da etkileşimli/diyaloglu bir ortamda gerçekleşmiştir (Çizelge 4.15).

Çizelge 4.15: Ders 3 tahmin aşaması grup tartışması.

Satır	Konuşmacı	Diyalog	Kalıp Kodu
1	Ö2	Himm ne olabilir?	Başlangıç
2	Ö3	Kırılıyor.	Cevap
3	Ö2	Nereden bildin?	Geribildirim
4	Ö3	Yağ olmasa da suya çarptığında yine kırılacak.	Cevap
5	Ö2	Bu sefer yağ var. Ee yağ var üstünde.	Geribildirim
6	Ö3	Tamam ama yine kırılacak.	Cevap
7	Ö2	Ben de kırılır dedim ama emin değilim.	Geribildirim
8	Ö3	Kırılır da bence yağda kırılmayacak suda kırılacak gibime geliyor. Ya bence yağda pek kırılma olmayacak. Yağda aynı doğrultuda gidecek. Suya geçtiği zaman yani bir kırılma bekliyorum yani tahminlerim o yönde. Anıl?	Cevap
9	Ö1	Ben de senin düşündüğün gibi düşünüyorum. Bence de yağda kırılmaz. Suya geçince kırılır.	Geribildirim

Çizelge 4.16: Ders 3 tahmin aşaması sınıf tartışması.

Satır	Konuşmacı	Diyalog	Kalıp Kodu
1	A	Peki neler düşünüyorsunuz çocuklar? Birbirimizle paylaşalım, neler düşünüyorsunuz? Evet sizden başlayalım.	Başlangıç
2	Ö3	Hocam bizce yani suda olacağı kadar kırılmasa yağda bir miktar kırılacak suya gelince daha da bir kırılma olacak.	Cevap
3	A	Peki yağda neden kırılacağını düşünüyorsunuz?	Geribildirim
4	Ö3	Hocam çünkü yağda da bir sürtünme olacağını düşünüyoruz. Yani nasıl ki halıda sürtünme var düz yüzeyde de sürtünme var. Ama halıdaki düzey yüzeye göre daha yüksek miktarda sürtünme var. Ya onun gibi.	Cevap
5	A	O sürtünme neye yol açabilir sence?	Geribildirim
6	Ö3	O sürtünme hocam ya yavaşlamasına yani bir bölümün daha yavaş bir bölümün daha hızlı olmasına..	Cevap
7	Ö5	Denge kaybı olmasına yol açıyor.	Cevap
8	Ö3	Hah evet işte denge kaybı, ya yön, doğrultu değişikliğine neden olabilir. Evet hocam.	Cevap
9	A	Neden olabilir diye düşünüyorsun. Aynı gruptasınız Ö1, farklı mı düşünüyorsun?	Geribildirim- Başlangıç
10	Ö1	Hayır. Hocam yağda biraz kırılmasının sebebi yağ da sıvı onun için kırılabilir.	Cevap

Sınıf tartışmasında da öğretmen ile öğrenciler arasında etkileşimli ve diyaloglu bir ortam vardır. Öğretmen bu aşamada öğrencilerin bir önceki derste öğrendikleri bilimsel kavramları kullanmaları için sorular sormaktadır (Çizelge 4.16, Satır 5). Öğretmen öğrencilerin bilimsel kavramları kullanırken yeni durumla ilgili düşüncelerini öğrenmeye çalışmakta bu sebeple öğrenci cevaplarına herhangi bir

değerlendirme yapmamaktadır. Konuşmalar etkileşimli ve diyaloglu bir ortamda olduğu için öğrenci-öğrenci ve öğretmen-öğrenci konuşmaları B-C-G zincirleri ile sürmektedir.

Müdahale biçimi: Öğretmenin herhangi bir müdahalesi yoktur.

4.1.8 Ders 3 Gözlem Aşamasından Elde Edilen Bulgular

Aşağıda 3. dersin gözlem aşamasının anlam oluşturma çerçevesi Çizelge 4.17'de verilmektedir.

Çizelge 4.17: Ders 3 gözlem aşaması anlam oluşturma analiz çerçevesi.

Öğretim Amaçları	Öğrencilerin bilimsel anlamlarla çalışmalarına rehberlik etme ve içselleştirmeyi destekleme Öğrencilerin görüşlerini ve belirli fikirler/ olgularla ilgili anlayışlarını derinlemesine inceleme Bilimsel görüşü kullanmaları ve kullanımını genişletmeleri için rehberlik etme Öğrencilerin su ve yağda ışığın nasıl davranacağına ilişkin tahminlerinin doğruluğunu test etmeleri için gözlem yapmalarını sağlamak.
İçerik	Kuramsal açıklama
Yaklaşım	Etkileşimli/diyalogludan Etkileşimli/otoritere
Etkileşim Kalıbı	Öğretmen-öğrenci B-C-G öğrenci - Öğrenci B-C-G
Müdahale Biçimi	Fikirleri şekillendirme, anahtar fikirleri işaretleme

Bu aşamada öğretmen gruplara içinde yağ ve su olan şeffaf plastik kaplar ve lazer ışını dağıtılmıştır. Öğrencilerden lazer ışınını çalışma kağıdında gösterildiği gibi eğik tutarak gözlem yapmaları istenmiştir. Öğrenciler gözlemlerini çalışma kağıtlarına çizmişlerdir (Şekil 4.20).

Gözlem aşaması

Kaba lazer ışını üstteki şekildeki gibi tutun. Işının nasıl bir yol izlediğini gözlemleyin ve gözleminizi çizin.



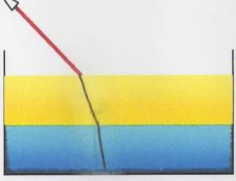
Lazer ışınının neden böyle bir yol izlediğini bir önceki etkinlikteki tekerleklerin hareketi ile benzerlik kurarak açıklayınız.

.....
.....
.....

Şekil 4.20: Ders 3 gözlem aşaması öğrencilere dağıtılan çalışma kağıdı (Çalışma kağıdı 5).

Amaç: Öğrencilerin gözlem yaparak, gözlem sonuçları ile tahminlerini kıyaslamalarını sağlamaktır. Bu kıyaslamayı yaparken öğrendikleri bilimsel kavramları kullanmalarını beklenmektedir. Böylece öğrencilerin kırılma kavramını içselleştirmeye başlayıp başlamadıkları görülebilecektir.

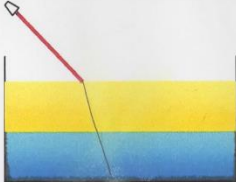
İçerik: Öğrenciler ışığın su ve yağda kırıldığını, yağda suya göre biraz daha fazla kırıldığını gözlemlemişlerdir. Yaptıkları açıklamalarda öğrendikleri bilimsel kavram olan kırılma kavramını kullanmışlardır. Ayrıca ışığın kırılmasını araba benzeşimi ile açıklamışlardır. Öğrencilerin gözlemlerini çizdikleri şekiller, tahminlerine göre çok az farklılık içermektedirler. Örneğin Ö2'nin çiziminde yağdan suya geçerken herhangi bir kırılma yokmuş gibi görünmektedir. Aslında öğrenciler, yağdan suya geçerken kırılmanın çok az olduğunu gözlemledikleri için kırılmanın azlığını gösterebilmek adına bu şekilde çizimler yapmışlardır. Öğrenciler açıklamalarında ışığın su ve yağda neden kırıldığını ışığın hızının değişmesiyle açıkladıkları, araba benzeşiminden yararlandıkları için açıklamaları kuramsal açıklamalardır. Öğrendikleri bilimsel kavramı kullandıkları için de bilimsel kavram kategorisindedir.



Lazer ışınının neden böyle bir yol izlediğini bir önceki etkinlikteki tekerleklerin hareketi ile benzerlik kurarak açıklayınız.

arabamın sol tekerleği gibi burdada ilk sağdaki ışın giriyor sonra bunun için soldaki ışın sağa girer bunun için kırılma olur.

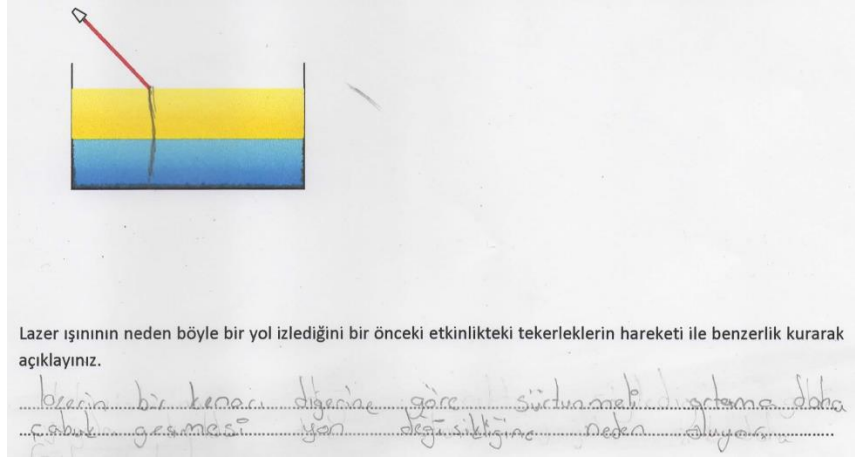
Şekil 4.21: Öğrenci Ö1 (bilimsel kavram-kuramsal açıklama).



Lazer ışınının neden böyle bir yol izlediğini bir önceki etkinlikteki tekerleklerin hareketi ile benzerlik kurarak açıklayınız.

ışığın sadece bir ışıkta değil daha fazla ışık topladığını bu nedenle bir araçla giderseniz ilk bir kenardaki ışığın aynı şekilde yönlenmesi diğer tarafta hızlı olması nedeniyle doğrultusu değişti.

Şekil 4.22: Öğrenci Ö2 (bilimsel kavram-kuramsal açıklama).



Şekil 4.23: Öğrenci Ö3 (bilimsel kavram-kuramsal açıklama).

Yaklaşım ve Etkileşim Kalıbı: Öğrencilerin kendi aralarında gözlem sırasında yaptıkları konuşmalar etkileşimli ve diyalogludur. Öğrencilerin gözlemi sırasında öğretmen grubun yanına geldiğinde öğrencilere yönlendirici soru sormuştur. Öğrenciler tahmin aşamasında yağda dağılabileceğini ya da kırılma olmayacağını düşünmüş olduklarından öğretmen özellikle yağda dağılma olmadığına kırılma olduğuna öğrencilerin dikkat etmesi için yönlendirici soru sormuştur (Çizelge 4.18, Satır 6, 13 ve 15). Bu anlamda genel olarak etkileşimli/ diyaloglu olan ortamda öğretmenin küçük otoriter müdahaleleri bulunduğu söylenebilir.

Müdahale Biçimi: Öğretmen öğrencilerin gözlemlerinde ışığın yağda dağılmayacağını görmelerini istemektedir. Bu nedenle grup gözlem yaparken yönlendirici sorular sormuştur. Öğretmen öğrencilere doğrudan ne gözlemlerini gerektiğini söylememiş sadece dikkat etmeleri gereken noktayla ilgili sorular sormuştur. Diyalogun sonunda ise 'Dağılma oldu mu yani?' şeklindeki sorusu ile öğrencilerin tahminleri ile gözlemleri arasında bir farklılık olup olmadığına dikkat etmelerini istemiştir. Öğretmen bu sorularıyla fikirleri şekillendirmeye ve anahtar fikir olan 'yağda kırılma'yı da işaretlemeye çalışmaktadır.

Çizelge 4.18:Ders 3 gözlem aşaması sınıf tartışması.

Satır	Konuşmacı	Diyalog	Kalıp Kodu
1	Ö2	Bak yağdan geçerken kırılmıyor. Buradan buraya geçerken kırılıyor.	-
2	Ö3	Bir dakika (lazeri eline alıyor.) Doğrultusu değişiyor. Bak doğrultusu burada böyle geliyor...	-
3	Ö2	(Ö2 sözünü kesiyor) Sonra buradan kırılıyor.	-
4	Ö3	Böyle yol alıp buraya gelmesi gerekiyor. Böyle kırılıyor sonra iyice aşağı iniyor. Bak tam kırılma noktasına bak.	-
5	Ö2	Kırılıyor çok belli oluyor.	
6	A	Kırılma var mı yağdan sonra?	Başlangıç
7	Ö3	Hocam yağdan sonra evet var.	Cevap
8	A	Çok az bir miktar da olsa var galiba değil mi?	Geribildirim
9	Ö2	Evet. Suyu geçerken daha az.	Cevap
10	A	Evet. Açığı biraz değiştiriyorsun. Açığı değiştir belki daha güzel görürüz. Şuradan tut, şuradan tutmaya çalış (Ö3'e söylüyor.)	Geribildirim
11	Ö2	Bayağı belli oluyor hocam. Sudan daha çok belli oldu burada.	Cevap
12	Ö1	Hocam suda hiç kırılmıyor neredeyse.	Cevap
13	A	Evet. Suyla yağ arasındaki farkı çok azmış gibi görünüyor değil mi şu an?	Geribildirim
14	Ö3	Evet ama yağda daha çok kırılıyor.	Cevap
15	A	Evet. Güzel. Dağılma oldu mu yani?	Geribildirim
16		Grup üyeleri hepsi yok diyor.	

4.1.9 Ders 3 Açıklama Aşamasından Elde Edilen Bulgular

Aşağıda 3. dersin açıklama aşamasının anlam oluşturma çerçevesi Çizelge 4.19'da verilmektedir. Öğretmen bu bölümde öğrencilerin neler gözlemlediklerini sınıfa sunmalarını istemiştir. Gözlemlerini araba benzeşimi ve öğrendikleri bilimsel kavramları kullanarak anlatmalarını istemiştir.

Amaç: Açıklama bölümündeki amaç, öğrencilerin gözlemledikleri durumu öğrendikleri bilimsel kavramlarla ifade edebilmelerini sağlamaktır. Böylece öğrencilerin tahmin aşamasındaki deneysel tanımlamalarının kuramsal açıklamaya dönüşmesi istenmektedir. Aynı zaman da öğrencilerin öğretmenin rehberliğinde bilimsel kavramları içselleştirmeleri desteklenmektedir.

Çizelge 4.19: Ders 3 açıklama aşaması anlam oluşturma analiz çerçevesi.

Öğretim Amaçları	Öğrencilerin bilimsel anlamlarla çalışmalarına rehberlik etme ve içselleştirmeyi destekleme Bilimsel görüşü kullanmaları ve kullanımını genişletmeleri için rehberlik etme
İçerik	Öğrencilerin görüşlerini ve belirli fikirler/ olgularla ilgili anlayışlarını derinlemesine inceleme Öğrencilerin su ve yağda ışığın izlediği yolu öğrendikleri kavramlarla açıklamalarını sağlamak
Yaklaşım	Işığın farklı ortamlarda kırılmasının nasıl gerçekleştiğinin araba benzeşimi ile açıklanması Deneysel açıklamadan kuramsal açıklamaya
Etkileşim Kalıbı	Etkileşimli/Otoriter
Etkileşim Kalıbı	Öğretmen-öğrenci B-C-G
Müdahale Biçimi	Fikirleri şekillendirme, fikirleri seçme, anahtar fikirleri işaretleme, fikirleri paylaşma, öğrencilerin anlamalarını kontrol etme, gözden geçirme.

İçerik: Bu aşamada öğrenciler açıklamalarını sınıf ortamında sunmuşlardır. Öğrenciler su ve yağda ışığın hareketini araba benzerliği ile rahatça ifade edebilmişlerdir. Öğrencilerin araba ile benzerlik kurmaları deneysel açıklamadır. Fakat öğrenciler, arabadan yola çıkarak ışığın hızının da değiştiğinden söz etmişlerdir. Bu nedenle açıklamaları kuramsal açıklamadır. Örneğin öğrenci Ö2 derste söz olarak araba ile kurduğu benzerliği anlatmıştır. Benzer olarak Ö5 de kuramsal açıklama yapmıştır. Bu dersin açıklama aşamasında öğrenciler, yeterli bilimsel açıklamaları yaptıkları için öğretmen herhangi bir açıklama yapmamıştır.

Ö2: *İlk başta araba deneyi ile başladık. Araba deneyinde bir sert yüzeyden yumuşak yüzeye arabayı ittiğimizde ilk sol tekerlek girdiği için sürtünme nedeniyle ilk o yavaşladığı için diğer hızlı olan tekerlek doğrultusunu değiştirdiği için kırılmış oldu. Sonra bunların arasında benzerlik kurmaya çalıştık. Suyla arabayla ilgili. Ee siz, ışının da biz bir tek gördüğümüz halde daha farklı ışıklardan oluştuğunu söylediniz. Bu nedenle suya girerken de bir kenardaki ışının ilk suya girmesi diğer ışından daha önce olduğu için kırıldığını söylediniz. En son da bu yağ ile ilgili yaptık. Bu yağ da suyla aynı şey, mantıkta işliyordu, yine kenardaki ışık önce girdiği için diğer kenardaki ışıktan kırılıyordu. (Kuramsal açıklama)*

Ö5: *Hocam burada da yağa girişinde yine aynısı, ilk giren ışın köşesi, diğer köşesine göre daha şey olacak daha yavaş girecek. O da hızlı geldiği için o hızlı dönmesi kırılmasına sebep olacak. Ama öğretmenim başka bir şey*

söyleyeceğim, öğretmenim şimdi hani burada ışık yağdan suya geçmesi var ya. Hocam burada arabayla bir farklılık yok, şu nedenden dolayı orada daha çok açılıyor hocam yağda daha da açılıyor. (Kuramsal açıklama)

Yaklaşım ve Etkileşim Kalıbı: Öğretmen bu aşamada öğrencilerin gözlemlerini açıklamakta herhangi bir zorluk yaşadıklarını görmemiştir. Bu nedenle öğretmen otoriter ve etkileşimsiz olarak kuramsal bir açıklama yapmamıştır. Bu açıklamayı öğrencilere bırakmıştır. Öğretmen gerekli gördüğü yerlerde bazı yönlendirici sorular sormuştur (Satır 3, 5, 7 ve 9). Çünkü ulaştırmaya çalıştığı bir hedef vardır. Genel olarak etkileşimli/otoriter bir ortamda tartışma yapılmıştır. Ortam otoriter olsa da konuşma kalıplarının B-C-G zinciri şeklinde olduğu görülmektedir.

Müdahale Biçimi: Öğretmen yönlendirici bir soruyla tartışmayı açmıştır (Çizelge 4.20, Satır 1). Böyle yaparak öğrencilerin fikirlerini şekillendirmeye çalıştığı söylenebilir. Öğrenciler başka bir ortama girdiği için kırılma olduğunu söylediklerinde öğretmen bu kırılmanın sebebini açıklayabilmeleri için daha derinleştiren sorular sormuştur (Çizelge 4.20, Satır 5). Bir öğrenci kırılmanın sebebini basınç olarak söylediğinde doğrudan bir değerlendirme yapmamış, tüm sınıfa *'Basınç...Basınçtan hiç bahsettik mi? Basınç olabilir mi acaba?'* diye sorarak aslında bu cevabın uygun olmadığına işaret etmeye ve fikirleri seçmeye çalışmıştır. Bu soruyla öğretmen öğrencileri adım adım bilimsel açıklamaya doğru sürüklemektedir. Öğretmen soruyu tekrar yineleyerek öğrencilerin neye dikkat etmesi gerektiğine bir kez daha vurgu yapmıştır ve öğrencilerin anlamalarını kontrol etmeye devam etmiştir (Çizelge 4.20, Satır 9). Öğretmen öğrencilerden yeterince bilimsel cevap aldıktan sonra *'Güzel peki toparlayalım mı? Bir kişi tekrar bütün öğrendiğimiz kavramları kullanarak anlatabilir mi?'* diye sorarak, öğrendiklerin gözden geçirilmesini amaçlamıştır.

Çizelge 4.20: Ders 3 açıklama aşaması sınıf tartışması.

Satır	Konuşmacı	Diyalog	Kalıp Kodu
1	A	Peki şimdi sizden bir şey isteyeceğim. Bu öğrendiğimiz kavramları kullanarak yağ ve su ikisini, araba analogisine benzeterek açıklamak isteyen var mı? Ö15?	Başlangıç
2	Ö15	İkisi de hareket ediyor fakat başka ortamlara girince doğrultu değiştiriyorlar. Bu ikisinin benzerlikleri çok fazla. Başka ortama girince hareket değiştirdiklerini söyleyebilirim.	Cevap
3	A	Neden hareketleri değişiyor peki? Bunu söyleyebilir misin?	Geribildirim
4	Ö15	Başka bir ortama giriyor çünkü.	Cevap
5	A	Başka bir ortam nasıl bir etki yapıyor ışığa?	Geribildirim
6	Ö15	Ee ışığa, kırılma etkisi yapıyor.	Cevap
7	A	O kırılmanın sebebi ne olabilir?	Geribildirim
8	Ö13	Basınç olabilir mi?	Cevap
9	A	Basınç...Basınçtan hiç bahsettik mi? Basınç olabilir mi acaba? Soruyu tekrar söylüyorum. Hava ve yağ için düşünelim. Havadan yağa geçerken ne gerçekleşiyor? Bunu araba benzetmesiyle anlatabilecek var mı diye soruyorum. Ya da doğrudan ışığın kendisinden anlatın o da olabilir. Evet Ö2?	Başlangıç
10	Ö2	Işık ışını, diğer ışına göre daha önce sürtünmeye uğradığı için daha yavaşlayacak. Bu nedenle diğeri hızlı olduğu için bu sefer o diğeri, o bir doğrultusunu değiştirecek bu nedenle kırılmış olacak.	Cevap
11	A	Doğrultusu değiştiği için. Peki doğrultusunun değişmesi hızına bağlı dedin.	Geribildirim
12	Ö2	Evet, hızına bağlı.	Cevap

4.1.10 Ders 4 Tahmin-1 Aşamasından Elde Edilen Bulgular

Aşağıda 4. dersin tahmin-1 aşamasının anlam oluşturma çerçevesi Çizelge 4.21'de verilmektedir.

Çizelge 4.21: Ders 4 tahmin-1 aşaması anlam oluşturma analiz çerçevesi.

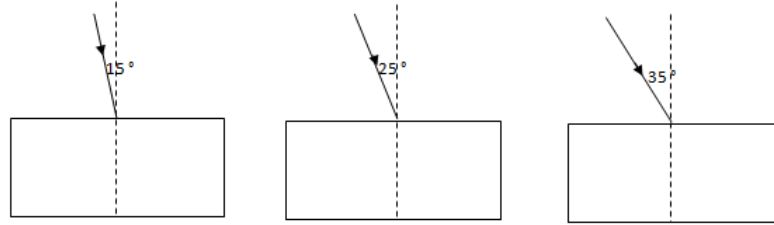
Öğretim Amaçları	Bilimsel hikayeyi geliştirme: Öğrencilerin ışığın farklı saydam ortamlardan geçerken normalden uzaklaştığı ya da normale yaklaştığı durumları tahmin etmelerini sağlamak
İçerik	Öğrencilerin görüşlerini ve belirli fikirler/olgularla ilgili anlayışlarını derinlemesine inceleme: Kırılma açısının değişip değişmeyeceğini tahmin etmelerini sağlamak
Yaklaşım	Işığın normale yaklaşmasının tahmin edilmesi Bilimsel kavram-deneyisel açıklama
Etkileşim Kalıbı	Etkileşimli/diyaloglu
Müdahale Biçimi	Öğrenci-öğrenci B-C-G, öğretmen-öğrenci B-C-G Fikirleri paylaşma

Bu ders bir önceki derste yapılan deney ve açıklamaların tekrar hatırlatılması ile başlamıştır. Tekrardan sonra öğrencilere çalışma kağıdı dağıtılmıştır (Şekil 4.24). Çalışma kağıdında havadan suya lazer ışını değişik açılarda tutulmaktadır. Öğrencilerden kırılma açısının değişip değişmeyeceğine yönelik tahminlerini yazmaları istenmiştir.

Tahmin Aşaması

Lazer ışını şekilde görüldüğü gibi ışık prizmasına farklı açılarda tutulmaktadır. Gelme açısını değiştirdiğimizde kırılma açısı sizce değişir mi?

Eğer değiştiğini düşünüyorsanız şekil üzerinde çizerek gösteriniz.



Eğer değiştiğini düşünüyorsanız, bu değişimin nedenini nasıl açıklarsınız?

.....

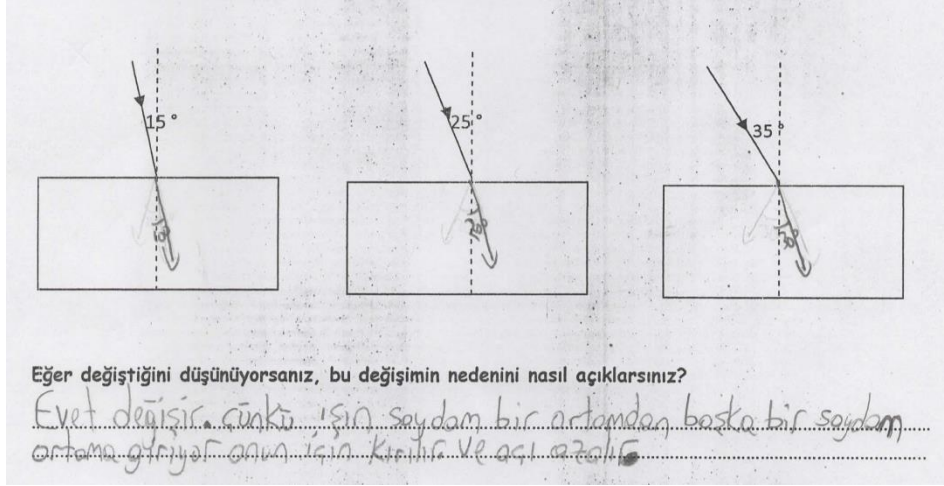
.....

Şekil 4.24: Ders 4 tahmin-1 aşaması öğrencilere dağıtılan çalışma kağıdı (Çalışma kağıdı 6).

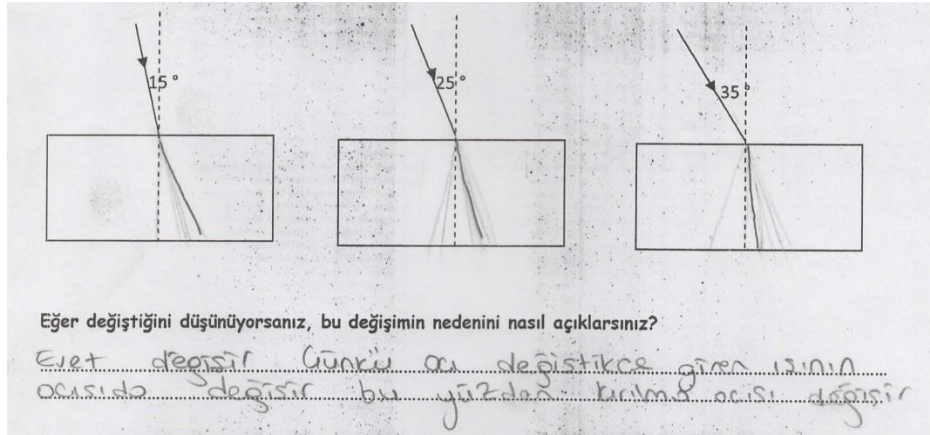
Amaç: Öğrenciler ışığın kırılması kavramını bilimsel olarak öğrenmiş durumdadırlar. Kırılma olayının nasıl gerçekleştiğini hem deneysel hem de kuramsal olarak açıklamayı da öğrenmiş durumdadırlar. Bu derste tahmin aşaması ile öğrencilerin kırılma ile ilgili yeni bir kavramın öğrenimine giriş yapmaları amaçlanmaktadır. Yani bu aşama ile bilimsel hikaye geliştirilmeye devam edilmektedir. Kırılma kavramından sonra kırıcılık, normale yaklaşma/uzaklaşma kavramının öğrenilmesi için ilk adım bu derste tahmin aşaması ile atılmıştır. Öğrencilerden farklı gelme açılara sahip ışık ışınlarının yeni bir saydam ortama girdiklerinde kırılma açılarının değişip değişmeyeceğini tahmin etmeleri istenmektedir.

İçerik: Öğrenciler çalışma kağıtlarında kırılma açısının gelme açısına göre değişeceğini ve gelme açısından daha küçük kırılma açısı olacağını tahmin etmişlerdir. Öğrencilerin açıklamaları gözlemsel nitelikte olduğu için deneyseldir.

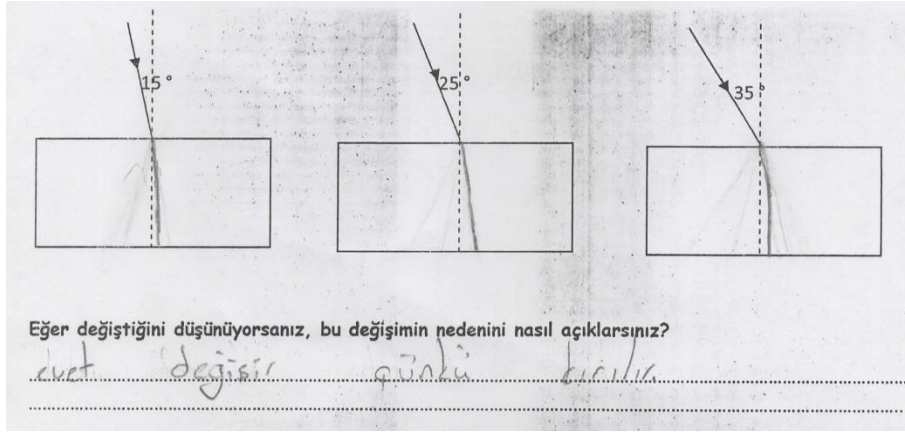
Işığın nasıl yol alacağını çizip neden kırılacağını açıkladıkları için açıklama yapmışlardır. Bilimsel olarak doğru tahminler olduğu için açıklamaları bilimsel kavramdır.



Şekil 4.25: Öğrenci Ö1 (bilimsel kavram-deneysel açıklama).



Şekil 4.26: Öğrenci Ö2 (bilimsel kavram-deneysel açıklama).



Şekil 4.27: Öğrenci Ö3 (bilimsel kavram-deneysel açıklama).

Yaklaşım ve Etkileşim Kalıbı: Öğrencilerin kendi aralarındaki tartışma etkileşimli/diyalogludur. Öğrenciler aralarında kırılma açısının neden değişeceğini açıklamaktadırlar. Aynı fikirde olduklarından birbirlerini destekleyici konuşma yapmışlardır. Benzer şekilde öğretmenin sınıf tartışması sırasında öğrencilerle iletişimi de etkileşimli/diyalogludur (Çizelge 4.22).

Çizelge 4.22: Ders 4 tahmin-1 aşaması grup tartışması.

Satır	Konuşmacı	Diyalog	Kalıp Kodu
1	Ö2	Bir konuşalım önce sonra şey yaparsın (Ö3'e diyor.) Bence kırılıyor.	Başlangıç
2	Ö3	Ya bayağı bir kırılıyor.	Cevap
3	Ö2	Şey ama açısı da değişiyor bence.	Geribildirim
4	Ö3	Açısı da değişiyor.	Cevap
5	Ö1	Herkes öyle demiş ben de öyle diyeyim.	Cevap
6	Ö2	Ee çünkü açı değiştikçe hani giren...(Ö3 sözünü kesiyor.)	Geribildirim
7	Ö3	Kırılma açısı.	Cevap
8	Ö2	Bir kenar daha önce veya daha sonra girecek, ona göre açı da değişecek.	Geribildirim
9	Ö3	Evet.	Değerlendirme
10	Ö2	Bu nedenle kırılma açısı değişecek.	Cevap
11	Ö3	Mesela, düz gelirken mesela böyle geldi bu tarafa yönelecek.	Geribildirim
12	Ö2	Gerçek açı değişecekse hani diğer kenardaki ışın daha önce veya daha sonra girebilir. Ö1 sen?	Cevap- Başlangıç
13	Ö1	Evet değişir çünkü ışığın saydam bir ortamdan başka bir saydam ortama geçiyor. Onun için kırılıyor. Kırıldığı için de açı daralır.	Cevap

Öğretmen kırılma açısının değişip değişmeyeceğini öğrenmek için öğrencilerle sınıf tartışması başlatmıştır. Öğrencilerden Ö2 ile olan konuşmasında Ö2, tahminini araba benzeşimi kullanarak açıklamıştır. Öğretmen de Ö2'nin konuşmasını derinleştirmek için sorular sormuştur (Çizelge 4.23, Satır 3, 5 ve 7). Ö2'nin ve grup arkadaşlarının nasıl düşündüğünü açmaya çalışmıştır. Bu nedenle konuşma etkileşimli/diyalogludur. Konuşma kalıpları B-C-G zinciri şeklinde gitmektedir.

Müdahale Biçimi: Öğretmen konuşmanın sonunda Ö2'nin verdiği cevabı bir kez daha sınıfa anlatmasını istemiştir (Çizelge 4.23, Satır 9). Konuşmanın genel olarak etkileşimli/diyaloglu olduğu görülmektedir. Fakat öğretmen Ö2'nin cevabını detaylı ve bilimsel olarak doğru bulduğu için tüm sınıfla bir kez daha paylaşmasını istiyor. Böylece öğretmenin etkileşimli/diyaloglu ortamda aslında ulaşılmak istenen noktaya doğru küçük müdahalelerde bulunduğu görülmektedir.

Çizelge 4.23: Ders 4 tahmin-1 aşaması sınıf tartışması.

Satır	Konuşmacı	Diyalog	Kalıp Kodu
1	A	Peki bizim etkinliğimizde verdiğimiz deneyde ışık ışınları dik mi geliyorlar?	Başlangıç
2	Ö2	Hayır.	Cevap
3	A	O zaman nasıl bir sonuç bekliyorum?	Geribildirim
4	Ö2	Kırılma olacak.	Cevap
5	A	Kırılma olmasını bekliyorum. Bunda hemfikiriz. Peki ama böyle mi kırılacak yoksa mesela bu şekilde mi? Ne diyorsunuz?	Geribildirim
6	Ö2	Ee ben o şekilde yaptım. Bir de ben hani açılar büyüdükçe de kırılma da hani daha çok olur diye düşündüm.	Cevap
7	A	Onun için ne diyorsunuz peki, evet? Onu da merak ediyorum.	Geribildirim
8	Ö2	E şey şimdi ışını bir çok ışımdan oluştuğunu söylemiştik. Açı değiştikçe hani diğer kenardaki daha önce gireceği için hani o daha çok arkada kalacak açı genişlediği için bu sefer bu daha önce girdiği için arkadadan bir süre sonra daha çok bir süre sonra arkadaki girdiği için bu sefer daha çok kırılma olacak o girine kadar diye düşündüm onun için daha çok hani kırılma olur dedim.	Cevap
9	A	Araba gibi düşündün yani burada. Tam arabanın yüzeyle açısı daha büyürse girme süresi daha da uzayacak diyorsun. Bu nedenle daha büyür. Böyle düşünen var mı? Anladınız mı demek istediğini? Bir daha anlatabilir misin Ö2?	Geribildirim

4.1.11 Ders 4 Gözlem-1 Aşamasından Elde Edilen Bulgular

Aşağıda 4. dersin gözlem-1 aşamasının anlam oluşturma çerçevesi Çizelge 4.24'de verilmektedir.

Çizelge 4.24: Ders 4 gözlem-1 aşaması anlam oluşturma analiz çerçevesi.

Öğretim Amaçları	Bilimsel hikayeyi geliştirme: Öğrencilerin ışığın farklı saydam ortamlardan geçerken normalden uzaklaştığı ya da normale yaklaştığı durumları tahmin etmelerini sağlamak Öğrencilerin kırılma açısının nasıl değişeceğine ilişkin gözlemler yapmak, tahminlerinin doğruluğunu test etmeleri için gözlem yapmalarını sağlamak.
İçerik	Işığın normale yaklaşması, gelme açısı büyüdükçe kırılma açısının büyümesi Bilimsel kavram-Deneysel tanımlama/Deneysel açıklama
Yaklaşım	Etkileşimli/diyalogludan Etkileşimli/otoritere
Etkileşim Kalıbı	Öğretmen-öğrenci B-C-G öğrenci - Öğrenci B-C-G
Müdahale Biçimi	Fikirleri şekillendirme, anahtar fikirleri işaretleme

Bu aşamada öğrenciler bir önceki aşamadaki tahminlerini test etmişlerdir. Gözlem verilerini çalışma kağıdına kaydetmişler gözlem sonuçlarını açıklamışlardır (Şekil 4.28).

Havadan prizmaya 15, 25 ve 35 derecelik gelme açısı değerleri kullanarak ışık ışınlarını gönderiniz. Her bir gelme açısı için kırılma açısı değerlerini okuyunuz ve tabloya yazınız.

Gözlemlerim:

1. Durum

Gelme Açısı	Kırılma açısı
15	
25	
35	

Gelme ve kırılma açılarını karşılaştırınız. Her bir durumda kırılma açısı, gelme açısına göre büyük mü, küçük mü, aynı mı?

Büyük

Küçük

Aynı

Sizce neden? (Açıklamanızı gelme açısı, normal, kırılma açısı kavramlarını kullanarak açıklayınız.)

Şekil 4.28: Ders 4 gözlem-1 aşaması öğrencilere dağıtılan çalışma kağıdı (çalışma kağıdı 7).

Amaç: Bu aşamada bilimsel hikaye geliştirilmeye devam edilmektedir. Öğrencilerden tahminlerini test etmeleri istenmiştir. Böylece, öğrendikleri bilimsel kavramları kullanarak, gözlemlerini yorumlama imkanı bulmuşlardır.

İçerik: Öğrenciler çalışma kağıtlarında kırılma açısının gelme açısına göre değişeceğini ve gelme açısından daha küçük kırılma açısı olacağını yazmışlardır. Öğrencilerin açıklamaları gözlemsel nitelikte olduğu için deneyseldir. Ö1, ışığın kırıldığında kırılma açısının daraldığını söyleyerek deneysel açıklama yapmıştır. Ö2 ve Ö3 ise kırılma açısının gelme açısından küçük olduğunu ifade ederek deneysel tanımlama yapmışlardır. Bilimsel olarak doğru ifadeler olduğu için cevapları bilimsel kavramdır.

Gelme ve kırılma açılarını karşılaştırınız. Her bir durumda kırılma açısı, gelme açısına göre büyük mü, küçük mü, aynı mı?

Büyük Küçük Aynı

Sizce neden? (Açıklamanızı gelme açısı, normal, kırılma açısı kavramlarını kullanarak açıklayınız.)

çünkü kırılınca açı daralıyor bunun için kırılma açısı gelme açısından küçüktür.

Şekil 4.29: Öğrenci Ö1(bilimsel kavram-deneysel açıklama).

Gelme ve kırılma açılarını karşılaştırınız. Her bir durumda kırılma açısı, gelme açısına göre büyük mü, küçük mü, aynı mı?

Büyük Küçük Aynı

Sizce neden? (Açıklamanızı gelme açısı, normal, kırılma açısı kavramlarını kullanarak açıklayınız.)

Gelme açısı prizmaya girtileninde kırılma açısı gelme açısından küçük olur.

Şekil 4.30: Öğrenci Ö2 (bilimsel kavram-deneysel tanımlama).

Gelme ve kırılma açılarını karşılaştırınız. Her bir durumda kırılma açısı, gelme açısına göre büyük mü, küçük mü, aynı mı?

Büyük Küçük Aynı

Sizce neden? (Açıklamanızı gelme açısı, normal, kırılma açısı kavramlarını kullanarak açıklayınız.)

gelme açısı kırılma açısından büyük kırılma yüzeyi normaline gelen

Şekil 4.31: Öğrenci Ö3 (bilimsel kavram-deneysel tanımlama).

Yaklaşım ve Etkileşim Kalıbı: Öğrenciler gözlem yapmaya çalışırken kavramsal bir tartışma içine girmemişlerdir. Sınıf tartışmasında ise öğretmen ve öğrenciler arasında etkileşimli/diyaloglu başlayıp etkileşimli/otoritere doğru giden bir konuşma ortamı olmuştur. Öğretmen Ö5, Ö6 ve Ö4'ün dahil olduğu tartışma ortamında geribildirimde bulunarak öğrencilerin verdikleri cevapları derinleştirmeye çalışmıştır (Çizelge 4.25, Satır 3, 5 ve 7). Öğretmen '*Normale daha da yaklaşarak kırıldı diyebilir miyim buna?*' diye sorarak öğrencileri doğru cevap üzerinde odaklamaya çalışmıştır. Bu durum öğretmenin ulaşmak istediği bir cevap olduğunu gösterdiği için otoriter bir tavır olarak düşünülebilir.

Müdahale Biçimi: Öğretmen gruplar gözlem yaparken yanlarına giderek lazeri prizmaya nasıl tutmaları gerektiği konusunda yardımcı olmuştur. Gözlemler bittikten sonra sınıf içi tartışmada öğrencilerin cevaplarını daha açık hale getirmeye çalışmıştır. Örneğin satır 1-3'teki diyalogta öğretmen '*Yani ışık şöyle gitmesi gerekirken, normalde eğer iki farklı ortam olmasa aynen böyle gitmesi gerekirken nasıl gitti, biraz daha normale yaklaşarak mı gidiyor?*' öğrencinin ifadesini başka şekilde izah ederek böylece sınıfın sosyal düzleminde daha anlaşılır hale getirmiştir. Ayrıca öğrencinin ifadesini söyleyerek fikri şekillendirmeye çalışmıştır (Çizelge 4.25).

Çizelge 4.25: Ders 4 gözlem-1 aşaması sınıf tartışması.

Satır	Konuşmacı	Diyalog	Kalıp Kodu
1	A	Nasıl bir açıklama yapıyorsunuz? Yani biz nereden nereye, hangi ortamdaki hangi ortama ışığı gönderdik ve sonuçta neyle karşılaştık? Ö5?	Başlangıç
2	Ö5	Öğretmenim şimdi gelme açısı normal bildiğimiz gibi geliyor, ama öğretmenim orada doğrultu değiştiriyor. Kırılma açısı gelme açısına göre yani kırılıyor ya doğrultu değiştiriyor, yüzeyin normaline kırılıyor yani daha da yakın olduğu için daha küçüktür gelmede açısından.	Cevap
3	A	Ö5'in dediğine katılıyor musunuz? Normale daha yaklaşıyor diyor. Yani ışık şöyle gitmesi gerekirken, normalde eğer iki farklı ortam olmasa aynen böyle gitmesi gerekirken nasıl gitti, biraz daha normale yaklaşarak mı gidiyor?	Geribildirim
4	Ö6	Evet.	Cevap
5	A	Hangi ortamdaki hangi ortama geçerken?	Geribildirim
6	Ö6	Saydam bir ortamdaki başka bir saydam ortama geçerken.	Cevap
7	A	Biz hangi maddeleri kullandık?	Geribildirim
8	Ö4	Hocam öncelikle hava, havadan sonra da prizma.	Cevap
9	A	Havadan prizmaya geçerken ne oldu? Normale daha da yaklaşarak kırıldı diyebilir miyim buna?	Geribildirim
10	Ö6	Evet. Şöyle bir örnekte olabilir hocam. Biz böyle kalemi kırduğumuzda normalde dikken böyle biraz daha içeri doğru gözüküyor.	Cevap

4.1.12 Ders 4 Tahmin-2 Aşamasından Elde Edilen Bulgular

Aşağıda 4. dersin tahmin-2 aşamasının anlam oluşturma çerçevesi Çizelge 4.26'da verilmektedir.

Çizelge 4.26: Ders 4 tahmin-2 aşaması anlam oluşturma analiz çerçevesi.

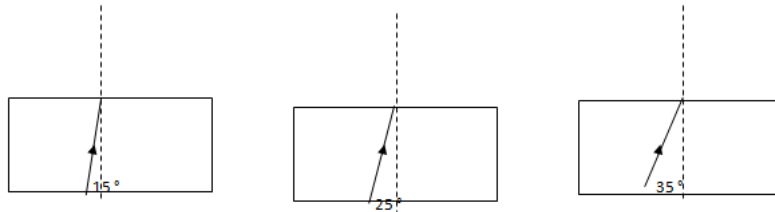
Öğretim Amaçları	Bilimsel hikayeyi geliştirme: Öğrencilerin ışığın farklı saydam ortamlardan geçerken normalden uzaklaştığı ya da normale yaklaştığı durumları tahmin etmelerini sağlamak Öğrencilerin kırılma açısının nasıl değişeceğine ilişkin gözlemler yapmak, tahminlerinin doğruluğunu test etmeleri için gözlem yapmalarını sağlamak.
İçerik	Işığın normalden uzaklaşmasının tahmin edilmesi Deneysel tanımlama/Deneysel açıklama
Yaklaşım	Etkileşimli/diyalogludan bazı yerlerde otoriter
Etkileşim Kalıbı	Öğretmen-öğrenci B-C-G
Müdahale Biçimi	Fikirleri şekillendirme

Bu aşamada öğretmen öğrencilere ikinci bir tahmin kağıdı dağıtmıştır. Bu çalışma kağıdında ışık ışınları prizmadan havaya gönderilmektedir. Öğrenciler önce tahminlerini çalışma kağıdına yazmışlar ardından grup içinde tartışma yapmışlardır (Şekil 4.32).

Tahmin Aşaması

Lazer ışını şekilde görüldüğü gibi prizmadan farklı açılarda tutulmaktadır. Gelme açısını değiştirdiğimizde kırılma açısı sizce değişir mi?

Eğer değiştiğini düşünüyorsanız şekil üzerinde çizerek gösteriniz.

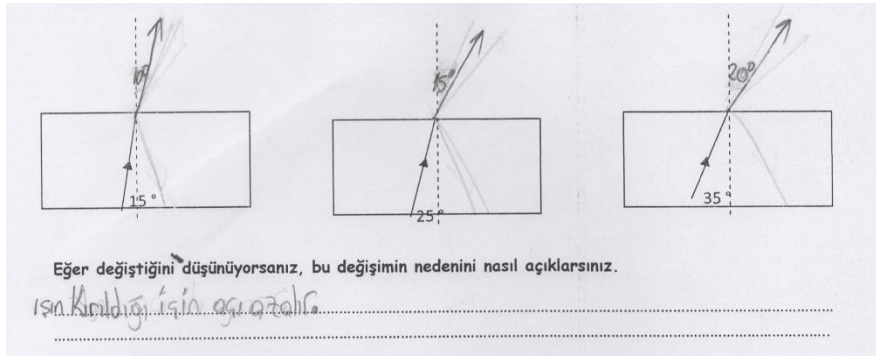


Eğer değiştiğini düşünüyorsanız, bu değişimin nedenini nasıl açıklarsınız.

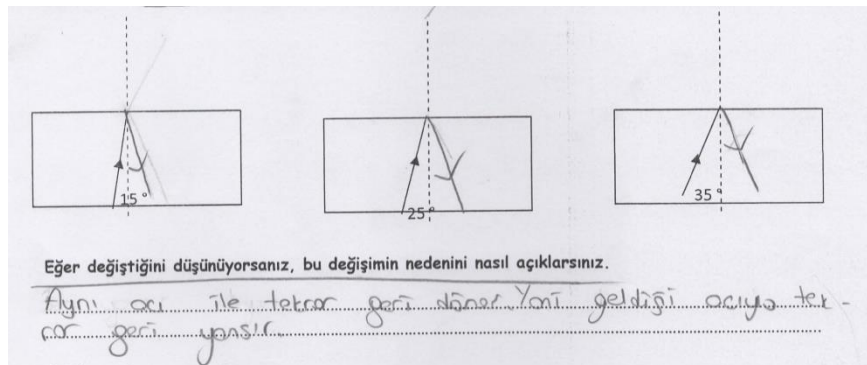
Şekil 4.32: Ders 4 tahmin-2 aşaması öğrencilere dağıtılan çalışma kağıdı (Çalışma kağıdı 8).

Amaç: Öğrenciler bir önceki derste lazer ışığını havadan prizmaya gönderdiler. Prizmaya geçen ışık ışınlarının normale yaklaşarak kırıldığını gözlemlədiler. Bu aşamada öğrencilerden prizmadan havaya ışık ışınları gönderildiğinde nasıl bir yol izleyeceğini tahmin etmeleri istenmiştir.

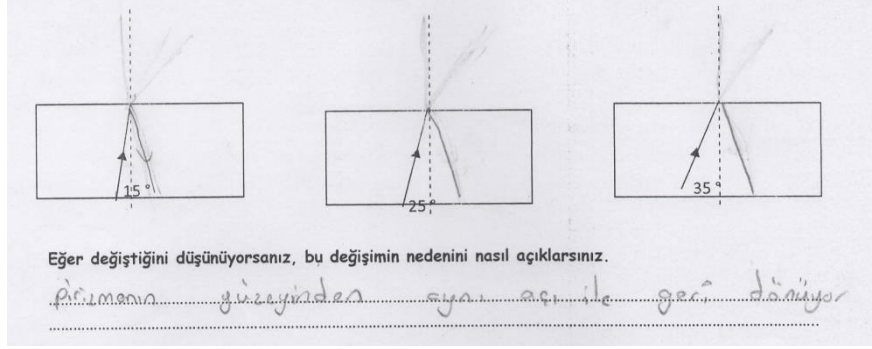
İçerik: Öğrenciler prizmadan havaya ışık ışını gönderildiğinde çok farklı çizimler yapmışlardır. Ö1, kırılma açılarını daha küçük olarak göstermiştir, Ö2 ve Ö3 ise aynı açıyla geri döneceğini söylemişlerdir. Işık ışınları prizmadan havaya yani çok kırıcıdan az kırıcıya doğru gönderildiği için ışık ışınları havaya geçince normalden uzaklaşır. Yani kırılma açısı gelme açısından daha büyük olur. Öğrencilerin cevapları bilimsel olarak doğru değildir. Ö1 kırıldığı için azalır diyerek gözlemsel özelliklere dayandığı için deneysel açıklama yapmıştır. Ö2 ve Ö3 ise neden belirtmeden ne gözlemleneceğine ilişkin tahminde buldukları için deneysel tanımlama yapmışlardır.



Şekil 4.33: Öğrenci Ö1.



Şekil 4.34: Öğrenci Ö2.



Şekil 4.35: Öğrenci Ö3.

Yaklaşım ve Etkileşim Kalıbı: Öğrenciler kendi aralarında kavramsal bir tartışma yapmamışlardır. Tahmin aşamasındayken kendi aralarında lazer ışını tutup gözlem yapmaya çalışmışlardır. Fakat lazer ışını yanlış tuttıkları için yanlış gözlem yapmışlardır. Bu sırada grubun yanına öğretmen gelip nasıl tutmaları gerektiğini göstermiştir. Ardından sınıf tartışması yapılmıştır. Sınıf tartışmasında öğretmen bazı noktalarda öğrencilerin yanlış düşüncelerini engellemek adına bazı müdahalelerde bulunmuştur (Çizelge 4.27, Satır 3 ve 5). Genel olarak öğrencilerin tahminlerini etkileşimli/diyaloglu bir ortamda söylemişlerdir.

Çizelge 4.27: Ders 4 tahmin-2 aşaması sınıf tartışması.

Satır	Konuşmacı	Diyalog	Kalıp Kodu
1	A	Evet tartışalım. Ö13 ne diyorsun?	Başlangıç
2	Ö13	Bu sefer temas ettirildiği için lazer ışını bir köşesi erken girmediği için kırılma olmaz.	
3	A	Acaba bir köşesi erken girmiyor mu? Bir daha düşünsek, dikkatli bir şekilde. Işını nasıl göndereceğim?	Geribildirim
4	Ö2	Belli bir açıyla.	Cevap
5	A	Belli bir açıyla göndermeyecek miydin ışını? Temas edecek ama yine de belli bir açısı olmayacak mı Ö13 onun?	Geribildirim
6	Ö13	Olabilir.	Cevap
7	A	O zaman ne düşünüyorsun?	Geribildirim
8	Ö13	Kırılabilir.	Cevap
9	A	Peki başka neler düşünüyoruz? Ö10?	Başlangıç
10	Ö10	Hocam bence kırılır çünkü belli bir açıyla giriyor.	Cevap

Müdahale Biçimi: Öğrenciler tahmin aşamasında henüz gözlemin nasıl yapılacağı konusunda bilgilendirilmeden lazer ışını ve prizmayla gözlem yapmaya çalışmışlardır. Fakat doğru gözlem yapamamışlardır. Bu sırada öğretmen grubun yanına gelip tahminlerini öğrenmek istediğinde grubun yanlış gözlem üzerinden yorum yaptığını gördüğünde lazer ışınına nasıl tutmaları gerektiğini göstermiştir. Sınıf içi tartışma sırasında Ö13 ile yaptığı konuşmada öğrenci, lazerin prizmaya tutulma şeklinden dolayı hiç kırılma olmayacağını söylediğinde öğretmen öğrencinin fikrinin yanlış olduğunu göstermek için *'Acaba bir köşesi erken girmiyor mu?'* şeklinde geribildirimde bulunmuştur. Burada fikir üzerinde şekillendirme yapmıştır.

4.1.13 Ders 4 Gözlem-2 Aşamasından Elde Edilen Bulgular

Aşağıda 4. dersin gözlem-2 aşamasının anlam oluşturma çerçevesi Çizelge 4.28'de verilmektedir.

Çizelge 4.28: Ders 4 gözlem-2 aşaması anlam oluşturma analiz çerçevesi.

Öğretim Amaçları	Bilimsel hikayeyi geliştirme: Öğrencilerin ışığın farklı saydam ortamlardan geçerken normalden uzaklaştığı ya da normale yaklaştığı durumları tahmin etmelerini sağlamak Öğrencilerin kırılma açısının nasıl değişeceğine ilişkin gözlemler yapmak, tahminlerinin doğruluğunu test etmeleri için gözlem yapmalarını sağlamak.
İçerik	Işığın normalden uzaklaşması, gelme açısı büyüdükçe kırılma açısının büyümesi Bilimsel kavram-Deneysel tanımlama
Yaklaşım	Etkileşimli/diyalogludan
Etkileşim Kalıbı	Öğretmen-öğrenci B-C-G öğrenci - Öğrenci B-C-G
Müdahale Biçimi	Yok

Bu aşama öğrencilere dağıtılan çalışma kağıdında gözlem yapmaları ve gözlem sonuçlarını kağıda kaydetmeleri istenmiştir (Şekil 4.36). Öğrencilerden bu kez lazer ışınına prizmadan havaya doğru çeşitli açılarda tutmaları ve kırılma açısı değerlerini kağıda yazmaları istenmiştir.

Gözlem Aşaması

Prizmadan havaya 15, 25 ve 35 derecelik gelme açısı değerleri kullanarak ışık ışınlarını gönderiniz. Her bir gelme açısı için kırılma açısı değerlerini okuyunuz ve tabloya yazınız.

2. Durum

Gelme Açısı	Kırılma açısı
15	
25	
35	

Gelme ve kırılma açılarını karşılaştırınız. Her bir durumda kırılma açısı, gelme açısına göre büyük mü, küçük mü, aynı mı?

Büyük Küçük Aynı

Sizce neden? (Açıklamanızı gelme açısı, normal, kırılma açısı, ortamların kırıcılıkları kavramlarını kullanarak açıklayınız.)

.....

.....

.....

Şekil 4.36: Ders 4 gözlem-2 aşaması öğrencilere dağıtılan çalışma kağıdı (Çalışma kağıdı 8).

Amaç: Öğrencilerin tahminlerini test etmeleri ve gözlemlerini yorumlamaları amaçlanmıştır.

İçerik: Öğrencilerin tahminleri ile gözlemleri birbirinden farklı çıkmıştır. Çalışma kağıdına Ö1 bu farklılığın sebebini prizmanın yanlış tutulması olarak açıklamıştır. Ö2 havadan prizmaya geçerken kırılma açısının azaldığını bu kez tersi olacağını söylemiştir. Ö3 herhangi bir açıklama yapmamıştır. Ö3'ün kararsız kaldığı grup içi tartışmada arkadaşlarına sorduğu sorulardan da anlaşılmaktadır (Çizelge 4.29, Satır 1, 4 ve 6).

Çizelge 4.29: Ders 4 gözlem-2 aşaması grup tartışması.

Satır	Konuşmacı	Diyalog	Kalp Kodu
1	Ö3	Normale göre arttı. Değil mi?	Başlangıç
2	Ö1	Evet, evet. Neden arttı Ö3?	Cevap
3	Ö2	Çünkü ilk başta, hani bu sefer havadan prizmaya gönderirken azalıyordu. Bu sefer tam tersi prizmadan havaya gönderiliyor yani arttı.	Cevap
4	Ö3	Peki nedeni ne işte?	Geribildirim
5	Ö2	İşte tam tersi olması.	Cevap
6	Ö3	Neden tam tersi oluyor?	Geribildirim
7	Ö1	Ters orantı olduğu için.	Cevap

2. Durum

Gelme Açısı	Kırılma açısı
15	25
25	40
35	60

Gelme ve kırılma açılarını karşılaştırınız. Her bir durumda kırılma açısı, gelme açısına göre büyük mü, küçük mü, aynı mı?

Büyük Küçük Aynı

Sizce neden? (Açıklamanızı gelme açısı, normal, kırılma açısı, ortamların kırıcılıkları kavramlarını kullanarak açıklayınız.)

Büyük çıktı çünkü ters tuttuk bunun için böyle oldu.

Şekil 4.37: Öğrenci Ö1 (deneysel tanımlama).

2. Durum

Gelme Açısı	Kırılma açısı
15	25
25	40
35	60

Gelme ve kırılma açılarını karşılaştırınız. Her bir durumda kırılma açısı, gelme açısına göre büyük mü, küçük mü, aynı mı?

Büyük Küçük Aynı

Sizce neden? (Açıklamanızı gelme açısı, normal, kırılma açısı, ortamların kırıcılıkları kavramlarını kullanarak açıklayınız.)

Büyük çıktı. Çünkü havada ortamın kırıcılığından kırılma açısı azalır. Bu sebeple tam tersi olacaktır.

Şekil 4.38: Öğrenci Ö2 (deneysel tanımlama).

2. Durum

Gelme Açısı	Kırılma açısı
15	25
25	40
35	60

Gelme ve kırılma açılarını karşılaştırınız. Her bir durumda kırılma açısı, gelme açısına göre büyük mü, küçük mü, aynı mı?

Büyük Küçük Aynı

Sizce neden? (Açıklamanızı gelme açısı, normal, kırılma açısı, ortamların kırıcılıkları kavramlarını kullanarak açıklayınız.)

Şekil 4.39: Öğrenci Ö3.

Yaklaşım ve Etkileşim Kalıbı: Öğretmen sınıfça tartışmaya geçtiğinde etkileşimli/diyaloglu bir yaklaşımla tartışma yapılmıştır. Öğretmen sorduğu sorularla ilk yapılan deney yani normale yaklaşıma ile bu ders yaptıkları yani normalden uzaklaşma deneyi arasındaki farklılıkları ortaya çıkarmaya çalışmıştır. Bu nedenle derinleştirici, cevapları daha açıklayıcı geribildirimler vermiştir (Çizelge 4.30, Satır 3 ve 10). Farklı öğrencilere söz verildiği için etkileşimli ve değerlendirme yapılmaksızın sorular sorulduğu için diyaloglu bir tartışma ortamı vardır.

Çizelge 4.30: Ders 4 gözlem-2 aşaması sınıf tartışması.

Satır	Konuşmacı	Diyalog	Kalıp Kodu
1	A	Evet peki ikisi arasında ne gibi fark var? Önce deney sonucunu genelleyelim. Ne gözlemledik? Ö10 ne gözlemledin?	Başlangıç
2	Ö10	İlk deney sonucu daha az çıkıyordu ama ikinci deneyde açı daha fazla oldu.	Cevap
3	A	Hangi açı daha fazla oldu?	Geribildirim
4	Ö10	Gelen açı,	Cevap
5	Ö1	Kırılma açısı.	Cevap
6	A	Kırılma açısı daha büyük oldu. Aradaki fark nedir peki iki deney arasında? Aynı açıları kullandık?	Geribildirim
7	Ö10	Şey biz baştan prizmadan havaya doğru yapmıştık.	Cevap
8	A	Öyle mi yaptık?	Geribildirim
9	Ö10	Havadan prizmaya yaptık ama burda prizmadan havaya doğru yaptık. Yani ilk başta saydam yüzey kullandık, daha sonra saf yüzey kullandık.	Cevap
10	A	Bu nasıl bir değişime yol açmış olabilir? Ö15?	Geribildirim
11	Ö15	Şey oldu şimdi ilk yaptığımız deneyde normale yaklaştı. Ama ikinci yaptığımız deneyde ise normalden uzaklaştı kırılma açısı.	Cevap
12	A	Buna ne diyorsunuz? Normalden uzaklaşma yakınlaşma konusunda Ö1?	Geribildirim
13	Ö1	Hocam, doğru söylüyor.	Cevap
14	A	Sizde öyle mi gözlemlediniz?	Geribildirim
15	Ö1	Evet.	

Müdahale Biçimi: Öğretmenin genel olarak bir müdahalesi bulunmamaktadır.

4.1.14 Ders 4 Açıklama Aşaması TGA Bölümlerinden Elde Edilen Bulgular

Aşağıda 4. dersin açıklama aşamasının anlam oluşturma çerçevesi Çizelge 4.31'de verilmektedir.

Çizelge 4.31: Ders 4 açıklama aşaması tahmin-gözlem-açıklama bölümleri anlam oluşturma analiz çerçevesi.

Öğretim Amaçları	Bilimsel hikayeyi geliştirme: Öğrencilerin ışığın farklı saydam ortamlardan geçerken normalden uzaklaştığı ya da normale yaklaştığı durumları öğrenmelerini sağlamak Öğrencilerin bilimsel anlamlarla çalışmalarına rehberlik etme ve içselleştirmeyi destekleme Normalden uzaklaşma/normale yaklaşma kavramlarını araba benzeşimi ile tahmin etmelerini sağlamak
İçerik	Deneysel açıklamadan kuramsal açıklamaya
Yaklaşım	Etkileşimli/diyalogludan Etkileşimli/otoritere
Etkileşim Kalıbı	Öğretmen-öğrenci B-C-G ve B-C-D öğrenci - Öğrenci B-C-G
Müdahale Biçimi	Fikirleri şekillendirme, anahtar fikirleri işaretleme, anlamalarını kontrol etme

Bu aşamada normale yaklaşma ve uzaklaşmayla ilgili yapılan tahmin ve gözlemlerin bilimsel olarak açıklanması amaçlanmıştır. Bu amaca yönelik olarak, açıklama aşaması da kendi içinde tahmin-gözlem ve açıklama etkinlikleri içermektedir. Öncelikle öğretmen öğrencilere bir çalışma kağıdı dağıtmıştır (Şekil 4.40). Kağıtta bir araba yumuşak yüzeyden sert yüzeye doğru hareket etmektedir. Öğrencilerden sert yüzeye geçen arabanın hareketinin nasıl olacağını tahmin etmeleri istenmiştir. Ardından grup tartışmaları yapılmıştır. Grup tartışmasından sonra öğrenciler fikirlerini sınıf ortamında paylaşmışlardır. Bu tartışmadan sonra öğretmen araba videosunu tekrar izletmiş. Yumuşak halıdan sert yüzeye geçerken arabanın hareketine dikkat etmelerini istemiş ve bu hareket üzerinden öğrencilerle tartışmıştır. Son olarak öğretmen araba benzeşimi üzerinden çok kırıncı/az kırıncı kavramlarını tanıtmıştır.

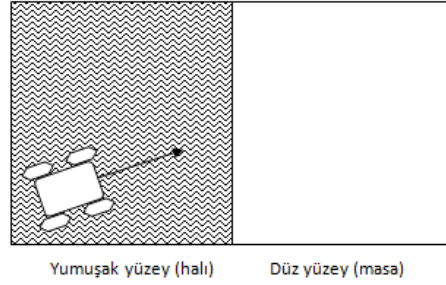
Amaç: Bu aşamada bir önceki derste tahmini ve gözlemi yapılan normalden uzaklaşma ve normale yaklaşma kavramlarının bilimsel olarak öğrenilmesi için açıklama yapılması amaçlanmıştır. Açıklamada doğrudan öğrencilere bilimsel kavramların sunulmasının yerine öğrencilerin arabanın hareketi ile benzerlik kurarak adım adım bilimsel kavramlara ulaşması amaçlanmıştır.

İçerik: Öğrenciler tahminlerini çalışma kağıdına çizdikten sonra aralarında tartışma yapmıştır. Tartışmada Ö1, dümdüz gideceğini söylemiş ve çalışma kağıdına öyle çizmiştir. Ö2 ise arabanın sağa doğru yön değiştireceğini, Ö3 ise sola doğru yön değiştireceğini söylemiştir. Öğrencilerin arabanın hareketi ile ilgili fikirleri

gözlemsel nitelikte olduğu için deneyseldir ve nedenlerini de ifade ettikleri için açıklamadır. Üç öğrenciden bilimsel olarak doğru tahmini yapan Ö3'tür. Aralarında geçen tartışmadan sonra Ö1 çalışma kağıdında yazdığı tahmini değiştirmiştir (Şekil 4.41, 4.42 ve 4.43)

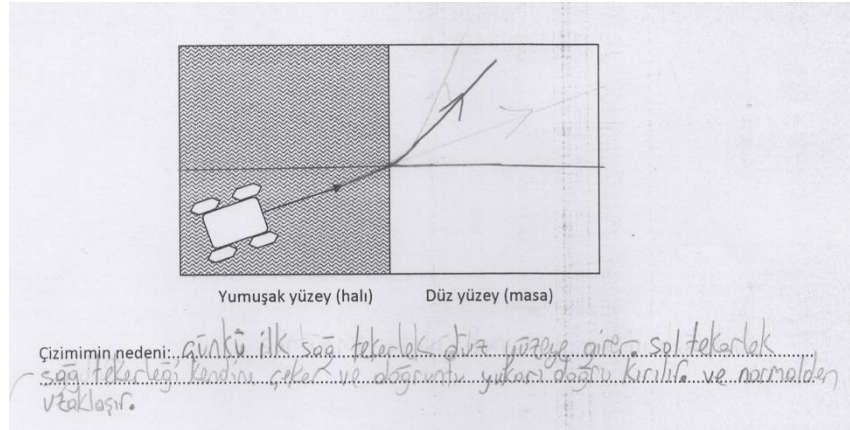
Tahmin Aşaması

Arabayı şekilde gösterildiği gibi iterseniz sizce araba nasıl bir yol izler? Tahmininizi şekil üzerinde çizerek gösteriniz ve açıklayınız.

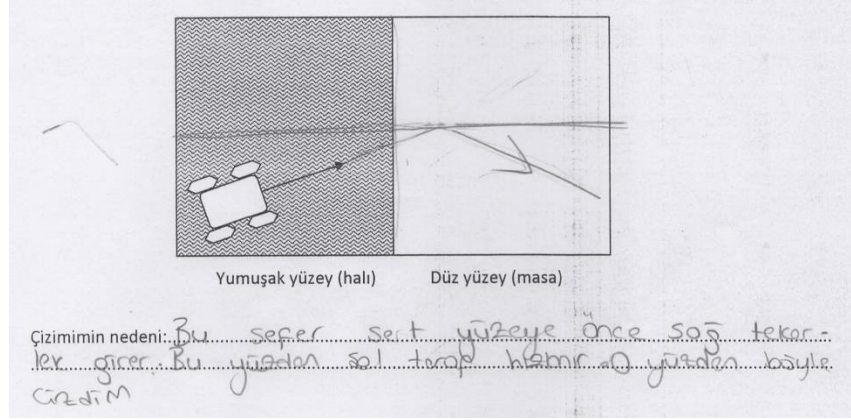


Çizimin nedeni:.....
.....

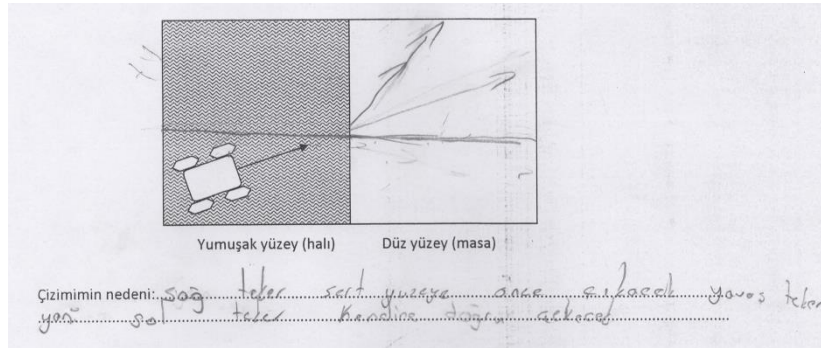
Şekil 4.40: Ders 4 açıklama aşaması öğrencilere dağıtılan çalışma kağıdı (Çalışma kağıdı 9).



Şekil 4.41: Öğrenci Ö1(deneysel açıklama).



Şekil 4.42: Öğrenci Ö2 (deneysel açıklama).



Şekil 4.43: Öğrenci Ö3 (deneysel açıklama).

Gözlem bölümünde öğretmen araba videosunu öğrencilere yeniden izletmiştir. Bu kez arabanın yumuşak yüzeyden sert yüzeye doğru hareketine dikkat çekmiştir. Öğretmen videodaki arabanın hareketiyle yaptıkları deneyler arasında bağlantı kurmuştur. Arabanın geçtiği yüzeylerle deneydeki yüzeyler (prizma ve hava) arasındaki benzerlikle açıklamıştır. Ardından kırıcılık kavramını açıklayıp sonrasında öğrencilerin ışığın prizmadan havaya ve havadan prizmaya geçerken yaptığı hareketi kırıcılık kavramını kullanarak açıklamalarını istemiştir. Kırıcılık kavramını anlatırken yoğunluk kavramıyla benzerlik kurmuştur. Öğretmenin yaptığı açıklamadan küçük bir parça aşağıda verilmiştir.

Araştırmacı: ...asıl kullanmamız gereken kavram kırıcılık kavramı. Yoğunluk üzerinde çok durmayacağız, çok odaklanmayacağız ama anlayabilmeniz için bu kelimeyi de kullanıyorum. Daha yoğun derken hani bir hacimdeki madde miktarı çok anlamında söyleriz ya, mesela bu sınıfta 16 kişi değil de 30 kişi olsa daha yoğun bir sınıf olurdu değil mi? Aynı hacimde daha çok insan daha yoğun bir sınıf yapar. Burada da işte daha yoğun, daha az yoğun gibi düşünebilirsin ama en doğrusu daha çok kırıcı ya da daha az kırıcı diye yorum yapacağız.

Öğretmen konuşmasında kırıcılık kavramını yoğunluk kavramına benzetmiştir. Yoğunluk kuramsal bir bilgi olduğu için kuramsal bir açıklama yapmıştır. Aynı zamanda yoğunluk kavramını hatırlatırken sınıftaki öğrenci sayısı ile benzerlik kurmuştur. Bu benzeşim deneysel bir açıklamadır. Öğretmen deneysel açıklama ile kuramsal açıklamaya ulaşmaya çalışmıştır.

Yaklaşım ve etkileşim kalıbı: Dersin başında öğrenciler tahminlerini grup içinde paylaşırken etkileşimli/diyaloglu bir ortam vardır. Ö1 arabanın düz gideceğini, Ö2 aşağı doğru doğrultusunun değişeceğini, Ö3 ise yukarı doğru gideceğini söylemiştir. Ö3'ün yorumu doğrudur. Diğer arkadaşlarıyla düşüncesini paylaştığında ise kararsız kalmıştır. Öğrencilerin konuşmaları B-C-G zinciri şeklindedir (Çizelge 4.32).

Çizelge 4.32: Ders 4 açıklama aşaması tahmin-gözlem-açıklama bölümleri grup tartışması.

Satır	Konuşmacı	Diyalog	Kalıp Kodu
1	Ö3	Sizce ne tarafa doğru dönecek?	Başlangıç
2	Ö2	Ben aşağı doğru yaptım.	Cevap
3	Ö3	Ben yukarı doğru yaptım.	Cevap
4	Ö1	Ben de dümdüz yaptım.	Cevap
5	Ö3	Peki neden aşağı olur?	Geribildirim
6	Ö2	Ben bunun için yaptım. Şimdi ilk bu sefer sağ tekerlek girecek.	Cevap
7	Ö3	Sağ tekerlek dışarı doğru yani hızlı olacağı tarafa doğru çıkacak.	Geribildirim
8	Ö2	Evet buradan yavaş yavaş ilerlerken ilk buraya geldiğinde	Cevap
9	Ö3	İlk bu tarafa hızlanacak.	Geribildirim
10	Ö2	İlk bu taraf hızlanacak ondan sonra bu da girince bu taraftan bu tarafa doğru bir doğrultu değişimi olacak.	Cevap
11	Ö1	Peki Ö2, sürtünme azalıyor?	Geribildirim
12	Ö2	Tamam işte hızlanıyor.	Cevap
13	Ö3	Tamam hızlı gidiyor da bunda hala sürtünme oluyor. Yavaş taraf hızlı tarafı kendine doğru döndürüyor. (Ö2'ye soru sorar şekilde bakıyor.)	Geribildirim
14	Ö2	Ama bu sefer tam tersi orada alttan şey...Ee sertten yumuşağa doğru .	Cevap
15	Ö3	Bir dakika kafam çok kötü karıştı. Senin dediğin de doğru olabilir.	Cevap
16	Ö2	Senin dediğin de doğru olabilir.	Cevap

Öğrenciler yukarıdaki tartışmada arabanın nereye yöneleceği konusunda kararsız kalmışlardır. Ardından öğretmen grubun yanına gelerek kararlarını öğrenmek istemiştir. Grubun kararsızlığı üzerine öğretmen sorular sorarak öğrencileri yönlendirmiştir (Çizelge 4.33, Satır 1, 3 ve 7). Bu yönlendirme sırasında öğrenci-öğretmen arasında B-C-D zincirleri oluşmuştur.

Çizelge 4.33: Ders 4 açıklama aşaması tahmin-gözlem-açıklama bölümleri sınıf tartışması

Satır	Konuşmacı	Diyalog	Kalıp Kodu
1	A	Önce hangisi dönüyor? Burası yumuşak yüzey diyelim. Önce hangisi giriyor?	Başlangıç
2	Ö3	Bu taraf giriyor. Sürtünme, daha yavaş giriyor, daha yavaşlayacak.	Cevap
3	A	Bu? (diğer köşeyi soruyor.)	Geribildirim
4	Ö3	Bu daha hızlı.	Cevap
5	A	Evet.	Değerlendirme
6	Ö3	Yavaş taraf hızlı tarafı kendine doğru, bu daha önce girdiği için	Cevap
7	A	Hızlı olduğu için bu döndürür mü? Böyle bu tarafa doğru, döndürdü mü?	Geribildirim
8	Ö3	Evet.	Cevap

Yukarıda görüldüğü gibi öğretmen Ö3'ün cevabının doğru olduğunu söyleyerek, öğrencileri yönlendirmiştir. Öğrencilerin kendi aralarındaki tartışmada kararsız kaldıklarını gördüğü için doğru cevaba kendisi yönlendirme yapmıştır.

Müdahale Biçimi: Öğretmen başlangıçta öğrencilerin kararsızlığı üzerine grubun yanına giderek öğrencilerin cevaplarını yönlendirmiştir. Böylece fikirleri şekillendirmeye ve belirli bir öğrenci cevabına odaklanmaya çalışmıştır. Öğrenci Ö3 ile onaylayıcı konuşmaya girmiştir (Çizelge 4.33, Satır 7-8). Satır 7'deki sorusuyla öğrencilerin anlamalarını kontrol etmeye çalışmıştır. Açıklama bölümünde bilimsel bilgiyi parçalara ayırmıştır. Kırıcılık kavramını öğretmek için hem deneysel hem de kuramsal açıklama yapmıştır. Deneysel açıklamadan kuramsal açıklamaya doğru gitmiştir. Kırıcılığı önce yoğunluk kavramına benzetmiştir. Yoğunluk kavramını sınıftaki öğrenci sayısıyla açıklamıştır. Sonrasında kırıcılığın yoğunluğa benzediğini söyleyerek kuramsal açıklama yapmıştır. Bu bilimsel açıklamaları yaparken '*Havadan prizmaya peki, kırıcılık olarak kıyaslayalım.*' şeklindeki yönlendirmeleriyle öğrencileri de dahil etmiştir.

Araştırmacı: Bütün öğrendiklerimizi genellemeye çalışalım. İlk yaptığımız deneyde nereden nereye ışığı tuttuk?

Ö6 Havadan prizmaya.

Araştırmacı: Havadan prizmaya peki, kırıcılık olarak kıyaslayalım.

Ö4 Hocam prizma havadan daha fazla kırıyor.

Araştırmacı: Yani az kırıcıdan çok kırıcıya. Bu durumda ışık ışınları ne oldu?

Ö3 Kırıldı.

4.1.15 Ders 5 Tahmin Aşamasından Elde Edilen Bulgular

Aşağıda 5. dersin tahmin aşamasının anlam oluşturma çerçevesi Çizelge 4.34'de verilmektedir.

Çizelge 4.34: Ders 5 tahmin aşaması anlam oluşturma analiz çerçevesi.

Öğretim Amaçları	Öğrencilerin bilimsel anlamlarla çalışmalarına rehberlik etme ve içselleştirmeyi destekleme Bilimsel görüşü kullanmaları ve kullanımını genişletmeleri için rehberlik etme Öğrencilerin görüşlerini ve belirli fikirler/olgularla ilgili anlayışlarını derinlemesine inceleme
İçerik	Işığın kırılması kavramının yeni durumlara uygulanması, Bilimsel kavram- Deneysel açıklama
Yaklaşım	Etkileşimli/diyaloglu
Etkileşim Kalıbı	B-C-G
Müdahale Biçimi	Yok

Bu aşamada öğrencilerden bir önceki derste öğrendikleri normale yaklaşma/normalden uzaklaşma ve az kırıcı/çok kırıcı kavramını kullanmaları beklenmektedir. Öğrencilere bununla ilgili olarak bir çalışma kağıdı dağıtılmıştır (Şekil 4.44). Kağıtta bir çocuk boş bir kabın içine doğru bakmaktadır. Kabın içinde madeni bir para vardır. Çocuğun kaba su konduğunda parayı görüp göremeyeceği sorulmaktadır.

Görünmez Para

Tahmin Aşaması

Can ve arkadaşları internette izledikleri ilginç bir fen deneyini kendileri yapmak istiyorlar. Bunun için bir kaba madeni parayı koyuyorlar. Can kabin içinde parayı göremeyeceği şekilde kabin içine doğru bakıyor. Bu sırada Can'ın arkadaşı Merve kabin içine su doldurmaya başlıyor.



Can kabin içi boşken parayı göremiyor.

1) Can kap boşken madeni parayı göremiyordu. Bunu şekil üzerinde ışık ışınları çizerek açıklayınız.



Benim fikrime göre:

.....
.....

2) Sizce Can parayı su eklendikten sonra görebilir mi?

Evet

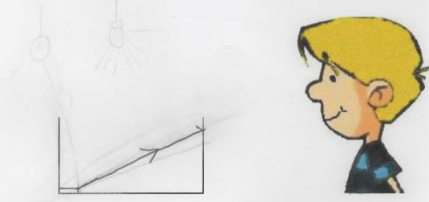
Hayır

Cevabımın nedeni:.....
.....

Şekil 4.44: Ders 5 tahmin aşaması öğrencilere dağıtılan çalışma kağıdı (çalışma kağıdı 10).

Amaç: Öğrencilerin öğrendikleri bilgiler olan normalden uzaklaşma, normale yaklaşma, az kırıcı ve çok kırıcı kavramlarını yani bilimsel görüşü kullanmaları ve kullanımını genişletmeleri için rehberlik etme amaçlanmıştır. Bunun için verilen bir durumda öncelikle öğrendikleri kavramlarla ilgili tahmin yürütmeleri istenmiştir.

İçerik: Tahmin aşamasında öğrenciler kap boşken ışığın kırılmayacağı için Can tarafından görülemeyeceğini, kaba su konduktan sonra ise ışık ışınları kırılacağı için Can'ın görebileceğini söylemişlerdir. Öğrencilerin ifadeleri gözlemsel nitelikte olduğu için deneyseldir. Neden-sonuç ilişkisine dayandığı için açıklamadır. Bilimsel olarak doğru tahminlerde bulunmuşlardır (Şekil 4.45, 4.46 ve 4.47).




Benim fikrime göre:
Kabın ucuna cam parçası eklenince sadece hava olduğu için kırılma olmaz.
Kırılma olmayınca ışık gözle gelmez.

2) Sizce Cam parayı su eklendikten sonra görebilir mi?

Evet Hayır

Cevabımın nedeni: çünkü sudan havaya geçerken kırılarak ve ışın
camın altına gelecektir.

Şekil 4.45: Öğrenci Ö1 (deneysel açıklama).



Benim fikrime göre:
Çünkü bir engel olduğu için ışık gözle gele-
meyecek ve göremeyecek.

2) Sizce Cam parayı su eklendikten sonra görebilir mi?

Evet Hayır

Cevabımın nedeni: Suya girtilince hiçbir kırılma olmaz bu
kırılma sayesinde Cam parayı görebiliriz.

Şekil 4.46: Öğrenci Ö2 (deneysel açıklama).



Şekil 4.47: Öğrenci Ö3 (deneysel açıklama).

Yaklaşım ve Etkileşim Kalıbı: Öğrencilerin kendi arasındaki tartışma çok kısa olmuştur. Ö1 ile Ö3 kendi fikirlerini açıklarken Ö2 sessiz kalmıştır. Fakat çalışma kağıdına yazdıkları açıklamalar hepsinin aynı fikirde olduğunu göstermektedir. Sınıf tartışması sırasında öğretmen bir çok öğrencinin tahminlerini hiçbir değerlendirme yapmadan almıştır. Etkileşimli ve diyaloglu bir ortam içinde tartışma olmuştur. Öğretmenin Ö9 ile konuşması bu duruma örnektir. Öğretmen Ö9'un verdiği cevapları, sorularıyla derinleştirmeye çalışmış ve Ö9'u öğrendiği kavramları kullanmaya yönlendirmiştir (Çizelge 4.35, Satır 3, 5, 7 ve 9). Bunları yaparken öğrencinin cevaplarına değerlendirmede bulunmamıştır.

Çizelge 4.35: Ders 5 tahmin aşaması sınıf tartışması.

Satır	Konuşmacı	Diyalog	Kalıp Kodu
1	A	Evet sizinle başlayalım. Ö9?	Başlangıç
2	Ö9	...sudan çıkarken kırılma olacaktır. Bu da Can'ın gözüne gelebilir bence.	Cevap
3	A	Can'ın gözüne gelmesini sağlayan şey kırılmanın hangi özelliği olacak sence? Yani şu an neden göremiyor?	Geribildirim
4	Ö9	Çünkü kabın hani kap yüzünden.	Cevap
5	A	Kap nasıl bir yapıda?	Geribildirim
6	Ö9	Opak	Cevap
7	A	Opak bir yapıda olduğu için. Su eklendiği zaman ne oluyor? Tam olarak biraz daha detaylı söyler misin?	Geribildirim
8	Ö9	Sudan çıktıktan sonra havaya geçecektir ama kırılmış bir şekilde. Sonra bu da Can'ın gözüne gelebileceğine düşünüyorum.	Cevap
9	A	Normalle nasıl açıklarsın peki?	Geribildirim
10	Ö9	Normal yüzeyine uzak.	Cevap
11	A	Yani normalden uzaklaşacak mı diyorsun?	Geribildirim
12	Ö9	Evet.	

Müdahale Biçimi: Öğretmenin herhangi bir müdahalesi olmamıştır.

4.1.16 Ders 5 Gözlem Aşamasından Elde Edilen Bulgular

Aşağıda 5. dersin gözlem aşamasının anlam oluşturma çerçevesi Çizelge 4.36'da verilmektedir.

Çizelge 4.36: Ders 5 gözlem aşaması anlam oluşturma çerçevesi.

Öğretim Amaçları	Bilimsel hikayeyi geliştirme: Öğrencilerin kaba su koyulduğunda neler olacağını gözlemlenmelerini sağlamak Öğrencilerin bilimsel kavramlarla çalışmalarına rehberlik etme ve içselleştirmeyi destekleme Tahminlerinin doğruluğunu test etmelerini sağlamak
İçerik	Işığın normalden uzaklaşması, az kırıcı/çok kırıcı ortam Bilimsel kavram- Deneysel açıklama
Yaklaşım	Etkileşimli/diyalogludan
Etkileşim Kalıbı	B-C-G
Müdahale Biçimi	Yok

Şimdi bu deneyi biz deneyelim. Kağıt bir bardak alın. Bardağın içine madeni parayı yerleştirin. Parayı göremeyecek şekilde bardağın içine bakın. Bu sırada arkadaşınız bardağa yavaştan paranın yerini değiştirmeyecek şekilde az miktarda su eklemeye başlasın. Gözlemlerinizin sonucunu aşağıya yazın.

Gözlemim:.....
.....

Gözlem sonucu ile tahmininiz arasında bir farklılık var mıydı?

Evet Hayır

Eğer fark varsa nedenini açıklayınız:

.....
.....

Bardağa su eklendikten sonra parayı nasıl görebildiğinizi ışık ışınları çizerek ve ortamların kırıcılıklarını, normale yaklaşma veya uzaklaşma kavramlarını da kullanarak açıklayınız.



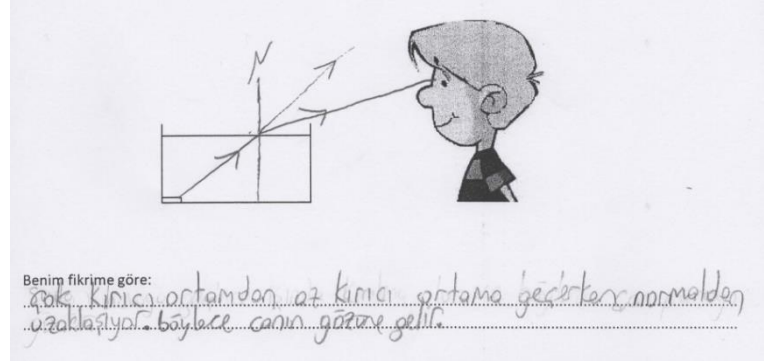
Benim fikrime göre:

.....
.....

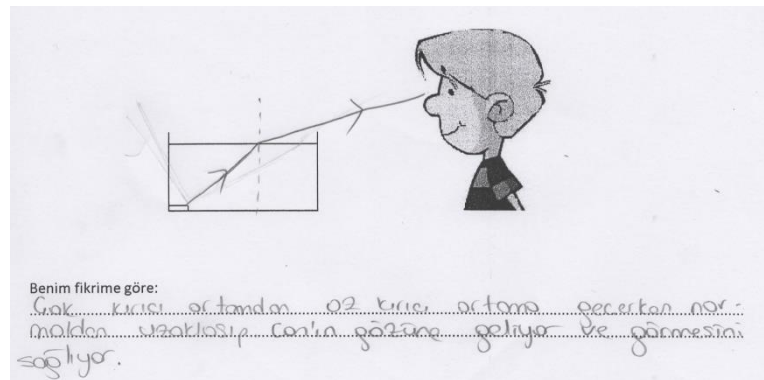
Şekil 4.48: Ders 5 gözlem aşaması öğrencilere dağıtılan çalışma kağıdı (Çalışma kağıdı 11).

Amaç: Bu aşamadaki amaç öğrencilerin gözlem yaparak bilimsel kavramlarla gözlemlerini yorumlamalarını sağlamaktır. Bu amaçla gözlemlerini kaydedecekleri çalışma kağıdı dağıtılmıştır (Şekil 4.48).

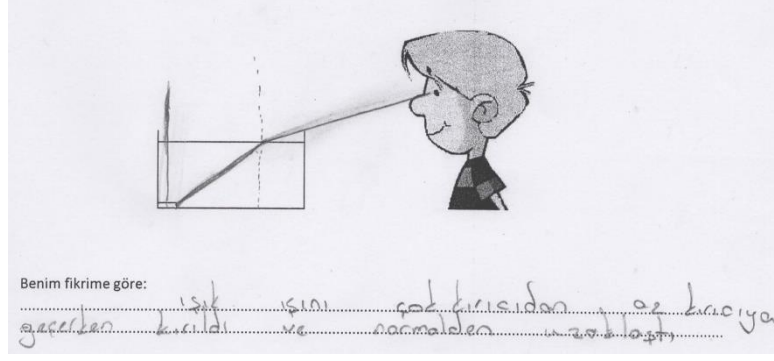
İçerik: Öğrencilerin tahminleri ile gözlemleri tutarlı çıkmıştır. Kaba su koyulduktan sonra ışık ışınlarının sudan havaya yani çok kırıcı ortamdaki normalden az kırıcı ortama geçerken normalden uzaklaşarak kırılacağını böylece Can'ın gözüne gelebileceğini söylemişlerdir. Öğrencilerin açıklamaları gözlemsel verilere dayanmaktadır. Bu nedenle deneysel açıklama kategorisindedir.



Şekil 4.49: Öğrenci Ö1 (deneysel açıklama).



Şekil 4.50: Öğrenci Ö2 (deneysel açıklama).



Şekil 4.51: Öğrenci Ö3 (deneysel açıklama).

Çizelge 4.37: Ders 5 gözlem aşaması sınıf tartışması.

Satır	Konuşmacı	Diyalog	Kalıp Kodu
1	A	Grup arkadaşınızla tartıştınız mı? O zaman sınıf içi tartışmaya geçelim. Ö10 ne diyorsun?	Başlangıç
2	Ö10	Diyorum ki su eklendikten sonra ortamın kırıcılığı arttı ve normalden daha çok uzaklaştı. Biraz büyüdü yani görüntü büyüdü.	Cevap
3	A	Normalden daha uzaklaştı. Bu nedenle gözümüze geldi, görüntü büyüdü diyorsun. Ö10'a katılan var mı? Ne diyorsun Ö2?	Geribildirim
4	Ö2	Bence çok kırıcı ortamdaki az kırıcı ortama geçerken normalden uzaklaşıyor. Bu nedenle gözüne geliyor. Yani sudan havaya geçerken kırılıyor.	Cevap
5	A	Burada çok kırıcı hangisi?	Geribildirim
6	Ö2	Çok kırıcı su oluyor. Hava da az kırıcı oluyor. Oradan geçerken normalden uzaklaşıyor. Bu nedenle gözümüze gelmesini sağlıyor.	Cevap

Etkileşim kalıbı ve Müdahale Biçimi: Öğrencilerin öğretmenle olan diyaloglarında öğretmenin herhangi bir müdahalesi yoktur, etkileşim ortamı diyaloglu/etkileşimlidir (Çizelge 4.37). Öğretmenin kavramsal olarak herhangi bir müdahalesi yoktur. Tartışmalar sırasında doğru olan ifadelere geribildirim olarak öğrenci cevabını tekrar söylemiştir (Çizelge 4.37, Satır 3).

4.1.17 Ders 5 Açıklama Aşamasından Elde Edilen Bulgular

Aşağıda 5. dersin açıklama aşamasının anlam oluşturma çerçevesi Çizelge 4.38'de verilmektedir.

Çizelge 4.38: Ders 5 açıklama aşaması anlam oluşturma çerçevesi.

Öğretim Amaçları	Bilimsel hikayeyi geliştirme: Öğrencilerin ışığın farklı saydam ortamlardan geçerken normalden uzaklaştığı ya da normale yaklaştığı durumları öğrenmelerini sağlamak Öğrencilerin bilimsel anlamlarla çalışmalarına rehberlik etme ve içselleştirmeyi destekleme Normalden uzaklaşma kavramını araba benzeşimi ile tahmin etmelerini sağlamak
İçerik	Madeni paranın yakın görünmesi Deneysel Açıklama
Yaklaşım	Etkileşimli/diyalogludan Etkileşimli/otoritere
Etkileşim Kalıbı	Öğretmen-öğrenci B-C-G
Müdahale Biçimi	Fikirleri şekillendirme, anahtar fikirleri işaretleme

Amaç: Bu aşamadaki amaç, öğrencilerin öğrendikleri bilimsel kavramları karşılaştıkları yeni durumlarda kullanabilmeleri, yorumlayabilmeleridir. Öğretmen sınıf içi tartışmayla öğrencilerin bu durumu rahatlıkla açıklayabilmelerini sağlamıştır. Öğretmen bu aşamada bilimsel hikayenin gelişimi sürerken öğrencilerin içselleştirmelerine rehberlik etmiştir.

İçerik: Bu aşamada öğrenciler açıklamalarını sınıf ortamında sunmuşlardır. Öğrenciler madeni paranın görünebilmesini ışık ışınlarının normalden uzaklaşmasıyla açıklamışlar, öğrendikleri bilimsel kavramları kullanmışlardır. Öğrencilerin cevaplarından sonra öğretmen de toparlamak için kendisi madeni paranın görünmesini açıklamıştır. açıklamasını gözlemsel verilere dayandırdığı için deneysel bir açıklama yapmıştır.

Araştırmacı:** ...burada suyu eklemeyen önce doğrusal hareket ettiği için gözüme gelmiyordu değil mi ışık ışınları? Kaba çarpıyor oradan başka bir yere gidiyordu. Ya da soğuruluyordu. Peki şimdi ne oldu? Su eklediğimiz zaman yine paradan ışık ışınları geliyor. Tabi önce bir ışık kaynağından paraya geliyor. Paradan yansıyarak çünkü görme olayı böyle gerçekleşir değil mi? Kap boşken de aynı şey oluyor. Bir ışık ışını paraya geliyor, paradan yansıyarak kaba çarpıyor. Göremiyorum. Su eklediğim zaman ışık kaynağından madeni paraya geliyor. Paradan yansıyor. Sudan havaya çıkarken normalden daha çok uzaklaştığı için Can'ın gözüne rahatlıkla geliyor ve parayı görebiliyoruz. **(Deneysel Açıklama)

Öğretmen ek olarak, öğrencilere madeni paranın daha yakın görünmesinin sebebini sormuştur (Çizelge 4.39, Satır 3, 5 ve 7). Bunu açığa çıkarmak için

öğrencilerin günlük deneyimlerini düşünmelerini istemiştir (Çizelge 4.39, Satır 11). Öğretmen öğrencilerin cevaplarını aldıktan sonra yakın görünmeyle ilgili ışın diyagramlarının olduğu çeşitli şekiller göstermiş ve şekil üzerinde anlatmıştır.

Çizelge 4.39: Ders 5 açıklama aşaması sınıf tartışması.

Satır	Konuşmacı	Diyalog	Kalıp Kodu
1	A	Peki bir şeye daha dikkat ettiniz mi? Yeri hakkında ne dersiniz madeni paranın? Ona dikkat eden var mı? Ö7?	Başlangıç
2	Ö7	Yükselmiş gibi gözüküyordu hocam.	Cevap
3	A	Peki gerçekte yükselmiş miydi?	Geribildirim
4	Ö7	Hayır.	Cevap
5	A	Suyun içinde yüzmüyor aslında ama nasıl görüyorum biraz daha yakınlaşmış mı görüyorum?	Geribildirim
6	Ö7	Evet.	Cevap
7	A	Acaba niye böyle oluyor? Neden yakınlaşmış görüyor olabilirim? Ö4?	Geribildirim
8	Ö4	Hocam su orada biraz büyüteç görevi görüyor.	Cevap
9	A	Büyüteç görevi gördüğü için olabilir. Başka? Ö8?	Geribildirim
10	Ö8	Suyu dökünce para daha net gözükmeye başlıyor.	
11	A	Yani görünür hale geliyor. Peki mesela daha önce bunu hiç gözlemediniz mi? Buna benzer bir şey?	Geribildirim
12	Ö6	Hocam denizde mesela böyle daha büyük gözüküyor.	Cevap
13	A	Daha büyük gözüküyor. Başka?	Geribildirim
14	Ö9	Öğretmenim deniz deyince aklıma geldi denizdeki kum tanecikleri de hani baktığımızda belirli bir açıdan baktığımızda daha hani yüksek gözüküyor.	Cevap
15	Ö5	Yerin içi yüzeye daha yakın gözüküyor.	Cevap
16	A	Yüzeye de daha yakın gözüküyor.	Geribildirim

Araştırmacı: *Şimdi burada bir kalemin görüntüsü var. Kalemin aynı noktasından, şuradan ışık ışınlarını rastgele gönderiyorsunuz. Çünkü gerçekte her yerden ışık ışınları çıkar. Biz sadece görüntü nerede oluşuyor, bunu tespit edebilmek amacıyla iki tane ışık göndermişiz. Neden iki tane kullanıyorum, çünkü onları kesiştireceğim, nerede görüntü oluşuyor onu tespit etmeye çalışıyorum. Bir dış ışık kaynağından gelen ışık kaleme gelmiş, kalemden yansımış yüzeye geldiği zaman bakın normalden uzaklaşmış. Burada iki ışın da göze geliyor. Önemli olan göz hangi ışını görebiliyor. Göz buradaki ışını göremiyor çünkü göze gelmiyor. Burada bakın göze gelen ışığı, bir göz bunun kırıldığını anlayamaz. Aynen doğrusal devam ettiğini algılar. Dolayısıyla bu ışık ışınlarının doğrultuları alındığı ve kesiştirdiğimiz zaman bakın kalem nasıl görünüyor, normalden daha yüksekte, denizin ya da suyun yüzeyine daha yakın. Orada bir balık olsaydı yine göz bunu daha yüksekte algılayacaktı. (Deneyisel Açıklama)*

Öğretmen madeni paranın neden daha yakında görüldüğünü, üzerinde ışık ışınlarının çizilmiş olduğu bir resim üzerinde anlatmıştır. Kırılan ışık ışınlarının doğrultularının kesiştirildiğinde kalemin görüntüsünün oluştuğunu ifade etmiştir. Öğretmen madeni paranın yakın görünmesinin sebebini gözlemsel nitelikteki bilgilerle açıkladığı için deneysel bir açıklama yapmıştır.

Yaklaşım ve Etkileşim Kalıbı: Açıklama kısmının başlangıcında öğrencilerin tahminleri alındıktan sonra öğretmen paranın ayrıca nasıl görüldüğüne ilişkin sorular sormuştur. Bu kısımdaki tartışma etkileşimli ve diyalogludur. Öğretmen öğrencilerin görüşlerini almış, sorularıyla derinleştirmeye çalışmış ve değerlendirme yapmadan geribildirimde bulunmuştur. Farklı öğrencilerin fikirleri de dinlemiştir. B-C-G zincirleriyle tartışma yapılmıştır. Öğrenciler paranın daha yakında görüldüğünü söyledikten ve birçok öğrenci bununla ilgili günlük deneyimlerini paylaştıktan sonra öğretmen kalemin kırılmış gibi görüldüğü bir resim üzerinde kalemin ucunun nasıl daha yakınmış gibi algılanacağını anlatıyor. Bu sırada etkileşimsiz/otoriter iletişim şekli kullanıyor. Öğrencilerle iletişime girmeden bilimsel bilgiyi sınıfın sosyal düzlemine sunuyor.

Müdahale Biçimi: Öğretmen bu aşamada başlangıçta öğrencilerin fikirlerini dinlemiş, ardından bilimsel bilgiyi sunmuştur. Böylece yeni bir bilgi tanıtmıştır yani fikirleri şekillendirmeye ve bilimsel hikayeyi geliştirmeye çalışmıştır. Madeni para deneyindeki normalden uzaklaşma ve paranın daha yakında görünmesinin sebebini anlatarak anahtar fikirleri işaretlemiştir.

4.1.18 Ders 6 Tahmin Aşamasından Elde Edilen Bulgular

Aşağıda 6. dersin tahmin aşamasının anlam oluşturma çerçevesi Çizelge 4.40'da verilmektedir.

Çizelge 4.40: Ders 6 tahmin aşaması anlam oluşturma analiz çerçevesi.

Öğretim Amaçları	Bilimsel hikayeyi geliştirme: Öğrencilerin ışığın çok kırıcı ortamdaki az kırıcı ortama her zaman geçip geçemeyeceğini tahmin etmelerini sağlamak
İçerik	Öğrencilerin görüşlerini derinlemesine inceleme Işığın çok kırıcıdan az kırıcıya her zaman geçemeyeceğinin tahmin edilmesi
Yaklaşım	Deneyssel açıklama/Deneyssel genelleme Etkileşimli/diyaloglu
Etkileşim Kalıbı	B-C-G
Müdahale Biçimi	Yok

Bu aşamada öğretmen öğrencilere tahmin kağıdı dağıtmıştır (Şekil 4.52). Kağıtta iki öğrenci ışık ışınlarının camdan havaya geçip geçemeyeceği üzerine tartışma yapmaktadırlar. Öğrencilerden çalışma kağıdındaki hangi öğrencinin haklı olduğunu düşündüklerini yazmaları istenmiştir



Yukarıdaki karikatürdeki çocuklardan sizce hangisi haklıdır?

Kerem

Azra

Nedenini açıklayınız:

Şekil 4.52: Ders 6 tahmin aşaması öğrencilere dağıtılan çalışma kağıdı (Çalışma kağıdı 12).

Amaç: Öğrencilerin ışık ışınlarının çok kırıcı ortamdaki az kırıcı ortama her zaman geçemeyeceğini öğrenmelerini sağlamaktır. Tam yansıma kavramını bilimsel hikayenin gelişimine dahil etmektir. Bunun için öncelikle verilen durum üzerinde öğrencilerin tahminlerini ortaya çıkarmak amaçlanmıştır.

İçerik: Öğrenciler çalışma kağıtlarına ışığın camdan havaya geçeceğini söylemişlerdir. Ö1 ışığı soğuran bir madde olmadığı için geçeceğini, Ö2 ışığın kırılacağını ve geçeceğini, Ö3 ise geçmemesi için bir sebep olmadığını söylemiştir. Öğrencilerden Ö1'in düşüncesi ışığı soğuran bir maddenin olmayışına dayandığı için deneysel bir açıklamadır. Ö2 ve Ö3'ün ifadeleri ise açıklama tarzında değil daha genel ifadeler içerdiği için deneysel genelleme kategorisindedir. Öğrenciler ışığın her zaman geçeceğini düşündükleri için bu ifadeler bilimsel olarak doğru kabul edilmemiştir (Şekil 4.53, 4.54 ve 4.55).

Yukarıdaki karikatürdeki çocuklardan sizce hangisi haklıdır?

Kerem Azra

Nedenini açıklayınız: Evet geçer çünkü ışını soğuran bir madde yok.

Şekil 4.53: Öğrenci Ö1 (deneysel açıklama).

Yukarıdaki karikatürdeki çocuklardan sizce hangisi haklıdır?

Kerem Azra

Nedenini açıklayınız: Bence saydam bir ortamdan başka bir saydam maddeye geçerken kırılır ve görmemizi sağlar.

Şekil 4.54: Öğrenci Ö2 (deneysel genelleme).

Yukarıdaki karikatürdeki çocuklardan sizce hangisi haklıdır?

Kerem Azra

Nedenini açıklayınız: bence ışığın geçmemesi gibi bir şey olmaz.

Şekil 4.55: Öğrenci Ö3 (deneysel genelleme).

Yaklaşım ve Etkileşim Kalıbı: Öğrenciler tahminlerini çalışma kağıdına yazdıktan sonra kendi aralarında tartışmışlar ardından sınıf içi tartışmaya geçilmiştir. Öğretmen sınıf içi tartışmada öğrencilerin fikirlerini alırken herhangi bir

yönlendirmede bulunmamıştır (Çizelge 4.41, Satır 3, 5, 7, 9, 11 ve 13). Her öğrencinin fikri dinlenmiştir. Bir çok öğrenci tartışmaya dahil olmuştur. Bu nedenle etkileşimli/diyaloglu bir tartışma ortamı oluşmuştur. Tartışma B-C-G zincirleri ile yürümüştür. Böylece her öğrenci düşüncesini rahatlıkla ifade edebilmiştir. Örneğin Ö2 ve Ö9 camdan havaya sürekli geçeceğini söylemişler buna gerekçe olarak da önceki derslerde öğrendikleri bilimsel anlamaları göstermişlerdir. Bu diyaloglarda öğretmenin Ö2 ve Ö9'un cevaplarına müdahalede bulunmadığı görülmektedir (Çizelge 4.41).

Çizelge 4.41: Ders 6 tahmin aşaması sınıf tartışması.

Satır	Konuşmacı	Diyalog	Kalıp Kodu
1	A	Evet şimdi kim haklı kim haksız doğru mu yanlış mı bunu tartışacaktık. Ö9 ile başlayacaktık.	Başlangıç
2	Ö9	Ben Kerem'e katılıyorum. Çünkü hani sizin dediğiniz gibi bir örnek verirsem sudan örnek vereceğim. Suyun altından lazeri tutarsak havaya kırılmış bir şekilde...Daha doğrusu şey, havadan çıktığında kırılmış bir şekilde diyebiliriz, burada da zaten doğrusunu Kerem demiş ki doğrultu değiştirdiğini öğrendik demiş. Zaten hani gözlemediğimiz şeyde de değiştiğini görmüştük bu yüzden.	Cevap
3	A	Yani Azra doğru söylemiyor mu diyorsun?	Geribildirim
4	Ö9	Evet anlamında başını sallıyor.	Cevap
5	A	Kerem doğru söylüyor diyorsun. Başka?	Geribildirim
6	Ö2	Ben şeyi düşündüm. İlk parayı koymuştuk hani ilk baktığımızda görememiştik ama suyu koyduğumuzda o geçtiği için hani o kırdığı için gözümüze ulaşabilmişti. Hani oradan geçip gözümüze geldiği için normalde göremiyorduk ama suyun üzerine eklediğimizde geçtiği için sudan yani burada cama denk geliyor, kırıldığı için gözümüze geliyordu görebiliyorduk.	Cevap
7	A	Yani bu nedenle her durumda geçer diyorsun? Peki Ö6 sen ne diyorsun?	Geribildirim
8	Ö6	Hocam, ben Azra'ya katılıyorum.	Cevap
9	A	Neden?	Geribildirim
10	Ö6	Mesela cam bir aynadır ama mesela biz cama ışığı tuttuğumuzda yansıma olayı gerçekleşir. Ya da hocam hani burada cam diyor ya biz prizmada denemiştik onu. Normal bir camda mesela ben şeylere tuttuğumda böyle sürekli o an yansıma olayı gerçekleştiğini görmüştüm.	Cevap
11	A	Sen yansıdığını gördün.	Geribildirim
12	Ö6	Evet.	Cevap
13	A	Buna benzer bir görüntü yakalayan?	Geribildirim

Müdahale Biçimi: Öğretmenin herhangi bir müdahalesi yoktur.

4.1.19 Ders 6 Gözlem Aşamasından Elde Edilen Bulgular

Aşağıda 6. dersin gözlem aşamasının anlam oluşturma çerçevesi Çizelge 4.42'de verilmektedir.

Çizelge 4.42: Ders 6 gözlem aşaması anlam oluşturma analiz çerçevesi.

Öğretim Amaçları	Bilimsel hikayeyi geliştirme: Öğrencilerin ışığın çok kırıcı ortamdaki az kırıcı ortama her zaman geçip geçemeyeceğini gözlemlenmelerini sağlamak
İçerik	Öğrencilerin görüşlerini derinlemesine inceleme: Öğrencilerin tahminlerinin doğruluğunu test etmelerini sağlamak Işığın belirli açı değerlerinin üzerinde çok kırıcı ortamdaki az kırıcı ortama geçemeyip tam yansımaya uğraması
Yaklaşım	Bilimsel kavram-Deneysel tanımlama/Deneysel açıklama Etkileşimli/diyalogludan bazı noktalarda otoriter müdahale
Etkileşim Kalıbı	Çoğunlukla B-C-G
Müdahale Biçimi	Fikirleri şekillendirme, fikirleri paylaşma, anahtar fikirleri işaretleme

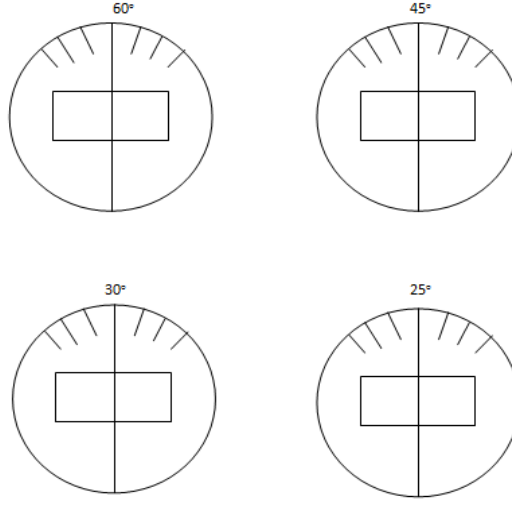
Bu aşamada öğrencilerin gözlem yapabilmesi için öğrencilere lazer ışını, prizma ve optik daire verilmiştir. Öğrencilerden iki farklı durumda lazer ışınını kullanmaları istenmiştir. Öncelikle havadan prizmaya belirli açılarla lazer ışınını tutup kırılma açısını kaydetmeleri, ardından prizmadan havaya lazer ışınını tutup yine kırılma açılarını kaydetmeleri istenmiştir. Öğrenciler gözlemlerini kendilerine dağıtılan çalışma kağıtlarında kaydetmişlerdir (Şekil 4.56 ve 4.57).

Amaç: Öğrencilerin bir önceki aşamada tahmin ettikleri durumu gözlemlenmelerini ve tahminlerinin doğruluğunu test etmelerini sağlamaktır.

İçerik: İlk deney gözlemlerine göre, ‘Havadan prizmaya gönderdiğini ışık ışınları nasıl bir yol izledi? Her açıda ışık ışınları prizmaya geçti mi?’ sorusuna Ö1 ‘Evet geçti. Kırılarak normale yaklaştı.’, Ö2 ‘Evet geçti. Kırılarak normale yaklaştı.’ ve Ö3 ‘Evet geçti. Çünkü cam saydam bir ortam.’ cevabını vermiştir. Ö1 ve Ö2’nin ifadeleri var olan durumu ifade ettiği için deneysel tanımlamadır. Ö3’ün ifadesi ise camın saydam olmasını gerekçe gösterdiği için deneysel açıklamadır. İkinci deney gözlemlerine göre, ‘Prizmadan havaya gönderdiğiniz ışık ışınları nasıl bir yol izledi? Her açıda ışık ışınları havaya geçti mi?’ sorusuna Ö1 ‘25 ve 30 geçti. 45 ve 60 geçmedi.’, Ö2 ‘Hayır geçmedi.’ ve Ö3 ‘Bazıları farklı bazıları aynı’ yanıtını vermiştir. Öğrencilerin cevapları herhangi bir gerekçe içermediğinden deneysel tanımlamadır.

1. Durum

Optik dairenin üzerine prizmayı yerleştirin. Lazer ışığını kullanarak 60, 45, 30, 25 derecelik açılarla havadan prizmaya ışık ışınları gönderin. Her bir durum için ışık ışınlarının izlediği yolu çizin.

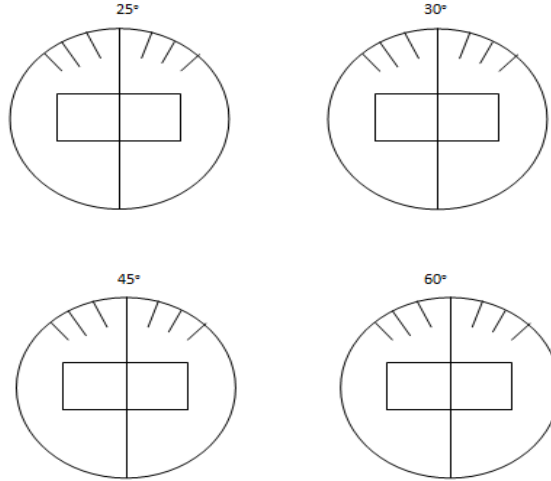


1) Havadan prizmaya gönderdiğiniz ışık ışınları nasıl bir yol izledi? Her açıda ışık ışınları prizmaya geçti mi?

.....

Şekil 4.56: Ders 6 gözlem aşaması öğrencilere dağıtılan çalışma kağıdı (çalışma kağıdı 13).

Aynı deneyi prizmadan havaya 25, 30, 45 ve 60 derecelik ışık ışınları göndererek tekrar deneyin. Işık ışınlarının izlediği yolu çizin.



2) Prizmadan havaya gönderdiğiniz ışık ışınları nasıl bir yol izledi? Her açıda ışık ışınları prizmaya geçti mi?

.....

Şekil 4.57: Ders 6 gözlem aşaması öğrencilere dağıtılan çalışma kağıdı (çalışma kağıdı 14).

Yaklaşım ve Etkileşim Kalıbı: Gözlemler bittikten sonra öğretmen grupların gözlem sonuçlarını sormuştur. Bu cevaplarda bazı öğrenciler ölçüm sonuçlarını hatalı söylediklerinde öğretmen ‘Emin misin? Bir daha deneyin o zaman’ şeklinde yönlendirici ifadelerde bulunmuştur. Bunun dışındaki cevaplarda da değerlendirme yönünde dönütler vermiştir (Çizelge 4.43, Satır 5). Bu küçük müdahaleler dışında öğretmen ile öğrenci arasında B-C-G zincileri şeklinde diyaloglar yaşanmıştır (Çizelge 4.43, Satır 3 ve 7).

Çizelge 4.43: Ders 6 gözlem aşaması sınıf tartışması.

Satır	Konuşmacı	Diyalog	Kalıp Kodu
1	A	Nereden nereye gönderdik birinci durumda?	Başlangıç
2	Ö5	Havadan prizmaya.	Cevap
3	A	Havadan prizmaya geçti mi her şekilde?	Geribildirim
4	Ö5	Evet.	Cevap
5	A	Evet, ama prizmadan havaya geçiş yaptı mı?	Değerlendirme- Başlangıç
6	Ö5	Hayır.	Cevap
7	A	Peki ikisi arasındaki fark nedir? Yani ortamların kırıcılıkları açısından düşünürseniz nasıl bir farklılık var? Ö15?	Geribildirim
8	Ö15	Havadan prizmaya yollarken normale yakınlaştı.	Cevap

Müdahale Biçimi: Öğretmen sınıf içi tartışma sırasında ölçümleri hatalı yapan öğrencilere bir daha ölçmelerini söyleyerek fikirleri seçmiştir. Yani belirli bir öğrenci cevabına odaklanmıştır. Öğrencilerin fikirlerini sınıfla paylaşmıştır.

4.1.20 Ders 6 Açıklama Aşamasından Elde Edilen Bulgular

Aşağıda 6. dersin açıklama aşamasının anlam oluşturma çerçevesi Çizelge 4.44’de verilmektedir.

Çizelge 4.44: Ders 6 açıklama aşaması anlam oluşturma analiz çerçevesi.

Öğretim Amaçları	Bilimsel hikayeyi geliştirme: Öğrencilerin ışığın çok kırıcıdan az kırıcıya belirli açılarda geçemediğini, tam yansımaya uğradığını öğrenmesini sağlamak
İçerik	Deneyssel açıklama
Yaklaşım	Etkileşimli/otoriterden Etkileşimsiz/otoritere
Etkileşim Kalıbı	B-C-G
Müdahale Biçimi	Fikirleri şekillendirme, anahtar fikirleri işaretleme, anlamalarını kontrol etme

Bu aşamada öğretmen öğrencilerin gözlemleri ile ilgili sınıf tartışmasını devam ettirerek bilimsel kavrama doğru sorularıyla öğrencileri yönlendirmiştir.

Amaç: Öğrencilerin ışık ışınlarının çok kırıcıdan az kırıcıya belirli bir açı değerinin üzerinde geçemeyeceğini öğrenmelerini sağlamaktır.

İçerik: Öğretmen sınıf tartışmasıyla öğrencilerin buldukları açı değerlerini sınıfa sunmalarını sağlamıştır. Ardından öğretmen öğrencilerin önceki bilgilerini kullanmaları için sorular sormuştur. Her iki ortamın hangi özellikte olduğunu sormuştur. Tartışmayla ışınların az kırıcıdan çok kırıcıya her durumda geçtiği, çok kırıcıdan ise her durumda geçemediği sonucuna ulaşmışlardır. Ardından öğretmen tam yansıma kavramını sınıfa sunmuştur.

Araştırmacı: Işık ışınları az kırıcıdan çok kırıcıya her zaman geçebiliyor. Ama çok kırıcıdan az kırıcıya her zamana geçemiyor. Belirli bir kritik değer var. O kritik değer üzerinde açılarda tam yansıma oluyor. Yani geldiği ortama geri dönüyor. Geldiği ortam neresi? Prizmaydı. Prizmaya geri döndü. Buna tam yansıma deniyor. Şöyle diyebiliriz ışık ışınlarının çok kırıcı bir ortamdan az kırıcı bir ortama belirli bir açı değerinin üzerinde geldiği zaman geçemeyip geri yansımaya tam yansıma denir. Bu belirli açı değerine sınır açısı deniyor. O sınırın üzerinde gönderilen ışık ışınları tam yansımaya uğruyorlar. Bunun belli değerleri var. Sudan havaya sınır açısı 48 derece, camdan havaya da 42 derece.

Öğretmenin sınıfın sosyal düzleminde verdiği bu bilgiler gözlemsel nitelikte veriler olduğu için öğretmen deneysel açıklama yapmıştır. Deneysel açıklamanın ardından ‘ışık ışınlarının çok kırıcı bir ortamdan az kırıcı bir ortama belirli bir açı değerinin üzerinde geldiği zaman geçemeyip geri yansımaya tam yansıma denir.’ ifadesini söyleyerek deneysel genelleme yapmıştır.

Yaklaşım ve Etkileşim Kalıbı: Bu aşamanın başlangıcında etkileşimli/otoriter bir konuşma varken sonlarına doğru etkileşimsiz/otoriter bir ortam oluşmuştur. Öğretmen başlangıçta öğrencilerle gözlem sonuçlarını konuşurken bazı öğrenciler hatalı ölçüm yaptıklarında bir daha ölçmelerini istediğinde onlara bir değerlendirmede bulunmuştur. Sonrasında öğrencilerden gözlemlerini genellemelerini istemiştir. Burada söz alan Ö4 ile geçen diyalogta öğretmenin

soruları geribildirim biçiminde olmasına rağmen öğretmenin soruyu yinelemesi öğrencinin yanlış cevap verdiği bir işaret anlamındadır (Çizelge 4.45, Satır 7). Bunun üzerine Ö4 cevabını değiştirmiştir. Öğretmen öğrencileri belirli bir noktaya yönlendirerek ve yanlış cevapları düzelterek sorular sorduğu için diyaloglar etkileşimli/otoriterdir. bu diyaloglardan sonra öğretmen kendisi tam yansıma kavramını sınıfa sunduğunda etkileşimsiz/ototiter bir konuşma olmuştur.

Çizelge 4.45: Ders 6 açıklama aşaması sınıf tartışması.

Satır	Konuşmacı	Diyalog	Kalıp Kodu
1	A	Evet, bir genelleme yapabilir miyim? Hani birinci durum için genelleme yapabilir misiniz? Evet Ö4?	Başlangıç
2	Ö4	Hocam şimdi birinci durumda az kırıcı havadan prizmaya yani az kırıcıdan çok kırıcıya geçti. Normale daha da yaklaştı.	Cevap
3	A	Peki her durumda geçti mi?	Geribildirim
4	Ö4	Evet.	Cevap
5	A	Az kırıcıdan çok kırıcıya her durumda geçti değil mi?	Geribildirim
6	Ö4	Evet. İkinci durumda da yine her durumda geçti.	Cevap
7	A	Geçti mi her durumda?	Geribildirim
8	Ö4	Her durumda geçmedi pardon. Şey yansımalar oldu. Orada da normalden daha da uzaklaştı.	Cevap

Müdahale Biçimi: Öğretmen soru sorarken ses tonundaki değişimle öğrencilerin yanlış cevaplarına dönüt vermiştir. Böylece fikirleri seçmiştir. Anahtar fikir olan çok kırıcıdan az kırıcıya belirli açılarda geçememesi durumuna vurgu yapmıştır. Öğrencilerin doğru cevaplarını tekrar ederek fikirleri paylaşmıştır. Öğrencilerin gözlemlerini tekrar söylemelerini öğrendikleri kavramlarını (az kırıcı/çok kırıcı) kullanmalarını isteyerek anlamalarını da kontrol etmiştir.

4.1.21 Öğrenmenin Sosyal Etkileşimsel Doğası ve Aracılık

Durum çalışmasına dahil edilen öğrenciler, daha önce kırılma kavramına ilişkin okul sosyal ortamında bilimsel eğitim almamış durumdadırlar. Öğrenciler kırılma olgusuyla sosyal düzlemde ilk kez bu derste karşılaşmışlardır. Yani bu kavramla ilgili olarak öğrencilerin yakınsal gelişim alanı içinde herhangi bir sosyal etkileşim bulunmamaktadır. Bu sebeple öğretmenin verdiği çalışma kağıdına öğrenciler kırılma olayına ilişkin tahminlerini yazdıklarında, öğrencilerin ifadeleri günlük kavram olarak nitelendirilmiştir. Öğrenci Ö1, Ö2 ve Ö3, ışınların suya belirli

bir açıyla tutulduğunda ‘dağılacağı’ nı ifade etmişlerdir. ‘Dağılma’ kavramı bilimsel bir kavram olarak öğretilmemiştir. Ö1, Ö2 ve Ö3 bu kavramı günlük yaşamındaki deneyimlerine dayalı olarak söylemiştir.

- Ö2:** *Hani çok sert bir şey olmadığı için hani direkt yansımaz hani suyun üzerinde...*
- Araştırmacı:** *Yansıtmaz?*
- Ö2:** *Yansıtma bir süre hani üstüne yayılabilir anlamında.*
- Araştırmacı:** *Hiç buna benzer bir şey gördün mü? Yayılmadan nasıl bir görüntü oluyor?*
- Ö2:** *Evet. Ay'ın üzerine şey denizin üzerine ışını verdiğinde hani böyle bir yere dağılıyor. O yönden pek gözüküyor.*
- Araştırmacı:** *Hmm*
- Ö2:** *Suyun üzerinde kalıyor. Oradan düşünüp yaptım.*

Öğrenci Ö2 ile öğretim öncesi yapılan görüşmede, Ay ışığının denizin üzerinde dağıldığını söylemiştir. Ö2, suya lazer tutulduğunda da yine ışınların dağılacağını, günlük yaşamındaki bu deneyimine dayanarak söylemektedir. Öğrencinin sosyal düzlemde karşılaşmadığı bu olguya ilişkin günlük deneyimlerinin onun kırılmaya ilişkin günlük kavramlarını oluşturmasında temel olduğu söylenebilir.

- Araştırmacı:** *Kırılmak dediğin şey ne senin tam olarak?*
- Ö3:** *Ya hani ışınlar direkt geliyor. Mesela az da olsa dağılıyor suyun içinde. O yüzden olabilir diye düşündüm.*
- Araştırmacı:** *Peki daha önce böyle bir şeyle hiç karşılaştın mı? Hiç gördün mü?*
- Ö3:** *Gördüm.*
- Araştırmacı:** *Nerede gördün?*
- Ö3:** *Kardeşim bardakla oynuyordu su koymuş içine bir kaç kalem de koymuş. O zaman görmüştüm.*
- Araştırmacı:** *Hiç böyle bir şey gördün mü?*
- Ö1:** *Gördüm hocam.*
- Araştırmacı:** *Ne zaman gördün, hatırlıyor musun?*
- Ö1:** *Hocam annem bardağa çiçek koymuştu. Orada gördüm.*
- Araştırmacı:** *Nasıl görünüyordu çiçek?*
- Ö1:** *Hocam çiçek aynı böyle yamuk duruyordu.*

Anket sorularından su dolu bir bardağın içinde kalemin kırık gibi görünmesinin sebebi sorulduğunda Ö3 ‘Yarisinin suda yarisinin ise sadece bardağın içinde olması, su ışık ışınını bayağı bir kırıyor bence.’ demiştir. Öğrencinin bu ifadesinden kırılma kavramını bildiği düşünebilir. Bununla ilgili olarak Ö3 ile anket

soruları üzerine öğretim öncesinde yapılan görüşmede Ö3'ün bu kelimeyi dağılma anlamında kullandığı görülmektedir. Öğrenci bu cevabı kardeşinin bardakla oynarken gördüklerine dayandırmaktadır. Benzer şekilde Ö1, öğretim öncesinde anket üzerine yapılan görüşmede günlük yaşamında bardağın içindeki kalemin görüntüsüne benzer şekilde çiçeğin 'yamuk' görüldüğünü söylemiştir. Ö2 gibi Ö1 ve Ö3'ün de verdikleri cevaplar günlük yaşamdaki deneyimlerine dayanmaktadır. Öğrenciler bu bilimsel kavrama hakim kendilerinden daha yetkin bir akran ya da yetişkinle herhangi bir sosyal etkileşime girmemiş olduklarından, öğrencilerin psikolojik düzlemlerinde de bu bilimsel kavramdan yoksun oldukları görülmektedir. Bilimsel kavramların öğrenilmiş olması yüksek zihinsel süreçlerin işlevine bağlıdır ve yüksek zihinsel süreçler sosyal kökenlidir. Öğrencilerin sosyal düzlemdeki etkileşim yokluğu bu bilimsel kavrama ilişkin herhangi bir bilgilerinin olmayışının sebebidir.

Kırılma ile ilgili gözlem aşamasında, öğrenciler su dolu kaba lazer ışınını tutarak gözlem yapmaya çalıştıklarında, öğrenci Ö3, 'Bu şey kırılıyor mu?' şeklinde bir soru soruyor, bunun üzerine Ö2 'Onu nasıl çizeceğiz ki biz şimdi, azıcık kırıp mı çizeceğiz?' diye sorarak onu onaylıyor. Bu konuşmada kırılma kelimesini ilk olarak Ö3 kullanıyor. Ardından grup arkadaşları da bu kelimeyi kullanmaya başlıyorlar. Öğretmen gruba yardımcı olurken daha önce bu kelimeyi kullanmamıştır. Öğretmen grubun yanına gelip neler yaptıklarını sorduğunda öğrenci Ö3 'Hocam bayağı bir kırık görünüyor.' diyor. Öğrenciler gözlem yapmaya devam ediyorlar. Son olarak öğretmen bir kez daha grubun yanına gelip artık onların lazeri tutarak göstermelerini istiyor ve 'Bir gösterin bakalım nasıl yaptınız?' diye soruyor. Bunun üzerine lazeri önce dik sonra eğik tutarak gösteriyorlar. Bunun üzerine öğrenci Ö2, 'Şu iki yerde de kırılıyor.' diyor. Öğrenci Ö2, ilk defa Ö3'ten duyduğu bu kelimeyi kullanmaya başlıyor. Burada kırılma ifadesi grubun etkileşimi ile ortaya çıkmış bir kavramdır ve grubun oluşturduğu bu ürünü grup üyeleri benimseyip kullanmaya başlamıştır. Grup etkileşimi bir sosyal düzlemdir ve bu sosyal düzlem içinde oluşan konuşmalar dışsal aktivitelerdir. Bu dışsal aktivitelerde kullanılan kelimeler birer psikolojik araçtır. Bu etkileşimde 'kırılma' bir psikolojik araçtır ve ışığın davranışını tanımlayabilmek için öğrenci Ö3 bu psikolojik aracı kullanarak grup içindeki diğer arkadaşlarının da içsel düzlemini etkilemiştir. Öğrencilerin gözlem sonunda 'kırılma' kelimesini kullanmaya başlamaları, sosyal düzlemde ortaya çıkan bu kelimenin, içsel

düzlemlerinde düzenleme yapmaya başladıklarının bir göstergesidir. Öğrencilerin bu etkileşimi birbirlerinin ışığın davranışına ilişkin anlamalarını genişletmeye başlamıştır. Bu psikolojik araçla birbirlerinin yakınsal gelişim alanını genişletmeye başladıkları söylenebilir.

Gözlem aşaması sırasında öğrencilerin kendi aralarında kullandıkları kelimeler, onların içsel düzlemlerini düzenlemede önemli bir aracılık yapmıştır. Bunun yanında öğretmenin müdahaleleri de anlam yapılandırılmalarında önemli bir aracılık yapmıştır. Öğretmen öğrencilerin gözlem yaparken suyu kullanmada zorluk yaşadıklarını farkedince kendi gelip lazer ışığını tutmuş öğrencilerin düzgün gözlem yapabilmelerini sağlamıştır.

*Öğretmen: Dikkatli bakın. Ben bir şuradan bakayım. Evet gittiği doğrultu nasıl?
Bak görüyor musun?*

Öğretmen, gruba yardımcı olduğu sırada kırılma kavramını hiç kullanmayıp öğrencilerin ışığın doğrultu değiştirmesine odaklanmalarını sağlamıştır. Sorduğu bu soruda doğrultu kavramını kullanmıştır. Öğrencilerin gözlem yaptıktan sonra doldurdukları çalışma kağıdında öğrenci Ö1, ‘..suyun yüzeyiyle suyun içindeki ışın farklı doğrultuda’ ifadesini kullanmıştır (bkz. Şekil 4.6).

Öğretmenin grupla etkileşimi sırasında kullandığı bu kelime Ö1 tarafından çalışma kağıdında kullanılmıştır. Sosyal düzlemdeki öğretmen ile öğrenci arasındaki bu etkileşimin, öğrencinin içsel düzlemini düzenlemesinde aracılık yaptığı görülmektedir. Öğretmenin aracılığı ile Ö1, ışığın davranışını yeni bir pencereden görme ve onun hakkında konuşma için fırsat yakalamıştır.

Açıklama aşamasında öğretmen sınıfın sosyal düzleminde bilimsel kavramları sunmuştur. Bu aşamada öğrenciler, daha önce günlük yaşamlarında karşılaşmadıkları ‘kırılma’ kavramı ile bilimsel olarak tanışmaya başlamışlardır. Öğretmen öğrencilere kırılma kavramını ifade ederken gerekli diğer kavramları da anlatmıştır. Bu kavramlar, yüzeyin normali, gelme ve kırılma açıdır. Öğretmen bu kavramları kullanırken öğrencilerin geçmiş bilgilerine dayanmıştır. Öğrenciler bir yıl önce yansıma konusunu öğrenmişlerdir. Yansıma konusu içinde yüzeyin normali, gelme ve yansıma açıları vardır. Öğretmen yeni kavramları öğretirken öğrencilerin bir yıl

önce içselleştirdiklerini tahmin ettiği kavramları kullanarak gelme açısı ve kırılma açısını öğretmiştir (Çizelge 4.46).

Çizelge 4.46: Açıklama aşaması sınıf tartışması.

Satır	Konuşmacı	Diyalog
1	A	Aynaya tutarsam bu ışını hatırlıyor musunuz? Önce aynayla hatırlatalım. Şu ışın aynaya doğru tutulursa bu ışının özel bir adı vardı. Ö5?
2	Ö5	Hocam yansıma.
3	A	Yansıma mıydı?
4	Ö9	Gelen ışın.
5	A	Gelen ışın. Evet. Özel adı gelen ışın. Peki böyle yaptığım zaman bunun adı neydi?
6	Ö6	Yansıyan ışın.
7	A	Peki ışığın bu şekilde ilerlemesini bekliyorum ben. Ama nasıl ilerledi?
8	Ö2	Daha şey..kırılarak.
9	A	Böyle ilerliyor değil mi? Bu ışının adı ne olabilir?
10	Ö2	Kırılan ışık.

Açıklama aşamasının asıl önemli kısmı ışık ışınlarının saydam bir ortamdan başka bir saydam ortama girerken nasıl kırıldığının açıklanmasıdır. Bu açıklamayı yapabilmek için öğretmen araba benzeşiminden yararlanmıştır. Işığın yapısı gözlemden uzak olduğu için arabanın hareketiyle ışık arasında benzerlik kurmanın öğrencilerin anlamalarını kolaylaştıracağı düşünülmüştür. Araba benzeşimi ile öğretmen öğrencilerin anlam yapılandırmasını aracılıandırmış olmaktadır

Çizelge 4.47: Açıklama aşaması grup tartışması.

Satır	Konuşmacı	Diyalog
1	Ö3	Ya ben arabaları çok seviyorum. Evde bir sürü arabam var oynuyorum. Mesela düz böyle normal betondan halıya geçtiği zaman fazla yön değiştirmiyor ama sürati çok fazla düşüyor.
2	Ö1	Teker, fazla gitmeden duruyor? Yön değiştirmeden?
3	Ö2	Ya evet yön değiştirme bence mümkün değil.
4	Ö1	Mesela 100 km ile gidiyorsa 25 km ile...
5	Ö3	Hah. Yavaşlar yani bayağı bir.

Öğrencilerin arabanın hareketine ilişkin tahmin yürütmeleri istendiğinde, Ö3 arkadaşlarıyla arasında geçen diyalogta *'Ya ben arabaları çok seviyorum. Evde bir sürü arabam var oynuyorum. Mesela düz böyle normal betondan halıya geçtiği zaman fazla yön değiştirmiyor ama sürati çok fazla düşüyor.'* demiştir (Çizelge 4.47). Ö3'ün günlük yaşamından deneyimini sınıfın sosyal düzleminde arkadaşlarıyla paylaştığı görülmektedir. Öğrencinin bu deneyimi onun günlük

kavramını şekillendirmiştir ve Ö3 bu nedenle arabanın hızının azalacağını ama doğrultusunun pek değişmeyeceğini düşünmektedir. Bunun üzerine grup arkadaşları yanlarındaki oyuncak arabayla hemen denemeye çalışmışlar yumuşak bir kazak bulup üzerine doğru arabayı itmişlerdir. Araba yön değiştirmeyip sadece hızı azalmıştır (Çizelge 4.48).

Çizelge 4.48: Açıklama aşaması grup tartışması.

Satır	Konuşmacı	Diyalog
1	Ö1	Bak yön değiştirmedim ama durdu.
2	Ö3	Bak duruyor. Çok yavaşlıyor.
3	Ö2	Gidemediği için. (Arabanın tekelekleri boşa döndüğü için gültüyorlar.)

Gruptaki öğrenciler, arabayla yaptıkları gözlemlerde düzgün bir zemin kullanmadıkları için arabanın yön değiştirememiş tekerlekler boşuna dönmüştür. Araba Ö3'ün tahmin ettiği gibi hareket ettiği için Ö2, bu durumdan etkilenmiş benzemektedir. Ö2'nin kafasının karıştığı söylenebilir. Öğrenciler çalışma kağıtlarını birlikte tartışmadan önce doldukları halde tartışmadan sonra Ö2 çalışma kağıdına çizdiği şekli silmiştir. Fakat bir yandan doğrultusunun değişeceğini düşünmeye devam etmektedir. Ö3'ün açıklamalarının ve yaptıkları doğru olmayan gözlemin Ö2'nin içsel düzlemini etkilediği söylenebilir (bkz. Şekil 4.11).

Öğretmen araba benzeşimini anlatırken öğrencilerin daha önceki bilgilerinden olan sürtünme kuvvetinin ne olduğunu sınıfa sormuştur. Böylece öğrencilerin içsel düzlemlerinde var olduğunu düşündüğü 'sürtünme' bilimsel kavramından yararlanarak durumu açıklamayı istemiştir.

***Araştırmacı:** Peki şimdi biz geçen sene sürtünme kuvvetini öğrenmiştik değil mi 6. Sınıfta? Sürtünme kuvvetinin cisimlere etkisi nasıldı, nasıl bir etkisi vardı? Sürtünme kuvveti ne yapardı Ö4?*

***Ö4** Yavaşlatır.*

***Araştırmacı:** Evet. Dolayısıyla burada ikisi de farklı zamanlarda girdikleri için bir tanesi daha çok sürtünmeye maruz kalıyor diyebilir miyim?*

***Ö4:** Evet*

***Araştırmacı:** Peki bu nedenle ilk giren tekerlek yavaşlıyor diyebilir miyim?*

***Ö4:** Evet*

Araba benzeşiminin kullanılarak ışığın saydam ortamlarda doğrultu değiştirmesinin anlatılmasının, öğrencilerin hem günlük yaşamlarından deneyimleri hem de önceki yıllarda öğrendikleri bilimsel kavramları bir araya getirerek sınıfın sosyal düzleminde yeni anlamlar üretmelerine yardımcı olduğu söylenebilir. Bilimsel kavramlar öncelikle sosyal düzlemde öğretmen-öğrenci ya da öğrenci-öğrenci arasında var olur daha sonra bireyin içsel düzlemine içselleştirilir. Bu içselleştirme sürecinin gerçekleşmesi için bu bilimsel kavramı içeren sosyal aktiviteye dahil olup bilimsel konuşma yapmaları gerekmektedir. Yani yeni bilgilerini kullanıp genişletebilecekleri yeni durumlar olmalıdır. Bu amaçla, öğrencilere yeni bir etkinlik yaptırılmıştır. Etkinlikte bir kap içine su ve yağ konulup lazer ışığı tutulduğunda ışığın nasıl bir yol izleyeceği sorulmuştur. Öğrencilerden Ö1 ve Ö3 yağda kırılmayacağını suda kırılacağını, Ö2 ise yağda ve suda kırılacağını, suda daha çok kırılacağını düşünmektedir (Çizelge 4.49).

Çizelge 4.49: Ders 3 tahmin aşaması grup tartışması.

Satır	Konuşmacı	Diyalog
1	Ö3	Hepimiz aynı kararda mıyız?
2	Ö2	Sayılr gibi.
3	Ö3	Sen yağda kırılacağını düşünüyorsun.
4	Ö2	Evet, yağda biraz kırılacak.
5	Ö3	Ö1 sen? Ya haklı da olabilirsin yani yağda da kırılıyor olabilir.
6	Ö2	Ö1 değiştirdi yine bir şeyleri.
7	Ö1	Çizimi değiştirdim.
8	Ö2	E biz de birazcık değişiklik yapalım. (Ö2 gülüyor.)
9	Ö1	Ben fikrimi değiştiriyorum. Yağda biraz kırılma olabilir. Suda komple kırılır diye düşünüyorum. Bir daha da fikrimi değiştirmiyorum.

Diyalogta görüldüğü gibi Ö2'nin yağda da kırılacağını düşünmesi (Çizelge 4.49, Satır 4) Ö1 ve Ö3'ü etkilemiş, öğrenciler bu sebeple çalışma kağıtlarındaki cevapları değiştirmişlerdir. Öğrencilerin sosyal düzlem içinde yaptıkları konuşma, birbirlerinin fikirlerinin değişimine yol açmıştır. Grubun sosyal etkileşimi sonucunda ortak bir ürün çıkardıkları söylenebilir. Sosyal düzlemdeki bu etkileşimin öğrencilerin içsel düzleminde bir düzenleme yapmalarına yol açtığı söylenebilir. Öğrencilerin gözlem yaptıktan sonra havadan yağa geçerken çok belirgin bir şekilde kırıldığını, yağdan suya geçerken ise daha az olmakla birlikte yine kırıldığını gözlemlediler. Bu gözlemden sonra ise öğrendikleri kırılma kavramını ve araba benzeşimini kullanarak yağda ve suda kırılmayı anlatmışlardır. Ö1 *'Arabanın sol*

tekerleği gibi burada da ilk sağdaki ışın giriyor yağa bunun için soldaki ışın sonra girer. bunun için kırılma olur., Ö2 *'Işığın sadece bir ışıktan değil daha fazla ışıktan oluştuğunu bu nedenle bir açıyla gönderirsek ilk bir kenardaki ışığın suya gelip yavaşlaması diğerinin hızlı olması nedeniyle doğrultusu değişti.'* ve Ö3 *'Lazerin bir kenarı diğerine göre sürtünmeli ortama daha çabuk geçmesi yön değişikliğine neden oluyor.'* demiştir. Görüldüğü gibi öğrenciler öğrendikleri bilimsel kavramları kullanarak gözlemledikleri durumu doğru bir şekilde ifade edebilmişlerdir. Burada dahil oldukları bilimsel konuşmanın ve gözlemin öğrencilerin içselleştirmelerine olumlu bir katkısı olduğu söylenebilir.

Öğrenciler kırılma kavramını ve neden kırılma olduğunu öğrenmiş durumdadırlar. Ayrıca iki farklı ortamda ışığın hareketini gözlemleyip kırılma kavramını kullanıp nedenleriyle açıklamış durumdadırlar. Bundan sonraki aşamada normale yaklaşma/normalden uzaklaşma ve kırıcılık kavramlarını öğrenmek üzere etkinlikler yapılmıştır. Öğrencilere tahmin aşamasında havadan prizmaya değişik açılarda ışın gönderiliğinde kırılma açısının ne olacağı sorulduğunda öğrenciler kendi aralarında tartışmışlardır. Bu tartışmadan bir diyaloga yer verilmiştir (Çizelge 4.50).

Çizelge 4.50: Ders 4 tahmin aşaması grup tartışması.

Satır	Konuşmacı	Diyalog
1	Ö2	Bir konuşalım önce sonra şey yaparsın .Bence kırılıyor.
2	Ö3	Ya bayağı bir kırılıyor.
3	Ö2	Şey ama açısı da değişiyor bence.
4	Ö3	Açısı da değişiyor.
5	Ö1	Herkes öyle demiş ben de öyle diyeyim. (Ö1 arkadaşlarının kağıdına bakıp kendi kağıdına cevap yazıyor.)
6	Ö2	Ee çünkü açı değiştikçe hani giren ...(Ö3, Ö2'nin sözünün arasında giriyor.)
7	Ö3	Kırılma açısı.
8	Ö2	Bir kenar daha önce veya daha sonra girecek, ona göre açı da değişecek.
9	Ö3	Evet.
10	Ö2	Bu nedenle kırılma açısı değişecek.
11	Ö3	Mesela, düz gelirken mesela böyle geldi bu tarafa yönelecek.
12	Ö2	Gerçek açı değişecekse hani diğer kenardaki ışın daha önce veya daha sonra girebilir. Ö1 sen?
13	Ö1	Evet değişir çünkü ışığın saydam bir ortamdan başka bir saydam ortama geçiyor. Onun için kırılıyor. Kırıldığı için de açı daralır.

Diyalogta görüldüğü gibi Ö1 başlangıçta Ö2 ve Ö3'ten farklı düşünmektedir. Ö1 hemen kağıdındaki ifadeleri değiştirmiştir (Çizelge 4.50). Tartışmanın sonunda

onun da fikri sorulduğunda ‘Evet değişir çünkü ışığın saydam bir ortamdan başka bir saydam ortama geçiyor. Onun için kırılıyor. Kırıldığı için de açı daralır. ‘ demiştir. Grup arkadaşlarının kendi aralarındaki bu bilimsel konuşmalar sayesinde Ö1’in bu konuşmalardan etkilendiği ve fikrini değiştirdiği görülmektedir. Ö1’in sosyal düzlemdeki bu etkileşime dahil olması onun içsel düzleminde yeni düzenleme yapmasını sağlamıştır denebilir.

Öğretmen normalden uzaklaşma/yakınlaşma etkinliğinin açıklama aşaması için öğrencilere ayrı bir çalışma kağıdı dağıtmıştır. Bu kağıtta bir araba yumuşak yüzeyden sert yüzeye hareket etmektedir. Öğrenciler kendi aralarında tartıştıklarında her üçü de farkı cevaplar vermiştir. Ö3’ün açıklaması bilimsel olarak doğrudur. Arkadaşlarına cevabını açıklamıştır. Fakat Ö1 ve Ö3 aynı fikirde olamamıştır. Uzun bir tartışmadan sonra grubuna yanına öğretmen gelmiştir. Öğretmen Ö3’ten fikrini açıklamasını istemiş, diğer öğrencilerin zorlandıklarını gördüğünde soru cevapla onlara yardımcı olmuştur. Fakat öğretmen gittikten sonra Ö2 ve Ö1 tekrar kafasının karıştığını söylemiştir. Bunun üzerine Ö3 bir daha anlatmıştır.

Çizelge 4.51: Ders 4 açıklama aşaması grup tartışması.

Satır	Konuşmacı	Diyalog
1	Ö3	Ö1 sen aşağı doğru mu diyorsun?
2	Ö1	Oğlum bence yukarı doğru gider ama normale yaklaşır.
3	Ö3	Araba doğrultusunu değiştirmez mi diyorsun? E kırılma olacak mecbur doğrultusunu değiştirecek.
4	Ö1	İşte ben ilk böyle yaptım ama.
5	Ö3	Bir şey söyleyeceğim, prizmada da nasıl oldu, yine doğrultusunu değiştirdi değil mi? E bu da değiştirecek işte.
6	Ö1	E tamam yaklaşacak. Aa uzaklaşacak niye biliyor musun, bak burada alttan geliyor.
7	Ö3	Ama yukarı doğru gidiyor.
8	Ö1	Tamam işte burdan daha artıyordu ya onun için uzaklaşacak.
9	Ö3	Uzaklaşıyor.
10	Ö2	Ben kararsızım. Benim hiçbir fikrim yok.
11	Ö3	Ya bak arabanın normalde böyle gitmesi gerekiyor değil mi? Bak hangisi daha yakın? Yani böyleyken böyle oluyor. Doğrultusunu değiştirdiği için bence normalden uzaklaşıyor. Çünkü hiç, düz yüzey olarak şey yapsak, normalin yakınında.
12	Ö1	Şundan düşün işte araba burada altta değil mi? Alttan bırakınca artmıyor mu burada? Artıyor işte. Artınca uzaklaşıyor normalden. Anladın mı Ö2?
13	Ö2	Ö2 evet anlamında kafasını sallıyor.

Ö3, Ö1 ile tartışmaya başlamıştır. Ö3 prizma örneğini verince Ö1 nasıl olacağını anlamıştır (Çizelge 4.51, Satır 5-9). Sonrasında Ö1 ve Ö3 birlikte Ö2’nin

anlaması için anlatmıştır. Tartışmanın sonunda Ö2 de anladığını ifade eden şekilde kafasını sallamıştır. Bu konuşmanın öncesinde öğretmenin soru cevapları ile aracılıdırması çok etkili olmazken Ö3, arkadaşlarının akranı olarak onların farklı bir açıdan bakmalarını sağlamıştır. Burada Ö3'ün anlatımının ve örneklendirmesinin Ö1 ve Ö2'nin yakınsal gelişim alanını genişletmede etkisi olduğu söylenebilir. Bu tartışmaların ardından açıklama aşamasında öğrenciler az kırıcı/çok kırıcı ve normalden uzaklaşma/normale yaklaşma kavramlarını öğrenmişlerdir. Öğrencilerin öğrendikleri bu yeni bilimsel kavramları bilimsel konuşma içinde kullanabilmeleri için yeni bir etkinlik yapılmıştır. Etkinlik boş bir kabın içindeki madeni para ile ilgilidir. Öğrencilere kap boşken ve su koyulduktan sonra madeni parayı görüp göremeyecekleri sorulmuştur.

Çizelge 4.52: Ders 5 tahmin aşaması grup tartışması.

Satır	Konuşmacı	Diyalog
1	Ö3	Bence su koyulduğunda Can parayı görebilecek.
2	Ö1	Tamam niçin?
3	Ö3	Çünkü ilk ışın suya girerken kırılıyor. Kırılınca normale yaklaşıyor. Normal de paranın biraz daha arkasında düşündüm. Paraya daha böyle yandan çarpıyor.
4	Ö1	Ben su dolacak ya o yüzden delicek, sonra havada biraz kırılacak Can'a doğru, oradan Can'ın gözüne gelecek ve görecek.
5	Ö3	Evet. Sudan gelip havaya çıkarken yine kırılacak.
6	Ö1	Kırılacak işte onun için görecek.

Çizelge 4.52'deki diyalogta görüldüğü gibi Ö1 ile Ö3 aralarında tartışmışlardır. Bu tartışmada öğrencilerin bilimsel olarak doğru tahminler yaptıkları görülmektedir. Öğrencilerin öğretmenle olan tartışmalarında Ö3 söz almıştır (Çizelge 4.53). Ö3 ile öğretmen arasındaki diyalogta Ö3 araba benzeşiminden yararlanarak açıklamıştır. Öğretmen Ö3'ün 'sürtünme azalıyor.' ifadesini gerçek duruma uygun olarak 'az kırıcı' ifadesiyle değiştirmiştir (Çizelge 4.53, Satır 2-4). Bu tartışmalardan sonra öğrenciler gözlem yapmışlardır. Öğretmenle öğrencinin bu diyalogunun Ö3'ün bu kavramı içselleştirmesine yardımcı olduğu söylenebilir. Ö3, gözlem sonrasında çalışma kağıdına 'Işık ışını çok kırıcıdan az kırıcıya geçerken kırıldı ve normalden uzakaştı' açıklamasını yazmıştır. Benzer şekilde Ö1 ve Ö2 de çok kırıcı/az kırıcı ve normalden uzaklaşma kavramlarını kullanarak açıklama yapmışlardır. Öğrencilerin öğretmenle olan bu sosyal düzlemdeki etkileşimlerinden öğretmenin kullandığı 'az

kırıcı' psikolojik aracını öğrencilerin de içsel düzlemlerinde düzenleme yaparak benimsedikleri görülmektedir

Çizelge 4.53: Ders 5 tahmin aşaması sınıf tartışması.

Satır	Konuşmacı	Diyalog
1	Ö3	Hocam bence ilk ışık ışını madeni paraya çarpacak su varken. Dik gönderdiğimiz için kırılma olmayacak girerken. Çıkarken ama ilk üst taraf degecek, yani ilk üst taraf degeceği için, araba gibi düşünürsek, daha az kırıcı bölgeye ilk üst taraf girecek. Daha çok sürat alacak.
2	A	Neden daha çok süratlenecek?
3	Ö3	Hocam çünkü sürtünme azalıyor diğerine göre.
4	A	Az kırıcı olduğu için diyorsun.
5	Ö3	Evet hocam, sonra o daha çok döneceği için yavaş taraf onu kendine doğru yani Can'ın gözüne doğru çevirecek. Can'ın gözüne gelecek.

Öğrenciler bu kavramları öğrendikten sonra son olarak 'tam yansıma' kavramını öğrenmek için yeni bir etkinlik yapmışlardır. Verilen çalışma kağıdında iki öğrenci sudan havaya her zaman ışık ışınlarının geçip geçmeyeceğini tartışmaktadır. Durum çalışmasına dahil edilen öğrencilerin tahminleri her durumda ışığın çok kırıcıdan az kırıcıya geçebileceği yönündedir. Öğrencilerin yeni durumu var olan önceki bilimsel anlamalarıyla açıklamaya çalışmışlardır. Her açıyla ışık ışınları çok kırıcıdan az kırıcıya geçemeyecektir. Yani öğrenciler bilimsel olarak doğru cevabı vermemişlerdir. Fakat açıklama yaparken öğrendikleri bilimsel kavramlardan yola çıkmışlardır. Öğrendikleri bilimsel kavramlar onların karşılaştıkları yeni durumları anlama, yorumlama ve onlar hakkında düşünme için bir çerçeve sağlamıştır. Fakat yeni durumu bilimsel olarak açıklayabilmeleri için yetersiz kalmıştır. Bir başka ifadeyle öğrencilerin içsel düzlemleri yeni durumla ilgili dışsal aktivite yoksunluğu nedeniyle yetersiz kalmıştır.

4.1.22 Psikolojik ve Teknik Araçlar

Öğrenciler öğretim öncesinde suya lazer ışını tutulduğunda ışığın dağılacığını ifade ederken, derste bu deney araçlarını kullanarak ışığın davranışıyla ilgili yeni bir perspektif kazanmış oldular. Kaptaki su ve lazer ışını burada teknik araç olarak düşünülebilir. Öğrencilerin öğretim öncesi dağılma ifadesini kullanırken suya lazer tutulduğunda 'kırılma' ifadesini kullanmaya başlamışlardır. Öğrenciler suyla bu

deneyi yapmaya çalıştıklarında suyun hareketliliği nedeniyle gözlem yaparken zorlanmışlardır. Öğretmen bu zorluğu farkettiğinde öğrencilere aynı olayı bir de prizma kullanarak göstermiştir. Prizma da bir başka teknik araçtır. Öğrenciler prizmaya tutulan lazer ışığının kırıldığını gördüklerinde daha iyi anladıklarını ifade etmişlerdir. Kullanılan teknik aracın değiştirilmesi kırılma olgusuna daha iyi bir bakış açısı sağlamıştır.

Kullanılan bir diğer araç ise psikolojik araç olan kelimelerdir. Öğretmenin ve öğrencilerin kullandıkları bazı kavramlar psikolojik araçtır. Öğrencilerin kırılma olgusuna ilişkin yeni düşünceler, bakış açıları geliştirmelerinde etkili olan araçlar psikolojik araçlardır. Öğrencilerin tahmin aşamasında kullandıkları ‘ışığın dağılması’ kavramı, onların günlük deneyimleriyle şekillendirdikleri ve ışığın davranışını zihinlerinde biçimlendirmek için kullandıkları psikolojik bir araçtır. Öğrenciler gözlem yaparken öğrenci Ö3’ün kullanmaya başladığı ‘kırılıyor’ kavramı ise birbirleriyle iletişimleri sonucu ortaya çıkmış yeni bir psikolojik araçtır. Burada öğrenciler teknik araçları kullanarak, ışığın davranışına ilişkin yeni bir bakış açısı kazanmışlardır. Kullandıkları teknik araçlar ışığın davranışını değiştirmemiş, öğrencilerin yeni bir perspektiften bakmalarını sağlamıştır. Aralarında geçen konuşmada kullanılan psikolojik araç olan ‘kırılma’ ifadesi ise onların ışığın davranışına ilişkin yorumlarında değişikliğe yol açmıştır. Benzer şekilde öğretmen de ‘doğruyu değiştirme’ ifadesini kullanarak yeni bir psikolojik araç kullanarak öğrencilerin anlamalarına bir bakış açısı getirmiştir.

Kırılmanın neden olduğuna ilişkin yapılan tahmin-gözlem-açıklama aşamalarında ise öğretmen sınıfın sosyal düzlemine yeni bir teknik araç sunmuştur. Araba benzeşimi öğrencilerin kırılmanın nasıl olduğunu anlamalarında önemli bir teknik araç olmuştur. Bu teknik aracın farklı ortamlardaki hareketi sırasında ışık ile benzerlik kurulurken ise yeni psikolojik araçlar da devreye girmiştir. Örneğin, öğretmen ışığı belirli açılardan arabaya benzetirken *‘Bu ışık demetleri aslında yakından baktığınız zaman bir ışık bandı oluşturuyor, bir kemer, bir kuşak gibi düşünün. Yani kenarları var. Belli bir genişliğe sahip tek bir çizgiden oluşmayan bir kuşak düşünün... Yani bizim videoda gösterdiğimiz arabanın iki tane tekerleği ışık ışınının iki tane kenarını temsil edecek.’* demiştir. Burada öğretmenin kullandığı ‘kemer’ ve ‘kuşak’ ifadeleri yeni psikolojik araçlardır. Tüm bu araçlar sayesinde

öğrenciler, kırılma olgusunu yeni açılardan görmeye başlamış ve şekillendirdikleri bilimsel kavramlarla yakınsal gelişim alanlarını genişletmişlerdir.

Kırılma kavramı öğrenildikten sonra öğrenilenlerin genişletilmesi yeni durumlara uygulanması amacıyla boş bir kaba bir miktar yağ ve su konmuş öğrencilerden kaba lazer ışını tutulduğunda ne olacağını tahmin etmeleri istenmiştir. İlginç bir şekilde öğrenciler, suda kırılacağını fakat yağda kırılmayacağını ya da dağılacığını ifade etmişlerdir. Gözlem yaptıklarında ise yağda da kırıldığını görmüşlerdir. Burada kap, içindeki su-yağ ve lazer ışını birer teknik araçtır. Öğrenciler bu teknik araçları kullanmadan önce içsel düzlemlerinde suda kırılacağı bilgisi varken teknik araçları kullanarak yağda da kırılacağını gözlemlemiş böylece kırılma olgusunun yepyeni bir perspektiften bakma şansı yakalamışlardır. Kullandıkları teknik araçlarla öğrendikleri psikolojik araç olan 'kırılma' kavramını tekrar kullanmışlardır. Burada teknik araçlarla psikolojik araçlar arasında bir etkileşim görülmektedir. Öğrencilerin içsel düzlemlerinde bu psikolojik araç bir önceki dersten zaten mevcuttu. Fakat bu teknik araçları kullanmadan yani olguya başka bir bakış açısından bakmadan bu psikolojik aracı kullanmamışlardır. Bu teknik ve psikolojik araçların etkileşimi içsel düzlemin yeniden yapılandırılmasını ve içselleştirmenin de yeniden düzenlenmesini sağladığı söylenebilir.

Öğrencilerin kırılma kavramını öğrendikten ve yeni durumlara uyguladıktan sonra yeni bir kavram öğrenme etkinliği yapılmıştır. Bu etkinlik normale yaklaşma/normalden uzaklaşma, az kırıcı/çok kırıcı kavramlarının öğrenilmesini içermektedir. Öğrencilerin prizmayı kullanarak lazer ışığının nasıl yol aldığını gözlemlenmeleri gerekmektedir. Öğrenciler prizmayı kullanmışlar fakat yanlış açı değerleri bulmuşlardır. Öğretmen grubun yanına geldiğinde yanlış gözlem yaptıklarını farkedince lazer ışınını prizmanın doğru yerinden tutmaları gerektiğini göstermiştir (Çizelge 4.54, Satır 3 ve 7).

Çizelge 4.54: Ders 4 gözlem aşaması sınıf tartışması.

Satır	Konuşmacı	Diyalog
1	A	Denediniz mi? Öyle mi çıktı?
2	Ö3	Hocam 15 derecelik açıyla yolladık buradan, burada 15 derecelik açıyla.
3	A	15 neresi ama? Orası 15 mi?
4	Ö3	Evet hocam.
5	Ö2	Bu taraf mı oluyor?
6	A	Öğretmen evet anlamında kafasını sallıyor.
7	A	Yüze dik gelen burası değil miydi?
8	Ö2	O zaman buraya mı bakacağız?
9	A	Hıhım.
10	Ö2	O zaman baştan yapacağız.

Yukarıda verilen diyalogtaki yönlendirmesi sonucunda öğrenciler yanlış kullandıkları teknik aracı nasıl kullanmaları gerektiğini öğretmenin aracılığı ile öğrenmişlerdir. Öğretmen grubun yanından ayrıldıktan sonra Ö2, Ö1'e 'O zaman kırılacak.' demiştir. Bu diyalogtan sonra sınıf tartışmasına geçilmiştir. Ö2 ile öğretmen arasında sınıf tartışmasında geçen diyalog aşağıda verilmiştir.

Ö2: *Biz e gelen açı ee kırılan açı daha büyük olacak bu sefer.*

Araştırmacı: *Kırılan açı daha büyük olacak diyorsunuz. Neye dayanarak böyle söylediniz?*

Ö2: *Ee neye dayanarak, hani gönderdiğimizde 15 derecelikti. Bu sefer hani bu taraftan gönderdiğimiz için biri daha önce girecek. Bu sefer ee ilk girene göre daha büyük bir açıyla hani şey diğeri girecek. Gittikçe de hani bu açı büyüyecek.*

Öğrencilerin teknik aracı doğru kullanmalarıyla birlikte normalden uzaklaşma olgusuna doğru bir şekilde yaklaştıkları görülmektedir. Teknik aracın doğru kullanımı öğrencilerin içsel düzlemlerinde var olan kırılma açısının büyümesi psikolojik aracının da kullanımını sağlamıştır. Böylece öğrenciler bu olguya ilişkin farklı açıdan bakabilmeyi ve yorumlayabilmeyi sağlamışlardır. Bu kavrama ilişkin tahmin ve gözlem aşamaları bittikten sonra öğretmen kırıcılık ile birlikte normale yaklaşma/uzaklaşma kavramını sınıfın sosyal düzlemine sunmuştur. Bunları sunarken yine araba benzeşiminden yararlanılmıştır. Öğrencilerin arabayı yumuşak yüzeyden sert yüzeye gönderildiğinde nasıl hareket edebileceğini açıklamaları

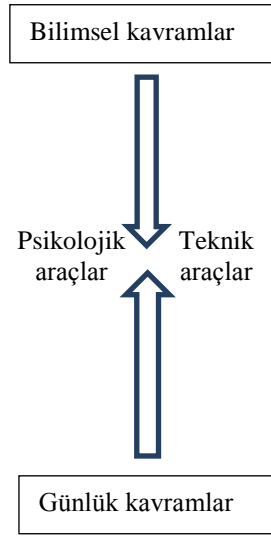
istenmiştir. Araba teknik aracı öğrencilerin yeni bilimsel kavramları öğrenmesinde önemli bir aracı olmuştur.

Kırıcılık kavramının kullanımını genişletmek için madeni para deneyi yapılmıştır. Bu deneyde öğrenciler, kaba su koyulduktan sonra paranın görünebileceğini, öğrendikleri bilimsel kavramları kullanmışlardır. Öğrencilerin bir önceki derste sosyal düzlemde arkadaşları ve öğretmenleriyle girdikleri bilimsel konuşma sayesinde yeni kavramları içselleştirdikleri söylenebilir. İçselleştirdiklerine kanıt olarak Ö1 gözlem sonucunda çalışma kağıdına açıklama olarak ‘Çok kırıcı ortamdan az kırıcı ortama geçerken normalden uzaklaşıyor.’ demiştir. Burada kullanılan madeni para, kap, su ve lazer ışını teknik araç olarak öğrencilerin psikolojik araçları kullanmaları için itici güç oluşturmuştur denebilir. Gözlemden sonra öğretmen açıklama aşamasında madenin paranın neden yakında görüldüğü ile ilgili bilimsel açıklama yapmıştır. Bunun için yarısı suyun içinde olan bir kalemin resmi üzerinde ışık ışınlarının uzantılarının nasıl alındığını ve madeni paranın bulunduğu yerden daha yukarıda nasıl görüldüğünü anlatmıştır. Öğretmenin gösterdiği resim bir psikolojik araçtır ve ışık ışınlarının uzantılarının nasıl alındığını göstermede etkili olduğu söylenebilir. Böylece öğrenciler daha önce içsel düzlemlerinde yer almayan yeni bir psikolojik araçla, öğretmenin aracılıdırmasıyla sosyal düzlemde karşılaşmışlardır. Öğrencilerin öğrendikleri bir diğer psikolojik araç ‘tam yansıma’ kavramıdır. Öğrenciler tam yansıma kavramını yine teknik araç olan prizma ve lazer ışını kullanarak öğrenmişlerdir. Fakat tek başına prizma ve lazer araçları öğrencilerin içselleştirmelerine yetmemektedir. Öğrenciler yaptıkları ikinci deneyde öğrendikleri bu kavramı içsel düzlemlerine yerleştirmeye çalıştıkları söylenebilir. İkinci deneyde su dolu kabın ortası deliktir. Deliğin arka kısmından lazer ışını tutulmaktadır. Delik açılıp su akmaya başlayınca lazer ışını da suyun izlediği yolu izlemiştir. Öğrenciler bu durumu açıklamak için tam yansıma kavramını kullanmışlardır. Bu deneyde de psikolojik ve teknik araçların karşılıklı etkileşiminin öğrencilerin yakınsal gelişim alanını artırmada etkisi olduğu söylenebilir.

4.1.23 Günlük ve Bilimsel Kavramlar

Öğrencilerin öğretim öncesi sahip olduğu günlük kavramlar sınıf ortamındaki sosyal etkileşimlerle birlikte bilimsel kavramlara doğru şekil almıştır. Vygostky’ye

göre günlük kavramlar ilkel formdadır, bilimsel kavramlar ise yüksek zihinsel süreçlerin ürünüdür bu nedenle yukarıdadır. Günlük kavramlar, somut ve durumsal olaylardan gelir. Bilimsel kavramlar ise tam tersi soyut durumlardan gelir. Bilimsel kavramların öğrenilmesi için somut durumlara uygulanmalıdır. Böylece bilimsel kavramlar somutlaştırılarak günlük kavramlara yaklaşırken günlük kavramlar da bilimsel kavramlara yaklaşır. Bu etkileşim sırasında da psikolojik ve teknik araçlar rol oynar (Şekil 4.58).



Şekil 4.58: Günlük ve bilimsel kavramlar arasındaki ilişki.

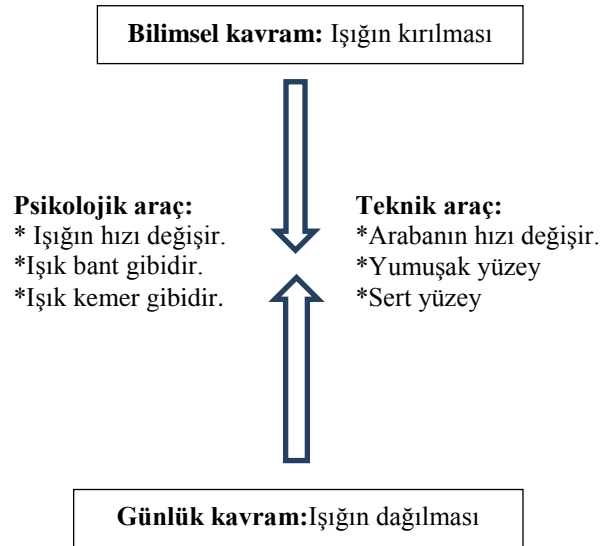
Öğrencilerin günlük kavramları ışığın dağılması ile ilgiliyken sınıf ortamındaki deneylerde kullandıkları teknik araçlar ve etkileşim sırasında ortaya çıkan ve kullanılan psikolojik araçlar, günlük kavramlarının bilimsel kavramlara doğru gelişimini sağlamıştır. Bu sayede öğrenci Ö3, lazerin sudaki hareketine bakarak ‘kırılıyor’ ifadesini kullanabilmiştir. Yani öğrencilerin ‘dağılır’ günlük kavramı ‘açısı değişiyor’, ‘farklı doğrultuda gidiyor’ şeklinde daha bilimsel kavramlara doğru şekil almıştır.

Bilimsel kavram olan ‘kırılma’nın öğrenciler tarafından anlamlandırılabilmesi için araba benzeşimi kullanılmıştır. Bu benzeşimde arabanın iki tekerliği ışığın kenarları olarak düşünülmüştür. Arabanın hareket ettiği yumuşak zemin, havaya, sert zemin ise suya benzetilmiştir. Arabanın tekerlekleri sert zeminden yumuşak zemine

farklı zamanlarda girdiği için arabanın doğrultusu değişmiştir. Benzer bir durum ışık için de açıklanmıştır.

Öğretmen: *Son kez tekrar edecek olursak, araba belirli bir açıyla yumuşal zemine girdiği zaman tekerleklerden bir tanesi önce yumuşak yüzeye girince sürtünme kuvvetiyle karşılaşır. Daha büyük bir sürtünmeyle ve bu o ilk giren tekerleğin hızının azalmasına yol açıyor. Diğer tekerlek ise hala hızla devam ettiği için tekerleği diğer tarafa doğru döndürüyor. Bir doğrultu değişimine yol açıyor. Aynı şey ışıktaki da var. Işığı da havadan suya belli bir açıyla gönderdiğim zaman ışığın bant gibi olan kenarlarından bir tanesi suya daha önce giriş yaptığı için daha önce yavaşlıyor. Diğerinin hızıysa hala aynı olduğundan doğrultusunun değişimine yol açıyor.*

Öğretmen bu açıklamasında ‘bant gibi’ ifadesini bilimsel kavramla günlük kavram arasında bir köprü oluşturabilmek, bilimsel kavramı daha da somutlaştırabilmek için kullanmıştır. Öğretmen bazı konuşmalarında ‘bant gibi’ bazılarında ‘kemer gibi’ ifadelerini kullanmıştır. Kullanılan bu kelimeler birer psikolojik araçtır. Bu psikolojik araçlarla, öğrencilerin günlük kavramları bilimsel kavramlara doğru yaklaşmış, sınıfın sosyal düzleminde sunulan bilimsel kavram olan ‘kırılma’ ise somutlaştırılarak, aşağı doğru günlük kavramlara yaklaşmıştır (Şekil 4.59).



Şekil 4.59: Kırılma ve dağılma kavramları arasındaki ilişki.

Araba benzeşiminde bir çok teknik ve psikolojik araç harekete geçmiştir. Arabanın geçtiği yüzeyler yumuşak ve sert yüzeylerdir. Bunlar teknik araçtır. Benze şekilde arabanın bu yüzeylerden geçerken hızının değişiminin de bir teknik araç olduğu söylenebilir. Işığın hızının değişimi ise öğretmen tarafından sosyal düzlemde ortaya çıkan bir psikolojik araçtır. Öğretmenin ışığın kırılması bilimsel kavramını somutlaştırabilmek için kullandığı ‘bant gibi’ , ‘kemer gibi’ ifadeleri de psikolojik araçtır. Bu teknik ve psikolojik araçların etkileşimi ile öğrencilerin günlük kavramı olan ‘ışığın dağılması’ ve okul sosyal düzleminde öğrenilen ‘ışığın kırılması’ kavramı araba benzeşimi aracılığı ile birbirine yaklaşmıştır.

Öğrenciler verilen bir kavramı tanımlama ya da sözel seviyede açıklayabildikleri halde belirli durumlara uygulanmadıkça soyut düzeyde kalabilir. Bu nedenle öğrenciler bilimsel kavramlar düşünebilme, konuşabilme için bilimsel kavramların somutlaşması, günlük kavramların da bir sistem içine dahil edilebilmesi gerekmektedir. Bu duruma örnek olarak kırılma olayının nasıl gerçekleştiği araba benzeşimiyle açıklandıktan sonra öğrencilere yağ ve suda ışığın nasıl hareket edeceğine ilişkin bir etkinlik verilmiştir. Bu etkinliğin tahmin aşamasında Ö3 grup arkadaşlarının dışından sınıftan başka bir öğrenciyle (Ö6) ardından Ö2 ile tartışmıştır. Aşağıda bu tartışmaya yer verilmiştir.

Çizelge 4.55: Ders 3 tahmin aşaması grup tartışması.

Satır	Konuşmacı	Diyalog
1	Ö3	Ö6 senin düşüncen ne?
2	Ö6	Bak benim düşüncem yağın üzerinde dağılacak. Yine alt kısma dağılanlar olmayacak. Suyun üstünde dimdik gitmiş gibi duracak.
3	Ö3	Ö6 dedi ki o yüzeyde dağılıyor diyor ya dağıldığı zaman tekrar nasıl delip aynı doğrultuda o lazer ışını yüzeyden izleyebilir?
4	Ö2	O nasıl olabilir biliyor musun? Hani birden çok ışın var dedi ya
5	Ö3	Evet
6	Ö2	Hani böyle...(Ö3 sözünü kesiyor.)
7	Ö3	Ama senin dediğini tutmuyor ki. Lazer kemer şeklinde geliyor. Kemerin dağılması gerek. Kemerini keseceğiz bir kaç parçaya. Sonra tekrar...
8	Ö2	Yapıştırarak gitmeli.

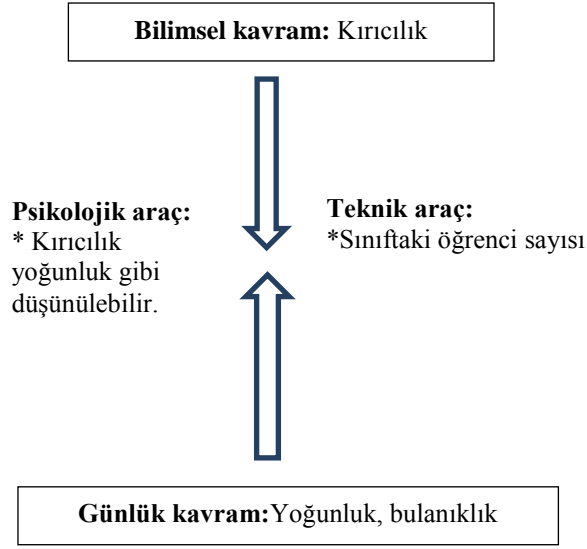
Çizelge 4.55’teki diyalogta görüldüğü gibi Ö6 ışık ışınlarının yağda dağılacığını düşünmektedir. Ö6 bu tartışmadan sonra sınıf tartışmasında öğretmene

ne düşündüğünü söylerken *'Hocam yani yağda dağılacak. Suyu girince kırılacak.'* demiştir. Ö6'nın suda kırılma durumuyla ilgili bilimsel kavrama sahip olduğu söylenebilir. Fakat aynı zamanda öğrencinin sahip olduğu bu bilimsel kavram gelişme evresindedir. Çünkü farklı bir saydam ortama girildiğinde sahip olduğu günlük kavramla yani dağılma kavramıyla durumu açıklamıştır. Öğrencinin bilimsel kavramının gelişmesi için daha somut örneklerle kullanılması gerektiği söylenebilir. Ayrıca Ö3'ün Ö2 ile tartışmasında kullandığı *'Lazer kemer şeklinde geliyor. Kemerin dağılması gerek.'* ifadesi de Ö3'ün Ö6'nın fikrini yanlışlamak için somut örnekler kullandığının ve kırılma kavramına bilimsel olarak daha hakim olduğunun bir göstergesi olabilir. Benzer şekilde Ö2 sınıf tartışmasında öğretmenle girdiği diyalogta *'Işık ışını, diğer ışına göre daha önce sürtünmeye uğradığı için daha yavaşlayacak. Bu nedenle diğeri hızlı olduğu için bu sefer o diğeri, o bir doğrultusunu değiştirecek bu nedenle kırılmış olacak.'* açıklamasını yapmıştır. Işık ışınının tıpkı araba gibi sürtünmeye uğracağını söylemesi öğrencinin bilimsel kavramını somutlaştırarak ifade etmesine ve bilimsel kavramının gelişmekte olmasına örnek olarak düşünülebilir.

Araştırmacı: *O zaman size bir kavram öğreteceğim. Kırıcılık kavramı. Bu birebir örtüşmesi bile yoğunluk kavramıyla benzerlik taşıyor. Yani bir maddenin kırıcı olmasıyla yoğun olmasını düşünebilirsiniz. Işığı daha çok kırıyorsa eğer daha kırıcı ortam diyoruz. Az kırıyorsa az kırıcı ortam diyoruz. Prizma havaya göre daha kırıcı bir ortam. Aynı şekilde su havaya göre daha kırıcı bir ortam. Yoğunluk üzerinde çok durmayacağız, çok odaklanmayacağız ama anlayabilmeniz için bu kelimeyi de kullanıyorum. Daha yoğun derken hani bir hacimdeki madde miktarı çok anlamında söyleriz ya, mesela bu sınıfta 16 kişi değil de 30 kişi olsa daha yoğun bir sınıf olurdu değil mi? Aynı hacimde daha çok insan daha yoğun bir sınıf yapar. Burada da işte daha yoğun, daha az yoğun gibi düşünebilirsin ama en doğrusu daha çok kırıcı ya da daha az kırıcı diye yorum yapacağız.*

Öğretmen normale yaklaşma/normalden uzaklaşmayla ilgili etkinlikleri yaptıktan sonra bu kavramları ve kırıcılık kavramını sınıfın sosyal düzleminde sunmuştur. Kırıcılık kavramını anlatırken yoğunluk kavramıyla ilişkilendirmeye çalışmıştır. Yoğunluk kavramını da sınıftaki öğrenci sayısı ile açıklamaya çalışmıştır.

Kırıcılık kavramının öğrencilerin bildiği bir başka kavramla ve günlük hayatlarındaki deneyimle anlatmak bu iki kavramı birbirine yaklaştırmaktadır. Öğretmenin yukarıdaki açıklamasından sonra Ö5 'Yani bulanıklık' demiştir. Ö5'in kırıcılık, yoğunluk kavramını bulanık ifadeyle açıklaması, öğrencinin günlük kavramıyla bilimsel kavramı anlamlandırmaya çalıştığının bir göstergesi olarak görülebilir (Şekil 5).



Şekil 4.60: Kırıcılık ve yoğunluk kavramları arasındaki ilişki.

Kırıcılık kavramı ile normale yaklaşma/normalden uzaklaşma kavramları öğretildikten sonra öğrenilenlerin yeni durumlara uygulanması amacıyla madeni para etkinliği yapılmıştır. Bu etkinlikte kap içindeki madeni paranın kaba su koyulduktan sonra görünüp görünemeyeceği sorulmuştur. Sınıf tartışması sırasında öğretmen madeni paranın neden yakınlaşmış gibi görüldüğünü sorduğunda, Ö4 'Hocam su orada biraz büyüteç görevi görüyor.' demiştir. Ö4'ün bu ifadesi de öğrencinin önceden sahip olduğu bilgiler ile bilimsel kavramı anlama çabası olarak düşünülebilir.

4.2 Kavramsal Anlama Anketinden Elde Edilen Bulgular

Aşağıda kavramsal anlama anketinden elde edilen bulgulara yer verilmiştir.

4.2.1 Öğrencilerin Işığın Kırılması Temasına İlişkin Kavramsal Anlamalarının Analizinden Elde Edilen Bulgular

Çizelge 4.56’da öğretim öncesi, öğretim sonrası ve öğretimden bir yıl sonra öğrencilerin ışığın kırılması temasına ilişkin kavramsal anlama durumları verilmiştir.

Çizelge 4.56: Işığın kırılması temasının analizinden elde edilen bulgular.

Kavramsal Anlama Türü	Öğretim Öncesi		Öğretim Sonrası			1 Yıl Sonra			
	n	%	Öğrenci Kodu	n	%	Öğrenci Kodu	n	%	Öğrenci Kodu
Bilimsel	0	0		13	87	1*, 2*, 3*, 4*, 5*, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15	10	71,4	2*, 3*, 4*, 5*, 7, 8, 10, 11, 12, 15
Bilimsel Parçalı	0	0		0	0		0	0	
Bilimsel olmayan	10	67	1*, 2*, 3*, 5*, 7, 9, 10, 12, 13, 15	0	0		2	14,3	9, 13
Kırılmayla ilgili olmayan	5	33	4*, 6, 8, 11, 14	2	13	6, 14	2	14,3	6, 14
Kodlanamayan	0	0		0	0		0	0	

*Durum çalışmasına dahil edilen öğrenciler

Öğretim öncesinde hiçbir öğrenci bilimsel olarak kırılma kavramını bilmemektedir. 10 öğrenci, bilimsel olmayan, 5 öğrenci ise kırılmayla ilgili olmayan cevap vermiştir. Kodlanamayan cevap yoktur. Kırılmayla ilgili olmayan cevap veren öğrenciler suyun büyüteç gibi olduğunu, içindeki nesnelere daha büyük gösterdiğini söylemişlerdir. Bu ifade bilimsel olarak beklenen cevabın bir parçası olmamakla birlikte doğru bir özelliği ifade etmektedir. Bu nedenle bu cevaplar, kırılmayla ilgili olmayan kategoride yer almıştır. Örneğin öğrencilerden Ö4 ankette ‘Su orada büyüteç görevi görür.’ demiştir. Ö6 ‘Bence bardaktaki suyun içine atılan her şey daha büyük gözüktüğünden ve dışta kalan şey daha küçük gözüktüğünden kırık gibi görünebilir.’ demiştir. 10 öğrenci bilimsel olmayan cevap vermiştir. Bu gruptaki

öğrenciler, suyun bulanık olması, yapısının farklı olması, cismin görüntüsünün yansımaları gibi nedenlerle kırık görünebileceğini ifade etmişlerdir. Örneğin Ö5 ‘Bence su bulanık olduğu için kalem içinde kırılmış gibi gözükür.’, Ö7 ‘Su kalemi yansıttığı için böyle bir görüntü veriyor.’ demişlerdir.

Öğretim sonrasında 13 öğrenci bilimsel cevap vermiştir. Bilimsel olmayan ya da kodlanamayan cevap yoktur. 2 öğrenci kırılmayla ilgili olmayan cevap vermiştir. Kırılmayla ilgili olmayan cevaptan öğretim sonrasında bilimsel cevaba geçen öğrencilere örnek olarak Ö4 ankette ‘Işık saydam bir maddeden başka bir saydam maddeye geçerken kırılır. Burada hava az kırıcı, su çok kırıcıdır. O yüzden normale yaklaşır.’ diyerek kapsamlı bir açıklama yapmıştır. Öğretim öncesi ve sonrasında kırılmayla ilgili olmayan cevapta kalan öğrenciler suyun cisim büyük gösterdiğini söylemişlerdir. Örnek olarak Ö6 ‘Su kalemi daha büyük gösterdi. Küçük kalan kısım dışarda kaldığı için kırılmış gibi gözükte.’ demiştir. Öğretim öncesinde bilimsel olmayan cevaptan bilimsel cevaba geçen öğrencilere örnek olarak Ö1 ‘Bir ortamdan başka bir ortama giren cisim kırılmış gibi gözükür.’ demiştir. Bu cevap bilimsel nitelik taşıyor gibi görünse de öğrenciyle öğretim sonrası anket üzerine yapılan görüşmede bilimsel cevap vermiştir. Bu diyalog aşağıda verilmiştir.

Araştırmacı: Bunun sebebini biraz daha açıklayabilir misin? Kırılıyor mu gerçekte ne oluyor?

Ö1: Gerçekte kırılmıyor ama suyun birazcık daha etkisi var. Büyüteç gibi özelliği olabiliyor.

Araştırmacı: Bunu hiç gözlemledin mi?

Ö1: Annem mesela bardakların içine çiçek falan koyuyordu oradan gördüm.

Araştırmacı: Peki derste?

Ö1: Derste ışığın kırılmasında.

Araştırmacı: Peki ne oluyor ışığa burada biraz daha detaylı anlatır mısın?

Ö1: İşte hocam başka bir ortama geçtiği için doğrultusunu değiştiriyor. Kırılıyor yani. Burada da suyun farklı bir özelliği olduğu için havaya göre. Kırılmış gibi gözüküyor.

Araştırmacı: Bunu araba videosu ile anlatabilir misin?

Ö1: Himm hocam ışık çubuk gibi olmadığı için arada biraz boşluk var. İlk sağ tekerlek giriyor. sağ tekerlek yavaşlıyor suya girince. Öbür tekerlek de hızlı olduğu için yavaş tekerlek onu böyle kendine doğru çekiyor. Doğrultu değişiyor.

Benzer olarak öğretim öncesinde bilimsel olmayan cevap verip öğretim sonrasında bilimsel cevap veren öğrencilerden Ö10 ‘Çünkü gelen ışık ışınları bardağa gelince kırılır. Bu da görüntüdeki kalemi kırılmış gibi gözükür.’ şeklinde açıklama yapmıştır. Genel olarak öğretim öncesinde bilimsel olmayan cevaptan öğretim sonrasında bilimsel cevap veren öğrenciler benzer kavramsal anlamaya ulaşmışlardır.

Öğretimden bir yıl sonra bilimsel cevap veren öğrenci oranı %87’den %71,4’e düşmüştür. Öğretim sonrasında bilimsel cevap vermiş olan Ö9 ve Ö13, öğretimden bir yıl sonra bilimsel olmayan cevap vermişlerdir. Bu öğrencilerden Ö9 öğretimden önce anketinde ‘Su içinde bulunan moleküller kırık şeklinde gösterebilir’ demiştir. Öğretim sonrası anketinde ‘Su ve hava kırıcı olduğu için az kırıcıdan çok kırıcıya geçerken kırılma olacaktır.’ demiştir. Öğretimden bir yıl sonra ise ‘suyun içindeki mineraller kalemi kırık gösteriyor.’ cevabını vererek bilimsel olmayan kategoriye geri dönmüştür. Öğretim sonrasında kırılmayla ilgili olmayan kategoride olan iki öğrenci (Ö6 ve 14) öğretimden bir yıl sonra da benzer cevap vererek aynı kategoride yer almışlardır.

4.2.2 Öğrencilerin Kırıcılık/Normale Yaklaşma Temasına İlişkin Kavramsal Anlamalarının Analizinden Elde Edilen Bulgular

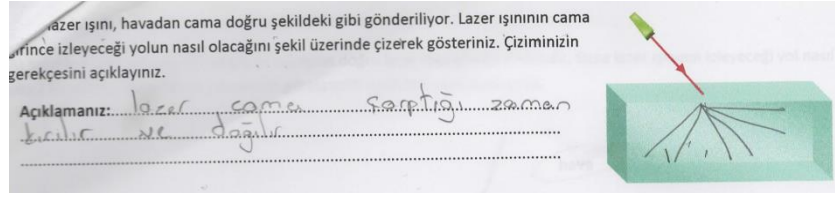
Çizelge 4.57’de öğretim öncesi, öğretim sonrası ve öğretimden bir yıl sonra öğrencilerin kırıcılık/normale yaklaşma temasına ilişkin kavramsal anlama durumları verilmiştir.

Çizelge 4.57: Kırıcılık/normale yaklaşma temasının analizinden elde edilen bulgular.

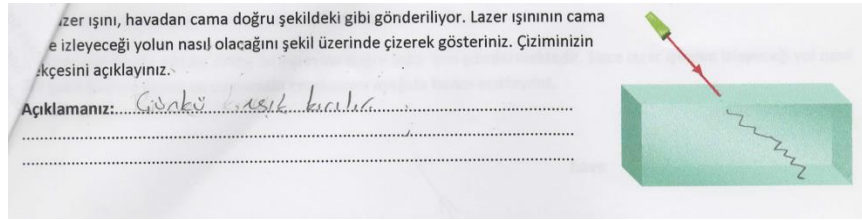
Kavramsal Anlama Türü	Öğretim Öncesi		Öğretim Sonrası			1 Yıl Sonra			
	n	%	Öğrenci Kodu	n	%	Öğrenci Kodu	n	%	Öğrenci Kodu
Bilimsel	0	0		12	80	1*, 2*, 3*, 4*, 5*, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 15	7	50	2*, 3*, 5*, 6, 10, 11, 12
Bilimsel Parçalı	0	0		3	20	9, 13, 14	5	36	4*, 8, 9, 13, 15
Bilimsel olmayan	10	67	1*, 2*, 3*, 4*, 5*, 6, 9, 11, 13, 15	0	0		0	0	
Kırılmayla ilgili olmayan	5	33	7, 8, 10, 12, 14	0	0		2	14	7, 14
Kodlanamayan	0	0		0	0		0	0	

*Durum çalışmasına dahil edilen öğrenciler

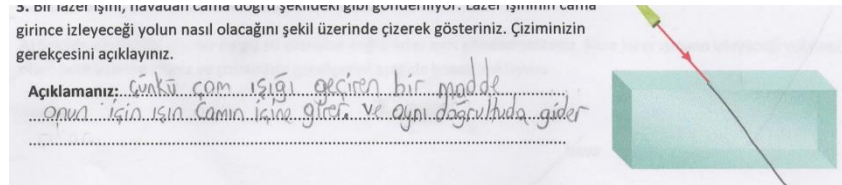
Öğretim öncesinde bilimsel cevap veren öğrenci yoktur. 5 kırılmayla ilgili olmayan cevap, 10 öğrenci ise bilimsel olmayan cevap vermiştir. Kırılmayla ilgili olmayan cevap veren öğrenciler, ışığın yüzeyden yansıtacağını söylemiş, yansıyan ışık şekli çizmişlerdir. Örneğin Ö7, ‘Işık cama çarptıktan sonra dağılır ve geri yansır’ demiştir. Ö14, ‘Geldiği şekilde geri dönecektir. Çünkü cam ışığı geri yansır.’ demiştir. Ö12 ‘Cam saydam madde olduğu için gelen lazer ışığı yansır.’ demiştir. Bilimsel olmayan cevap veren öğrenciler çoğunlukla ışığın dağılacığını ifade etmişlerdir. Kırılacağını söyleyen öğrenciler de vardır. Fakat kırılma ifadesini ne anlamda kullandıkları çizdikleri şekillerden anlaşılmaktadır. Bu duruma örnek olarak Ö3 ve Ö11’in ifadesi ve çizimi aşağıda verilmiştir (Şekil 4.61 ve 4.62). Bazı öğrenciler ışığın doğrultusu değişmeden devam edeceğini ifade etmişlerdir. Buna örnek olarak Ö1’in cevabı ve çizimi verilmiştir (Şekil 4.63).



Şekil 4.61: Kırıcılık/normale yaklaşma teması öğretim öncesi öğrenci Ö3'ün cevabı.

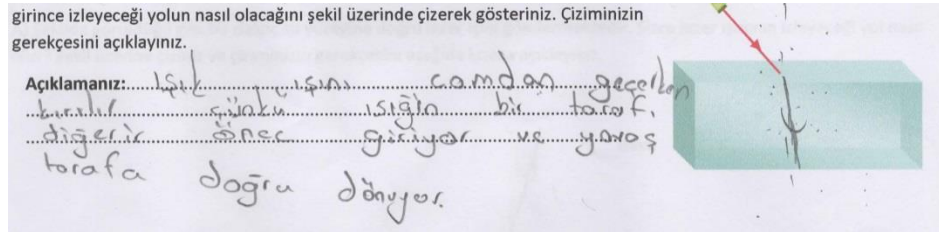


Şekil 4.62: Kırıcılık/normale yaklaşma teması öğretim öncesi öğrenci Ö11'in cevabı.

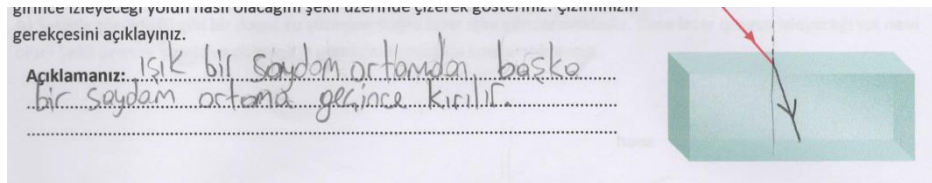


Şekil 4.63: Kırıcılık/normale yaklaşma teması öğretim öncesi öğrenci Ö1'in cevabı.

Öğretim öncesinde bilimsel cevap oranı % 0 iken öğretim sonrasında bu oran % 80 olmuştur. Yani 15 öğrenciden 12'si bilimsel olarak doğru cevap vermiştir. 3 öğrenci ise bilimsel parçalı cevap vermiştir (Ö9, 13 ve 14). Öğretimden sonra bilimsel olmayan cevap veren öğrenci yoktur. Bu soruda bilimsel olarak doğru kabul edilen cevap ışığın az kırıcı ortamdan çok kırıcı ortama girerken normale yaklaşarak kırılacağıdır. Bazı öğrenciler hem normale yaklaştığını ifade etmiş hem de çizimle göstermiştir. Bazı öğrenciler ise kırılır diyerek şekil üzerinde normale yaklaştığını göstermiştir. Bu cevaplar bilimsel kabul edilmiştir. Örnek olarak Ö3, normale yaklaşma sebebini anlatmış şekil üzerinde göstermiştir (Şekil 4.64). Ö1'in cevabı ise kırılacağını ifade edip normale yaklaştığını şekil üzerinde gösteren öğrenci cevaplarına örnektir (Şekil 4.65).



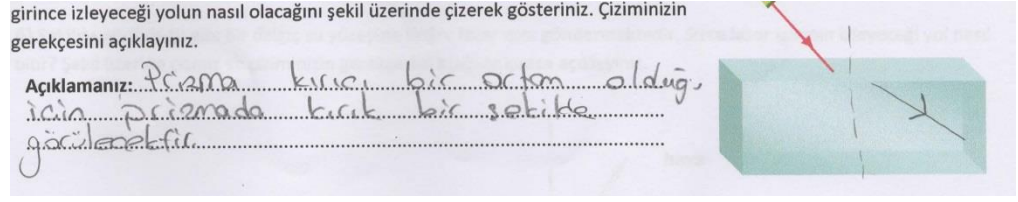
Şekil 4.64: Kırıcılık/normale yaklaşma teması öğretim sonrası öğrenci Ö3'ün cevabı.



Şekil 4.65: Kırıcılık/normale yaklaşma teması öğretim sonrası öğrenci Ö1'in cevabı.

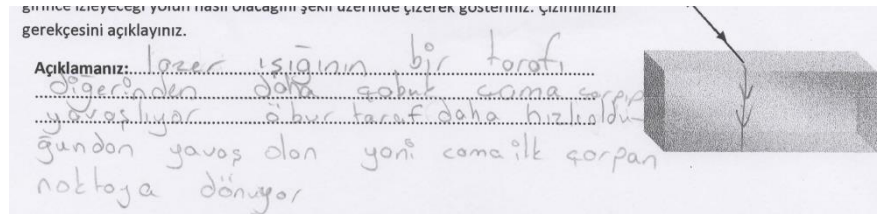
Öğretim sonrasında bilimsel parçalı cevap veren öğrencilerin cevapları beklenen bilimsel cevaba yakın cevaplardır. Örneğin, Ö9 prizmanın kırıcı olduğundan ve ışığı kıracağından söz etmiştir fakat ışığı prizmaya girdikten sonra normalden uzaklaştıran bir şekilde çizmiştir. Benzer şekilde Ö14'ün cevabı öğretim öncesinde ışığın yansıtacağını söyleyerek kırılmayla ilgili olmayan cevap kategorisinde iken öğretim sonrasında bilimsel parçalı kategorisindedir fakat verdiği cevapta 'Işık saydam bir ortamdan başka saydam bir ortama geçerken kırılır. Bu nedenle kırılarak yoluna devam eder.' demiştir. Ö14'ün açıklaması bilimsel olarak

doğrudur fakat çizdiği şekil Ö9'un çizdiği gibi normalden uzaklaşmayı göstermekte olduğu için bilimsel parçalı kategoridedir.

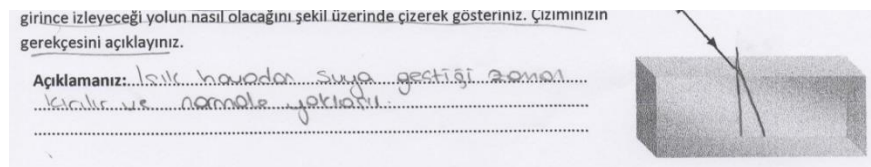


Şekil 4.66: Kırıcılık/normale yaklaşma teması öğretim sonrası öğrenci Ö9'un cevabı.

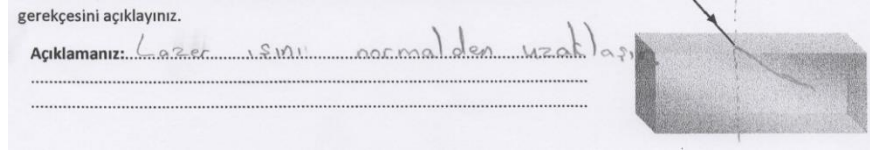
Öğretimden 1 yıl sonra bilimsel cevap veren öğrenciler %50'ye düşmüştür. Bilimsel parçalı cevap veren öğrenci oranı %36'dır. Bilimsel olmayan cevap yoktur. 2 öğrenci öğretim öncesinde sahip oldukları kırılmayla ilgili olmayan cevaplarına geri dönmüştür. Bilimsel cevap veren öğrenciler normale yaklaşacağını ifade edip çizimlerinde normale yaklaşan ışınlar çizmişlerdir. Örneğin Ö2, 'Işık havadan suya geçtiği zaman kırılır ve normale yaklaşır.' demiştir. Örneğin Ö3 ışığın neden kırıldığını da açıklayan ifadeler yazmıştır. Bilimsel parçalı cevap veren öğrencilerin ise ışığın kırılacağını hatırladıkları fakat normale yaklaşacağını unuttukları görülmektedir. Buna örnek olarak Ö8'in cevabı verilebilir.



Şekil 4.67: Kırıcılık/normale yaklaşma teması öğretimden bir yıl sonra öğrenci Ö3'ün cevabı.



Şekil 4.68: Kırıcılık/normale yaklaşma teması öğretimden bir yıl sonra öğrenci Ö2'nin cevabı.



Şekil 4.69: Kırıcılık/normale yaklaşma teması öğretimden bir yıl sonra öğrenci Ö8'in cevabı.

4.2.3 Öğrencilerin Işık Diyagramı Çizimi Temasına İlişkin Kavramsal Anlamalarının Analizinden Elde Edilen Bulgular

Çizelge 4.58'de öğretim öncesi, öğretim sonrası ve öğretimden bir yıl sonra öğrencilerin ışık diyagramı çizimi temasına ilişkin kavramsal anlama durumları verilmiştir.

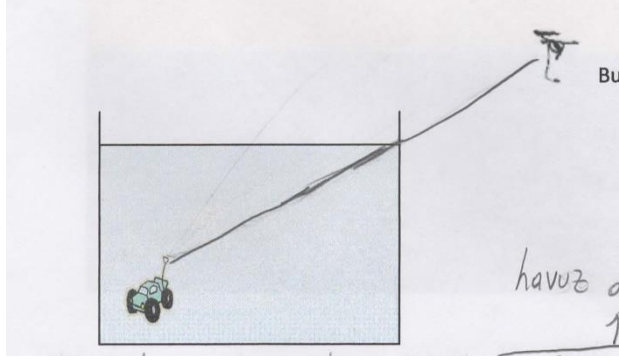
Çizelge 4.58: Işık diyagramı çizimi temasının analizinden elde edilen bulgular.

Kavramsal Anlama Türü	Öğretim Öncesi		Öğretim Sonrası		1 Yıl Sonra	
	n	%	Öğrenci Kodu	n	%	Öğrenci Kodu
Bilimsel	0	0		10	67	1*, 2*, 3*, 5*, 7, 8, 10, 11, 12
Bilimsel Parçalı	0	0		5	33	4*, 6, 13, 14, 15
Bilimsel olmayan	1	93	1*, 2*, 3*, 4*, 5*, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15	0	00	
Kodlanamayan	4					
	1	7	14	0	0	0

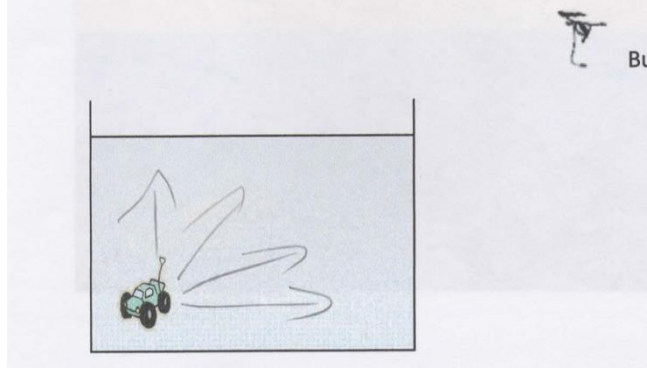
*Durum çalışmasına dahil edilen öğrenciler

Öğretim öncesinde bilimsel ve bilimsel parçalı cevap veren öğrenci bulunmamaktadır. 14 öğrenci bilimsel olmayan cevap vermiş, bir öğrenci soruyu boş bırakmıştır. Bilimsel cevap vermeyen öğrencilerin bir kısmı ışığın sudan havaya geçerken dağılacağını, bir kısmı aynı doğrultuda gideceğini ifade etmiş ve ifadelerine

uygun çizim yapmıştır. Örnek olarak Ö1 'Aynı doğrultuda gider. Çünkü su fazla bir etki etmez.' demiştir. Ö4 'Bence ışık ışını suyun içinde dağılır. Çünkü su yansımaya sebep olur.' demiştir.



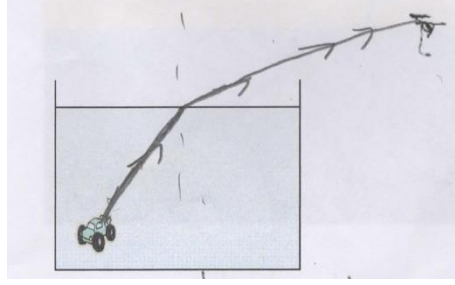
Şekil 4.70: Işık diyagramı çizimi teması öğretim öncesi öğrenci Ö1'in çizimi.



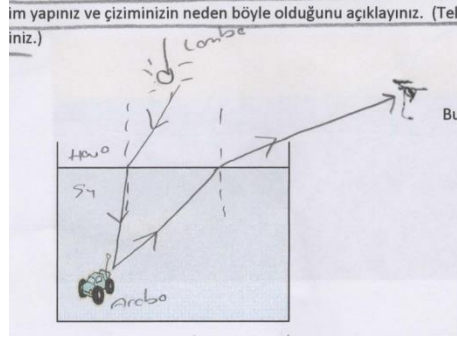
Şekil 4.71: Işık diyagramı çizimi teması öğretim öncesi öğrenci Ö4'ün çizimi.

Öğretim sonrasında bilimsel cevap oranı %67 olmuştur. Yani 15 öğrenciden 10 tanesi bilimsel cevap vermiş ve uygun çizim yapmışlardır. 5 öğrenci bilimsel parçalı cevap vermiştir. Bilimsel cevap veren öğrenciler, ışık ışınlarını sudan havaya doğru geçerken normalden uzaklaştırarak çizmişlerdir. Bu gruba örnek olarak, Ö3 'Işık ışınları sudan çıkarken kırılır ve çok kırıcıdan az kırıcıya geçtiği için normalden uzaklaşır.' demiştir. Ö11 'Çünkü lambadan gelen ışık ışını suda kırılır. Daha sonra arabadan gelen ışın çok yoğunundan az yoğununa gideceği için yine kırılır.' demiştir. Bilimsel parçalı cevap veren öğrenciler (Ö4, 6, 13, 14 ve 15) ışık ışınlarının

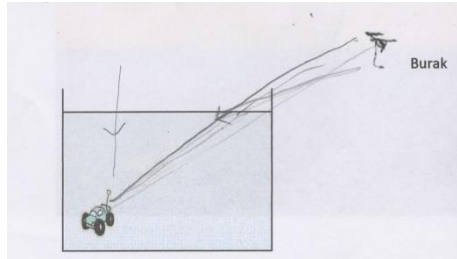
kırılacağından söz etmiş fakat ışın diyagramı çiziminde doğru gösterimi yapamamışlardır. Örneğin Ö4 ‘...su olmasaydı göremezdi. Nedeni, suyun ışınları kırarak göze gelmesini sağlamasıdır.’ demiştir. Ö13 ise ‘Işık suda kırılarak arabayı görmemizi sağlar.’ demiştir (Şekil 4.72, 4.73, 4.74 ve 4.75).



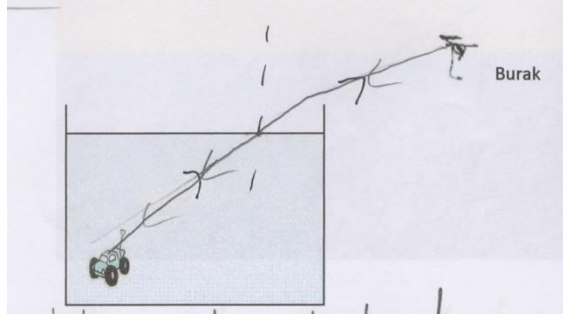
Şekil 4.72: Işık diyagramı çizimi teması öğretim sonrası öğrenci Ö3’ün çizimi.



Şekil 4.73: Işık diyagramı çizimi teması öğretim sonrası öğrenci Ö11’in çizimi.

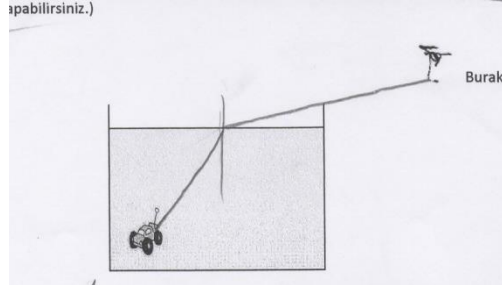


Şekil 4.74: Işık diyagramı çizimi teması öğretim sonrası öğrenci Ö4’ün çizimi.

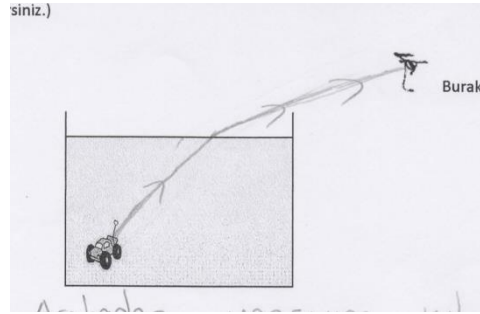


Şekil 4.75: Işık diyagramı çizimi teması öğretim sonrası öğrenci Ö13'ün çizimi.

Öğretimden bir yıl sonra uygulanan ankette bilimsel cevap oranı % 57, bilimsel parçalı cevap oranı % 36'dır. Bir öğrenci bilimsel olmayan cevap vermiştir. Bilimsel cevap veren 8 öğrencinin normalden uzaklaşma kavramını unutmadıkları ve çizimlerini bu kavrama uygun olarak yaptıkları görülmüştür. Örnek olarak Ö2 'Arabadan çıkan ışık hava ortamına geçince kırılır ve normalden uzaklaşır. Bu sayede Burak'ın gözüne ulaşabilir.' demiştir (Şekil 4.76). Benzer olarak Ö3 'Arabadan yansıyan ışık kırılarak Burak'ın görmesini sağlıyor.' demiştir (Şekil 4.77). Öğretimden hemen sonra uygulanan ankette bilimsel parçalı cevap veren öğrencilerden (Ö4, 6, 13, 14 ve 15) birkaçı öğretimden bir yıl sonra da bilimsel parçalı cevap vermiştir (Ö4, 6, 13 ve 14). Öğretimden sonra bilimsel cevap veren bir öğrenci (Ö9) bir yıl sonra bilimsel parçalı cevap vermiştir. Bu öğrenci öğretimden sonra 'Havuzda daha da kırık gözükecek yani doğrultusu değişecek' demiş ve ışık ışınlarını havaya geçerken normalden uzaklaşarak çizmişken öğretimden bir yıl sonra 'Daha yakın görecektir. Çünkü Burak arabaya tam havuzun kenarlarından baktığı için yakın ve büyük görür.' demiştir. Öğretimden bir yıl sonra sadece bir öğrenci bilimsel olmayan cevap vermiş (Ö15) ve 'Araba havuzun yarısına doğru bir ışıkta çıkarsa Burak ışığı görür ve arabasını bulabilir.' demiştir.



Şekil 4.76: Işık diyagramı çizimi teması öğretimden bir yıl sonra öğrenci Ö2'nin çizimi.



Şekil 4.77: Işık diyagramı çizimi teması öğretimden bir yıl sonra öğrenci Ö3'ün çizimi.

4.2.4 Öğrencilerin Kırıcılık/Normalden Uzaklaşma Temasına İlişkin Kavramsal Anlamalarının Analizinden Elde Edilen Bulgular

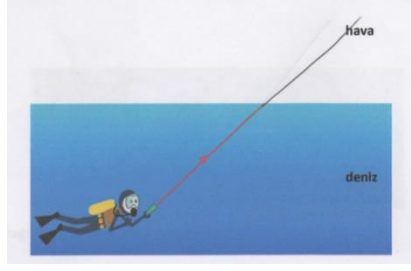
Çizelge 4.59'da öğretim öncesi, öğretim sonrası ve öğretimden bir yıl sonra öğrencilerin kırıcılık/normalden uzaklaşma temasına ilişkin kavramsal anlama durumları verilmiştir.

Çizelge 4.59: Kırıcılık/normalden uzaklaşma temasının analizinden elde edilen bulgular.

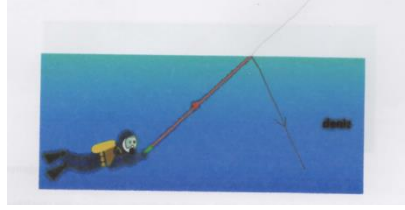
Kavramsal Anlama Türü	Öğretim Öncesi		Öğretim Sonrası			1 Yıl Sonra			
	n	%	Öğrenci Kodu	n	%	Öğrenci Kodu	n	%	Öğrenci Kodu
Bilimsel	0	0		11	73	1*, 2*, 4*, 5*, 8, 10, 11, 12, 14, 15	9	64	2*, 4*, 7, 8, 10, 11, 12, 14, 15
Bilimsel Parçalı	0	0		4	27	3*, 6, 7, 9	5	36	3*, 5*, 6, 9, 13
Bilimsel olmayan	14	93	1*, 2*, 3*, 4*, 5*, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15	0	0		0	0	
Kırılmayla ilgili olmayan	1	7	8	0	0		0	0	
Kodlanamayan	0	0		0	0		0	0	

*Durum çalışmasına dahil edilen öğrenciler

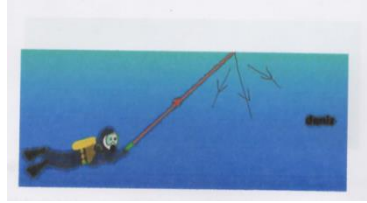
Öğretim öncesinde 1 öğrenci kırılmayla ilgili olmayan cevap, 14 öğrenci ise bilimsel olmayan cevap vermiştir. Kırılmayla ilgili olmayan cevap veren öğrencinin (Ö8) cevabı beklenen bilimsel cevap olmamakla birlikte tamamen yanlış denebilecek kategoride değildir. Bu öğrenci ankette ‘Suyun yüzeyine doğru tutulan lazer ışını geri gelir.’ cevabını vermiştir. Bilimsel olmayan cevap veren öğrencilerin bir kısmı aynı doğrultuda ilerleyeceğini, bir kısmı dağılacığını bir kısmı suyun üzerinde yayılacağını ifade etmiştir. Bu cevaplara örnek olarak Ö14 ‘Bence ışık suyun üstüne geçemez suya dağılır.’ demiştir. Ö1 ise ‘Aynı doğrultuda gider. Çünkü hava ışınları etkilemez.’ demiştir (Şekil 4.78, 4.79 ve 4.80).



Şekil 4.78: Kırıcılık/normalden uzaklaşma teması öğretim öncesi öğrenci Ö1'in çizimi.



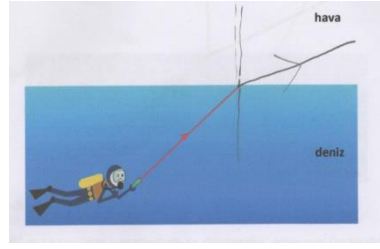
Şekil 4.79: Kırıcılık/normalden uzaklaşma teması öğretim öncesi öğrenci Ö8'in çizimi.



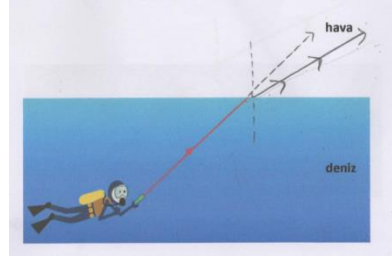
Şekil 4.80: Kırıcılık/normalden uzaklaşma teması öğretim öncesi öğrenci Ö14'ün çizimi.

Öğretimden sonra öğrencilerin %73'ü bilimsel cevap, %27'si bilimsel parçalı cevap vermiştir. Bilimsel olmayan, kırılmayla ilgili olmayan ve kodlanamayan cevap yoktur. Öğretimden önce bilimsel olmayan cevap veren 14 öğrenciden 11 tanesi bilimsel cevap, 4 tanesi de bilimsel parçalı cevap vermiştir. Bilimsel cevap veren öğrenciler, ışık ışınlarının sudan havaya geçerken kırılacağını ve normalden uzaklaşacaklarını söylemişlerdir. Örnek olarak Ö1 'Işık saydam ortamdan başka bir saydam ortama geçince kırılır.' demiştir ve ışık ışınlarını normalden uzaklaştırarak çizmiştir (Şekil 4.81). Benzer olarak Ö15 'Çok kırıcı ortamdan az kırıcı ortama geçerken ışık normalden uzaklaşır.' demiştir (Şekil 4.82).

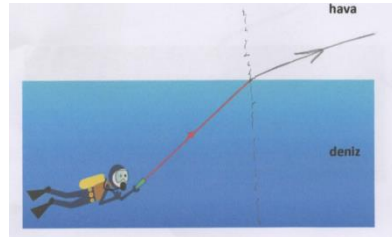
Öğretimden önce kırılmayla ilgili olmayan cevap veren Ö8, öğretimden sonra bilimsel cevap vermiştir. Ö8 ankete ‘Çok kırıcıdan az kırıcıya geçerken normalden uzaklaşır.’ yazmıştır (Şekil 4.83). Öğretimden sonra bilimsel parçalı cevap veren öğrenciler, ışığın kırılacağını söylemişler fakat sudan havaya geçişte ışık ışınlarını normale yaklaşıp çizmişlerdir. Örnek olarak Ö3 ‘Işık ışınları kırılarak doğrultusunu değiştirir.’ demiştir. Benzer şekilde Ö9 ‘Çok kırıcıdan az kırıcıya geçerken normale yaklaşacak ve kırık gözükecek.’ demiştir (Şekil 4.84).



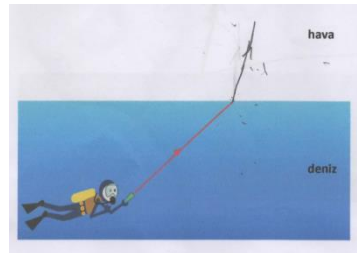
Şekil 4.81: Kırıcılık/normalden uzaklaşma teması öğretim sonrası öğrenci Ö1’in çizimi.



Şekil 4.82: Kırıcılık/normalden uzaklaşma teması öğretim sonrası öğrenci Ö15’in çizimi.

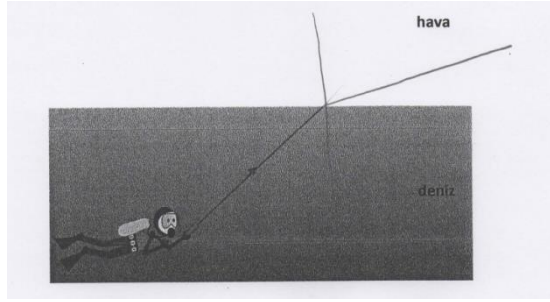


Şekil 4.83: Kırıcılık/normalden uzaklaşma teması öğretim sonrası öğrenci Ö8’in çizimi

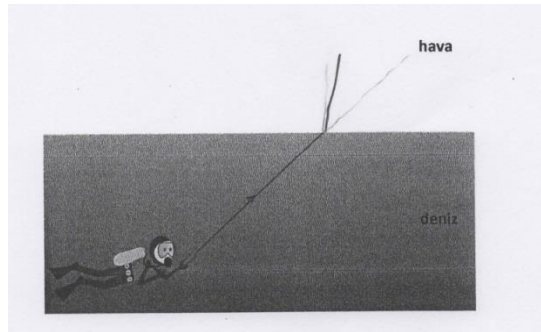


Şekil 4.84: Kırıcılık/normalden uzaklaşma teması öğretim öncesi öğrenci Ö9’un çizimi.

Öğretimden bir yıl sonra bilimsel cevap veren öğrenci oranı %73'ten %64'e düşmüştür. Bilimsel parçalı cevap veren öğrenci oranı %27'den %36'ya yükselmiştir. Bilimsel olmayan, kırılmayla ilgili olmayan ve kodlanamayan cevap yoktur. Bilimsel cevap veren öğrenciler, öğretimden hemen sonra uygulanan anketteki cevaplarına benzer şekilde sudan havaya geçen ışık ışınlarının kırılacağını ve normalden uzaklaşacağını söylemiş ve çizmişlerdir. Örnek olarak Ö2 'Lazer ışığı sudan havaya geçerken normalden uzaklaşarak kırılır.' demiştir (Şekil 4.85). Öğretimden sonra bilimsel cevap veren Ö5 öğretimden bir yıl sonra bilimsel parçalı cevap vermiştir. Bilimsel parçalı cevap veren öğrenciler kırılma kavramını unutmamışlar ama ışığın sudan havaya geçişte normalden uzaklaşacağını karıştırıp normale yaklaştırmışlardır. Bu cevaplara örnek olarak Ö5 'Işık kırılarak ilerler. Çünkü ortamdaki ortama geçerken ilk hızını değiştiren köşe diğer köşeyi kendine çeker.' diyerek kuramsal bir açıklama yapmıştır. Ama çiziminde ışık ışınını havaya geçişte normale yaklaştırmıştır (Şekil 4.86).



Şekil 4.85: Kırıcılık/normalden uzaklaşma teması öğretimden bir yıl sonra öğrenci Ö2'nin çizimi.



Şekil 4.86: Kırıcılık/normalden uzaklaşma teması öğretimden bir yıl sonra öğrenci Ö5'in çizimi.

4.2.5 Öğrencilerin Tam Yansıma Temasına İlişkin Kavramsal Anlamalarının Analizinden Elde Edilen Bulgular

Çizelge 4.60'da öğretim öncesi, öğretim sonrası ve öğretimden bir yıl sonra öğrencilerin tam yansıma temasına ilişkin kavramsal anlama durumları verilmiştir.

Çizelge 4.60: Tam yansıma temasının analizinden elde edilen bulgular.

Kavramsal Anlama Türü	Öğretim Öncesi		Öğretim Sonrası			1 Yıl Sonra			
	n	%	Öğrenci Kodu	n	%	Öğrenci Kodu	n	%	Öğrenci Kodu
Bilimsel	0	0		2	13	5*, 12	1	7	5*
Bilimsel Parçalı	0	0		8	53	1*, 2*, 3*, 4*, 10, 11, 13, 15	11	79	2*, 3*, 4*, 6, 7, 10, 11, 12, 13, 14, 15
Bilimsel olmayan	13	87	1*, 2*, 3*, 4*, 5*, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14	1	7	9	1	7	9
Kırılmayla ilgili olmayan	2	13	10, 15	3	20	6, 7, 14	0	0	
Kodlanamayan	0	0		1	7	8	1	7	8

*Durum çalışmasına dahil edilen öğrenciler

Öğretim öncesinde bilimsel cevap veren öğrenci yoktur. 15 öğrenciden 2 öğrenci kırılmayla ilgili olmayan cevap vermiştir. 13 öğrenci ise bilimsel olmayan cevap vermiştir. Kırılmayla ilgili olmayan cevap veren öğrenciler, ışığın prizma içinde yansıyabileceğini söylemişlerdir. Örnek olarak Ö10 ‘Gelen ışınının aynı şekilde ve aynı açıyla geriye gitmesi olabilir’ demiştir. Bilimsel olmayan cevap veren öğrencilerden bazıları ışınların dağılacığını, bazıları da ışının yansıyamayacağını söylemişlerdir. Örnek olarak Ö2 ‘Lazer ışınının prizmadan geçememesi, yansıyamaması olabilir. Bu nedenle yukarı kadar ulaşamaz...’ demiştir. Benzer olarak Ö3 ‘Camda lazer ışığı kırılıp dağılır ve kimse göremeyebilir.’ demiştir.

Öğretimden sonra bilimsel cevap veren iki öğrenci vardır. 8 öğrenci bilimsel parçalı cevap vermiştir. 1 öğrenci bilimsel olmayan cevap vermiştir. 3 öğrenci kırılmayla ilgili olmayan cevap vermiştir. Bir öğrenci ise soruyu boş bırakmıştır. Bilimsel cevap veren öğrenciler tam yansıma nedeniyle ışığın prizmanın üzerinden görülemeyeceği cevabını vermişlerdir. Örnek olarak Ö5 ‘Çünkü lazer kaynağı tam yansıma yaparak başka bir yerden çıkar.’ demiştir. Bilimsel parçalı cevap veren öğrenciler lazer ışığının prizmadan çıktıktan sonra kırılacağını ifade etmişlerdir. Bu ifade bilimsel olarak doğrudur ve olası cevaplardan biridir. Fakat gözlemcilerin hiçbiri prizmadan havaya geçen ışık ışını göremedikleri için ışık ışınlarının tam yansımaya uğraması gerekmektedir. Bu nedenle bilimsel cevap tam yansımadır. Bu kategoride yer alan öğrencilerin cevaplarına örnek olarak ‘Işık kırıldığı için kimsenin gözüne gelmez’ demiş ve ışık ışınlarını prizmadan havaya geçerken normalden uzaklaştırarak kırmıştır.

Öğretimden bir yıl sonra bilimsel cevap veren bir öğrenci vardır. Bilimsel parçalı cevap veren öğrenci sayısı 11 dir. Öğretim sonrasında bilimsel olmayan cevap veren öğrenci (Ö9) yine bilimsel olmayan cevap vermiştir. Öğretimden sonra bu soruyu boş bırakan öğrenci bir yıl sonra da boş bırakmıştır.

4.2.6 Öğrencilerin Işğın Kırılmasıyla Açıklanabilecek Olaylar Temasına İlişkin Kavramsal Anlamalarının Analizinden Elde Edilen Bulgular

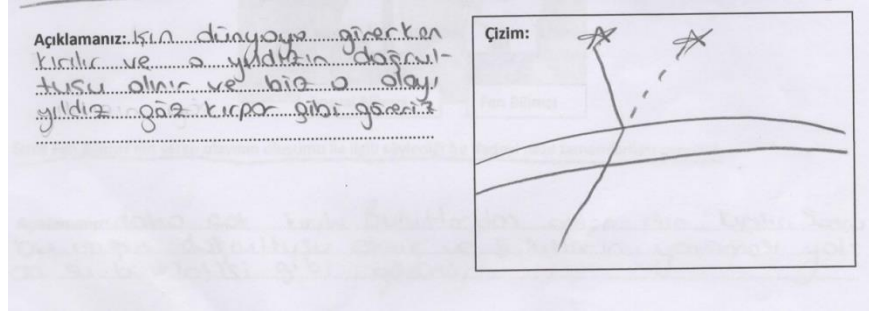
Çizelge 4.61’de öğretim öncesi, öğretim sonrası ve öğretimden bir yıl sonra öğrencilerin ışğın kırılmasıyla açıklanabilecek olaylar temasına ilişkin kavramsal anlama durumları verilmiştir.

Öğretim öncesinde 14 öğrenci bilimsel olmayan cevap vermiş, bir öğrenci boş bırakmıştır. Bilimsel olmayan cevap veren öğrencilerin bazıları bazı cisimlerin yıldızların önüne geçebileceğini, bazıları ise Dünya döndüğü için öyle göründüğünü, bazıları ise göz yanılması olduğunu ifade etmişlerdir. Bu cevaplara örnek olarak Ö11 ‘Dünya döndüğü için olabilir.’ demiştir. Ö12 ‘Bence göz kırpmaz biz öyle görürüz.’ demiştir.

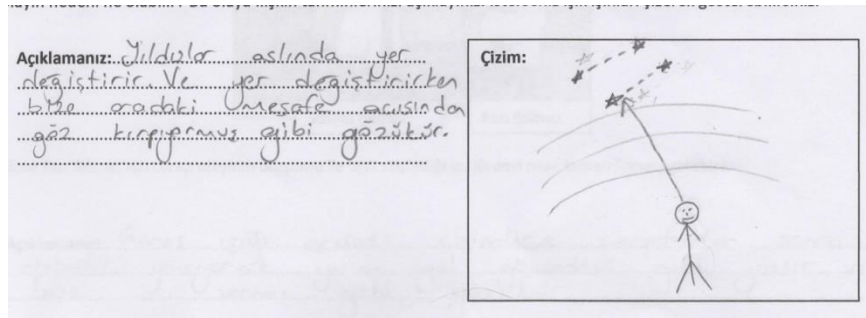
Çizelge 4.61: Tam yansıma temasının analizinden elde edilen bulgular.

Kavramsal Anlama Türü	Öğretim Öncesi		Öğretim Sonrası			1 Yıl Sonra			
	n	%	Öğrenci Kodu	n	%	Öğrenci Kodu	n	%	Öğrenci Kodu
Bilimsel	0	0		0	0		0	0	
Bilimsel Parçalı	0	0		12	80	1*, 2*, 3*, 4*, 5*, 6, 9, 10, 11, 12, 13, 14	8	57	3*, 4*, 5*, 6, 9, 10, 11, 14
Bilimsel olmayan	14	93	1*,2*, 4*, 5*, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15	1	7	15	5	36	2*, 8, 12, 13, 15
Kodlanamayan	1	7	3*	2	13	7, 8	1	7	7

Öğretimden sonra 12 öğrenci yani öğrencilerin % 80'i bilimsel parçalı cevap vermiştir. Bilimsel cevap veren öğrenci yoktur. Bir öğrenci bilimsel olmayan cevap vermiş, iki öğrenci ise boş bırakmıştır. Bilimsel parçalı cevap veren öğrenciler yıldızların göz kırpar gibi görünmesini, yıldızlardan gelen ışık ışınlarının atmosfer tabakalarında kırılmasıyla açıklamışlardır. Örnek olarak Ö2 'Işın Dünya'ya girerken kırılır ve o yıldızın doğrultusu alınır ve biz o olayı yıldız göz kırpar gibi görürüz.' demiştir (Şekil 4.87). Bilimsel olmayan cevap veren öğrenci Ö15 'Yıldızlar aslında yer değiştirir ve yer değiştirirken bize oradaki mesafe açısından göz kırpyormuş gibi gözükür.' demiştir (Şekil 4.88).



Şekil 4.87: Tam yansıma teması öğretim sonrası öğrenci Ö2'nin çizimi.



Şekil 4.88: Tam yansıma teması öğretim sonrası öğrenci Ö15'in çizimi.

Öğretimden bir yıl sonra bilimsel parçalı cevap veren öğrenci oranı %80'den %57'ye düşmüştür. Bilimsel parçalı cevap veren öğrencilerin açıklamaları öğretimden sonra verdikleri cevaplara benzemektedir. Örneğin Ö3 öğretimden sonra 'Işık ışınları atmosfere girerken kırılır bu kırılma sonucunda ışıkların bazıları gözden kaçır.' demiştir. Öğretimden bir yıl sonra Ö3 'Bu olay yıldızlardan gelen ışığın atmosferden geçerken yarısının kırılması nedeniyle oluşur.' demiştir. Öğretimden sonra bilimsel parçalı cevap veren 3 (Ö2, 12 ve 13) öğrenci öğretimden bir yıl sonra bilimsel olmayan cevaplar vermişlerdir. Örneğin Ö12 öğretimden sonra 'Yıldızlardan kırılarak geliyor, bu yüzden öyle gözükür.' demiş ve atmosferde ışık ışınlarının kırıldığını göstermiştir. Öğretimden bir yıl sonra ise Ö12 'Normalde göz kırpmaz. Sadece bize çok uzak oluyor. Işının belirli bir sürede gelmesinden dolayı göz kırpmış gibi gözükür.' demiştir.

4.2.7 Öğrencilerin Serap Olayına İlişkin Kavramsal Anlamalarının Analizinden Elde Edilen Bulgular

Çizelge 4.62’de öğretim öncesi, öğretim sonrası ve öğretimden bir yıl sonra öğrencilerin serap olayı temasına ilişkin kavramsal anlama durumları verilmiştir.

Çizelge 4.62: Serap olayı temasının analizinden elde edilen bulgular.

Kavramsal Anlama Türü	Öğretim Öncesi		Öğretim Sonrası			1 Yıl Sonra			
	n	%	Öğrenci Kodu	n	%	Öğrenci Kodu	n	%	Öğrenci Kodu
Bilimsel	0	0		3	20	1*, 2*, 5*	0	0	
Bilimsel Parçalı	0	0		6	40	3*, 4*, 10, 11, 13, 14,	7	50	2*, 3*, 4*, 5*, 7, 10, 11
Bilimsel olmayan	15	100	1*, 2*, 3*, 4*, 5*, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15	5	33	6, 8, 9, 12, 15	5	36	6, 9, 13, 14, 15
Kodlanamayan	0	0		1	7	7	2	14	8, 12

Öğretim öncesinde öğrencilerin hepsi bilimsel olmayan cevap vermiştir. Çoğunlukla serap olayının sebebini suyun buharlaşmasıyla açıklamışlardır. Örnek olarak, Ö12 ‘Buhardan dolayı serap olur.’, Ö14 ‘Isınan hava tabakası buharlaşarak yerde böyle bir görüntü oluşmasına sebep olur.’, Ö11 ‘Havadaki su buharı yeri ıslakmış gibi gösterir.’ demiştir. Bu cevaplardan farklı olarak Ö5 ‘Arabalar sürekli üstünden geçtiği için sürtünmeden dolayı ısı oluşur ve bu yüzden öyle görünür.’ demiştir.

Öğretimden sonra 3 öğrenci bilimsel cevap vermiştir. 6 öğrenci bilimsel parçalı, 5 öğrenci ise bilimsel olmayan cevap vermiştir. 1 öğrenci boş bırakmıştır. Bilimsel cevap veren öğrencilerin açıklamalarına örnek olarak Ö5 ‘Tam yansıma yapar, tam yansıma yaparak bizim gözümüze geldiği için bizim gözümüz onun doğrultusunu alır ve beynimiz onu en mantıklı şeye çevirir.’ demiştir. Bilimsel parçalı cevap veren öğrenciler yansımadan ya da kırılmadan bahsetmişlerdir. Örnek

olarak Ö3 ‘Işık ışınları yere çarpıp gözümüze yansır ve biz de onu su sanarız.’, Ö4 ‘Oradaki varlıkların yansımalarının oluşmasına sebep oldu...Biz de su birikintisine yansımış varlıklar gördük. Fakat orada su birikintisi yok.’ Bilimsel olmayan cevap veren öğrencilere örnek olarak

Öğretimden bir yıl sonra hiçbir öğrenci bilimsel cevap vermemiştir. 7 öğrenci bilimsel parçalı ve 5 öğrenci bilimsel olmayan cevap vermiştir. 2 öğrenci boş bırakmıştır. Öğretimden sonra bilimsel cevap veren iki öğrenci (Ö2 ve 5), 1 yıl sonra uygulanan ankette bilimsel parçalı cevap vermiştir. Örnek olarak Ö5 ‘Yolun üzerindeki hava üstündeki hava tabakasına göre daha çok ısınır. bu yüzden ışık kırılarak ilerde bir yere bulanık gelir. Biz de su varmış gibi bulanık görürüz.’ demiştir. Öğretim sonrasında bilimsel parçalı cevap verip öğretimden bir yıl sonra bilimsel olmayan cevap veren bir öğrenciye örnek olarak Ö13 ‘Güneş ışını bize başka yerdeki suyu yansıtır.’ demiştir.

5. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Araştırmanın bu bölümünde öğretim öncesi ve sonrası elde edilen bulgulardan yararlanarak ışığın kırılması ile ilgili sonuçlar ve bu sonuçlar üzerinden yapılan tartışmalar yer almaktadır.

5.1 Anlam Oluşturmaya Yönelik Öğretimden Elde Edilen Sonuçlar

Öğrencilerin öğretim öncesinde içsel düzlemlerinde kırılmaya ilişkin herhangi bir bilimsel anlamaları bulunmamaktadır. Öğretim öncesinde uygulanan kavramsal anlama anketinde bazı sorulara bilimsel parçalı cevap veren öğrencilerin ifadeleri ise yansıma kavramıyla ilgilidir. Birkaç öğrenci öğretim öncesinde kırılma ifadesini açıklamalarında kullanmışlardır. Fakat bu öğrencilerle yapılan görüşmede kırılma ifadesini dağılma anlamında kullandıkları ortaya çıkmıştır. Öğretim öncesinde tüm öğrenciler günlük kavramlara sahip durumdadırlar. Öğretim boyunca öğrencilerin birbirleriyle, öğretmenle ve sınıf içi tartışmalardaki etkileşimleriyle sahip oldukları günlük kavramların bilimsel kavramlara doğru şekillendiği görülmüştür. Öğretim sonrasında uygulanan ankette öğrencilerin ışıkla ilgili verilen durumları, öğrendikleri bilimsel kavramları kullanarak açıkladıkları görülmüştür.

Yapılan öğretim anlam oluşturmaya dayalı olarak farklı evrelerden oluşmaktadır. Anlam oluşturma evreleri ile tahmin-gözlem-açıklama tekniği birbiriyle uyumlu bir şekilde kullanılmaya çalışılmıştır. Tahmin aşamalarında amaç, öğrencilerin günlük kavramlarının ortaya çıkarılması ve grupların kendi içinde fikirlerini paylaşmasıdır. Bu amaca uygun olarak öğretmen tüm tahmin aşamalarında etkileşimli/diyaloglu iletişimsel yaklaşımı kullanmıştır. Bu yaklaşımda sınıftaki çoğu öğrenci öğretmenle etkileşim halindedir, öğrenciler fikirlerini rahatlıkla söylemişlerdir ve birçok farklı düşüncenin ortaya çıkarılması sağlanmıştır. Öğretmen, öğrenci cevaplarına herhangi bir değerlendirme yapmamıştır. Öğretmen ayrıca fikirleri yönlendirmek için herhangi bir müdahalede bulunmamıştır. Etkileşimli/diyaloglu iletişim yaklaşımı sayesinde öğrencilerin

günlük kavramlarının rahatlıkla ortaya çıkarıldığı söylenebilir. Gözlem aşamalarında, öğrenciler kavramsal bir tartışma yapmamışlar, tahminlerinin doğruluğunu test etmeye yönelik deney ve gözlemler yapmışlardır. Bu aşamalar çoğunlukla etkileşimli/diyaloglu olmakla birlikte bazı durumlarda öğretmen, öğrencilerin gözlem sırasında dikkat etmeleri gereken noktaya bazı vurgular ya da yönlendirmeler yapmıştır. Bu yönlendirmeler otoriter yaklaşım olarak kabul edilmektedir. Genel olarak gözlem aşamalarının kendi içinde etkileşimli/diyaloglu süreçten etkileşimli/otoriter sürece doğru geçiş yaptığı söylenebilir. Böylece öğretmen öğrencileri açıklama aşamasına hazırlamıştır. Açıklama aşamaları çoğunlukla etkileşimli/otoriter yaklaşımla sürdürülmüştür. Öğretmen çoğunlukla sorular sorarak öğrencilerin gözlemlerini açıklamaları konusunda yönlendirme yapmıştır. Bu sorular karşısında aldığı cevaplara da çoğunlukla değerlendirme içermeyen geribildirimler vermeye çalışmıştır. Öğretmen tartışmaların sonunda etkileşimsiz/otoriter yaklaşımla sınıfın sosyal düzleminde bilimsel kavramı sunmuştur.

Genel olarak bakıldığında anlam oluşturmaya dayalı bu öğretimde öğretmenin iletişimsel yaklaşımda bir döngüsel kalıp kullandığı görülmektedir. Bu kalıp etkileşimli/diyaloglu yaklaşımla başlayıp etkileşimli/otoriter yaklaşımla devam edip etkileşimsiz/otoriter yaklaşımla son bulmaktadır. Bu döngüye Scott (1998), ‘konuşmanın ritmi’ demiştir. Scott, öğrenmenin bilgiyi sunma ve fikirlerin keşfedilmesi için fırsatlar oluşturma arasında bir dengeyle zenginleştiğini belirtip bu nedenle iletişimsel yaklaşımda böyle bir ritmin olması gerektiğini ifade etmiştir. İletişimsel yaklaşımdaki bu döngüsel kalıbın Mortimer ve Scott (2003)’in çalışmalarında da mevcuttur. Çalışmalarında yer alan öğretmenler bu döngüyü kullanarak öğrencilerin günlük kavramlarını sınıfın sosyal düzleminde ortaya çıkarmış, bilimsel kavramlarla örtüşmeyen düşüncelerine gerekli yerlerde müdahale edebilmişlerdir. Bu çalışma ile Mortimer ve Scott (2003)’in çalışmalarında yer alan kalıbın birbiriyle tutarlı olduğu düşünülmektedir. Mortimer (1998), konuşmanın işlevindeki bu değişimin içsel psikolojik düzlemdeki kavramsal düşünmeyi geliştirmede önemli olduğunu söylemiştir. Sickel vd. (2012), Mortimer ve Scott (2003)’in geliştirdiği anlam oluşturma analitik çerçevesini kullandıkları çalışmalarında 5E öğretim yönteminin farklı basamaklarında diyaloglu/otoriter

yaklaşım değişiminin yapılmasının öğrencilerinin anlamalarını sosyal düzlemde içsel düzleme doğru değiştirdiğini belirtmişlerdir.

İletişimsel yaklaşımdaki döngünün yanında içerik olarak da bir döngüden söz edilebilir. Öğrencilerin öğretim öncesinde ışıkla ilgili olayları tahmin ederken sahip oldukları günlük kavramlar deneysel tanımlama kategorisindedir. Öğrenciler öncelikle ışığın gözlemlenebilen özellikleriyle ilgili yorumlarda (deneysel tanımlama) bulunmuşlardır. Öğretimde ise ilk olarak ışığın yapısı gözlemlenebilen bir analogiyle benzerlik kurularak açıklanmış (deneysel açıklama) ardından ışığın gerçek yapısı ve kırılmanın nasıl olduğu (kuramsal açıklama) ifade edilmiştir. Öğretimle beraber öğrencilerin günlük kavramları deneysel tanımlamadan deneysel ve kuramsal açıklamalar içeren bilimsel kavramlara doğru şekillenmiştir. Bu durum da Mortimer ve Scott (2003)'ün çalışmalarındaki bulgularla benzerdir. Çözünme olayının nasıl gerçekleştiği ile ilgili yaptıkları çalışmada öğrenciler başlangıçta deneysel tanımlamalar şeklinde günlük kavramlara sahiptirler. Öğretim ise deneysel açıklamalar ve kuramsal açıklamalara doğru öğrencileri yönlendirmiştir. Mortimer ve Scott (2003), günlük kavramlardan bilimsel kavramlara doğru başlangıçta küçük adımlar olan deneysel tanımlama evresinden daha büyük adımlar olan kuramsal açıklama evresine doğru bir yol olduğunu ifade etmişlerdir.

Bu çalışmanın Mortimer ve Scott'ın (2003) çalışmalarından farklı tarafı araç kullanımını da göz önünde bulundurmasıdır. Mortimer ve Scott psikolojik araç olan dile ağırlıkla önem verirken, bu çalışmada teknik araçların da anlam oluşturma üzerindeki etkisi incelenmeye çalışılmıştır. Psikolojik araçlarla öğrenciler olguyu farklı bir perspektiften görme, anlama imkanı bulurken teknik araçlar da olgunun gözlemlenebilen özelliklerine farklı açılardan ulaşma imkanı sağlar (Shepardson, 1998). Carter vd. (1999), çalışmalarında kullandıkları bazı teknik araçları öğrencilerin kullanmakta zorluk yaşadıklarını bu nedenle yakınsal gelişim alanının üzerinde olabileceği sonucuna ulaşmışlardır. Bu çalışmada öğrenciler teknik araçları kullanırken bazı zorluklar yaşasalar da öğretmen aracılık ederek kullanımını kolaylaştırmıştır. Örneğin öğrenciler 1. dersin gözlem aşamasında ışığın farklı saydam ortamlardan belirli açıyla girişinde kırılmasını gözlemlenmede su ve lazer ışını kullanmışlardır. Suyun hareketli ve kabın yan tarafından lazer

ışını tutmanın zor olması nedeniyle öğrenciler istenilen şekilde gözlem yapmakta sıkıntı çekmişlerdir. Bu sorunu çözmek için öğretmen tüm gruplar gözlemlerini bitirdikten sonra gruplara prizma vermiştir. Öğrenciler prizmaya lazer ışını tutarak daha net gözlem yapma imkanı bulmuşlardır. Sonuç olarak öğrencilerin kullanmakta zorluk çektiği noktalarda öğretmen başka teknik araçları da kullanmalarına imkan vererek desteklemiştir.

Küçüközer (2013), tahmin-gözlem-açıklama tekniği ile desteklenmiş 3 boyutlu bilgisayar modelleme aktivitesi içeren çalışmasında, öğrencilerin öğrenme sürecince fikirlerini rahatlıkla açıkladıkları işbirlikli öğrenme ortamlarında tahmin-gözlem-açıklama tekniğinin uygunluğundan söz etmiş ve bu tekniğin öğrencilerin hem kendilerinin hem de sınıf arkadaşlarının düşüncelerinin farkında olmalarına imkan verdiğini belirtmiştir. Bu çalışmada kullanılan döngüsel kalıbın tahmin-gözlem-açıklama tekniğiyle de örtüştüğü düşünülmektedir. TGA'nın aşamaları ile iletişimsel yaklaşımın diyaloglu boyuttan otoriter boyuta geçiş yapan ritminin anlam oluşturmaya olumlu katkı sağladığı düşünülmektedir. Ayrıca öğrencilerin tahminleri ile uyuşmayan gözlemler karşısında grup arkadaşlarıyla yaptıkları tartışmaların onların içsel düzlemlerinde düzenleme yapmalarına fırsat verdiği söylenebilir. Grup tartışmasının yeterli olmadığı durumlarda da öğretmen aracılık yaparak öğrencilerin günlük kavramlarının bilimsel kavramlara doğru şekillenmesinde rol almıştır.

Bu çalışmada Harrison ve Treagust (1993)'ın çalışmalarından yararlanılarak kullanılan araba analogisinin öğrencilerin günlük kavramları ile bilimsel kavramları arasında çok önemli bir köprü görevi gördüğü söylenebilir. Howe (1996), bilimsel kavramların özümsebilmesi için somut örneklerle uygulanması gerektiğini söylemiştir. Araba analogisi burada günlük kavramın bir sistem içine uyumunda bilimsel kavramın da somutlaştırılmasında anahtar rol oynamıştır. Harrison ve Treagust (1993), öğretim sonunda öğrencilerle yaptıkları görüşmelerde ışığın farklı kırıcılıktaki ortamlarda normale yaklaşmasının ya da uzaklaşmasının sebebi sorulduğunda bunu araba analogisi ile rahatlıkla açıkladıklarını ifade etmişlerdir. Benzer durum bu çalışma için de geçerlidir. Öğrencilerden öğrendiklerini yeni durumlara uygulamaları istendiğinde grup tartışmalarında arabanın hareketini düşünerek normale yaklaşma/normalden uzaklaşma durumlarını

açıklayabilmişlerdir. Öğretim sonrasında uygulanan ankette de araba benzetmesine uygun açıklamalar yaptıkları görülmüştür.

Vygotsky (1978), öğrencinin mevcut gelişimsel seviyesi ile bir yetişkin daha yetkin bir bireyin yardımı ile ulaştığı gelişimsel seviyesi arasındaki farkı yakınsal gelişim alanı olarak ifade etmiştir. Yakınsal gelişim alanının genişletilmesinde işbirliğine vurgu yapmıştır. Bu çalışmada öğretmenin aracılığının ve öğrencilerin grup içi tartışmalarıyla birbirlerinin yakınsal gelişim alanlarını genişlettikleri ve bilimsel kavramları içselleştirmelerine yardımcı oldukları söylenebilir. Benzer bir sonucu Sickel vd. (2012) de belirtmişlerdir. 5E öğretim yöntemiyle öğretmenin ve öğrencilerin birlikte çalışmalarının anlam yapılandırılmayı kolaylaştırdığını ifade etmişlerdir.

5.2 Kavramsal Anlama Testinden Elde Edilen Sonuçlar

Öğrencilerin ışığın kırılması, ışığın normalden uzaklaşması, ışığın normale yaklaşması, kırıcılık, tam yansıma kavramları ve ışık diyagramı çizimine ilişkin fikirlerini ortaya çıkarmaya yönelik öğretim öncesi, sonrası ve öğretimden bir yıl sonra uygulanan kavramsal anlama testinden elde edilen sonuçlara yer verilmiştir. Genel olarak öğretim öncesinde öğrenciler büyük oranda günlük kavramlara sahiptirler. Öğretim sonrasında çoğu kavramda bilimsel kavram oranı artış göstermiştir.

5.2.1 Işığın Kırılması Temasına İlişkin Sonuçlar

Öğretim öncesinde öğrencilerin %67'si ışığın kırılması kavramına ilişkin bilimsel olmayan cevaplar vermiştir. Öğrencilerin %33'ü ise bilimsel parçalı cevap vermiştir. Bilimsel parçalı cevap veren öğrenciler kırılma kavramını kullanmamışlar, sadece suyun cisimleri olduğundan büyük gösterdiğini ifade ederek doğru bir tespitte bulunmuşlardır. Normale yaklaşma ya da normalden uzaklaşmayla ilgili sorulara verdikleri cevaplar kıyaslandığında bu soruya bilimsel parçalı cevap veren öğrencilerin aslında kırılma kavramını bilmedikleri görülmektedir. Öğrencilerin sahip olduğu bilimsel olmayan kavramları Vygotsky

(1986) günlük (spontan/kendiliğinden) kavramlar olarak isimlendirmiştir. Günlük kavramlar, günlük deneyimlerle şekillenen, somut olaylara dayanan kavramlardır. Öğrencilerin verdikleri bilimsel olmayan cevaplar suyun yapısının farklı olabileceği, suyun bulanık oluşu gibi günlük deneyimlere dayanan ifadeler kullandıkları için günlük kavram olarak nitelendirilmişlerdir.

Bir kısmı suda olan cisimlerin kırık gibi görünmesinin sebebini, suyun bulanık olmasına, cismin görüntüsünün kaba yansımaya bağlayarak açıklayan öğrenciler vardır. Bu öğrencilerin cevapları bilimsel olmayan cevaplar kategorisinde yer almıştır. Cismin kırık görünmesini yansımaya açıklama, Srisawasdi ve Kroothkeaw (2014)'ın çalışmalarındaki sonuçla örtüşmektedir. Yaptıkları çalışmada öğrencilerin %62,58'i sıvı içindeki cismin kırık görünmesini yansıma kavramıyla açıklamışlardır. Bilimsel olmayan cevap veren 10 öğrenciden 3 tanesinin (%20) cevabı, Srisawasdi ve Kroothkeaw (2014)'ın çalışmalarındaki öğrenci cevaplarıyla uyumluluk göstermektedir. Ayrıca Kaewkhong vd. (2010) de öğrencilerin %5,5'inin kırılma ile yansıma kavramlarını karıştırdıklarına ilişkin bulgulara sahiptirler.

Öğretim sonrasında bilimsel cevap veren öğrenci oranı %87'ye yükselmiştir. Bilimsel olmayan cevap veren öğrenci yoktur. İki öğrenci ise bilimsel parçalı cevap vermiştir. Öğretim öncesinde bilimsel parçalı cevap veren iki öğrenci öğretim sonrasında da bilimsel parçalı cevap vermiştir. Bu öğrenciler, suyun cisimleri büyük gösterdiğini ifade etmişlerdir. Öğretimden bir yıl sonra öğrencilerin %71'nin bilimsel cevap vermeye devam ettiği görülmektedir. Öğretimden sonra bilimsel parçalı cevap veren iki öğrenci bir yıl sonra da bilimsel parçalı cevap vermiştir. İki öğrenci ise bilimsel olmayan cevap vermiştir. Bu iki öğrenci, öğretimden bir yıl sonra, öğretim öncesinde verdiklerine benzer cevap vermişlerdir. Vygotsky (1987), bilimsel kavramların gelişimini yabancı dil öğrenmeye benzetmiştir. Bu anlamda nasıl ki yabancı dil pratik yapılmadığı zaman unutulmaya yüz tutarsa benzer bir durum bilimsel kavramlar için de geçerli olabilir. Bilimsel kavramların da bireyin içsel düzleminde canlı olarak kalabilmesi için bilimsel konuşmalarla geliştirilmesi gerektiği söylenebilir. Ayrıca Howe (1996), günlük kavramların bilimsel kavramlar sistematığı içine dönüşmesi sürecinde ileri geri hareketlerin olabileceğini ifade etmiştir. Yani öğretimden bir yıl sonra bilimsel olmayan cevap veren öğrencilerin

ışığın kırılması konusunda bilimsel bilgiden tamamen yoksun olduğunu söylemek doğru olmayabilir. Bu öğrencilerin bir yetişkin ya da yetkin akranın aracılığı ile bu kavrama ilişkin yakınsal gelişim alanlarını eskisine göre daha kolay genişletebilme olasılıkları olabilir.

5.2.2 Normale Yaklaşma/Normalden Uzaklaşma Temalarına İlişkin Sonuçlar

Öğretim öncesinde bilimsel cevap veren öğrenci yoktur. 10 öğrenci bilimsel olmayan cevap vermiştir. 5 öğrencinin cevabı bilimsel parçalı olarak kabul edilmiştir. Bilimsel parçalı cevap veren öğrenciler kırılmayla ilgili bir ifade söylememişler, sadece ışık ışınlarının cam prizmanın yüzeyinden yansıyabileceğini ifade etmişlerdir. Bu cevap bilimsel olarak beklenen cevap olmadığı halde ışık ışınlarının camın yüzeyinden yansıma olasılığı nedeniyle bilimsel parçalı kabul edilmişlerdir. Bilimsel olmayan cevap öğrencilerden 5 (%33) tanesi, ışık ışınlarının camın içine dümdüz girip devam edeceğini söylemiş ve çizmişlerdir. Bu cevaplar Kaewkhong vd. (2010)'nin bulduğu sonuçlarla benzerdir. Çalışmalarına dahil olan lise öğrencilerinin %37,7'si saydam bir ortamdan diğerine geçen ışık ışınlarını kırılmaya uğramadan dümdüz çizmişlerdir. Bilimsel olmayan cevap veren diğer öğrencilerin bir kısmı ışığın dağılacağını, bir kısmı camın üzerinde kalacağını söylemiştir.

Öğretim sonrasında öğrencilerin %80'i bilimsel cevap vermişlerdir. 3 öğrenci bilimsel parçalı cevap vermiştir. Bilimsel olmayan cevap veren öğrenci yoktur. Bilimsel cevap veren öğrenciler, ışığın kırılacağını söyleyip ışık ışınlarını normale yaklaştırarak çizmişlerdir. Bilimsel parçalı cevap veren öğrenciler ise ışık ışınlarının kırılacağını söyleyip az kırıcı ortam olan havadan çok kırıcı ortam olan cama giren ışık ışınlarını normale yaklaşıyor değil de normalden uzaklaşarak çizmişlerdir. Bu sonuç da Kaewkhong vd. (2010)'nin bulduğu sonuçlarla benzerdir. Kaewkhong vd. (2010), öğrencilerin %35,7'sinin ışık ışınlarını az kırıcıdan çok kırıcıya geçerken normalden uzaklaştırarak çizdiklerini bulmuşlardır. Öğretimden bir yıl sonra bilimsel cevap veren öğrenci sayısı %50'dir. Diğer %50 ise bilimsel parçalı cevap vermiştir. Bilimsel parçalı cevap veren öğrencilerin ışığın kırılacağını hatırladıkları fakat normale yaklaşıyor kırılacağını unuttukları, çizimlerinde ışınları

normalden uzaklaştırarak çizdikleri görülmektedir. Normalden uzaklaşmayla ilgili anket sorusundaki yüzdeler de benzer niteliktedir bu nedenle burada yalnızca normale yaklaşma durumuyla ilgili yorum yapılmıştır.

5.1.3 Işık Diyagramı Çizimi Temasına İlişkin Sonuçlar

Öğretim öncesinde öğrenciler bilimsel cevaplar verememiş, bilimsel çizim yapamamışlardır. Bilimsel olmayan cevaplarda öğrencilerin bir kısmı ışık ışınlarının sudan havaya aynı doğrultuda gideceğini söylemiş, bir kısmı ışık ışınlarının dağılacığını ifade etmiştir. Bu soruyla ilgili bulgular, bir önceki konu başlığı olan normale yaklaşma sonuçlarıyla benzerdir. Öğretim sonrasında öğrencilerin %67'si bilimsel cevap verip doğru çizimler yapmışlardır. 5 öğrenci ise (%33) bilimsel parçalı cevap vermiştir. Bilimsel parçalı cevap veren öğrencilerden 2 tanesi (%13,33) ışınların kırılacağını söylemişler fakat çizimlerinde havaya geçen ışık ışınlarını normale yaklaştırmışlardır. Kaewkhong vd. (2010)'nin çalışmasındaki benzer bir soruda öğrencilerin %8,5'i ışık ışınlarını sudan havaya çıkardıklarında normale yaklaştırmışlardır.

Öğretimden bir yıl sonra öğrencilerin %57'si bilimsel, %36'sı bilimsel parçalı cevap vermiştir. 1 öğrenci bilimsel olmayan cevap vermiştir. Bilimsel cevap veren öğrenciler sudan havaya geçen ışık ışınlarını normalden uzaklaştırarak çizmişlerdir. Öğretimden sonra bilimsel parçalı cevap veren öğrenciler, öğretimden bir yıl sonra da bilimsel parçalı cevap vermiş, ışığın kırılacağını söylemiş fakat çizimleri doğru yapamamışlardır. Genel olarak öğrencilerin yarısından fazlası bilimsel kavrama hakim durumdadır. Yarısından azının ise ışığın kırılması kavramını unutmadıkları fakat kırıcılıkları farklı ortamlardan ışığın geçişi sırasında normale yaklaşma/uzaklaşma konusunda problem yaşadıkları görülmektedir.

5.1.4 Işığın Kırılmasıyla Açıklanabilecek Olaylar Temasına İlişkin Kavramsal Anlama Sonuçları

Öğretim öncesinde hiçbir öğrenci bilimsel cevap verememiştir. Bilimsel olmayan cevap veren öğrencilerin bir kısmı, Dünya döndüğü için, bir kısmı ise göz yanılgısı olduğunu söylemişlerdir. Öğretimde doğrudan yıldızların ışığının

değişimine yönelik bir etkinlik yapılmamıştır. Öğretim sonrasında da öğrenciler bilimsel cevap vermemişlerdir. Fakat bilimsel parçalı cevap oranı %80'dir. 1 öğrenci bilimsel olmayan cevap vermiş, iki öğrencinin cevabı boş bıraktıkları için kodlanamamıştır. Bilimsel parçalı cevap veren öğrenciler ışık ışınlarının atmosferde kırılmasından dolayı bu şekilde görüldüğünü söylemişlerdir. Öğretimden bir yıl sonra da yine bilimsel cevap veren öğrenci yoktur. Bilimsel parçalı cevap veren öğrenci oranı %57'ye düşmüştür. 5 öğrenci bilimsel olmayan cevap vermiş, 1 öğrencinin cevabı kodlanamamıştır. Öğrencilerin bu konuda tam olarak bilimsel cevaplar veremeyişleri, konunun yakınsal gelişim alanlarının üzerinde olmasından kaynaklanabileceği söylenebilir.

5.1.5 Öğrencilerin Tam Yansıma ve Serap Olayı Temasına İlişkin Kavramsal Anlamalarının Sonuçları

Öğretim öncesinde tam yansıma kavramı ve serap olayına bilimsel cevap veren öğrenci yoktur. Tam yansıma kavramına bilimsel parçalı cevap veren iki öğrenci vardır. Bu öğrenciler prizmanın içinden havaya gönderilen ışık ışınının prizmanın içinde yansıyabileceği yönünde cevap vermişlerdir. Serap olayında bütün öğrenciler bilimsel olmayan cevap vermişlerdir.

Öğretimden sonra tam yansıma kavramında 2 öğrenci bilimsel cevap, 11 öğrenci bilimsel parçalı, 1 öğrenci bilimsel olmayan ve 1 öğrenci kodlanamayan cevap vermiştir. Benzer şekilde serap olayında 3 öğrenci bilimsel cevap, 6 öğrenci bilimsel parçalı, 5 öğrenci bilimsel olmayan ve 1 öğrenci kodlanamayan cevap vermiştir. Öğretimden sonra bilimsel cevap veren öğrenci sayısı oldukça azdır. Öğrenciler çoğunlukla bilimsel parçalı cevap vermiştir. Bilimsel parçalı cevap veren öğrenciler, lazer ışınının prizmadan havaya geçip kırılacağını söylemişlerdir. Tam yansıma olasılığını ifade etmemişlerdir. Bu sonuç, Singh ve Butler (1990)'ın sonuçlarıyla benzerdir. Çalışmalarında suyun içinde bulunan bir ışık kaynağından değişik açılarda havaya gönderilen ışık ışınları çizilmiştir. Öğrencilerden her bir ışık ışınının izleyeceği yolu çizmeleri istenmiştir. Öğrencilerin %62'si gelme açısı sınır açısından büyük görünen ışık ışınlarını da havaya kırarak geçirmişler, tam yansıma uğratmamışlardır. Sadece 5 öğrenci (%14), ışık ışınlarını tam yansıma uygun çizmişlerdir. Öğretimden bir yıl sonra da benzer şekilde tam yansıma

kavramında 1 öğrenci bilimsel cevap, 11 öğrenci bilimsel parçalı cevap, 1 öğrenci bilimsel olmayan ve 1 öğrenci kodlanamayan cevap vermiştir. Serap olayında ise bilimsel cevap veren öğrenci yoktur. 7 öğrenci bilimsel parçalı, 5 öğrenci bilimsel olmayan ve 2 öğrenci kodlanamayan cevap vermiştir. Öğrencilerin tam yansıma ve serap olayında bilimsel kavramlara ulaşamamaları, bu kavramların öğrencilerin yakınsal gelişim alanlarına uygun olmadığına bir göstergesi olabilir. Öğretmen aracılığının, teknik araçların yakınsal gelişim alanını genişletmede yetersiz kalması da olası sebepler arasında gösterilebilir. Tam yansıma bilimsel kavramına ulaşabilmek için bu kavramın kırılma ve kırıcılık kavramlarına göre daha fazla somutlaştırılması böylece günlük kavramlarla buluşmasının sağlanması gerektiği düşünülebilir. Kırılma kavramının açıklanmasında araba benzetmesi öğrencilerin bu bilimsel kavramı somutlaştırmalarında kolaylık sağladığı gibi tam yansıma kavramı için de kolaylaştırıcı benzeşimlerin geliştirilmesi düşünülebilir.

6. ÖNERİLER

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlarla öğretime ve gelecek araştırmalara yönelik önerilerde bulunulmuştur.

6.1 Öğretime Yönelik Öneriler

Çalışmada Mortimer ve Scott (2003)'ın geliştirdikleri anlam oluşturma çerçevesine uygun öğretim yapılmıştır. Bu öğretimle öğrencilerin günlük kavramlarının büyük oranda bilimsel kavramlara dönüştüğü gözlenmiştir. Sosyal yapılandırmacılık yüksek zihinsel süreçlerin sosyal kökenli olduğu fikrine dayanır. Bireyin içsel düzleminin anlaşılabilmesi için o içsel düzlemin içinde yer aldığı sosyal düzlemin incelenmesi gerekir. Aynı zaman da içsel düzlemin istenilen bir biçim alabilmesi için sosyal düzlemin de uygun tasarlanması gereklidir. Bu amaçla yapılan anlam oluşturma çerçevesi, öğrencilerin hem sosyal hem de içsel düzlemlerini dikkate alan, merkezinde iletişimsel yaklaşım bulunan bir öğretim tasarımıdır. Bu öğretimde öğrenciler fikirlerini rahatlıkla söyleyebilmişler, aralarında tartışmışlar ve içsel düzlemlerinde düzenlemeye gitmişlerdir. Öğretmenin öğrencilerle ve öğrencilerin kendi aralarındaki tartışmalarının öğrencilerin yakınsal gelişimini artırmada kilit rol oynadığı söylenebilir. Özellikle öğretmenin dersin tahmin ve gözlem aşamalarında öğrenci cevaplarına değerlendirmede bulunmadan geribildirim vererek cevaplarını derinleştirmeye çalışması öğrencilerin fikirlerini rahatça ifade edebilmelerinde önemli bir etki yapmıştır. Öğretim sonunda öğrencilerin büyük oranda bilimsel kavramlara sahip olduğu görülmüştür. Bu nedenle sosyal yapılandırmacılığa dayanan anlam oluşturma öğretiminin kavramsal anlamayı geliştirmede olumlu bir katkısı olduğu düşünülmektedir.

Anlam oluşturma çerçevesi, öğrencilerin ifadelerini ve dersin içeriğini de küçük analiz birimlerine ayırmaktadır. Örneğin öğrencinin günlük kavramı deneysel tanımlama kategorisinde yer alabilir. Bu durumda öğretimin amacı

öğrencinin sahip olduğu bu günlük kavramın konunun içeriğine uygun olarak deneysel ya da kuramsal açıklamaya doğru yönlendirilmesi olacaktır. Örneğin bu çalışmada öğrenciler öğretim öncesinde ışığın kırılmasına ilişkin günlük kavramlara sahip durumdaydılar. Öğrencilerin kavramsal anlama anketinde ve yarı yapılandırılmış görüşmelerdeki açıklamaları, deneysel tanımlama kategorisindeydi (bkz Şekil 4.61). Öğretimle birlikte öğrencilerin kavramsal düzeyleri, deneysel tanımlamadan, kırılma olayına ilişkin neden-sonuç ilişkilerini açıklayan deneysel açıklama kategorisine doğru ilerlemiştir (bkz Şekil 4.64). Öğrencilerin kavramsal anlamalarının belirtilen şekilde kategorizasyonu, öğretimin tasarlanmasında ve öğretmenin öğrencilerin kavramsal durumlarının farkına varıp dersi işleyişinde düzenlemeye gitmesinde yol gösterici olabilir.

Sickel vd. (2012), yaptıkları çalışmanın sonucunda anlam oluşturmaya yönelik yapılan öğretimin öğrencilerin kavramsal anlamalarını oluşturmayı kolaylaştırdığını ifade etmişlerdir. Mercer ve Sams (2008), öğrencilere dili nasıl kullanmaları gerektiği konusunda rehberlik etmenin sonucunda, öğrencilerin matematik problemlerini çözmeye dili etkili bir araç olarak kullandıkları sonucuna ulaşmışlardır. Benzer şekilde Chin (2006), öğretmenin öğrencinin cevabını açıkça değerlendirmeden kaçınmasının, öğrencilerin cevaplarını tekrar ifade etmesinin, öğrencinin cevabını derinleştirici sorular sormasının öğrencilerin daha üretken bir konuşma aktivitesinin içine girmesini teşvik ettiğini göstermiştir. Bu çalışmaların da ifade ettiği gibi sınıfta anlam yapılandırmanın temelinde dili etkili kullanmanın olduğu görülmektedir. Öğretmenin öğrencilerin kendi anlam oluşturmalarına fırsat verebilmesi için öncelikle öğrencilerin sahip oldukları günlük kavramları etkileşimli ve diyaloglu bir ortam oluşturarak ortaya çıkarması gerekmektedir. Öğretmenin ortaya çıkan günlük kavramları görmesi, öğrencilerin mevcut gelişimsel seviyesi hakkında bir fikir sahibi olmasını sağlayacaktır. Bu aşamadan sonra öğrencilerin kendi anlamlarını yapılandırmalarında öğretmen bilimsel konuşma dilini etkili geribildirimlerle, uygun yerlerde müdahalelerle kullanarak öğrencileri desteklemeli ve rehberlik etmelidir. Dilin etkili kullanımının yanında hangi teknik araçların öğrencilerin öğrenmesini kolaylaştırdığını hangilerinin zorlaştırdığını da farkında olması gerekmektedir. Öğrencilerin yakınsal gelişim alanının üzerindeki psikolojik ve teknik araçlar anlam yapılandırmaya bir katkı sunmayacaktır.

Fen kavramlarının öğretiminde öğrencilerin olayları, olguları ilk elden deneyimlemesi büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle tasarlanacak öğrenme aktiviteleri öğrencilerin küçük gruplar halinde deney, gözlem ve tartışma yapabilecekleri şekilde düzenlenmelidir. Deney ve gözlemle ilgili öğrencilerin kendi aralarında tartışma yapmasına mutlaka fırsat verilmelidir.

Öğrencilerin tam yansıma kavramını günlük olaylarda açıklamada yetersiz kaldığı görülmüştür. Tam yansıma kavramı öğrencilerin yakınsal gelişim alanı üzerinde kaldığı söylenebilir. Bu nedenle fen derslerinde ortaokul seviyesinde tam yansıma kavramının programdan çıkarılması uygun olabilir. Yeni Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı bu anlamda bir düzenleme yapmış ve tam yansıma ile ilgili kazanımları programdan kaldırmıştır. Fakat programdaki kazanımlar incelendiğinde ‘Ortam değiştiren ışığın izlediği yolu gözlemleyerek kırılma olayının sebebini ortam değişikliği ile ilişkilendirir.’ kazanımı yer almaktadır. Bu çalışmada kullanılan araba benzeşimi (analoji), öğrencilerin kırılma olayının ışığın hızının değişiminden kaynakladığını kolaylıkla anlamalarını sağladığı söylenebilir. Yani öğrencilerin bu yaş düzeyinde kırılma olayıyla ilgili yakınsal gelişim alanlarının bu analogiyle genişletilebildiği söylenebilir. Bununla ilgili olarak Singh ve Butler (1990), lise öğrencilerinde yaptıkları çalışmalarda öğrencilerin sadece %5,71’inin kırılma olayını hız değişimiyle açıklabildiğini göstermişlerdir. Lise düzeyine gelen öğrencinin kırılmayı hız değişimiyle açıklayabilmesinin temellerinin ortaokul düzeyinde atılabileceği söylenebilir. Bu nedenle yeni Fen Bilimleri Öğretim Programı’nda yer alan ışığın kırılmasıyla ilgili kazanımların yeniden düzenlenmesi tavsiye edilmektedir.

6.2 Gelecek Araştırmalara Yönelik Öneriler

Araştırma 15 öğrenciyle yürütülmüştür. Öğrenciler çalışmaya gönüllü olarak katılmışlardır. Anlam yapılandırma öğretiminin öğrenci sayısının daha fazla olduğu sınıflarda yapılması durumunda etkililik düzeyinin nasıl olacağının araştırılması bu alana katkı sağlayabilir.

Fenle alakalı birçok konu deney ve gözleme dayanmaktadır. Bu anlamda öğrencilerin hem psikolojik hem de teknik araçları kullanmalarını sağlayacak öğrenme ortamları oluşturmak zorlayıcı olabilir. Sınırlı koşullarda anlam yapılandırmanın nasıl gerçekleştiğini araştırmak üzere, çoğunlukla kuramsal içeriğe sahip konularda dilin etkili kullanımının yakınsal gelişim alanı üzerinde nasıl bir etkisi olduğu incelenebilir. Böylece fiziki koşulların yetersiz olduğu bir çok okulda yapılan geleneksel öğretimin yerini anlam oluşturma etkinlikleri alabilir.

Anlam oluşturmaya ilgili yapılan çalışmalar çoğunlukla iletişimsel yaklaşımın, öğretmen-öğrenci diyaloglarının ele alındığı öğrenme ortamlarını incelemiştir. Anlam oluşturma sosyal yapılandırmacı kurama dayanmaktadır. Vygotsky'nın ifade ettiği bir çok kavram somut uygulamalardan yoksundur. Anlam oluşturma öğretimi bu anlamda somut veriler temin etmekle birlikte Vygotsky'nın bazı kavramlarını ele almamaktadır. Bu kavramlardan biri olan yakınsal gelişim alanının bu anlamda daha detaylı araştırılması ve somutlaştırılması ihtiyacı vardır. Gelecek çalışmalar, yakınsal gelişim alanının objektif olarak belirlenmesi ve genişletilmesi üzerine etkinlikler tasarlanmasına odaklanabilir.

Öğrencilerin ortaokul düzeyinde kırılma kavramına ilişkin düşünceleriyle ilgili literatürde çalışmaya rastlanamamıştır. Çoğunlukla lise öğrencilerinin kavramsal düzeylerini ölçmeye yönelik ya da ortaokul düzeyinde görme olayı, renklerin oluşumu, merceklerle ilgili çalışmalar bulunmaktadır. Orta okul düzeyinde kırılma kavramını inceleyen daha çok çalışma, lisede kırılma kavramının nasıl öğretilmesi gerektiği konusunda aydınlatıcı olabilir.

7. KAYNAKLAR

Blizak, D. F. , Chafiqi, and D. Kendil (2009). Students misconceptions about light in Algeria. *Education and Training in Optics and Photonics*. <http://www.opticsinfobase.org/abstract.cfm?URI=ETOP-2009-EMA5>.

Brooks, G. and Books, M. G. (1993). *The case for constructivist classrooms*. Virginia: ASCD Alexandria.

Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö.E., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. (2010). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Türkiye:Pegem.

Carter, G., Westbrook, S. L. and Thompkins, C. D. (1999). Examining science tools as mediators of students' learning about circuits. *J. Res. Sci. Teach.*, 36, 89–105.

Chaiklin, S. , 'The zone of proximal development in vygotsky's analysis of learning and instruction' (eds: A. Kozulin, B. Gindis, V. S. Ageyev and S. M. Miller) *Vygotsky's Educational Theory in Cultural Context*. Cambridge University Press. (2003).

Chin, C. (2006). Classroom interaction in science: Teacher questioning and feedback to students' responses. *International Journal of Science Education*, 28, 1315–1346.

Eaton, J., Harding, T. and Anderson, C. W. (1985). *Light: a teaching module*. East Lansing, Michigan: Institute for Research on Teaching, Michigan State University.

Fetherstonhaugh, A., Happs, J. and Treagust, D. (1987). Students misconceptions about light: a comparative study of prevalent views found in western

australia, france, new zeland, sweden and the united states. *Research in Science Education* , 17. 139-148.

Forman, E. A. and McPhail, J. (1993). Vygotskian perspective on children's collaborative problem-solving activities. (ed. E. A. Forman), *Context for Learning Sociocultural Dynamics in Children's Development*. Oxford University Press.

Forman, E. A., Minick, N. and Stone, C. A. (eds.). (1996). *Contexts for learning: sociocultural dynamics in children's development*. New York: Oxford University Press.

Fredlund, T., Airey, J., and Linder, C. (2012). Exploring the role of physics representations: an illustrative example from students sharing knowledge about refraction. *European journal of physics*, 33(3), 657-666.

Galili, I. and Hazan, A. (2000). Learners' knowledge in optics: interpretation, structure and analysis. *International Journal of Science Education* , 22 (1), 57-88.

Golberg, F. M. and McDermott, L. C. (1983). Not all the wrong answers students give represent misconceptions. Examples from interview on geometrical optics. *Proceedings of an international seminar on misconceptions in science and mathematics*, Cornell University, Ithaca, New York.

Guesne, E., Sere, M. G. and Tiberghien, A. (1983). Investigations on childrens' conceptions in physics: which method for which result? (eds: H. Helm and J. D. Novak), *Proceedings of an international seminar on misconceptions in science and mathematics*, New York: Ithaca, 420-426.

Harrison, A. G. and Treagust, D. F. (1993). Teaching with analogies: a case study in grade-10 optics. *J. Res. Sci. Teach.*, 30, 1291–1307.

Havu-Nuutinen, S. (2005). Examining young children's conceptual change process in floating and sinking from a social constructivist perspective. *International Journal of Science Education.*, 27, 259–279.

Hirn, C. and Viennot, L. (2000). Transformation of didactic intentions by teachers: the case of geometrical optics in grade 8. *International Journal of Science Education* , 22 (4), 357-384.

Howe, A. C. (1996). Development of science concepts within a vygotskian framework. *Science Education*, 80 (1), 35-51.

Jones, M. G., Rua, M. J. and Carter, G. (1998). Science teachers' conceptual growth within vygotsky's zone of proximal development. *Journal of Research in Science Teaching* , 35 (9), 967–985.

Kaewkhong, K., Mazzolini, A., Emarat, N. and Arayathanitkul, K. (2010). Thai high-school students' misconceptions about and models of light refraction through a planar surface. *Physics Education* , 45 (1). 97-107.

Karrqvist, C. and Anderson. (1983). How swedish pupils, age 12-15, understand light and its properties . (eds: H. Helm and J. D. Novak), *Proceedings of an international seminar on misconceptions in science and mathematics*, New York: Ithaca, 380-392.

Keleş, E., and Demirel, P. (2010). A study towards correcting student misconceptions related to the color issue in light unit with POE technique. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 2, 3134–3139.

Kozulin, A. (2003). Psychological tools and mediated learning (eds: A. Kozulin, B. Gindis, V. S. Ageyev and S. Miller), *Vygotsky's Educational Theory in Cultural Context*. New York: Cambridge University Press.

Kumpulainen, K. and Wray, D. (2002). *Classroom interaction and social learning*. London and Newyork: Routledge/Falmer.

Küçüközer, H. (2013). Designing a powerful learning environment to promote durable conceptual change. *Computers & Education*, 68, 482-494.

Mercer, N. and Sams, C. (2006) Teaching children how to use language to solve maths problems. *Language and Education*, 20 (6):507-527.

Mercer, N. and Littleton, K. (2007). *Dialogue and the development of children's thinking*. London and Newyork: Routledge.

Merriam, S. B. (1998). *Qualitative research and case study applications in education*. San Francisco: Jossey-Bass Publishers.

McMahon, K. (2012). Case studies of interactive whole-class teaching in primary science: communicative approach and pedagogic purposes. *International Journal of Science Education*, 34 (11), 1687-1708.

Moll, Luis C. (Ed). (1990). *Vygotsky and education: instructional implications and applications of sociohistorical psychology*. New York: Cambridge University Press.

Mortimer, E. F. (1998). Multivoicedness and univocality in classroom discourse: an example from theory of matter. *International journal of science education*, 20(1), 67-82.

Mortimer, E. and Scott, P. (2003). *Meaning making in secondary science classrooms*, Maidenhead, Philadelphia: Open University Press.

Oldfather, P., West, J., White, J. and Wilmarth, J. (1999). *Learning through children's eyes social constructivism and the desire to learn*. Washington, DC, US: American Psychological Association.

Osborne, R. J. and Gilbert, J. K.. (1980). A method for investigating concept understanding in science. *European Journal of Science Education*, 2, 311-321.

Palmer, D. (1995). The POE in the primary school: an evaluation. *Research in Science Education*, 25 (3), 323-332.

Perkins, D. N. (1999). The Many Faces of Constructivism. *Educational Leadership*.

Powell, K. C. and Kalina, C. J. (2009). Cognitive and social constructivism: developing tools for an effective classroom. *Education*, 130 (2), 241-250.

Rogoff, B. (1990). *Apprenticeship in thinking: cognitive development in social context*. New York: Oxford University Press.

Scott, P. H. (1998). Teacher talk and meaning making in science classrooms: a vygotskian analysis and review. *Studies in Science Education*, 32, 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. *Sci. Ed*, 90, 605–631.

Shepardson, D. (1999). Learning science in a first grade science activity: vygotskian perspective. *Science Education*, 83, 621-638.

Sickel, A. J., Witzig, S. B., Binaben, H. V. and Abell, S. K. (2012). The nature of discourse throughout 5E lessons in a large enrolment college biology course. *Research in Science Education*, 43(2), 637-665.

Singh, A., and Butler, P. H. (1990). Refraction: conceptions and knowledge structure. *International journal of science education*, 12(4), 429-442.

Srisawasdi, N., and Kroothkeaw, S. (2014). Supporting students' conceptual development of light refraction by simulation-based open inquiry with dual-situated learning model. *Journal of Computers in Education*, 1(1), 49-79.

Stead, B. F., and Osborne, R. J. (1980). Exploring science students' concepts of light. *Australian Science Teachers Journal*, 26 (3), 84-90.

Tharp, R. G. and Gallimore, R. (1988). *Rousing minds to life teaching, learning and schooling in social context*. Cambridge: Cambridge University Press.

Trundle K., Atwood R. and Christopher J. (2002). Preservice elementary teachers' conceptions of Moon phases before and after instruction, *International of Research in Science Teaching*, 39(7), 633-658.

Tytler, R. (2002). Teaching for understanding in science: student conceptions research, and changing views of learning. *Australian Science Teachers' Journal*, 48 (3), 14-16.

Valanides, N. and Angeli, C. (2008). Distributed cognition in a sixth-grade classroom: an attempt to overcome alternative conceptions about light and color. *Journal of Research on Technology in Education* , 40 (3), 309-336.

Vygotsky, L.S. (1978). *Mind in society: the development of higher psychological processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Vygotsky, L. S. (1981). The instrumental method in psychology. (ed: J. V. Wertsch), *The concept of activity in Soviet psychology*, Armonk, NY: M.E. Sharpe.

Vygotsky, L. S. (1987). Vol. 1, Problems of general psychology (eds: RW Rieber and AS Carton), *The collected works of LS Vygotsky*, New York: Plenum Press.

Wertsch, J. V. (1985). *Vygotsky and the social formation of mind*. Cambridge: Harvard University Press.

Wertsch, J. V. (1993). *Voices of the mind a sociocultural approach to mediated action*. Cambridge: Harvard University Press.

White, R. and Gunstone, R. (1992). *Probing understanding*. London and New York: The Falmer Press.

Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2005). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*, Ankara: Seçkin Yayıncılık.

Yin, R. K. (2003). *Case study research: design and methods*. California: Sage Publications.

Yurdakul, B. (2005). Yapılandırmacılık. (ed: Ö. Demirel), *Eğitimde Yeni Yönelimler*, Ankara: Pegem A Yayıncılık, 39-61.

EKLER

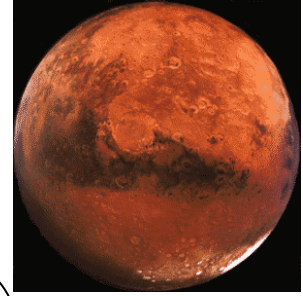
8. EKLER

EK A Işıklı İlgili Kavramsal Anlama Anketi

Bu anket sizin ışıkla ilgili kavramlara ilişkin düşüncelerinizi belirlemek amacıyla hazırlanmıştır. Bu konuda sizin görüşleriniz çok önemli olup yanıtlarınızın doğru ya da yanlış olması önemli değildir. Her bir soru için ayrılan açıklama bölümlerine cevabınızı yazınız ve gerekiyorsa şekil çiziniz.

Ad: _____ **Soyadı:** _____ **Cinsiyeti:** **Kız:** **Erkek:**

1. Ali ile Can bulutsuz bir gecede, bir lazer ışın kaynağını açarak Mars gezegenine doğru tutuyorlar. Ali ve Can bu konuda konuşuyorlar;



Siz, Ali ile Can'ın ifadelerinden hangisine katılıyorsunuz? Nedenini açıklayınız.

Ali Can

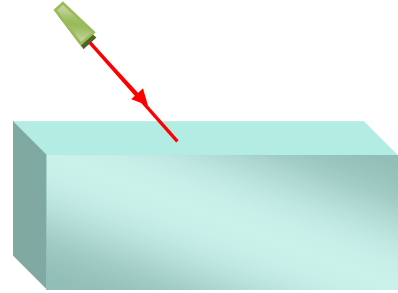
Açıklamanız:.....
.....



2. Su dolu bir bardağın içine koyulan bir kalem kırılmış gibi görünür. Sizce neden böyledir?

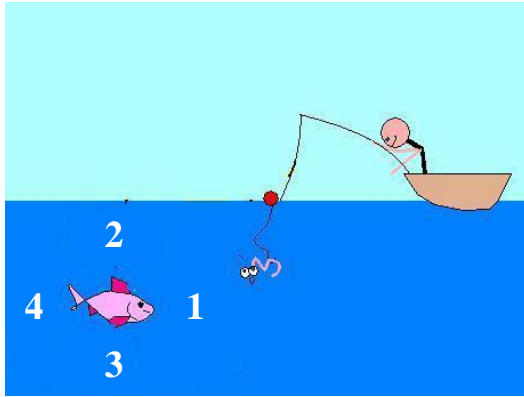
Açıklamanız:.....
.....
.....

3. Bir lazer ışını, havadan cama doğru şekildeki gibi gönderiliyor. Lazer ışınının cama girince izleyeceği yolun nasıl olacağını şekil üzerinde çizerek gösteriniz. Çiziminizin gerekçesini açıklayınız.



Açıklamanız:.....
.....
.....

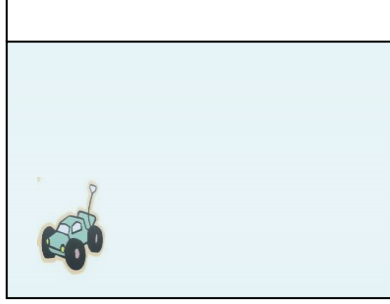
4. Balık tutan bir çocuk denizin içindeki balığı numaralandırılmış yerlerden hangisinde görür? Şekil üzerinde çizerek açıklayınız.



- Olduğu yerde
- 1 numaralı yerde
- 2 numaralı yerde
- 3 numaralı yerde
- 4 numaralı yerde

Açıklamanız:.....
.....
.....
.....

5. Burak arabasıyla oynarken arabasını yanlışlıkla havuza düşürüyor. Burak'ın havuzun dibinde bulunan arabasını görebilmesi için arabadan gelen ışık ışınlarının izleyeceği yolu şekil üzerinde gösteren bir çizim yapınız ve çiziminizin neden böyle olduğunu açıklayınız. (Tek bir ışık ışını ile çizim yapabilirsiniz.)

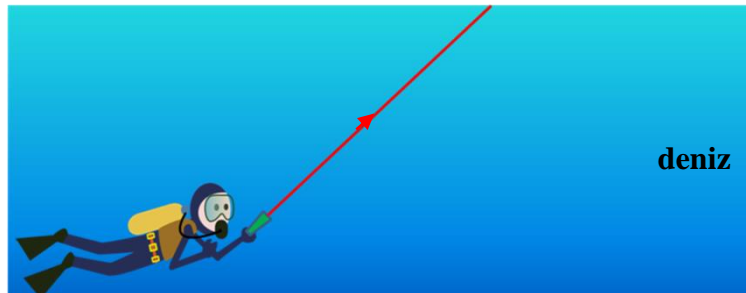


Açıklamanız:.....
.....
.....
.....

6. Aşağıdaki iki farklı duruma ait soruları açıklayınız.

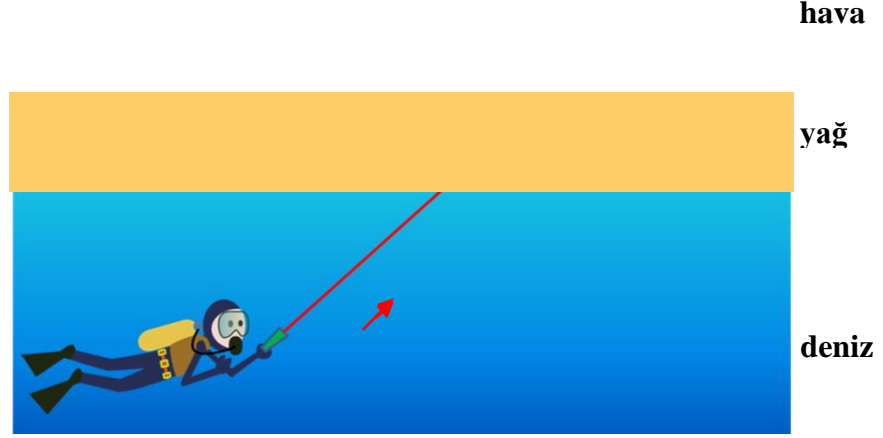
A) Şekilde görüldüğü gibi bir dalgıç su yüzeyine doğru lazer ışını göndermektedir. Sizce lazer ışınının izleyeceği yol nasıl olur? Şekil üzerine çiziniz ve çiziminizin gerekçesini aşağıda kısaca açıklayınız.

hava



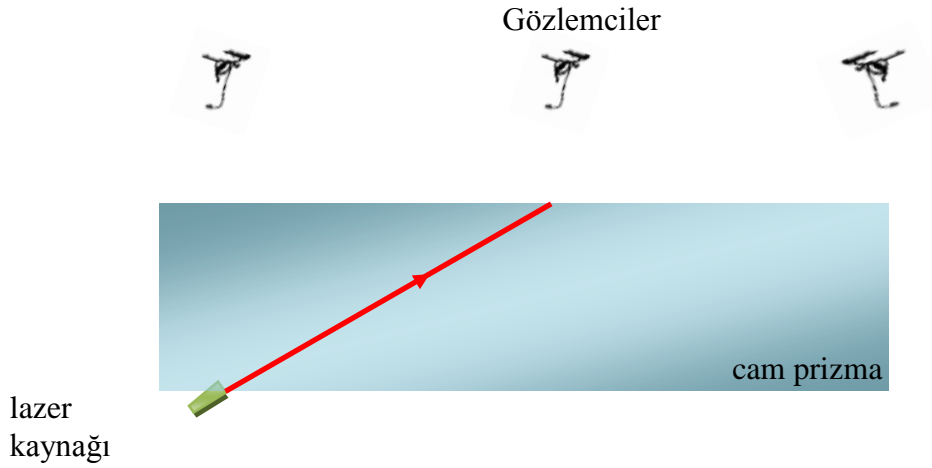
Açıklamanız:.....
.....

B) Dalgıcın yüzdüğü ortamda tanker devriliyor ve suyun yüzeyi yağ ile kaplanıyor. Dalgıç suyun yüzeyine ışık tutuyor. Işık ışınları sizce nasıl bir yol izler? Şekil üzerine çiziniz ve çiziminizin gerekçesini aşağıda kısaca açıklayınız.



Açıklamanız:.....
.....

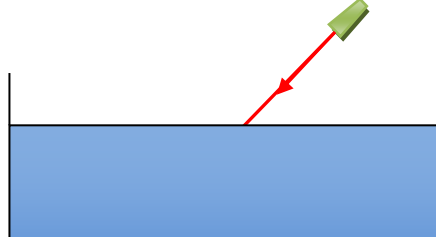
7.



Bir cam prizmaya şekildeki gibi bir lazer ışını gönderiliyor. Gözlemciler, prizmanın üst tarafından bakıyor. Fakat gözlemcilerin hiçbiri lazer ışını göremiyorlar. Bunun sebebi sizce ne olabilir?

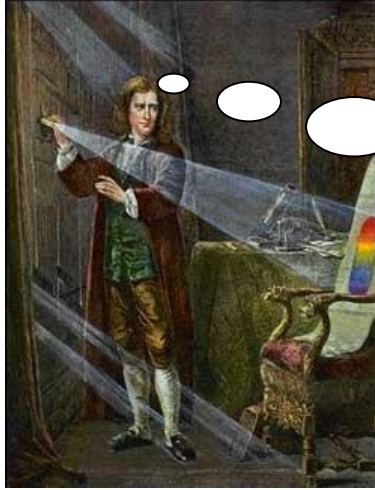
Açıklamanız:.....
.....
.....
.....

8. Su dolu bir kaba şekildeki bir lazer ışını tutuluyor. Lazer ışınının suya girince izleyeceği yolun nasıl olacağını şekil üzerinde çizerek gösteriniz. Çiziminizin gerekçesini açıklayınız.



Açıklamanız:.....
.....
.....
.....

9.



Prizmayı güneş ışığına tuttuğum zaman gökkuşağındaki gibi renk dizilimini elde ediyorum.

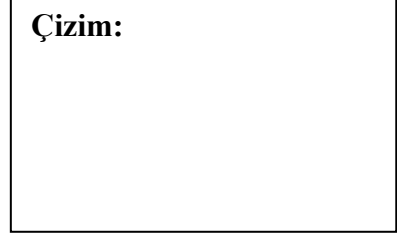
Isaac Newton'ın yaptığı deney sonucunda gökkuşağındaki gibi renklerin oluşmasının sebebi sizce ne olabilir?

Açıklamanız:.....
.....
.....
.....

10. Yıldızlı bir gecede gökyüzüne baktığımızda, yıldızların göz kırpar gibi göründüklerini farketmiş olmalısınız. Sizce bu olayın nedeni ne olabilir? Bu olaya ilişkin tahminlerinizi açıklayınız. İsterseniz ışık ışınları çizerek gösterebilirsiniz.

Açıklamanız:.....
.....
.....
.....
.....

Çizim:



11.



Bir Fen bilimci bir de Sosyal bilimci yukarıdaki fotoğraflarda görülen serap olayı ile ilgili olarak tartışıyorlar.



Sizce Fen Bilimci'nin serap olayının oluşumu ile ilgili söylediği bu ifadeyi nasıl tamamlaması gerekir?

Açıklamanız:.....
.....
.....

EK B Çalışmada Uygulanan Öğretime Yönelik Öğretmen Kılavuzu

Öğretime İlişkin Genel Bilgiler

Öğretim sosyal yapılandırmacılık kuramına dayanan anlam oluşturma çerçevesine uygun olarak hazırlanmıştır (Mortimer ve Scott, 2003). Bu çerçevenin üç temel noktası vardır. Bunlar, odak, yaklaşım ve eylemdir. Odak, öğretimin amaçlarını ve sınıf etkileşimlerinin içeriğini; yaklaşım, sınıf ortamının genel iletişimsel biçimini; eylem ise konuşma kalıplarını ve öğretmen müdahalelerini ifade etmektedir.

Odak	Yaklaşım	Eylem
<ul style="list-style-type: none">• Öğretimin Amaçları• İçerik	<ul style="list-style-type: none">• İletişimsel Yaklaşım	<ul style="list-style-type: none">• Konuşma Kalıpları• Öğretmen Müdahaleleri

Anlam oluşturma çerçevesi ile Tahmin-Gözlem-Açıklama tekniğinin basamakları birleştirilerek kullanılmıştır. Her ders TGA tekniği ile yapılmıştır. Bu teknikte öğrencilerin verilen duruma ilişkin tahminlerinin ortaya çıkarılması amaçlanır. Böylelikle öğrencilerin kavrama/kavramlara ilişkin günlük kavramlarının da ortaya çıkarılması mümkün olmaktadır. Öğrencilerin tahminleri ortaya çıkarıldıktan sonra tahminlerine ilişkin gözlem yapmaları sağlanır. Açıklama aşamasında öğrencilerin tahminleri ile gözlemleri arasında bir farkın olup olmadığı, varsa bunun nedenlerine ilişkin açıklamalar yapılmaktadır. Sosyal yapılandırmacılık kuramı genel olarak ifade etmek gerekirse öğrenmenin sosyal bir süreç olduğunu ifade etmektedir. Yüksek zihinsel süreçler öncelikle bireyler arası düzlemde sonra bireyin içsel düzlemde ortaya çıkmaktadır. Yani sosyal yapılandırmacılıkta öğrenmenin sosyal kökenleri çok önemli bir yere sahiptir. Bu nedenle öğrenme ortamının, öğrencilerin birbirleriyle ve öğretmenle rahatça konuşabildikleri, kendilerini ifade etmekten çekinmedikleri aksine konuşmaya teşvik eden bir şekilde düzenlenmesi gerekmektedir. Bu nedenle TGA aşamalarında öğrencilerin kendilerini ifade edebilecekleri ortamlar oluşturulmalıdır. Bunun için en uygun ortam grup çalışmalarının yapılabildiği düzenlemelerdir. TGA tekniğinin her bir aşaması, anlam oluşturma çerçevesi içerikleri bakımından küçük birimlere ayrılmıştır. TGA aşamalarının her birinde yukarıdaki çizelgede gösterilen basamakların hepsi kullanılmıştır. Bu çalışmada uygulanan öğretimde TGA aşamalarında aşağıda belirtilen uygulamalar yapılmıştır.

- Tahmin aşaması: Bu aşamada öğrencilere bir çalışma kağıdı verilmiştir. Yapılacak etkinliğin içeriği öğrencilerin tahminlerini ortaya çıkarmaya yöneliktir. Öğrencilerin öncelikle kendi fikirlerini ifade etmeleri, ardından grup içinde tartışmaları sonrasında sınıf tartışması yapmaları istenmiştir. Öğretmen bu aşamalarda öğrencilerin fikirlerine yönlendirici müdahalede bulunmamıştır.
- Gözlem aşaması: Öğrenciler, tahminlerinin doğruluğunu test etmek için deney araçlarını kullanarak gözlem yapmışlardır. Öğretmen gruplara araç kullanımında yardımcı olmuştur.
- Açıklama aşaması: Öğretmen öncelikle öğrencilerin tahminleri ve gözlemleri ile çelişen durumları sınıf tartışmasında ele almıştır. Bu sırada öğretmenin belirgin bir müdahalesi çoğunlukla olmamıştır. Ardından öğretmen bilimsel kavramların tanıtımını yapmıştır.

Öğretim 6 dersten oluşmaktadır. Bu derslerden önce öğrencilerin görme olayına ilişkin temel bilgilerini hatırlatıcı bir etkinlik ile ışığın belirli bir hızı olduğuna ilişkin bir başka etkinlik bulunmaktadır. Aşağıdaki çizelgede yapılan etkinlikler, etkinliklerin amacı ve geçen süre kısaca verilmiştir.

Ders	Etkinlik	Amaç	Süre
-	Ön hazırlık etkinliği Nasıl görüyoruz? Çalışma kağıdı-a	Görme olayının nasıl gerçekleştiğinin ışık ışınları kullanılarak hatırlatılması	40 dk
-	Işığın hızı ile ilgili etkinlik Çalışma kağıdı-b	Işığın sonsuz bir hız değil belirli bir hızla sahip olduğunun öğretimi	40 dk
1	Işığın doğrultusunun değişmesi etkinliği Çalışma kağıdı-1 ve çalışma kağıdı-2	Işık ışınlarının farklı saydam ortamlardan belirli bir açıyla geçerken doğrultusunun değişiminin öğretimi	47 dk
2	Işığın kırılmasının nedeni ile ilgili etkinlik Çalışma kağıdı-3 ve çalışma kağıdı-4	Işık ışınlarının kırılma sebebinin hız değişimi ile açıklanması ve araba benzeşimi ile öğretimi	68 dk
3	Işığın farklı saydam ortamlarda kırılması ile ilgili etkinlik Çalışma kağıdı-5	Öğrencilerin öğrendikleri kırılma kavramını yeni durumlara uygulamaları, kırılma olayını nedeniyle açıklamaları	37 dk
4	Normale yaklaşma/normalden uzaklaşma ve kırıcılık kavramları ile ilgili etkinlik Çalışma kağıdı 6-7-8-9	Normale yaklaşma/normalden uzaklaşma ve kırıcılık kavramlarının öğretimi	111 dk
5	Normale yaklaşma/normalden uzaklaşma ve kırıcılık kavramlarının uygulanması ile ilgili etkinlik Çalışma kağıdı 10 ve çalışma kağıdı-11	Öğrencilerin öğrendikleri kırılma kavramını yeni durumlara uygulamaları, nedenleri ile açıklayabilmeleri	35 dk
6	Tam yansıma kavramına ilişkin etkinlik Çalışma kağıdı-12-13-14	Tam yansıma kavramının öğretimi	39 dk

Sınıf Ortamının Düzenlenmesi

Önerilen bu öğretim modelinin etkili olabilmesi için bazı önemli noktalara aşağıda değinilmiştir. Bu önemli noktalar şunlardır:

- Öğrencilerin gruplar halinde çalışması. İki ya da üç kişilik grupların oluşturulması grup içi tartışmalar için gereklidir.
- Öğrencilerin kendi aralarında konu hakkında tartışmaları için bilgilendirilmeleri gerekmektedir. Etkili bir tartışmada öğrenciler bazı noktalara dikkat etmelidir. Bu noktalar özetle şunlardır (Mercer ve Sams, 2006):
 - ✓ Gruptaki herkes düşüncesini söylemelidir.
 - ✓ Tüm fikirlere saygı duyulmalıdır.
 - ✓ Konuyla ilgili fikirler açıklanırken gerekçeler ifade edilmelidir ya da öğrencinin grup arkadaşı tarafından fikrinin gerekçesi sorulmalıdır.
 - ✓ Tartışmadan sonra ortak bir karara ulaşılmaya çalışılmalıdır.
- Öğrencilere verilen etkinlikleri içeren çalışma kağıtlarında ne yapacaklarına ilişkin yönergeler mevcuttur. Öğrencilerin tahmin aşamalarında önce kendi fikirlerini çalışma kağıdına yazıp ardından grup içi tartışmalara geçmeleri konusunda öğretmen öğrencileri yeri geldikçe bilgilendirmelidir.
- Öğrencilerin çalışma kağıtlarına kendi fikirlerini yazdıktan sonra grup içi tartışma yapmaları için öğretmen gerekli zamanı ayırmalıdır. Bu sırada öğretmen grupları gezerek, onları dinleyip değerlendirme niteliğinde olmayan geribildirimlerde bulunabilir.

Öğretimin Uygulanması

Aşağıda her bir derste yapılan etkinlikler, etkinliklerin amacı, öğretmenin açıklamaları ve müdahale biçimleri yer almaktadır.

Ön Hazırlık Etkinliği

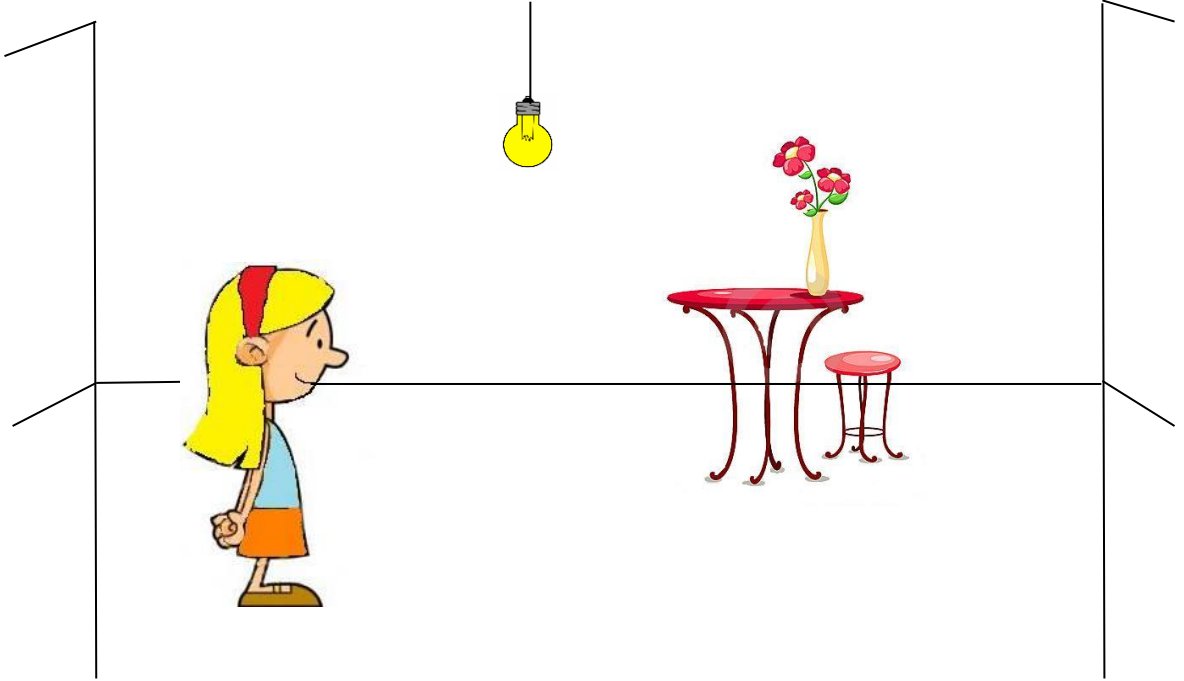
Bu etkinliğin amacı öğrencilerin görme olayı için gerekli koşulların neler olduğunu hatırlamalarını sağlamaktır. Öğrencilerin bu konuyu hatırlamadan kırılma ile ilgili kavramları öğrenmesi, kırılma kavramını bağlamsal olarak öğrenmelerine yol açabilir. Bu nedenle konunun ele alınması öğrencilerin yeni öğrenecekleri kavramları yeni durumlara uygulamalarını ve bağlamının dışında ele almalarını sağlayacağı söylenebilir.

Ön Hazırlık Etkinliği

Çalışma Kağıdı-a

Nasıl görüyoruz?

İrem masadaki vazonun içindeki çiçeklere doğru bakmaktadır. Şekil üzerinde çizim yaparak İrem'in çiçekleri nasıl gördüğünü gösteriniz.

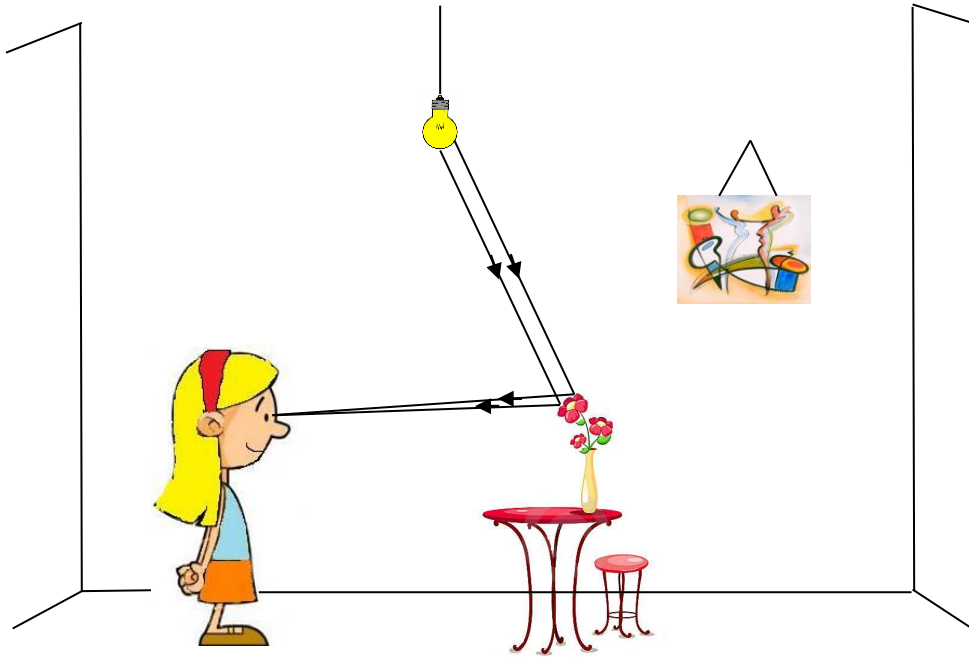


Çiziminizin nedenini açıklayınız:

.....
.....
.....

Öğretmen öncelikle öğrencilere bir önceki sayfadaki çalışma kağıdını dağıtması ve öğrencilerin fikirlerini bu kağıda yazmaları beklenmektedir. Ardından öğrencilerin kendi aralarında grup tartışması yapmaları sağlanmalıdır. Grup tartışmasından sonra sınıf içi tartışması yapılmalıdır. Bu tartışmalar sırasında öğretmenin öğrencilerin fikirlerini yönlendirmemeye dikkat etmesi gerekmektedir. Tartışmalar bittikten sonra öğretmenden aşağıdaki bilimsel açıklamayı yapması ve şekil üzerinde ışık ışınlarını göstermesi beklenmektedir.

Öğretmen: Görme olayı için üç koşul gereklidir. Işık kaynağı, nesne ve gözlemci. Işık kaynağından çıkan ışık ışınları bir nesneye çarpar. Bir kısmı yansır. Yansıyan bu ışık ışınlarından göze gelenler cismin görüntüsünün algılanmasını sağlar.



Işığın Hızı İle İlgili Etkinlik

İlgili olduğu kazanım: 3.1 Işığın belirli bir hızının olduğunu ifade eder.

Alanyazındaki çalışmalarda öğrencilerin bazılarının ışığın sonsuz hıza sahip olduğunu düşündükleri belirtilmiştir. Bu bilgi göz önünde bulundurularak aşağıda verilen etkinliğin yapılmasının bu kavram yanlışlığının giderilmesinde etkili olacağı düşünülmektedir.

Işığın Hızı ile İlgili Etkinlik

Çalışma Kağıdı-b



Yukarıdaki karikatürde sizce kimin söylediği ifade doğru olabilir?

Ahmet

Tarçın

Cevabınızın nedenini açıklayınız:

.....

.....

.....

Ders çalışma kağıdı-b'nin dağıtılması ve öğrencilerin tahminlerini çalışma kağıdına yazması ile başlamalıdır. Öğrenciler grup içi tartışma ve sınıf tartışması yaptıktan sonra öğretmenin öğrencilere ışığın Güneş'ten Dünya'ya ulaşabilmesi için belirli bir süre geçmesi gerektiğinin sebebinin ışığın bir hıza sahip olmasından kaynaklandığı ifade etmesi önerilmektedir. Bunun için Ay'da bulunan aynadan ve lazer deneyinden bahsedilebilir. Dünya'dan Ay'a gönderilen lazer ışığının Dünya'ya geri dönme süresi hesaplanmıştır. Bu bilgiden hareketle öğretmenden aşağıdaki bilimsel açıklamayı yapması beklenmektedir.

Öğretmen: *Işığın bir hızı vardır diyebilir miyiz? Geçen yılki bilgilerimizi hatırlayalım. Bir cismin süratinin nasıl hesaplanacağını öğrenmiştik. Yapılan deneyde ışığın kattığı mesafe ve geçen zaman bilindiğine göre, geriye tek bir büyüklük kalıyor. Işığın hızı. Alınan yolu geçen zamana böldüğümüzde, yaklaşık 300.000 km/s büyüklüğünü elde ediyoruz. Elde ettiğimiz bu değer ışığın hızı. Işığın hızının sonsuz büyüklükte olmadığını gösteriyor. Fakat biz bu yüksek hızı algılamakta zorluk çekiyoruz.*

Ders 1

Işığın Doğrultusunun Değişmesi Etkinliği

İlgili olduğu kazanım:

3.3 Işığın saydam bir ortamdan başka bir saydam ortama geçerken doğrultu değiştirdiğini keşfeder.

3.6 Çeşitli ortamlarda kırılma olayını açıklamak için basit ışın diyagramları çizer.

Çalışma kağıdı: 1 ve 2

Bu etkinlikte kazanım 3.3, 3.2'den önce ele alınmıştır. Öğrencilerin ışığın belirli bir hıza sahip olduğunu öğrenmelerinden sonra, ışığın saydam ortamlardan geçişinde doğrultusunun değişebileceğini öğrenmelerinin ardından bu doğrultu değişiminin sebebinin ışığın hızının değişimiyle açıklamaları planlanmıştır. Bu etkinlikteki amaç, öğrencilerin ışığın saydam bir ortama belirli bir açıyla geldiğinde doğrultusunun değişip değişmeyeceği üzerine önce tahmin yürütmeleri ardından gözlem yapmalarınıdır.

Tahmin aşaması: Öğrencilere öncelikle çalışma kağıdı-1 dağıtılmalıdır. Öğrencilerin kendi tahminlerini bu çalışma kağıdında yazdıktan sonra grup içinde tartışma yapmalıdırlar. Ardından sınıf tartışması yapılmalıdır.

Gözlem aşaması: Tartışmalardan sonra gözlem etkinliğine geçilmelidir. Bunun için öğretmen çalışma kağıdı-2'yi dağıtmalıdır. Gözlem sırasında öğrenciler su dolu bir kaba lazer ışını tutacaklardır. Öğrenciler, suyun hareketli olması nedeniyle araçları kullanırken biraz zorluk çekebilirler Öğretmen öncelikle lazer ışınının nasıl tutulması gerektiğini kendisi göstermelidir. Ardından gruplara yardımcı olmalıdır. Eğer net bir görüntü elde edilemiyorsa alternatif araç olarak, su yerine prizma kullanılabilir. Öğrenciler prizmayı daha rahat kullanabilirler.

Açıklama aşaması: Gözlem aşamasından sonra öğretmen tüm sınıfa gözlemlerinin ne olduğunu sormalıdır. Öğrencilerin tahminler ile gözlemlerinin uyuşup uyuşmadığını sınıf düzleminde tartışmaları uygun görülmektedir. Ardından öğretmen bilimsel açıklama yapmalıdır.

Öğretmen: *Işık ışınlarının saydam bir ortamdan başka bir saydam ortama geçerken doğrultu değiştirmesine kırılma denir.*

Öğretmen bu aşamada doğrultu değiştirmesinin sebebini açıklamamalıdır. Kırılmanın sebebi, Ders 2’de yapılacak etkinlikle öğretilecektir. Bu açıklamadan sonra verilecek bilimsel kavramlar aşağıda gösterilmiştir.

***Kırılma *Yüzeyin normali *Gelme açısı *Kırılma açısı**

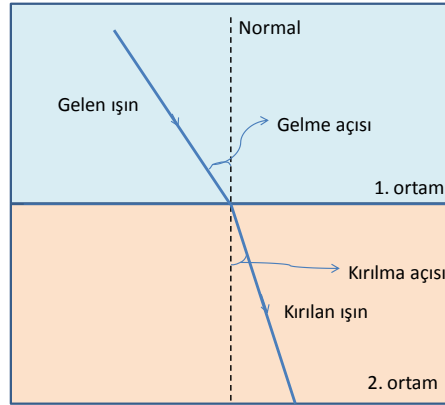
Kırılma: Işığın saydam bir ortamdan başka bir saydam ortama geçerken doğrultu değiştirmesine kırılma denir.

Yüzeyin normali: Gelen ışının, iki saydam ortam arasındaki ayırıcı yüzeye geldiği noktadan yüzeye çıkılan dik çizgiye denir.

Gelme açısı: Gelen ışınla yüzeyin normali arasındaki açıya denir.

Kırılma açısı: Kırılan ışınla yüzeyin normali arasında kalan açıya denir.

Bu kavramlar aşağıdaki şekilde verilen görsel ile gösterilecektir.



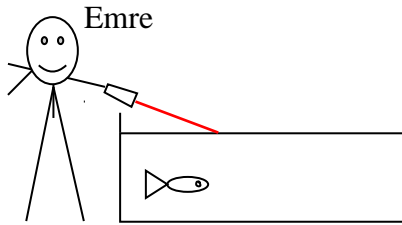
Işığın Doğrultusunun Değişmesi Etkinliği

Çalışma kağıdı-1

Tahmin Aşaması

Emre ve Özgür iki kardeşler. Evlerindeki akvaryumun içine lazer ışını tutunca ne olacağını merak ediyorlar. Bunun için karanlık bir ortam oluşturmak istiyorlar ve lambayı kapatıyorlar.

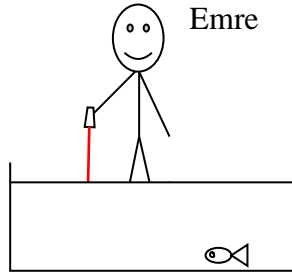
Emre suyun üstünden lazer ışını şeklindeki gibi tutuyor. Özgür ise karşıdan akvaryuma bakıyor. Sizce Özgür su içinde lazer ışınının nasıl bir yol izlediğini görür? Şekil üzerinde çizerek gösteriniz ve nedenini açıklayınız.



Benim fikrime göre:

.....
.....
.....

Emre lazer ışını şeklindeki gibi dik tuttuğunda sizce Özgür su içinde lazer ışınının nasıl bir yol izlediğini görür? Şekil üzerinde çizerek gösteriniz ve nedenini açıklayınız.



Benim fikrime göre:

.....
.....
.....

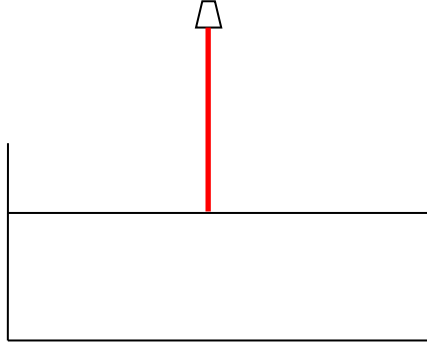
Işığın Doğrultusunun Değişmesi Etkinliği

Çalışma kağıdı-2

Gözlem Aşaması

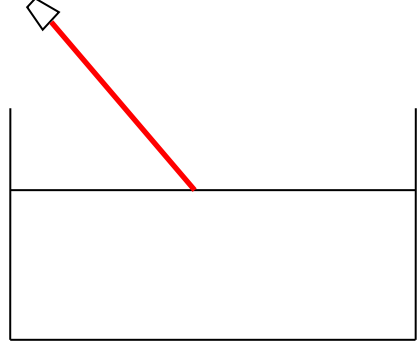
Işık ışınları havadan suya geçerken nasıl bir yol izler? Bu sorunun cevabını bulmak için aşağıdaki deneyi yapalım. Büyük bir şeffaf kap alın.

Lazer ışınıni şekildeki gibi dik tutun ve izlediği yolu çizin.



Su dolu kap

İkinci olarak lazer ışınıni şekildeki ve izlediği yolu çizin. gibi eğik tutun



Su dolu kap

Tahmin kısmında çizdiğiniz şekiller ile gözlem kısmında çizdiğiniz şekiller arasında bir fark var mı?

Evet

Hayır

Eğer fark varsa farkın sebebini açıklayınız:

.....
.....
.....

Ders 2

Işığın Kırılmasının Nedeni ile İlgili Etkinlik

İlgili olduğu kazanım:

- 3.1 Işığın belirli bir hızının olduğunu ifade eder.
- 3.2 Işığın hızının saydam bir ortamdan başka bir saydam ortama geçerken değiştiğini ifade eder.
- 3.3 Işığın saydam bir ortamdan başka bir saydam ortama geçerken doğrultu değiştirdiğini keşfeder.
- 3.5 Işığın hem kırıldığı hem de yansıdığı durumlara örnekler verir.
- 3.6 Çeşitli ortamlarda kırılma olayını açıklamak için basit ışın diyagramları çizer.

Çalışma kağıdı: 3 ve 4

Bu dersteki amaç öğrencilerin ışığın kırılmasının sebebini öğrenmeleridir. Öğrencilere öncelikle çalışma kağıdı-3 dağıtılacaktır. Bu etkinlikte öğrencilerin farklı yüzeylerden geçen arabanın doğrultusunu tahmin etmeleri beklenmektedir.

Tahmin aşaması: Öğrencilerin tahminlerini çalışma kağıdına yazmalarının ardından grup içi ve sonrasında sınıf içi tartışma yapmaları beklenmektedir. Öğrencilerin cevaplarına öğretmen herhangi bir değerlendirme yapmamalıdır.

Gözlem aşaması: Tartışmalardan sonra öğretmen çalışma kağıdındaki benzer bir video izletmelidir. Bu videoya 'https://www.youtube.com/watch?v=46nTHIFPE_U' linkinden ulaşılabilir. Öğrenciler videoyu izledikten sonra gözlemlerini çalışma kağıdı-4'e çizip açıklama yapmaları beklenmektedir.

Açıklama aşaması: Çalışma kağıtları doldurulduktan sonra sınıf tartışmasıyla birlikte öğretmenin bilimsel açıklamaları sunması beklenmektedir. Bu videoda gösterilen arabanın hareketi bir benzeşimdir. Arabanın sert yüzeyden yumuşak yüzeye geçiş hareketi incelenecektir. Arabanın tekerlekleri ile ışığın yapısı öğretmen tarafından anlatılmalıdır. Benzeşimin etkili olabilmesi için öğretmenin, Harrison ve Treagust'ın (1993) çalışmalarında ifade ettikleri sırayla benzeşimi tanıtmaları yararlı olacaktır. Bu sıralama şöyledir;

1. Hedef kavramın tanıtılması: Öğrenciler ışığın havadan suya geçerken doğrultu değiştirdiğini gözlemler ve kırılmanın saydam ortamlardan geçerken doğrultu değiştirme olduğunu öğrendiler. Burada öğrencilere şu soru sorulacaktır: Öğretmen: Işık saydam bir ortamdan diğerine geçerken neden kırılır? Şimdi bir benzeşimle anlamaya çalışalım. Öğrencilere video ile ilgili sorular sorulacaktır. Öğrencilerin verdikleri cevaplar doğrultusunda sınıfta tartışma ortamı oluşturulacaktır. *Öğretmen: Sizce oyuncak araba neyi temsil ediyor olabilir? Masa ve halı neyi temsil ediyor olabilir?* sorularını soracaktır.

2. Benzeşim için çocukları hazırlamak: Öğretmen:Oyuncak araba ışık ışınlarını, masa havayı ve halı da suyu temsil etmektedir.

3. Benzeşimin ilgili özelliklerini belirlemek : *Öğretmen: Arabaların hareketi de suya giren ışığın hareketine çok benziyor değil mi? Arabaların tekerleklerini ışık ışınlarına benzeteceğiz. Lazer ışını aslında bir tek ışık ışınından oluşmaz. Bir ışık huzmesi/demetidir. Yani birçok ışık ışınından oluşmaktadır. Fakat biz tek bir ışın varmış gibi görüyoruz. Işık ışınına büyütüp daha detaylı inceleme imkanımız olduğunu düşünün. Gözümüzle ışık ışınlarının genişliğini göremediğimiz için büyütülmüş halini düşüneceğiz. Arabanın iki kenarındaki tekerlekleri (bir tekerlek çifti üzerinde anlatılıyor) ışık ışınının kenarları gibi düşüneceğiz. Böylece ışık ışınının bu kırılma hareketini daha iyi anlayabileceğiz.*

4. Benzeşim ile hedef kavramlar arasındaki benzerlikleri göstermek: Bu aşamada tekerleklerin düz bir yüzeyden yumuşak bir yüzeye girdiklerinde yavaşlamalarını anlatmak için 4 tane basamaktan yararlanılacaktır. Bu basamaklar ve basamakta yapılacaklar şöyledir;

a. İki tekerlek ışık ışınının kenarını temsil etmektedir: *Öğretmen: Deneyde kullandığımız arabanın tekerleklerini ışık ışınına benzettik. Işık ışınına büyütüp baktığımızı düşündük ve iki yandaki tekerleği ışık ışınının kenarına benzettik.*

b. Suya belirli bir açıyla gelen ışık ışını kırılır: *Öğretmen:Araba belirli bir açıyla gönderildiğinde neden doğrultusu değişiyor olabilir? sorusunu soracaktır. Tartışma ortamı oluşturulacaktır. Öğrencilerden alınan cevaplardan sonra ‘Öğretmen:Işık ışınının tekerleklerdeki gibi kenarlara sahip olduğunu söylemiştik. Tekerleklerden biri diğerinden daha önce yumuşak zemine girmekte ve yavaşlamaktadır. Bu nedenle tekerleklerin doğrultusu değişmektedir. Işık ışını da buna benzer şekilde bir kenarı suya daha önce girdiği için yavaşlamakta, diğer kenarı ise daha sonra girdiği için ışık ışınının doğrultusunun değişimine yol açmaktadır.’ açıklamalarını yapacaktır.*

c. Suya dik gelen ışın kırılmaz: Bu aşamada öğrencilere *Öğretmen:Işık ışınları her zaman bir saydam ortamdaki diğerine geçerken doğrultu değiştirir mi?* sorusu sorulacaktır. Öğrencilerden alınan cevaplardan sonra öğrencilere neden doğrultu değiştirmediği sorulacak, iki tekerleğin de aynı anda yumuşak zemine girdiği için doğrultu değiştirmediği fikrine ulaşmaları sağlanmaya çalışılacaktır. Tartışmanın sonunda *‘Öğretmen: Tekerleklerin ikisi de aynı anda yumuşak zemine girdikleri için herhangi bir doğrultu değiştirme olmadı. Tekerleklerin hızı azaldı ama doğrultusu aynı kaldı.’* diyecektir. *Öğretmen: Işık ışınına da buna benzetebilir miyiz?* diye soracaktır. Öğrencilerin tartışmaları sağlanacaktır. Tartışma sonunda *‘Öğretmen:Işık ışınları da yüzeye böyle dik geldiklerinde hızları değişir.’* diyecektir.

d. Işık ışını yavaşladığı için kırılmaktadır: Öğrencilerle beraber bu aşamada ışık ışınının kırılmasını sebebinin hızının değişmesi olduğu tekrar özetlenecektir. *‘Öğretmen: Yaptığımız deneyde arabanın tekerlekleri ışık ışınının iki kenarını temsil etti. Masayı düz olduğu halıya da yumuşak olduğu için kullandık. Masanın yüzeyi havayı ve halı da suyu temsil etti. İlk başta arabayı belirli bir açıyla gönderdiğimizde arabanın doğrultusu değişti. Tekerleklerden biri halıya diğerine göre daha önce girdiği için yavaşlamakta ve böylece doğrultusu değişmekteydi. Benzer bir durum ışık havadan suya geçerken de yaşanmaktadır. Işığın bir kenarı suya daha önce girdiği için yavaşlamakta diğer kenarı hala hızlı olduğu için ışığın doğrultusu değişmektedir. Yani ışık ışınları saydam bir ortamdaki diğerine belirli bir açıyla geldiklerinde doğrultu değiştirirler, bu olaya kırılma diyoruz. İkinci durumda ise arabayı dik olarak gönderdik ve arabanın doğrultusu değişmedi. Çünkü tekerleklerin ikisi de halıya*

aynı anda girdiler. Işık ışınları da saydam bir ortamdan diğer saydam ortama dik olarak geldiklerinde ışığın iki kenarı da aynı anda girmektedir bu nedenle doğrultusu değişmez yani kırılmaz. Tüm bunların sonucunda elde ettiğimiz sonuç; ışık ışınları saydam bir ortamdan başka saydam bir ortama belirli bir açıyla girdiklerinde ışınların hızı değişir bunun sonucu olarak da ışık kırılır.' diyecektir.

5. Analojinin eksikliklerini belirlemek: Analoji ile ışık ışını arasındaki farklılıklara bu aşamada değinilecektir. Bu farklılıklar şöyledir;

a. Tekerlekler ışık ışınıyla kıyaslandığında çok daha geniştir ve büyüktür.

Öğretmen: Işık ışını ile kullandığımız tekerlekler arasında ne gibi farklılıklar olabilir? sorusunu soracaktır. Öğrencilerden alınan cevaplardan sonra, 'Öğretmen:Tekerlekleri ışık ışınlarının kenarlarına benzettik fakat tekerlekler arasındaki mesafe ışık ışınının kenarları arasındaki mesafeden çok daha büyüktür.' açıklamasını yapacaktır.

b. Yapılan deneyde iki tekerleğe karşılık bir tek ışını vardır. 'Öğretmen:Burada birbirine bağlı iki tane tekerlek kullandık ışık ışınları ise tekerlek gibi birbirine bağlı değildir. Bizim kullandığımız lazer ışınında birçok ışık ışını bir demet halinde yanyana bulunmaktadır. Birbirlerine tekerlekler gibi bağlı değildirler.' açıklamasını yapacaktır. Bu iki madde söylendikten sonra öğrencilere başka farklılık olup olmayacağı sorulacaktır.

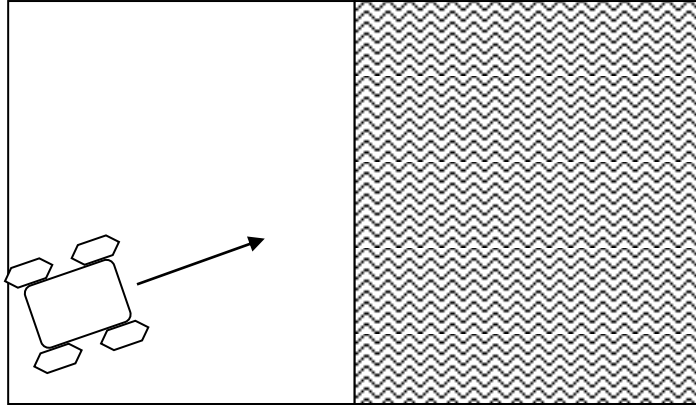
6. Hedef kavramlarla ilgili sonuç çıkarmak: Öğretmen kullanılan benzeşim ile ışık ışınının hareketi arasındaki benzerliği ve farklılıkları tekrar özetleyecektir. 'Öğretmen: Işık ışınlarını arabanın tekerleklerine benzettik. Tekerlekleri ışının kenarları gibi düşündük. Tekerlekler belirli bir açıyla masadan halıya geçerken farklı zamanlarda geçiş yaptıkları için doğrultuları değişti. Dik gönderdiğimizde ise aynı anda girdikleri için doğrultuları değişmedi. Işık ışınlarıyla tekerleklerin hareketi bu yönden benzerlik taşımaktadır. Işık ışınları da saydam bir ortamdan diğerine belirli bir açıyla girdiklerinde kenarlardan biri önce girdiği için hızı değişir bu nedenle doğrultusu da değişir. Fakat ışık ışınları yüzeye dik geldiklerinde iki kenarı da aynı anda girdiği için yavaşlar fakat doğrultusu değişmez. Bu nedenle kırılmaz.' açıklamasını yapacaktır.

Işığın Kırılmasının Nedeni ile İlgili Etkinlik

Çalışma kağıdı-3

Tahmin Aşaması

Biri sert diğeri yumuşak, yanyana iki yüzey düşünün.
Bu düzenekte arabayı şekilde gösterildiği gibi iterseniz sizce araba nasıl bir yol izler?
Tahmininizi şekil üzerinde çizerek gösteriniz ve açıklayınız.



Düz yüzey (masa)

Yumuşak yüzey (halı)

Çiziminizin nedenini açıklayınız:

.....
.....
.....

Işığın Kırılmasının Nedeni ile İlgili Etkinlik

Çalışma kağıdı-4

Gözlem Aşaması

Videoda gösterilen arabaların nasıl bir yol izlediklerini gözlemleyin.

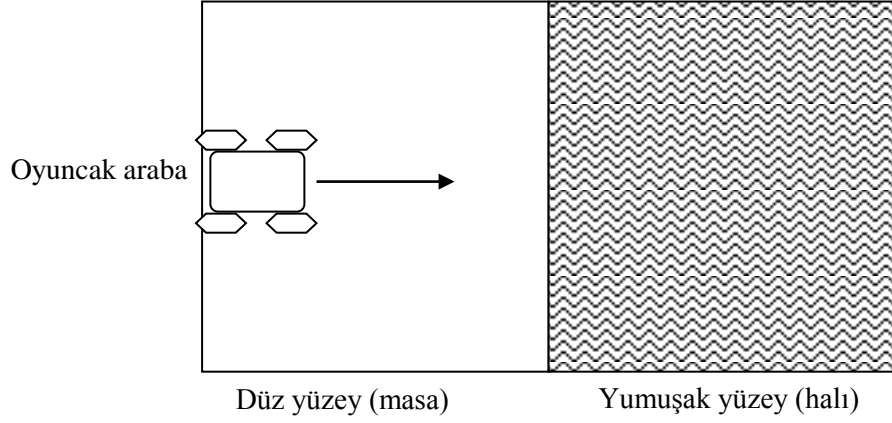
Arabaların doğrultusu değişti mi?

Evet

Hayır

Nedenini açıklayınız:

.....
.....



Çiziminizin nedenini açıklayınız:

.....
.....

Ders 3

Işığın farklı saydam ortamlarda kırılması ile ilgili etkinlik

İlgili olduğu kazanım:

- 3.2 Işığın hızının saydam bir ortamdan başka bir saydam ortama geçerken değiştiğini ifade eder.
- 3.3 Işığın saydam bir ortamdan başka bir saydam ortama geçerken doğrultu değiştirdiğini keşfeder.
- 3.6 Çeşitli ortamlarda kırılma olayını açıklamak için basit ışın diyagramları çizer.

Çalışma kağıdı: 5

Bu dersin amacı öğrencilerin öğrendikleri kırılma kavramını yeni durumlara uygulamaları, kırılma olayını nedeniyle açıklamalarıdır. Öğrendikleri bilimsel kavramları kullanarak açıklamaları beklenmektedir.

Tahmin aşaması: Öğrencilere çalışma kağıdı- 5 dağıtılmalıdır. Öğrenciler çalışma kağıdında sadece tahmin aşamasına fikirlerini yazmalı ardından sırasıyla grup ve sınıf tartışması yapılmalıdır. Öğretmen öğrencilerin cevaplarına herhangi bir değerlendirme yapmamalıdır.

Gözlem aşaması: Tartışmalardan sonra öğretmen sınıfa içinde yağ ve su olan şeffaf plastik kaplar ve lazer ışın kaynağı dağıtılmalıdır. Öğretmen öğrencilerin araçları kullanımında gruplara yardımcı olmalıdır. Öğrenciler gözlemlerini çalışma kağıdı-5'teki gözlem kısmına çizmeli ve açıklama yapmalıdır.

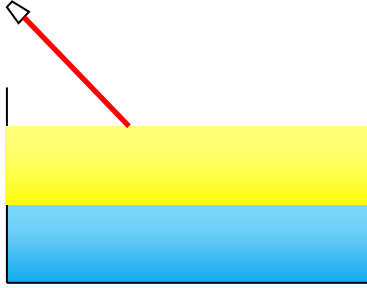
Açıklama aşaması: Tüm gözlemler bittikten sonra öğretmenden grupların gözlemlerine ilişkin sınıf tartışması yaptırması, öğrencilerin gözlem ve tahminleri arasında farklılık olup olmadığını belirtmeleri beklenmektedir. Bu tartışmalardan sonra öğretmenden *'Işık ışınları farklı saydam ortamlardan geçerken doğrultusunu değiştirmektedir. Bu etkinlikte üç farklı saydam ortam mevcuttur. Bunlar hava, su ve yağdır. Işık ışınları bu üç saydam ortamdan geçerken dik gelmediği belirli bir açıyla girdiği için ışınların doğrultusu değişmiştir. Bu durumu araba benzeşimi ile açıklarsak, yumuşak yüzeye önce giren arabanın tekerleği yavaşlar ve hızlı olan tekerleği kendine doğru döndürür. Bu etkinlikte yumuşak yüzeyleri su ve yağ olarak, sert yüzeyi de hava olarak düşünebiliriz. Işık ışınlarının da havadan yağa geçerken bir kenarı önce girdiği için hızı değişmiş, bu değişim de doğrultusunun değişimine yol açmıştır. Benzer şekilde ışık ışınlarının yağdan suya geçişinde de kenarlardan biri önce girdiği için ışık ışınlarının doğrultusu değişmiş ve kırılmıştır.'* açıklamasını yapması beklenmektedir. Bu aşamada öğretmen kırıcılık, az kırıcı/çok kırıcı gibi kavramlardan söz etmemelidir. Bu kavramlar bir sonraki dersin etkinliğinde öğretilmek üzere planlanmıştır.

Işığın farklı saydam ortamlarda kırılması ile ilgili etkinlik

Çalışma kağıdı-5

Tahmin aşaması

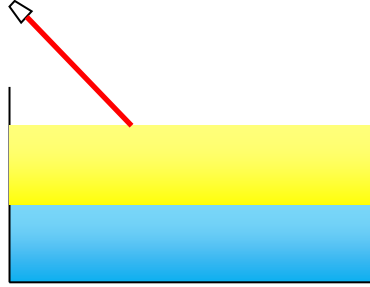
Bir kap içine bir miktar su dökünüz. Üzerine ise sıvı yağ dökünüz. Yağ ve suyun iyice ayrışması için belli bir süre bekleyiniz. Kapın üzerinden şekildeki gibi lazer ışını tutulduğunda ışık sizce nasıl bir yol izler? Şekil üzerinde çizerek gösteriniz ve nedenini açıklayınız.



.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Gözlem aşaması

Kaba lazer ışınını üstteki şekildeki gibi tutun. Işının nasıl bir yol izlediğini gözlemleyin ve gözleminizi çizin.



Lazer ışınının neden böyle bir yol izlediğini bir önceki etkinlikteki tekerleklerin hareketi ile benzerlik kurarak açıklayınız.

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Ders 4

Normale yaklaşma/normalden uzaklaşma ve kırıcılık kavramları ile ilgili etkinlik

İlgili olduğu kazanım:

3.4 Işık demetlerinin az kırıcı bir ortamdan çok kırıcı saydam bir ortama geçerken normale yaklaştığı, çok kırıcı saydam bir ortamdan az kırıcı saydam bir ortama geçerken ise normalden uzaklaştığı sonucunu çıkarır.

3.6 Çeşitli ortamlarda kırılma olayını açıklamak için basit ışın diyagramları çizer.

3.7 İki ortam arasında doğrultu değiştiren ışık demetlerini gözlemleyerek ortamların yoğunluklarını karşılaştırır.

Çalışma kağıdı: 6-7-8-9

Bu dersin amacı yeni bilimsel kavramların öğretilmesidir. Bu ders öncelikle iki ayrı tahmin-gözlem aşaması içermektedir. Bu aşamaların ardından açıklama aşaması gelmektedir. Öğrenciler öncelikle tahmin-1, gözlem-1 aşamalarını tamamlayacak ardından öğretmen çok kısa bir açıklama yapacaktır. Ardından tahmin-2 ve gözlem-2 aşamaları yapılacak ve tüm etkinlikleri kapsayan açıklama yapılacaktır.

Tahmin-1 aşaması: Öğrencilere çalışma kağıdı-6 dağıtılmalıdır. Bu etkinlikte öğrencilerin havadan prizmaya belirli açılarla gönderilen ışık ışınlarının nasıl yol alacağı sorulmaktadır. Bu sorularla amaç öğrencilerin ışığın normale göre davranışına dikkat etmelerini sağlamaktır. Öğrenciler tahminlerini yazdıktan sonra kendi aralarında tartışmalı, sonra sınıf tartışması yapılmalıdır. Öğretmen öğrencilerin cevaplarına herhangi bir değerlendirme yapmamalıdır.

Gözlem-1 aşaması: Bu aşamada öğrencilere çalışma kağıdı-7 dağıtılmalıdır. Bu kağıtta öğrencilerin deneyi nasıl yapacaklarına ilişkin yönerge mevcuttur. Fakat öğrencilerin optik daireyi ilk kez kullanacakları göz önünde bulundurulmalı bu nedenle öğrencilere yardım edilmelidir.

Tahmin-1 ve gözlem-1 aşamalarından sonra öğretmen öğrencilere ışık ışınlarının havadan prizmaya geçerken normale yaklaştığını sezdirmelidir.

Tahmin-2 aşaması: Bu aşamada öğrencilere çalışma kağıdı 8 dağıtılmalıdır. Öğrenciler bu kağıttaki tahmin kısmını doldurmalıdır. Bu kağıtta bir önceki tahmin-1 aşamasında yer alan açılar aynıdır bulunmaktadır. Işık ışınları bu kez prizmadan havaya gönderilmektedir. öğrencilerin yine tahminlerini kağıda yazmaları ardından kendi aralarında tartışmaları beklenmektedir. Bu tartışmalardan sonra sınıf tartışması yapılmalıdır. Öğretmen öğrenci cevaplarına herhangi bir değerlendirme yapmamalıdır.

Gözlem-2 aşaması: Bu aşamada öğrenciler çalışma kağıdı-8'de yer alan gözlem kısmına gözlemlerini çizmelidir. Ardından yine önce kendi aralarında tartışma ve sınıf tartışması yapılmalıdır.

Açıklama aşaması: Öğretmen tartışmalarında ardından her iki durumu da toparlayarak aşağıda verilen sorularla bilimsel açıklamaya yönlendirmelidir. Bu açıklamaları yaparken bir başka etkinlikten yararlanmalıdır. Bu etkinlik çalışma kağıdı-9 ile öğrencilere yaptırılmalıdır. Çalışma kağıdı-9'un bu aşamada verilmesinin nedeni, öğrencilerin arabanın hareketi ile benzerlik kurarak yaptıkları etkinlikleri açıklamaya çalışmalarını sağlamak içindir. Bunun için öğrenciler araba benzeşimi videosunu bir kez daha izleyeceklerdir. Bu kez arabanın yumuşak yüzeyden sert yüzeye geçiş hareketi incelenecektir.

Öğretmen:

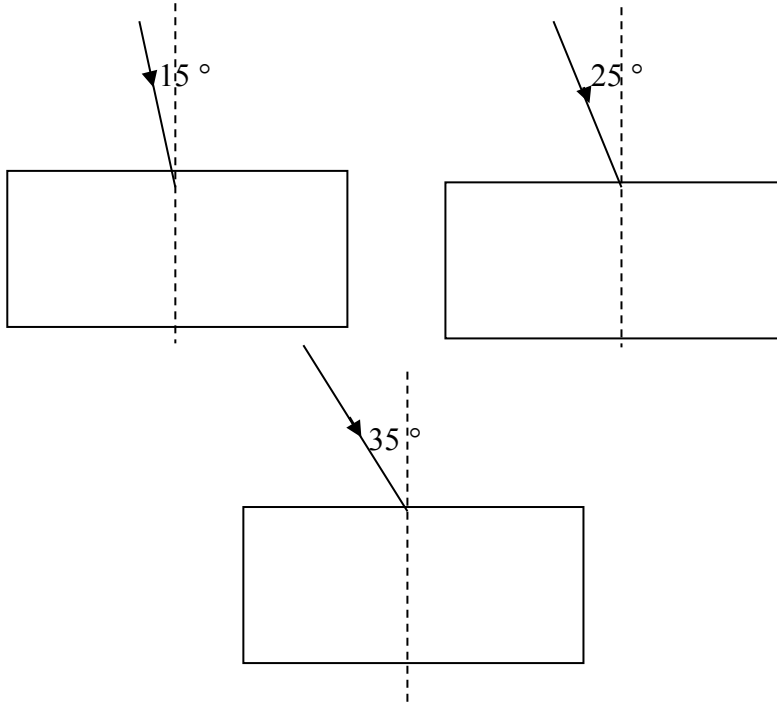
- ✓ *Tekerlekler düz yüzeyden yumuşak yüzeye geçerken öncelikle tekerleklerden biri yumuşak yüzeye daha önce giriyor ve yavaşlıyordu. Bu nedenle doğrultusu değişiyordu. Işığın da havadan prizmaya geçerken öncelikle bir kenarının yavaşladığını bu nedenle doğrultusunu değiştirip kırıldığını söylemiştik. Peki bu deneyin tam tersini yaptığımızda yani prizmadan havaya gönderdiğimizde ne gözlemledik? Tekerleklerin geçtiği ortamların sırası değişti mi? Tekerlekler yumuşak yüzeyden düz yüzeye doğru hareket ederse bu kez nasıl bir yol izler?*
- ✓ *Tekerlekler yumuşak yüzeyden düz yüzeye belirli bir açıyla geçerken öncelikle tekerleklerden biri düz yüzeye geçmekte ve hızlanmaktadır. Diğerine göre daha hızlı gitmeye başladığı için tekerleklerin doğrultusu değişir.*
- ✓ *Peki burada özellikle belirli açılar kullandık. Havadan prizmaya geçerken ışık ışınlarının normale göre davranışı nasıl oldu? Yani kırılma açıları giderek büyüdü mü, küçüldü mü? Bunu tekerlek hareketi ile açıklayabilir miyiz? Buna normale yaklaştı diyebiliriz o halde. Değil mi?*
- ✓ *Peki şimdi tam tersini ele alalım. Bu kez prizmadan havaya gönderiyoruz. Prizmadan havaya gönderdiğimizde ışık ışınları yani kırılma açıları büyüdü mü, küçüldü mü?*
- ✓ *O halde bu duruma da normalden uzaklaşıyor diyelim*
- ✓ *Peki şimdi bir genelleme yapabilmek için, yeni bir kavramdan bahsedeceğiz, kırıcılık. Prizma havaya göre daha kırıcı bir ortamdır. Bu durumda havadan prizmaya geçen ışık ışınları az kırıcı bir ortamdan çok kırıcı bir ortama doğru hareket etmektedir. Prizmadan havaya gönderdiğimiz ışık ışınları ise çok kırıcı bir ortamdan az kırıcı bir ortama doğru hareket etmektedir.*
- ✓ *Şimdi genellememizi yapmaya çalışalım. Işık ışınları az kırıcı bir ortamdan çok kırıcı bir ortama geçince nasıl hareket etti?*
- ✓ *Az kırıcı bir ortamdan çok kırıcı bir ortama geçen ışık ışınları normale yaklaşarak kırılır. Çok kırıcı bir ortamdan az kırıcı bir ortama geçen ışık ışınları ise normalden uzaklaşarak kırılır.*

Normale yaklaşma/normalden uzaklaşma ve kırıcılık kavramları ile ilgili etkinlik

Çalışma kağıdı-6

Tahmin-1 aşaması

Lazer ışını şekilde görüldüğü gibi ışık prizmasına farklı açılarda tutulmaktadır. Gelme açısını değiştirdiğimizde kırılma açısı sizce değişir mi? Eğer değiştiğini düşünüyorsanız şekil üzerinde çizerek gösteriniz.



Eğer değiştiğini düşünüyorsanız, bu değişimin nedenini nasıl açıklarsınız?

.....
.....
.....
.....

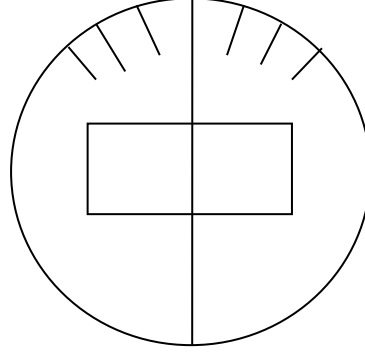
Normale yaklaşma/normalden uzaklaşma ve kırıcılık kavramları ile ilgili etkinlik

Çalışma kağıdı-7

Gözlem-1 aşaması

Yapılacaklar:

1) Bir ışık prizmasını optik dairenin üzerine yerleştirin.



2) Havadan prizmaya 15, 25 ve 35 derecelik gelme açısı değerleri kullanarak ışık ışınlarını gönderiniz. Her bir gelme açısı için kırılma açısı değerlerini okuyunuz ve tabloya yazınız.

Gözlemlerim:

1. Durum

Gelme Açısı	Kırılma açısı
15	
25	
35	

Gelme ve kırılma açılarını karşılaştırınız. Her bir durumda kırılma açısı, gelme açısına göre büyük mü, küçük mü, aynı mı?

Büyük

Küçük

Aynı

Sizce neden? (Açıklamanızı gelme açısı, normal, kırılma açısı kavramlarını kullanarak açıklayınız.)

.....

.....

.....

.....

.....

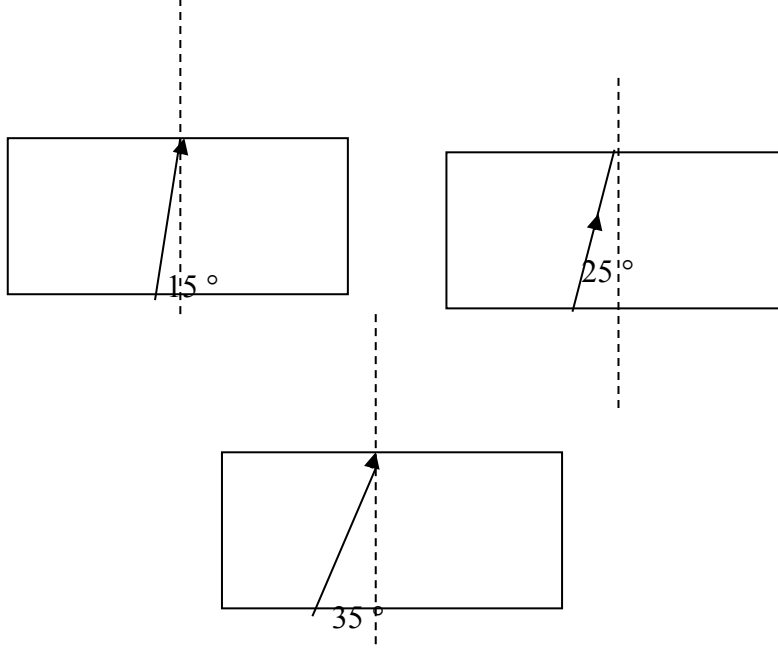
Normale yaklaşma/normalden uzaklaşma ve kırıcılık kavramları ile ilgili etkinlik

Çalışma kağıdı-8

Tahmin-2 aşaması

Lazer ışını şekilde görüldüğü gibi prizmadan farklı açılarda tutulmaktadır. Gelme açısını değiştirdiğimizde kırılma açısı sizce değişir mi?

Eğer değiştiğini düşünüyorsanız şekil üzerinde çizerek gösteriniz.



Eğer değiştiğini düşünüyorsanız, bu değişimin nedenini nasıl açıklarsınız.

.....

.....

.....

Gözlem-2Aşaması

Prizmadan havaya 15, 25 ve 35 derecelik gelme açısı değerleri kullanarak ışık ışınlarını gönderiniz. Her bir gelme açısı için kırılma açısı değerlerini okuyunuz ve tabloya yazınız.

2. Durum

Gelme Açısı	Kırılma açısı
15	
25	
35	

Gelme ve kırılma açılarını karşılaştırınız. Her bir durumda kırılma açısı, gelme açısına göre büyük mü, küçük mü, aynı mı?

Büyük

Küçük

Aynı

Sizce neden? (Açıklamanızı gelme açısı, normal, kırılma açısı, ortamların kırıcılıkları kavramlarını kullanarak açıklayınız.)

.....

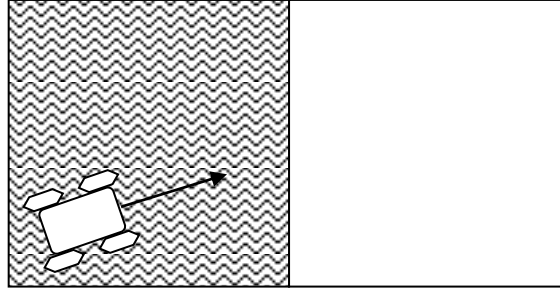
.....

Normale yaklaşma/normalden uzaklaşma ve kırıcılık kavramları ile ilgili etkinlik

Çalışma kağıdı-9

Tahmin Aşaması

Arabayı şekilde gösterildiği gibi iterseniz sizce araba nasıl bir yol izler? Tahmininizi şekil üzerinde çizerek gösteriniz ve açıklayınız.



Yumuşak yüzey

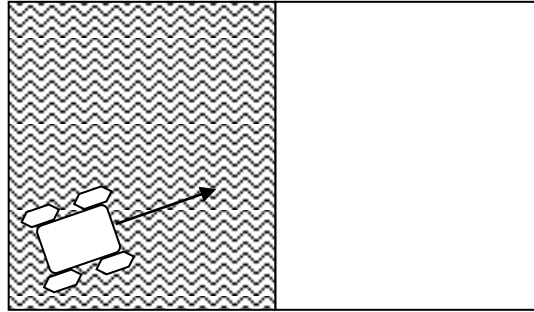
Düz yüzey

Çiziminizin nedeni:

.....
.....

Gözlem Aşaması

Videoda izlediğiniz görüntüler doğrultusunda arabanın yumuşak sert yüzeye doğru geçerken nasıl bir yol izlediğini aşağıdaki şekilde gösteriniz.



Yumuşak yüzey

Düz yüzey

Arabanın doğrultusu değişti mi?

Evet

Hayır

Nedenini açıklayınız:

.....
.....

Ders 5

Normale yaklaşma/normalden uzaklaşma ve kırıcılık kavramlarının uygulanması ile

İlgili etkinlik

İlgili olduğu kazanım:

3.4 Işık demetlerinin az kırıcı bir ortamdan çok kırıcı saydam bir ortama geçerken normale yaklaştığı, çok kırıcı saydam bir ortamdan az kırıcı saydam bir ortama geçerken ise normalden uzaklaştığı sonucunu çıkarır.

3.6 Çeşitli ortamlarda kırılma olayını açıklamak için basit ışın diyagramları çizer.

3.7 İki ortam arasında doğrultu değiştiren ışık demetlerini gözlemleyerek ortamların yoğunluklarını karşılaştırır.

Çalışma kağıdı: 10-11

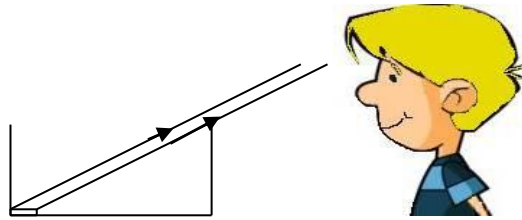
Bu etkinliğin amacı öğrencilerin bir önceki derste öğrendikleri kavramları yeni durumlara uygulamaları ve kullanmalarıdır.

Tahmin aşaması: Öğrencilere çalışma kağıdı-10 dağıtılmalıdır. Öğrenciler tahminlerini çalışma kağıdında yazmalı ardından grup içi ve sınıf tartışması yapılmalıdır. Öğretmen öğrenci cevaplarına herhangi bir değerlendirme yapmamalıdır.

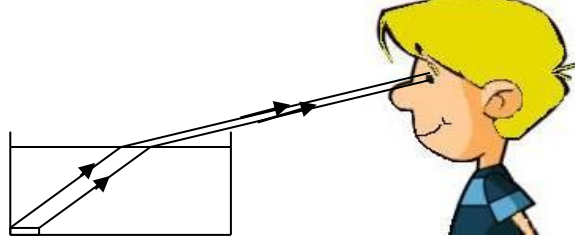
Gözlem aşaması: Öğrenciler kağıt bardakların dibinde madeni para koymalıdır. sırasıyla grupta bir arkadaş gözlemci, diğeri suyu bardağa döken kişi olmalıdır. Gözlemci paranın ucuna doğru bakarken diğer öğrenci yavaş yavaş su eklemelidir. Bu gözlemler sırasında öğretmen gruplara yardımcı olmalıdır.

Açıklama aşaması: Öğretmen öğrencilere tahminleri ile gözlemleri arasında bir farklılık olup olmadığını sormalı, önce kendi aralarında sonra da sınıfça tartışmalarını sağlamalıdır. Tartışmalardan sonra öğretmen bilimsel açıklama yapmalıdır.

Öğretmen: Su eklenmeden önce yani kap boşken parayı göremedik. Bunu şekil çizerek açıklamaya çalışalım.



Öğretmen: Şekildeki gibi ışık ışınları ortam değiştirmedeği için doğrultuları da aynı kalmaktadır yani kırılmamaktadır. Bu nedenle gözümüze paradan ışık ışınları gelmemektedir. Su eklendiğinde ise, görüldüğü gibi çok kırıcı ortamdaki az kırıcı ortama geçerken normalden uzaklaşmakta bu nedenle gözümüze gelmektedir. Böylece biz de parayı görebilmekteyiz.



Şekil üzerinde göze gelen ışınların uzantıları alınıp birleştirilerek paranın neden daha yakındaymış görüldüğü açıklanmalıdır.

Öğretmen : Can'ın gözüne gelen ışık ışınları kırılarak gelmiş de olsa Can bu ışık ışınlarını kırılmadan gelmişler gibi algılayacaktır. Bu nedenle sudaki ışınların havadaki uzantılarını aldığımızda Can için, madeni paranın yeri gerçekte olduğu yerden çok daha yukarıdan bir yerden ışık ışınları geliyormuş gibi görünecektir.

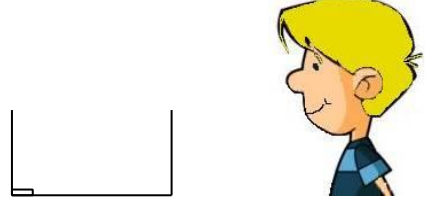
Normale yaklaşma/normalden uzaklaşma ve kırıcılık kavramlarının uygulanması ile ilgili etkinlik

Çalışma kağıdı-10

Tahmin Aşaması

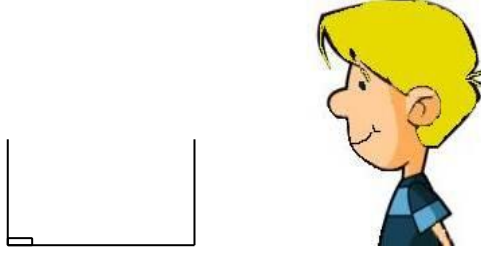
Görünmez Para

Can ve arkadaşları internette izledikleri ilginç bir fen deneyini kendileri yapmak istiyorlar. Bunun için bir kaba madeni para koyuyorlar. Can kabın içinde parayı göremeyeceği şekilde kabın içine doğru bakıyor. Bu sırada Can'ın arkadaşı Merve kabın içine su doldurmaya başlıyor.



Can kabın içi boşken parayı göremiyor.

1) Can kap boşken madeni parayı göremiyordu. Bunu şekil üzerinde ışık ışınları çizerek açıklayınız.



Nedenini açıklayınız:

.....
.....

2) Sizce Can parayı su eklendikten sonra görebilir mi?

Evet

Hayır

Nedenini açıklayınız:

.....
.....

Normale yaklaşma/normalden uzaklaşma ve kırıcılık kavramlarının uygulanması ile ilgili etkinlik

Çalışma kağıdı-11

Gözlem Aşaması

Şimdi bu deneyi biz deneyelim. Kağıt bir bardak alın. Bardağın içine madeni parayı yerleştirin. Parayı göremeyecek şekilde bardağın içine bakın. Bu sırada arkadaşınız bardağa yavaşça paranın yerini değiştirmeyecek şekilde az miktarda su eklemeye başlasın. Gözlemlerinizin sonucunu aşağıya yazın.

Gözlemim:.....
.....

Açıklama Aşaması

Gözlem sonucu ile tahmininiz arasında bir farklılık var mıydı?

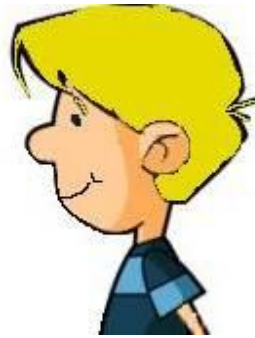
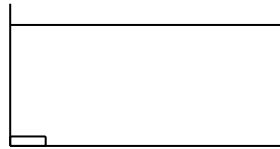
Evet

Hayır

Eğer fark varsa nedenini açıklayınız:

.....
.....
.....

Bardağa su eklendikten sonra parayı nasıl görebildiğinizi ışık ışınları çizerek ve ortamların kırıcılıklarını, normale yaklaşma veya uzaklaşma kavramlarını da kullanarak açıklayınız.



Benim fikrime göre:

.....
.....

Ders 6

Tam yansıma kavramına ilişkin etkinlik

İlgili olduğu kazanım:

3.6 Çeşitli ortamlarda kırılma olayını açıklamak için basit ışın diyagramları çizer.

3.8 Işığın her zaman çok kırıcı ortamdaki az kırıcı ortama geçemediğini deneyerek keşfeder.

Çalışma kağıdı: 12-13-14

Bu etkinliğin amacı tam yansıma kavramının öğretimidir.

Tahmin aşaması: Öğrencilere çalışma kağıdı-12 dağıtılmalıdır. Öğrenciler öncelikle tahminlerini çalışma kağıdına yazmalı ardından kendi aralarında tartışmalıdırlar. Sonrasında öğretmen tüm sınıfla tartışma yaparak grupların cevaplarını almalıdır. Öğrencilerin cevaplarına öğretmenin bir müdahalesi olmamalıdır.

Gözlem aşaması: Öğrencilere çalışma kağıdı-13 ve 14 dağıtılmalıdır. Öğrenciler kağıtta verilen yönergeler eşliğinde optik daireyi kullanarak ölçüm yapmalıdır. Bu sırada öğretmen grupları gezerek optik daireyi öğrencilerin kullanmasında yardımcı olmalıdır.

Açıklama aşaması: Öğretmen grupların buldukları sonuçları sınıf tartışmasıyla paylaşmalarını istemelidir. Ardından aşağıda verilen sorularla bilimsel açıklamaları yapmalıdır.

Öğretmen

- ✓ *Havadan gönderdiğimiz ışık ışınlarının farklı açıları için ne söylersiniz?*
- ✓ *Her durumda ışık prizmaya geçti mi?*
- ✓ *Peki prizmadan gönderdiğimizde ne gözlemledik? Her durumda ışık suya geçti mi?*
- ✓ *Işık ışınlarını prizmadan havaya gönderdik. Daha önce prizmanın çok kırıcı, havanın ise az kırıcı olduğunu öğrenmiştik. Havadan prizmaya ışık ışınlarını çeşitli açılarda gönderdiğimizde ışık ışınları her açıda diğer ortama geçebildiler. Yani havadan prizmaya her durumda geçebildiler. Aynı açı değerleri ile prizmadan havaya gönderdiğimizde ise ışık ışınları belirli bir değerden sonra geçmeyip yansıldılar. Işık ışınlarının çok kırıcı ortamdaki az kırıcı ortama geçişi sırasında gelme açısının belirli bir değerden büyük olması durumunda ikinci ortama geçmeyip aynı ortama geldiği açıyla yansımaya tam yansıma denir. Bu belirli açı değerine sınır açısı denir. Örneğin, sudan havaya geçerken sınır açısı değeri 48°dir. Camdan havaya ise 42°dir.*

Tam yansıma kavramına ilişkin etkinlik

Çalışma kağıdı-12



Yukarıdaki karikatürdeki çocuklardan sizce hangisi haklıdır?

Kerem

Azra

Nedenini açıklayınız:

.....

.....

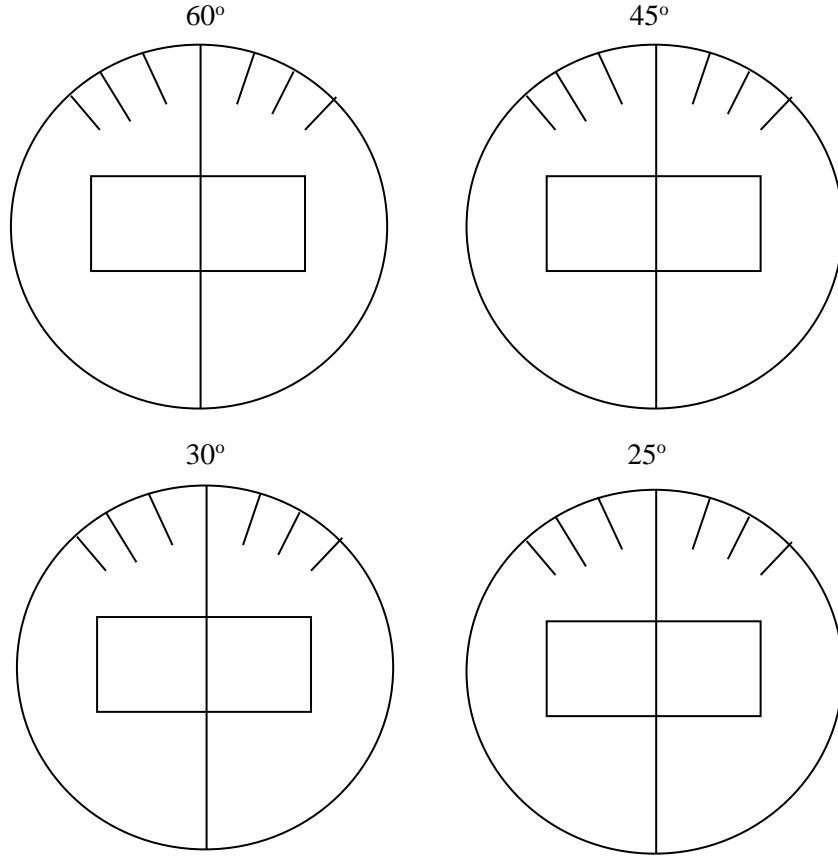
Tam yansıma kavramına ilişkin etkinlik

Çalışma kağıdı-13

Yapacaklarımız

1. Durum

Optik dairenin üzerine prizmayı yerleştirin. Lazer ışığını kullanarak 60, 45, 30, 25 derecelik açılarla havadan prizmaya ışık ışınları gönderin. Her bir durum için ışık ışınlarının izlediği yolu çizin.



1) Havadan prizmaya gönderdiğiniz ışık ışınları nasıl bir yol izledi? Her açıda ışık ışınları prizmaya geçti mi?

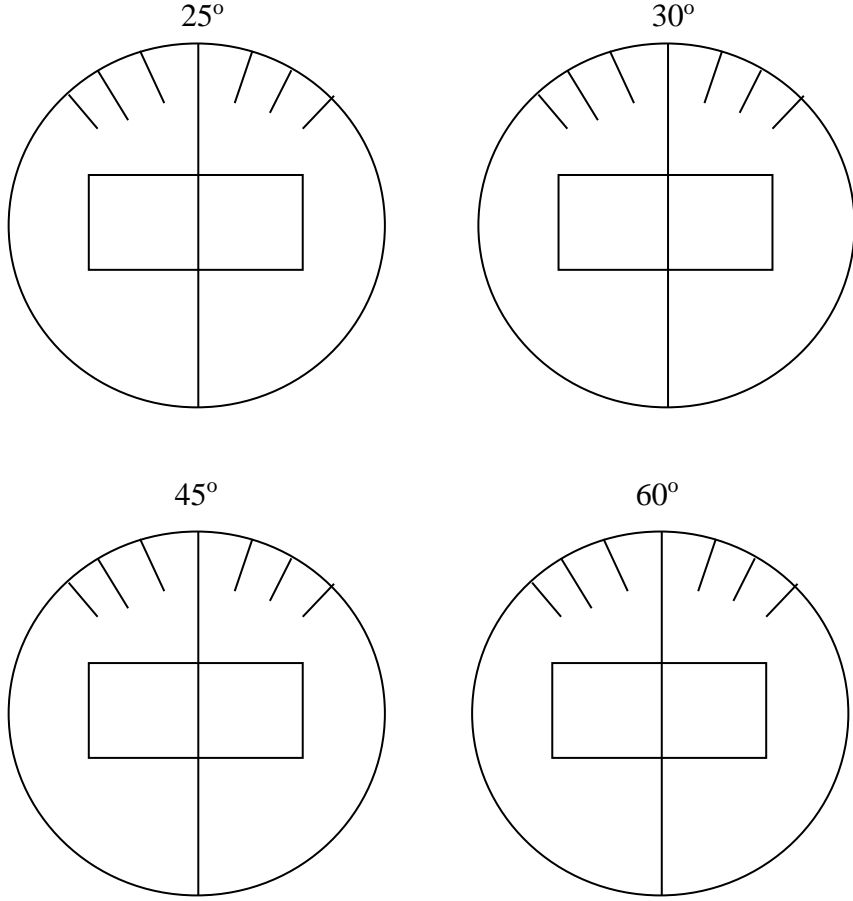
.....
.....
.....
.....

Tam yansıma kavramına ilişkin etkinlik

Çalışma kağıdı-14

2. Durum

Aynı deneyi prizmadan havaya 25, 30, 45 ve 60 derecelik ışık ışınları göndererek tekrar deneyin. Işık ışınlarının izlediği yolu çizin.



2) Prizmadan havaya gönderdiğiniz ışık ışınları nasıl bir yol izledi? Her açıda ışık ışınları prizmaya geçti mi?

.....
.....
.....
.....
.....

EK C Kamera Kayıtlarının Transkripsiyonu Sonucu Elde Edilen Veriler

EK C.1 Ders 1 Tahmin ve Gözlem Aşamaları Kamera Kayıtları Transkripsiyonu

Zaman	Konuşacı	Diyalog
0.45-0.49	A	Geçen ders yaptıklarımızı bir daha hatırlatabilecek biri var mı?
0.50-0.59	Ö5	Hocam, ışığın sabit bir hızı olduğunu öğrenmiştik. Saniyede 300.000 km olduğunu öğrenmiştik.
1.00-1.01	A	Güzel.
1.01-1.03	Ö6	Bununla ilgili deneyleri açıklamıştınız bize.
1.04-1.05	A	Başka, Ö9?
1.07-1.17	Ö9	Şey ee ışık ışınlarını ilk önce gözümüz ee önce cisme çarpar sonra gözümüz görür. Sonra beyin algılar.
1.17-1.24	A	Güzel. Görme olayı için yansıma gerçekleşmesi gerekiyordu. Cisimlerden yansıması gerekiyordu.
1.25-1.26	Ö4	Hocam sosyal öğretmeni anlattı bugün.
1.26-1.27	A	Nasıl anlattı?
1.28-1.33	Ö4	Ee sizin anlattığınız gibi anlattı. Kağıtta resmini çizmiştik ya aynı şekilde anlattı.
1.33-1.41	A	Tamam çok güzel. Yani üç temel şart vardı görme olayının gerçekleşmesi için neydi onlar? Neydi Ö2?
1.41-1.51	Ö2	Ee birincisi ışık ışınlarının ilk olarak cisme yansıması gerekiyordu. Sonra gözüme gelmesi gerekiyordu sonra beynin algılayıp yorumlaması gerekiyordu.
1.51-2.16	A	Güzel. Gözlemci, nesne ve ışık gerekiyordu yani değil mi? Bunları öğrendik. Görme olayının nasıl gerçekleştiğini öğrendik. Işığın belli bir yayılma hızına sahip olduğunu hatta onu hesapladık. Değil mi? Bunu da yaptık. Evet şimdi bu ders artık ışıkla ilgili daha detaylı bir incelemeye geçeceğiz. Size önce bir etkinlik dağıtacağım yine. Önce bireysel olarak yapıyorsunuz.
2.17-2.19	Ö5	Sonra grup olarak tartışacağız.
2.19-2.20	A	Evet.
5.48-5.49	A	Bitti mi?
5.49-5.50	Ö2	Hayır.
5.49-5.50	Ö5	Evet hocam.
5.54-5.58	A	Peki arkadaşınızla tartışın, grup arkadaşınızla.
5.59-6.01	Ö3	Ö1 sence?
6.01-6.02	Ö1	Hıhı.
6.02-6.03	Ö3	Yaptın mı?
6.02-6.03	Ö1	(Ö1 kağıdını Ö3'e gösteriyor. Yaptım anlamında.)
6.03-6.04	Ö3	(Ö2'ye dönerek) Sence?
6.04-6.06	Ö2	Bence bir kısmı dağılır suyun içine girdiğinde.
6.07-6.13	Ö3	Ben de öyle düşündüm yani hani suda dağılıyor o da yan taraftan bakıyor. Oda da karanlık.
6.13-6.17	Ö2	Hıhım. Bence de dağılır. Hemen altındaki...
6.18-6.27	Ö3	Altındakini.. Ya altındakinde de pek bir şey değişmiyor ama. Yani biraz daha az dağılıyor olabilir.
6.28-6.30	Ö2	O kadar da hani net şekilde girebilir.
6.29-6.30	Ö3	Evet.
6.35-6.36	Ö3	Ö1.
6.35-6.36	Ö1	Hı.
6.36-6.37	Ö3	Sen de bir şeyler söyle.
6.38-6.40	Ö1	Aklıma bir şey gelmiyor.
6.42-6.43	Ö3	Hadi hadi.
6.46-6.48	Ö1	Oğlum aklıma bir şey gelmiyor ki.
6.55-6.56	Ö3	Hiçbir fikrin yok mu?

7.04-7.06	Ö2	Hadi varmaya çalış sen de.
7.06-7.07	Ö1	Bir versene kağıdını. (Ö3'ün kağıdını alıyor.)
7.07-7.37	Ö1	(Ö3'ün kağıdına bakıyor, kendie kağıdına bir şeyler yazıp Ö3'e geri veriyor.)
8.06-8.07	A	Tartıştınız mı?
8.07-8.08	Ö2	Ö2 başını sallıyor.
8.08-8.09	A	Ö1 tartıştı mı?
8.08-8.09	Ö2	Ö2 hayır anlamında başını sallıyor.
8.10-8.13	A	Aa ama o zaman birlikte düşünme olmuyor.
8.22-8.24	Ö3	Ö1 bir şeyler söyle...Hadi.
8.29-8.30	Ö3	Ö1'in morali bozuldu biraz.
8.33-8.34	Ö3	Yine senin dediğin oldu.
8.40-8.43	Ö3	Dediğim gibi yandan baktığı için dağılıyor bence.
8.50-8.51	Ö3	Ö1? Ö1, Ö1.
8.51-9.00	A	Evet. Tartıştık mı? Ne düşünüyorsunuz peki grupların cevabını merak ediyorum. Evet önce sizinle başlayalım.
9.03-9.06	Ö2	Biz ışığın dağılacağını düşündük suyun üzerinde.
9.07-9.09	A	Nasıl yani? Bakayım şekil nasıl. (Öğretmen grubun kağıdına bakıyor)
9.10-9.11	Ö2	E suyun üzerinde dağılacak ışık.
9.11-9.14	A	Hımm. Niye öyle düşündünüz, tartıştınız mı, neden diye sordunuz mu birbirinize?
9.14-9.15	Ö3	Evet.
9.17-9.21	Ö2	Neden...
9.21-9.24	A	Böyle gözlemleriniz mi var yoksa tahmin mi sadece?
9.23-9.24	Ö3	Yok tahmin hocam.
9.25-9.26	Ö2	Benim var.
9.26-9.27	A	Var mı?
9.27-9.39	Ö2	Evet. Ay bazen denize yansıdığına suyun üzerinde hani bir bölgeye değil çoğu bölgeye yayılıyor ışık onun için.
9.40-9.41	A	Evet... Ö6?
9.42-9.48	Ö6	Ee ışık kırılmış gibi olacak normalde hocam bu bölgeye tuttuğumuzda biraz daha ilerisinde gözükecek.
9.49-9.52	A	O zaman sen de öyle düşünüyorsun. Başka? Ö14?
9.53-10.00	Ö14	Hocam bence ee su dalgalı olduğu için ışık suya tuttuğumuz zaman dağılacak çok net görünmeyecek.
10.00-10.01	A	Ö9?
10.04-10.11	Ö9	Öğretmenim bence suyun içinde bulunan moleküller sayesinde bulanık gözükecek.
10.12-10.16	A	Su bulanıklaşabilir yani bir nevi dağılır mı demek istiyorsun?
10.16-10.17	Ö9	Evet.
10.17-10.18	Ö6	Lazer mi su mu?
10.18-10.19	Ö3	Lazer bulanıklaşır bir şekilde.
10.20-10.21	Ö9	Lazerin görüntüsü bulanıklaşır.
10.24-10.25	A	Şekil olarak nasıl çizdiniz?
10.26-10.27	Ö9	Ben şöyle çizdim ama...(Öğretmen bakıyor)
10.30-10.31	A	Başka fikri olan var mı?
10.33-10.34	A	Ekrem sen nasıl yaptın?
10.35-10.41	Ö9k	Ee ben su dalgalı olduğu için lazer ışını suda dağılır diye düşündüm.
10.42-10.43	A	Çizim yaptın mı peki?
10.43-10.44	Ö9	Evet.
10.45-10.47	A	Bakayım.
10.48-10.53	A	Eren sen nasıl yaptın? Tartıştınız mı aranızda?
10.54-10.55	A	Ö5 size söz verdim mi?
10.55-10.56	Ö4	Aynı kararı veremedik.
10.57-11.00	A	Ne diyorsunuz peki?
11.01-11.09	Ö4	Ben suyun içinde suyun yansıma özelliği nedeniyle dağılacağını düşünüyorum. O kalem gibi kırılarak gideceğini düşünüyor. (Öğretmen çizimlerine bakmak için yanlarına gidiyor.)
11.09-11.43	Ö5	Hocam ben böyle yaptım şimdi mesela akvaryumun içinde balık oluyor ya hani akvaryumun dışından baktığımızda hocam balığın kendi büyüklüğünden iki misli daha büyük oluyor. Bir de balık gerçek olduğu yerde mesela , balık burada ya şurada gözükyor (daha ileriye gösteriyor). Yani hocam kırılarak yani ışık buradan giriyor az ilerisinden gözüktür. Hem de hocam renkli, net olmaz ama ışık olarak kalınlaşır.
11.43-12.05	A	Tamam şimdi bunun deneyini yapacağız. Öncelikle ama bir şey rica edeceğim. Şu camları kapatabilir misiniz? Çok ses geliyor ya. Bir de bir şey daha rica edeceğim. Konuşurken mümkün olduğunca ses cihazına doğru konuşursanız çünkü hani zaten sessiz konuşuyorsunuz ya sınıfta da bir gürültü oluyor.

12.04-12.05	Ö3	Anlaşılmıyor sesleriniz. Biraz daha yaklaşarak konuşursanız ve yüksek sesle.
12.05-12.19	A	Tamam hocam.
		Şimdi o zaman bunu deneyelim. Ben size öncelikle çalışma kağıtları dağıtacağım. Diğerleri şimdilik kalsın, ders sonunda toplanım onları. Bu çalışma kağıdında istenilen şekilde yapacaksınız deneyi.
12.20-12.22	Ö3	Siz deneyi yapacaksınız biz..
12.22-12.23	A	Herkes yapacak.
12.23-12.24	Ö5	Hocam beraber mi yapıyoruz herkes tek mi?
12.36-12.43	A	Şimdi buraya tahminlerinizi yazmıyorsunuz çünkü yazdınız zaten. Bunlar gözlem sonuçlarınız olacak.
12.44-12.45	Ö3	Hocam buradan pek bir şey gözüküyor.
12.45-12.48	A	Yani bunlar bir nevi deney raporu niteliğinde.
12.56-12.57	Ö3	Bakalım haklı mı çıkacağız?
13.00-13.07	A	Kaç grubuz? 7 grubuz.
13.07-13.08	Ö2	Evet 7 grup hocam.
13.08-13.09	Ö6	Öğretmenim su ekleyelim mi?
13.09-13.15	A	Su ben aldım ama biraz daha lazım olabilir.
13.16-13.17	A	Bir tane kaba daha ihtiyacım var.
13.17-13.18	O	Yardım lazım mı hocam?
13.24-13.25	A	Ö6 ve Ö13, size şunları vereyim.
13.25-13.26	Ö2	Bunlarla mı yapacağız acaba? (Ö3'e dönerek)
13.27-13.32	Ö3	O lazer değil ki ama ışık. Hocam biz lazer yerine ışık mı kullanacağız?
13.33-13.34	Ö1	Hani benim aldığım lazerler var ya.
13.34-13.40	Ö3	Nerede onlar? Nerede onlar?
13.39-13.40	Ö1	Masayı işaret ediyor.
13.42-13.43	Ö2	Lazer mi? (Ö1'a soruyor.)
13.42-13.43	Ö1	Başını sallıyor evet anlamında.
13.45-13.46	Ö3	Her gruba birer tane olabilir.
13.47-13.49	Ö2	Bunlardan verelim mi? Kaç tane var?
14.09-14.10	Ö3	Hocam plastikle cam arasında fark var mı?
14.15-14.16	Ö5	Hocam plastikle cam arasında fark yok mu? Doğru diyor arkadaşımız.
14.17-14.18	A	Nasıl?
14.17-14.18	Ö5	Ya ikisinde bir farklılık görülmez mi?
14.20-14.28	A	Bizden ne istiyor? Okudunuz mu etkinliği? Evet etkinliği arkadaşımız geldiği zaman okur bize. Ben şimdi size kapları vereyim.
14.32-14.33	Ö3	Aa büyük geldi bize.
14.37-14.40	Ö3	Güzel. Bunun içinde balık yaşar mı?
14.45-14.46	Ö3	Onu tut bir. (Ö2'ye söylüyor.)
14.48-14.49	Ö2	Gözüküyor ki.
14.49-14.52	Ö3	Evet, pek bir şey farketmiyor. Ama düz iniyor yine.
15.00-15.01	Ö3	Hocam biz lazer mi tutacağız? Işığı mı?
15.02-15.04	Ö2	Hocam lazeri mi tutacağız?
15.23-15.24	A	Şimdi sıra lazerlerde.
15.24-15.26	Ö3	Hocam yerdeki lazer kaplarını atalım mı çöpe?
15.28-15.30	Ö1	Hocam çalışmayan da var.
15.31-15.32	A	Çalışmayan var mı içlerinde?
15.32-15.33	Ö6	Yok hocam.
15.34-15.35	Ö3	Biz yeşil istiyoruz, yeşil yeşil.
15.35-15.38	A	Nasıl yapacağımızı söyleyeceğim o yüzden hemen kullanmayın.
15.38-15.39	Ö3	Hemen kullanma (Ö1'a söylüyor.)
15.40-15.41	Ö1	Heyecanlı olsun.
15.45-15.46	Ö3	Bak bak bak. (Ö1 lazeri suya tutuyor.)
15.46-15.47	Ö2	E deldi geçti bu.
15.52-15.53	Ö3	Ne kadar da olsa dağılıyor.
15.49-15.57	A	Şimdi, şöyle yapacağız. Lazer ışığını alıp ben şöyle göstereyim herkese.
15.56-15.57	Ö3	Ö1, yandan tutacaksın.
15.59-16.08	A	Hani geçtiğini görebilecek şekilde, kaba temas ettirecek şekilde tutmaya çalışın. Tamam mı? Bakın şöyle herkes görüyor mu bu tarafı?
16.09-16.11	Ö3	Biz göremiyoruz hocam. Eliniz kapatıyor.
16.11-16.12	A	Lazeri gözünüze tutmayın. Bu şekilde şurası kaba değişiyor görüyor musun? Bu şekilde, kaba degecek şekilde
16.15-16.16	Ö3	Ver bakayım Ö1. Ö1.
16.16-16.35	A	Böyle tutarsan göremezsin anladın mı? Yani suyun ortasından tutarsan göremezsin, şu yakından tutacaksın. Tamam? (Sınıfa genel olarak konuşuyor.)
16.31-16.36	Ö3	Tut bir tut bir. Bir tane.
16.37-16.40	Ö1	Hocam dört tane var.
16.43-16.44	Ö3	Buradan tutacaksın buradan dört tane var diyor ya.

16.45-16.46	A	İşte ortadan tutarsan göremezsin.
16.48-16.50	Ö3	Farklı açılardan tutacaksın. (Ö1 kendine doğru çeviriyor kabı)
16.53-16.54	Ö2	Ö1 ne yapıyorsun? Buraya değdireceksin.
16.53-16.54	Ö3	Ö1 ne yapmaya çalışıyorsun ya? Ver bir ver.
16.58-17.01	Ö1	Hadi değıdir. Çık çık dışarı.
17.02-17.03	Ö2	Ne oluyor şimdi?
17.03-17.04	Ö3	Dağılıyor mu?
17.04-17.05	Ö2	Hayır.
17.06-17.07	Ö3	Dağılıyor.
17.07-17.08	Ö2	Nerede?
17.09-17.11	Ö3	Geri yansıyor dipten. Buradan bak buradan bak. (Ö1'a diyor. Ö1 eğilip bakıyor.)
17.13-17.14	Ö1	Hocam bu oynuyor durmadan.
17.15-17.16	Ö3	Evet hocam, kırılıyor bu.
17.21-17.22	Ö2	Hiçbir şey olmadı ama.
17.23-17.24	Ö3	Buradan bakınca bayağı bir
17.24-17.27	Ö2	Dik mi tutulmalı yoksa yan mı? Azıcık dik tutsana. (Ö3'e söylüyor)
17.28-17.29	Ö3	Yan mı? Böyle mi?
17.30-17.31	Ö2	Böyle gözüküyor.
17.32-17.33	Ö3	E dağılıyor.
17.37-17.40	Ö2	Hiçbir şey gözlemleyemedik ne yazık ki hocam.
17.41-17.42	A	Güzel tuttunuz aslında. (Öğretmen lazeri alıp gösteriyor.)
17.44-17.45	Ö3	A dağılıyor ya.
17.46-17.47	A	Nasıl görünüyor hocam?
17.47-17.48	Ö3	Bura kap yüzünden mi oluyor hocam?
17.48-17.49	Ö2	Ne oluyor öyle?
17.50-17.51	Ö3	Bak bak bak. (Ö2'ye söylüyor.)
17.50-17.51	A	Şu an nasıl görünüyor? Dik tutuyorum.
17.52-17.53	Ö2	Buradan böyle
17.53-17.54	Ö3	E buraya geliyor.
17.54-17.55	A	Görünmüyor mu?
17.56-17.57	Ö3	Şimdi görünüyor.
17.57-17.58	Ö1	Hangisi gerçek?
17.57-17.58	A	Geçtiği yolu görüyor musun?
18.00-18.01	Ö2	Dümdüz ilerliyor.
18.00-18.01	A	Evet.
18.01-18.02	A	Düz değil mi?
18.01-18.02	Ö3	Evet.
18.03-18.04	A	Peki şu an nasıl?
18.06-18.07	Ö2	Şu anda yan gidiyor.
18.06-18.07	Ö3	Evet.
18.08-18.09	Ö1	Hangisi gerçek?
18.11-18.12	Ö3	Hocam kırılıyor ama yine.
18.12-18.24	A	Dikkatli bakın. Ben bir şuradan bakayım. Evet gittiği doğrultu nasıl? Bak görüyor musun?
18.21-18.24	Ö1	İki tane gözüküyor.
18.23-18.28	A	Bak görüyor musun? Buradaki yoluyla yani havadan geçen yolla sudaki yola dikkatli bakın.
18.29-18.31	Ö2	Tam olarak denk gelmiyor herhalde.
18.30-18.31	Ö1	Hocam iki tane oluyor.
18.33-18.34	Ö2	Biraz daha arkada gözüküyor.
18.35-18.38	A	Evet, işte bu şekilde bir yakından tutmaya çalışın kendiniz deneyin.
18.40-18.42	Ö3	Al dene.
18.40-18.42	Ö2	Bu dik geliyor.
18.43-18.44	Ö3	Bu işte dik geliyor herhalde. (Lazeri kaba dik tutarak gösteriyor.)
18.46-18.47	Ö1	Üstten bakarsan dümdüz gözüküyor.
18.57-18.58	Ö3	Bu şey kırılıyor mu?
19.01-19.03	Ö2	Onu nasıl çizeceğiz ki biz şimdi?
19.03-19.04	Ö3	Bence de hocam.
19.05-19.06	Ö2	Azıcık kırıp mı çizeceğiz?
19.06-19.07	A	Nasıl göründü?
19.09-19.13	Ö3	Hocam bayağı bir kırık görünüyor. Ama gidip gidip geliyor. Ö1.
19.15-19.15	Ö1	Hocam durmadan gidip geliyor ama?
19.22-19.23	Ö2	Şuradan kırılıyor herhalde.
19.28-19.32	Ö3	Hocam bu niye gidip gidip geliyor? Lazerde mi bozukluk var?
19.35-19.36	Ö2	Su oynuyor da onun için.
19.36-19.37	Ö1	Ha aynen aynen akıllı. Su oynuyor evladım.

19.46-19.50	Ö1	Üstten bir tutsana nasıl gözükecek? Düm düz gözüktüyor.
19.51-19.52	Ö3	Evet. Su yüzünden oluyor.
19.53-19.54	Ö1	Oğlum direkt dümdüz çiz.
19.56-19.57	Ö3	Hocam sanki bir kırılma yok. (Dik tutuyor.)
19.58-20.02	Ö2	Ya bak şu an burada ama bak burada da oluyor. İki tane oluyor.
20.07-20.13	Ö3	Aa evet. İki tane gözüktüyor. Suyun içinde bozulur mu bu?
20.23-20.24	Ö3	Farklı hocam farklı.
20.23-20.24	Ö2	Hem de çok.
20.24-20.30	Ö3	Işık buradan gelirse buraya inmesi gerekiyor. (Kendi kendine konuşuyor.) Hocam bu yeni kayıyor.
20.31-20.32	A	Neye karar verdiniz? (Öğretmen gruba geri dönüyor.)
20.33-20.34	Ö2	Kırıldı.
20.33-20.34	Ö3	Evet hocam.
20.33-20.34	A	Bir gösterin bakalım nasıl yaptınız?
20.37-20.38	Ö3	İlk dik mi tutalım, evet, dik tutalım.
20.37-20.38	A	Evet. Çok bariz görünüyor değil mi? Sonra
20.37-20.38	Ö2	Öğretmenim düz gidecek.
20.39-20.40	A	Sonra? Değdiğin zaman, evet.
20.44-20.46	Ö2	Şu iki yerde de kırılıyor.
20.44-20.55	A	Evet, bayağı ustalaştınız artık. Güzel tutuyorsun evet. Şuraya da tutmaya çalış tam yolu görelim. Hah. Nasıl? Şuradaki doğrultu ile şu doğrultu bakın. Çok farklı görüyor musun?
20.54-20.55	Ö3	Evet hocam bayağı farklı.
20.54-20.55	Ö2	Evet.
20.57-20.59	Ö2	Ama nerede kırılıyor? Yere değince?
21.00-21.01	A	Tam nerede kırılıyor?
21.00-21.01	Ö3	Suyun yüzeyinde kırılıyor hocam.
21.01-21.02	A	Evet, tam suya giriş yaptığı zaman.
21.03-21.04	Ö2	(Şaşkın ve anlamış bir yüz ifadesiyle) Yüzeyinde kırılıyor.
21.06-21.07	A	Evet.
21.07-21.08	Ö2	O zaman yüzeyinde kırılıyor yazalım.
21.08-21.09	Ö3	Kırılma doğruydü yani.
21.10-21.12	Ö2	(Gülüyor) Ama yayılmıyor.
21.11-21.12	Ö3	Evet. Yayılmıyor.
21.13-21.14	Ö2	Kırılıp yayılmıyor. Yere gidiyor. (Hepsi kağıda yazdıklarını siliyorlar.)
21.17-21.18	Ö3	Ondan balıklar öyle gözüktüyor değil mi?
21.19-21.20	Ö2	O zaman şöyle bir yamukluk
21.21-21.22	Ö1	Geri mi dönüyor yoksa?
21.21-21.29	Ö3	Bunu da şöyle çizeceğiz. Normal. Onu da normal çizeceğiz. (Ö2 ve Ö1 Ö3'ün kağıdına bakıyor.)
21.27-21.29	Ö2	Normal çizeceğiz. (Ö3'ü tasdik ediyor.)
21.30-21.35	Ö1	Şöyle mi çizeceğiz? Böyle mi çizeceğiz? (Ö2'ye soruyor.)
21.35-21.36	Ö2	Evet.
21.37-21.38	Ö3	Nasıl çizdin Ö1?
21.40-21.41	Ö1	Düzü nasıl çiziyim, düz mü çiziyim?
21.40-21.41	Ö2	Düz.
21.46-21.53	Ö3	Böyle değil mi? Bu normal.
23.33-23.34	Ö3	Yan tuttuğumuzda açısı biraz değişiyor.
23.48-23.50	Ö3	Bunları düzeltsek mi acaba?
23.57-23.58	Ö3	Neyse kalsın burada.
24.14-24.15	Ö2	Bak. (Ö2, lazeri suya tutuyor. Ö3'e gösteriyor.)

**EK C.2 Ders 1 Gözlem Aşaması Devamı, Açıklama aşaması, Ders 2
Tahmin- Gözlem Aşaması Kamera Kayıtları Transkripsiyonu**

Zaman	Konuşmacı	Diyalog
00.17-00.18	A	Evet, şimdi gözlemedik mi?
00.18-00.19	Ö2	Evet.
00.18-00.19	Ö3	Evet hocam.
00.20-00.30	A	Bir de bunu prizmayla gözlemleyeceğiz. Elimde bir prizma var. Herkes görüyor mu? Evet. Bir de prizmayla aynı deneyi yapacağız. Bana bir tane lazer verin.
00.31-00.33	Ö3	Hocam çok fark ediyor değil mi?
00.35-00.36	Ö6	Hocam bence dağılacak.
00.38-00.41	A	Öncelikle tıpkı sizin çalışma kağıdındaki gibi dik bir şekilde tutacağım.
00.43-00.44	Ö2	Ve biz göremeyeceğiz.
00.43-00.46	Ö6	A dağıldı. Yok dağılmadı.
00.46-00.47	Ö3	Evet hocam biz göremiyoruz.
00.46-00.47	Ö6	Dağıldı hocam dağıldı.
00.48-00.49	Ö10	Kırıldı birazcık ve dağıldı da.
00.50-00.51	Ö3	Birazcık.
00.51-00.53	Ö5	Hocam kalınlaştı.
00.52-00.53	Ö6	Evet.
00.52-00.54	A	Düz tutamıyorum ki.
00.55-00.56	Ö6	Hocam yardım edeyim mi?
00.56-00.57	Ö3	Bence de hocam yardım lazım mı?
00.57-00.59	A	Hah şimdi bak. Görüyor musun?
00.59-01.00	Ö10	Dümdüz gidiyor.
1.00-1.02	Ö5	İnce gitmiş gitmiş kalınlaşmış.
1.00-1.02	A	Doğrultusu değişti mi?
1.03-1.05	Ö6	Hocam sanki böyle değişmiş gibi hafif.
1.06-1.07	A	Değişti mi doğrultusu?
1.07-1.08	Ö3	Hayır hocam.
1.10-1.11	A	Herkes görüyor mu?
1.11-1.12	Ö1	Hayır. (Diğer öğrenciler evet diyor.)
1.12-1.16	A	Şimdi belli bir açıyla göndereceğim bu sefer. Bakalım ne olacak?
1.17-1.18	Ö10	Kırılıyor.
1.17-1.18	Ö6	Evet.
1.19-1.20	Ö6	Evet hocam dağılıyor.
1.20-1.22	A	Aynı doğrultuda mı görünüyor?
1.23-1.24	Ö3	Hayır hocam.
1.24-1.25	A	Tam içinden geçerken görmeye çalışın.
1.26-1.27	Ö1	Lazeri alabilir miyim? (Ö2'ya soruyor.)
1.25-1.26	A	Şu içindeki halini, suyun içindeki halini.
1.27-1.28	Ö6	Hocam gökkuşağındaki gibi dağılıyor.
1.29-1.30	Ö3	Hocam eliniz var göremiyoruz.
1.30-1.31	Ö1	Baksana her yerde. (Ö1 lazeri suya yandan tutuyor ve Ö2'ya gösteriyor)
1.30-1.32	A	Görüyor musun? Tek tek göstereceğim size.
1.32-1.33	Ö3	Tamam.
1.33-1.36	Ö6	Hocam gökkuşağındaki olaya benziyor. Işık kırılıyor, dağılıyor. Ama bunda ışık değişmiyor.
1.38-1.43	A	Şimdi. Biraz ışık var ya. Şöyle.
1.42-1.43	Ö3	Düz bir doğrultu.
1.44-1.45	A	Düz mü gidiyor gördün mü?
1.45-1.47	Ö3	Evet. Yani ben görüyorum.
1.47-1.48	A	Görüyor musun? (Öğretmen Ö2 ve Ö1'e bakıyor. Ö2 evet anlamında kafasını sallıyor.)
1.48-1.49	Ö2	Evet.
1.49-2.10		Şimdi şu kısmını görmeyin sadece havadan....Havadan gönderiyorum bu sefer. Havadan hani belli bir açıyla gönderdiğim zaman nasıl görünüyor. Bak ben bu doğrultuda gönderiyor. O nasıl geçiyor? Görüyor musun? Yukarıdan bak.
2.10-2.11	Ö3	Aa.

2.13-2.14	A	Ben bu doğrultuda gönderiyorum.
2.15-2.17	Ö3	Çok değişiyor hocam.
2.17-2.18	A	Gördünüz mü doğrultusunu?
2.18-2.19	Ö2	Evet.
2.19-2.20	A	İçinde nasıl oldu doğrultusu?
2.21-2.22	Ö3	Bayağı bir değişti. (Eliyle kırılma doğrultusu yapıyor Ö3.)
2.22-2.29	A	Gördün değil mi? Havada bu şekilde ama içinde böyle kırılmış durumda. Tamam?
2.30-2.31	Ö3	Evet hocam.
2.33-2.34	Ö3	Ö1 Bey, gördünüz mü? (Grup arasında ders dışı sohbet ediyor. Öğretmen grupları geziyor.)
6.17-6.18	A	Size bir daha göstereceğim. Bakın. Görünüyor mu?
6.22-6.23	Ö3	Evet hocam düz.
6.26-6.27	A	Şimdi belli bir açıyla.
6.30-6.32	Ö3	Böyle gidiyor böyle dönüyor (Ö3 eliyle doğrultuyu gösteriyor.
6.33-6.35	Ö2	Sonra yine böyle aynı.
6.34-6.35	A	Evet.
6.35-6.36	Ö2	Ama burada bir süre kırılıyor.
6.37-6.38	A	Bir süre evet kırılıyor.
6.39-6.43	A	Hangisi daha etkileyici oldu, daha anlaşılır oldu? Su mu bu mu?
6.43-6.44	Ö3	Bu hocam.
6.43-6.44	Ö2	Evet.
6.44-6.46	A	Cam prizmada daha mı güzel anlaşıldı?
6.45-6.46	Ö2	Evet.
6.46-6.47	A	Suda biraz zor mu oldu? (Öğretmen tekrar suya tutuyor lazeri.)
6.52-6.53	A	Suda da aslında fena değil.
6.53- 6.54	Ö2	Evet, suda da gördük.
6.54- 6.55	A	Evet.
6.57-6.58	A	Herkes gördü değil mi?
7.01-7.06	A	Evet peki burada ne oldu? Bir kişi anlatsın. Neler gözlemledik. Bu arada çizimlerinizi yaptınız mı?
7.06-7.07	Ö2	Evet.
7.08-7.09	Ö3	Çoktan.
7.10-7.12	A	Başlangıçta açıklama kısmını yaptınız mı?
7.13-7.14	Ö2	Evet.
7.16-7.18	A	Tahminlerinizle gözlemleriniz uyuyor mu tuttu mu birbirine?
7.18-7.19	Ö2	Hayır.
7.20-7.21	Ö3	Yok.
7.21-7.22	Ö6	Bazıları tuttu.
7.21-7.22	Ö9	Biraz.
7.20-7.26	A	Evet bu benzerlik ya da farklılık varsa bunun sebebi ne olabilir? Açıklama yazdınız mı oraya?
7.29-7.38	A	Size gözlem sonucunla tahminlerin farklıysa bunun sebebi ne olabilir? Biraz bekliyorum.
7.40-7.41	Ö5	Öğretmenim bir şey diyebilir miyim?
7.41-7.42	A	Hıhım.
7.42-7.44	Ö5	Şimdi burada kırılır yazmıştım
7.45-7.46	A	Nerede? (Öğretmen Ö5'in kağıdına bakmak için yanına gidiyor.)
7.46-7.47	Ö5	Burada kırılır yazmıştım.
7.48-7.49	A	Tamam.
7.49- 7.54	Ö5	Burada kırılır yazmışım, burada kırılmaz burada kırılır. Şimdi evet yazıyorum değil mi? Fark var.
7.55-7.56	A	Evet, fark var.
8.01-8.03	Ö6	Hocam ben çizdim ve sonucunu gördüm.
8.08-8.14	A	Yazdınız mı? Kimlerin farklıydı gözlemleri ve tahminleri?
8.14-8.15	Ö1	(Ö2'ya dokunarak) Senden bahsediyor. (Ö2 el kaldırıyor.)
8.18-8.19	Ö3	Yani (Ö2 Ö3'a bakıyor farklıydı anlamında. Bunun üzerine Ö3 yani diyor, elini kaldırıyor.)
8.19-8.20	A	Ö4 nasıldı?
8.21-8.31	Ö4	Hocam ben ee, ışığın suyun içinde yansıyıp dağılacığını düşünmüştüm. Oysaki sadece kırılıp, ee kırılıyormuş.
8.33-8.34	A	Evet Ö8 sen?
8.35-8.44	Ö8	Hocam ben şey ya direkt şöyle suyun üstüne tuttum (Eline lazeri alıp suyun üstüne tutuyor.) Böyle yaptım yani direkt altına baktım.
8.44-8.45	A	Peki Ö6?
8.45-8.54	Ö6	Hocam ben birinci şekilde doğrultusunun ikinci şekildedeki gibi kırılacağını düşündüm ama kırılmıyormuş.

8.54-8.55	A	İkinci şekilde dediğin hangisi?
8.54-8.55	Ö6	Şu.
8.55-8.56	A	Dik gönderilen mi?
8.56-8.57	Ö6	Evet.
8.58-8.59	O	Ama diğeri doğru çıktı hocam.
9.01-9.02	A	Gözlem sonuçlarınızı çizdiniz mi?
9.03-9.04	Ö2	Evet.
9.08-9.10	A	Demek ki dik gönderdiğimiz zaman ne oluyor?
9.11-9.12	A	Ö13, dik gönderince ne oldu?
9.15-9.16	Ö9k	Yansıdı hocam.
9.17-9.19	A	Doğrultusu değişti mi?
9.19-9.20	Ö5	Evet.
9.20-9.21	A	Dik gönderince?
9.22-9.23	Ö5	Dikte yok.
9.22-9.23	Z	Hayır.
9.22-9.23	Ö9k	Hayır.
9.23-9.25	A	Peki belirli bir açıyla gönderince?
9.26-9.27	Ö9k	Kırık görünüyor.
9.27-9.28	A	Peki.
9.28-9.29	Ö2	Hocam bir şey sorabilir miyim?
9.30-9.31	A	Evet.
9.32-9.36	Ö2	O dediğim gibi Ay'da neden o zaman hani suyun üzerinde dağılmış gibi gözüküyor?
9.37-9.42	A	Yani denizin üzerinde Ay neden bu şekilde görünüyor diyorsun. Senin tahminin nedir?
9.43-9.48	Ö2	Benim de ben de yayılır diye yapmıştım ama..
9.49-9.56	A	Yandan bakma şansınız olsaydı denize iç kısmına belki de Ay'ın ışıklarının girdiğini görecektin oraya. Ama senin yüzeyde gördüğün şey ne aslında?
9.56-9.58	Ö3	Hocam Güneş batarken de oluyor.
9.57-10.05	A	Suyun yüzeyinden gelen ışığın yansımaları görmendir sadece. Sadece yansıyan ışığı görüyorsun aslında.
10.05-10.17	A	İçine de suyun bir miktar giriş yapıyor ama yandan görmüyoruz ya biz suyu üstten görüyoruz. Sadece bize yansıyan geliyor. Yandan bakıyor olsaydık orada da aynı şeyleri görecektin evet.
10.15-10.17	Ö2	Yine görürdük
10.18-10.39	A	Ee çocuklar şimdi ne oldu? Işık havadan suya geçerken ya da havadan cam prizmaya ne oluyor, doğrultusunda bir değişiklik oluyor. Değil mi? İşte bu hava ve su nasıl özellikte yapılar ve cam, nasıl özellikler? Işığa karşı davranışı açısından bakarsak?
10.39-10.40	Ö3	Kırıcı.
10.40-10.41	A	Ö10?
10.41-10.42	Ö10	Saydam.
10.42-11.01	A	Saydamlar yani ışık ışınlarını geçirebiliyorlar değil mi? O zaman şöyle bir genelleme yapalım mı, ışığın davranışı ile ilgili, ışık saydam bir ortamdan başka saydam bir ortama geçerken doğrultu değiştiriyor. Ve bu doğrultu değiştirmeye de kırılma diyoruz. Bunu defterimize not edelim.
11.11-11.22	A	Kendi cümleleriyle ifade etmek isteyen var mı bir daha? Bir soru soracağım. Kendi cümleleriyle ifade etmek isteyen var mı? Ö4 (Ö4'ü dinlemesi için uyarıyor.)
11.22-11.23	Ö4	Hocam selpak veriyordum.
11.25-11.26	A	Evet, Ö5.
11.27-11.37	Ö5	Öğretmenim ışık prizmadan ve sudan geçince doğrultu değiştirir. Kırılıyor yani.
11.37-11.42	A	Bu olaya da kırılma denir.
11.42-11.43	Ö2	Genelleme yaparsak saydam oluyor değil mi?
11.43-11.44	A	Evet. Genelleme yaparsak saydam oluyor.
11.44-11.45	Ö6	Hocam direkt yukarıdan tuttum ışığı. Ne oluyor?
11.48-12.04	A	Evet, yukarıdan dik tuttuğumuz zaman ne oldu? Herkes dinliyor mu? Buraya bak. Dik tuttuğumuz zaman lazer ışığı ne oldu havadan suya? Kırılmadı. Açıyla tuttuğumuz zaman ne oluyor?
12.06-12.07	Ö3	Bayağı bir kırıldı.
12.07-12.08	Ö2	Bu sefer kırıldı.
12.09-12.10	A	İşte bunu nasıl genelleyeceğim? Ö2 bir de sen söyler misin?
12.12-12.19	Ö2	Ee saydam maddelerden belli bir açıyla u ışık ışını yansıtırsak kırılırlar.
12.19-19.22	A	Tutarsak daha doğrusu çünkü yansıtma çarpıp geri gelme demektir.
19.23-12.25	Ö2	Tutarsak kırılırlar.
12.25-13.17	A	Kırılır yani doğrultusu değişir. Evet bunu defterimize şöyle yazalım. Not

		olarak yazın. Işığın saydam bir ortamdan başka saydam bir ortama geçerken...
13.17-13.21	Ö2	Hocam şeyi anlamadım ben, saydam bir ortamdan başka bir saydam ortam
13.22-13.25	A	Biz burada hangi ortamlardan geçirdik lazer ışığını?
13.26-13.27	Ö6	Hava ve su.
13.28-13.29	A	Hangi saydam ortamlar?
13.30-13.31	Ö2	Cam mı?
13.31-13.32	A	Cama nereden geldi? Nereden tuttuk?
13.36-31.37	Ö4	Lazerden.
13.40-13.44	A	Direkt cama geçmedi. Hangi ortamdıydı?
13.44-13.45	Ö4	Hava.
13.45-13.59	A	Havadan cama geçti ya da havadan suya geçti. Yani iki farklı saydam ortam var. Aynı ortam içinde ilerlerken ışık nasıl gidiyor? Işık eğer tek bir saydam ortam içindeyse nasıl ilerler?
13.59-14.00	Ö3	Dümdüz hocam.
13.59-14.00	Ö4	Dümdüz.
14.00-14.01	A	Doğrusal. Bunu 6. Sınıfta öğrenmiştik değil mi?
14.03-14.04	Ö3	Evet hocam.
14.05-14.29	A	Evet, doğrusal ilerlediğini öğrendik. Işık ışınları doğrusal ilerler. Ama burada ne oluyor? Farklı iki saydam ortam arasında belirli bir açıyla geçiş yaptığı an doğrultusu değişiyor. Bu olaya kırılma diyoruz. Şöyle yazacağız. Işığın bir saydam ortamdan başka saydam ortama geçerken doğrultusunu değiştirmesine kırılma denir.
14.46-14.47	Ö5	Saydam bir ortamdan?
14.47-14.58	A	Başka saydam bir ortama geçerken doğrultu değiştirmesine kırılma denir.
15.01-15.10	A	Bir daha toparlayalım mı ne demek istediğimizi? Anlatmak isteyen var mı? Kırılma olayı neymiş? Mesela Ö15 sence kırılma olayı nedir?
15.14-15.27	Ö15	Örnek olarak verebilir miyim? Lazeri bir saydam ortamda tuttuğumuzda nasıl ki doğrusal bir şekilde ilerliyorsa başka bir saydam ortama geçerken bir açı oluşuyor bu açıdan dolayı kırılıyor.
15.27-15.30	A	Doğrultusu değişiyor yani?
15.30-15.31	Ö15	Evet, doğrultusu değişiyor.
15.31-15.32	A	Evet, başka Ö6?
15.32-15.36	Ö6	Işığın saydam ortamlarda doğrultusunun değişmesine kırılma denir.
15.37-15.42	A	Evet ama aynı saydam ortam içindeyse doğrultusu değişiyor mu ışığın?
15.42-15.43	Ö2	Hayır.
15.43-15.46	A	Mesela havadayken ışık ışınları şu köşeyi döner mi?
15.46-15.47	Ö2	Hayır.
15.47-15.51	A	Böyle bir şey yok, değil mi? Başka? Toparlamak isteyen var mı? Ö3?
15.52-15.53	Ö3	Hocam.
15.52-15.53	A	Ayağa kalkmana gerek yok.
15.54-16.01	Ö3	Işığın saydam bir maddeden başka bir saydam maddeye geçerken doğrultusunu değiştirmesine kırılma diyoruz.
16.01-16.06	A	Kırılma diyoruz. Kafanızda var mı soru bununla ilgili? Yok mu? Problem yok o zaman.
16.07-16.44		Güzel. Şimdi kırılma olayını açıklarken bir kaç kavram daha kullanacağız. Ve bunları artık çalışmalarımızda hep tekrar tekrar kullanacağız. O yüzden siz de benimle beraber tahtaya şekil çizeceksiniz. Daha doğrusu ben tahtaya çizeceğim siz de defterinize geçireceksiniz. Diyelim ki elimizde bir tane su kabı var. Ve buradan lazeri yandan tutuyorum. Geçen seneden öğrendiğin bir bilgi vardı. Bu tuttuğum ışının özel bir adı vardır. Aynaya tutarsam bu ışını hatırlıyor musunuz? Önce aynayla hatırlatalım. Şu ışın aynaya doğru tutulursa bu ışının özel bir adı vardı. Ö5?
16.44-16.45	Ö5	Hocam yansıma.
16.45-16.46	A	Yansıma mıydı?
16.46-16.47	Ö2	Gelen ışın (Çok sessiz söylüyor.)
16.49-16.53	A	Neydi? Gelen mi?
16.52-16.54	Ö2	Ya öyle hatırlıyorum.
16.54-16.56	A	Hatırlayan başka? Ö10?
16.55-16.56	Ö10	Doğrusal ışın.
16.57-16.58	A	Doğrusal ışın.
16.59-17.04	A	Başka? Gelen ışın? Hangisi daha tanıdık geliyor?
17.04-17.05	Ö9A	Gelen ışın. (Ö9) (Tüm sınıf)
17.04-17.14	A	Gelen ışın. Evet. Özel adı gelen ışın. Peki böyle yaptığım zaman bunun adı neydi?
17.14-17.15	Ö6	Yansıyan ışın.
17.15-17.26	A	Bu da yansıyan ışın değil miydi? Peki bir de arada şöyle nokta nokta bir

		çizgi çekiyorduk. Dik bir çizgiydi bu.
17.25-17.26	Ö2	Evet.
17.26-17.27	Ö6	Doğrusal mı?
17.28-17.32	A	Bu çizginin özel bir adı vardı. Gerçekte yoktu ama biz var kabul ediyorduk.
17.31-17.32	Ö2	Evet.
17.32-17.34	A	Neydi o çizginin adı bilen var mı?
17.36-17.37	Ö10	Şey ya.
17.39-17.53	A	N harfi ile başlıyor. Yüzeyin normali. Hatırladınız mı? Evet normal. Yüzesyin normali diyoruz. Hatırlayan var mı?
17.53-17.54	Ö2	Evet.
17.53-18.02	A	Tamam. Yüzeyin normali. Burada gelme açısı ve yansıma açısını bulabiliyorduk yüzeyin normali sayesinde o benim referans noktam oluyordu. Hatırladık mı bunları?
18.02-18.03	Ö2	Evet.
18.04-18.07	A	Şimdi aynı şeyi burada da kullanacağım. Bu ışının artık adı ne?
18.07-18.08	Ö	Gelen ışın.
18.09-18.18	A	Gelen ışın. Havadan suya gönderdiğim ışının adı gelen ışın. Peki ışık, bu şekilde ilerlemesini bekliyorum ben. Ama nasıl ilerledi?
18.19-18.21	Ö2	Daha şey..kırılarak.
18.21-18.24	A	Şöyle mi yapacağım yoksa şöyle mi?
18.24-18.25	Ö6	Evet, öyle.
18.26-18.30	A	Böyle ilerliyor değil mi? Bu ışının adı ne olabilir?
18.30-18.31	Ö9	Yansıyan.
18.31-18.32	Ö5	Yansıyan.
18.31-18.32	Ö2	Kırılan ışık.
18.32-18.33	A	Bu yansıma olayı mı?
18.33-18.34	Ö2	Kırılan ışık. (Ö6, Ö7, Ö12, Ö10)
18.34-19.20	A	Kırılan ışın, evet. Buna da kırılan ışın diyorum. Bu da tamam mı? Burada bir yüzeyin normalini kullanacağım. Aynadakine çok benziyor. Aynada bakın aynın yüzeyine dik olarak kullanıyordum yüzeyin normalini hatırlıyorsunuz. Aynı şey bu iki yüzeyi, iki ortamı ayıran ve tam ışının geldiği noktadan bir dik çiziyorum. Orası benim yüzeyin normalini gösterecek. Burası yine normal oldu. Burası hava. Burası da su. Tamam? Hiçbir farkı yok. Ayrıca sadece buradan ışık devam ediyor, yansıymıyor artık.
19.21-19.23	Ö2	Yansıyan ışık yok. Kırılıyor.
19.22-19.32	A	Evet yansıyan ışık, kırılan ışık, yüzeyin normali her zaman iki yüzeyi ayıran bu ışığın temas ettiği noktaya dik olarak çizilir. Tamam?
19.33-19.36	Ö3	Hocam biraz yamuk mu çizmişsiniz ben mi öyle görüyorum.
19.36-19.59	A	Ben biraz yamuk çizmiş olabilirim. Çizdiğiniz mi buraya kadar? Bir de iki kavram daha var. Burada gelen ışın ile yüzeyin normali arasındaki bir açı vardı. Gelme açısı. Hatırlıyor musunuz?
19.58-19.59	Ö2	Evet.
20.00-20.03	A	burada da yine bu açı gelme açısı,
20.04-20.05	Ö2	Kırılma açısı.
20.06-20.16	A	Aynen. Bu da neresi ama dikkat edin. Kırılan ışınla yüzeyin arasında kalan açı. Şu daralmış açı kırılma açısı olarak isimlendiriliyor. (Öğretmen tahtaya şekil çiziyor.)
20.51-20.52	A	Görebiliyor musunuz tahtayı?
20.51-20.52	Ö6	Evet.
21.15-21.16	A	Buraya kadar tamam mı? (Sınıftan evet cevabı geldi.)
21.53-22.03	A	Tamamsa buraya kadar tekrar edelim. Şimdi ışık öncelikle neden doğrultu değiştiriyordu? Ö4?
22.03-22.06	Ö4	Suyun yansıma özelliğinden dolayı. Ha pardon pardon şey hocam...
22.11-22.16	A	Ne zaman...Yanlış sordum ben yanlış sordum. Hangi durumda doğrultusu değişiyordu?
22.16-22.19	Ö4	Ee bir saydamdan başka bir saydama geçerkendi.
22.19-22.24	A	Geçerken. Buna bir örnek ver Ö4, ayağa kalkmadan.
22.25-22.30	Ö4	Hocam az önce yaptığımız deneyde havadan cama geçti o kırıldı.
22.31-22.32	A	Doğrultusu değişmiş oldu. Tamam değil mi? Burası kolay. Şimdi özel kavramlarımız var. Havadan suya tuttuğumuz ışığa ne diyeceğiz?
22.40-22.41		Gelen ışın (Tüm sınıf)
22.41-22.42	A	Gelen ışın. Suyu girdikten sonra?
22.43-22.44		Kırılan ışın. (Tüm sınıf)
22.45-22.46	A	Çünkü?
22.46-22.47	Ö6	Kırıldığı için.
22.47-22.50	A	Doğrultusu değişiyor, değil mi? Peki bu iki yüzeyi ayıran?
22.50-22.51	Ö6	Yüzeyin normali.

22.52-23.00	A	Yüzeyin normali, bu gerçekte yoktu fakat referans olarak kullanıyorum. Neyi tespit etmek için kullanıyorum? Gelen ışık ve..
23.01-23.02	Ö3	Kırılma açısı.
23.02-23.18	A	Gelme açısı ve kırılma açısını tespit etmek için. Bu açılar neresi? Gelen ışınla yüzeyin normali arasında kalan açı ve de kırılan ışınla yüzeyin normali arasında kalan açı yine gelme açısı ve kırılma açısı olarak isimlendiriliyor. Kolay herhalde buralar. Problem var mı?
23.20-23.21	Ö3	Yok hocam.
23.21-23.50	A	Bunlarla ilgili problemimiz yok. Güzel. Peki şimdi bir etkinliğe geçeceğiz. Acaba bu kırılma olayı neden gerçekleşiyor? Yani iki yüzey birbirinden ayrılan o yüzeyde ışık oraya geçtiği zaman ne oluyor da kırılıyor? Dik geldiği zaman neden doğrultusu aynı kalıyor? Bunu anlamaya çalışacağız. Bunun içine size yeni tahmin içeren başka bir etkinlik veriyorum.
23.57-23.58	Ö5	Hocam tartışma var mı?
24.00-24.04	A	Önce kendi tahminlerinizi her zamanki gibi sonra tartıştıracam.
24.37-24.42	A	Evet bir kişi etkinliği okuyabilir mi bize? Ö14 okur musun?
24.44-24.55	Ö14	Biri sert diğeri yumuşak yanyana iki yüzey düşünün. Bu düzenekte arabayı şekilde gösterildiği gibi iterseniz sizce araba nasıl bir yol izler? Tahmininiz şekil üzerinde çizerek gösteriniz ve açıklayınız.
24.58-25.13	A	Yani bir masa gibi sert bir yüzey düşünün, düz. Masa bittiği gibi hemen bir halı var aynı yükseklikte ikisi de. Ben arabayı bir açıyla gönderiyorum. Acaba araba nasıl ilerler? Daha önce hiç dikkat ettiniz mi?
25.13-24.14	Ö3	Evet hocam. Görmez olur muyuz? (Elini kaldırıyor.)
25.15-25.19	A	Önce yazın tahminlerinizi, sonra bunun nedenini açıklayın.
26.21-26.29	Ö2	Halı düz mü hocam? Hocam?
26.30-26.31	A	Düz derken yumuşak mı halı?
26.31-26.34	Ö2	Hayır mesela pürüzlü mü yoksa?
26.34-26.35	A	Tüylü, bayağı tüylü
26.35-26.36	Ö3	Tüylü, bildiğimiz halı.
26.38-26.39	A	Bitirenler arasında tartışabilir.
26.40-26.41	Ö2	Hadi. (Ö3'a söylüyor.)
26.41-26.42	Ö3	Bir dakika.
26.46-26.47	Ö1	Fazla gitmeden durur dedim.
26.47-26.49	Ö2	Ben de durur dedim. Bence de durur.
26.50-26.51	Ö3	Ya duracağı bir kesin.
26.52-26.55	Ö2	Ama şey ı bence dümdüz de gidemez.
26.55-26.56	Ö3	Bence dümdüz gidecek.
26.57-26.58	Ö2	Bence gidemez.
26.59- 27.02	Ö3	Ben biliyorum. Yani neden şekil deış..ee yön deıştterecek?
27.02-27.05	Ö1	Biz yön değitirir demiyoruz ki.
27.05-27.15	Ö2	Ben diyorum. Çünkü hani daha zor bir yola girmiş oluyo hani şekil değitirip hani düz gidemeyeceği için zorlu bir yol olduğundan başka bir yollara sapabilir bence.
27.15-27.35	Ö3	Ya ben arabaları çok seviyorum. Evde bir sürü arabam var oynuyorum. Mesela düz böyle normal betondan halıya geçtiği zaman fazla yön değitirmiyor ama sürati çok fazla düşüyor.
27.35-27.39	Ö1	Teker, fazla gitmeden duruyor? Yön değitirmeden?
27.39-27.42	Ö3	Ya ever yön değitirme bence mümkün değıl.
27.42-27.46	Ö1	Mesela 100 kim ile gidiyorsa 25 km ile...
27.46-27.48	Ö3	Hah. Yavaşlar yani bayağı bir.
27.48-27.49	A	Araba?
27.49-27.51	Ö3	Süper hocam.
27.51-27.53	A	Vereyim isterseniz.
27.53-27.54	Ö3	Çok güzel.
27.54-27.56	Ö2	Halı da verseniz hocam.
27.55-27.58	Ö3	Evet hocam halı da verseniz.
27.58-28.01	Ö2	Hadi bir halı gibi bir şey bulalım.
28.01-28.02	Ö3	Olur mu? (Montunu gösteriyor.)
28.02-28.05	Ö2	Şey olur mu? Hah tam onu diyecektim. Onunla olur mu acaba? Dümdüz yapmak lazım.
28.05-28.07	Ö3	Düz değıl ama. Evet.
28.07-28.09	Ö1	Ö3 şu çizgiye baksana.
28.09-28.11	Ö2	Bak mesela şurası olur. (Arabayı tutup bırakıyor.)
28.11-28.13	Ö3	Yön değitirir mi sence?
28.13-28.15	Ö1	Bak yön değitirmede ama durdu.
28.15-28.17	Ö3	Bak duruyor. Çok yavaşlıyor.
28.17-28.19	Ö2	Gidemediği için. (Arabanın tekelekleri boşa döndüğü için gülüyorlar.)

28.19-28.21	Ö3	Eski model araba çok güzel.
28.21-28.23	Ö3	Kanıtlamış olduk herhalde değil mi?
28.23-28.25	Ö2	Biz yaptık.
28.25-28.27	Ö3	Evet hocam biz yaptık.
28.27-28.30	Ö2	Halı da bulduk.
28.30-28.32	Ö3	Halı da bulduk evet.
28.32-28.33	Ö1	Yön değiştirmiyor. Yavaşlıyor.
28.34-28.36	Ö2	Ö1 bir çek elini.
28.36-28.37	Ö2	Cık.
28.37-28.39	Ö3	Yön değiştirmiyor.
28.39-28.41	Ö2	Hocam bu arabayı kimden buldunuz?
28.41-28.42	Ö3	Süper.
28.42-28.44	Ö2	Çok güzel.
28.44-28.46	Ö5	Neredeki araba hocam? Ben görmedim lan.
28.46-28.48	A	Evet herkes bitirdi mi tartışmasını?
28.48-28.50		Evet. (Sınıftan sesler.)
28.50-28.52	Ö3	Evet hocam sınıfça tartışmaya geçebiliriz.
28.52-28.54	A	Peki evet sınıf tartışması yapalım.
28.54-28.57	A	Evet ne diyorsunuz? Ö10 ne diyorsun?
28.57-29.00	Ö10	Hocam bizim fikrimiz Ö11 ile aynıydı.
29.00-29.02	A	Evet dinler misin?
29.02-29.12	Ö10	Bizim fikrimiz hani araba bir noktadan sonra halıya geçince yönünü değiştirerek bir zamandan sonra durur olarak düşündük. Gerekçemiz de halının pürüzlü yüzey olmasından dolayı arabaya etki edeceğini düşündük. Yani doğrultusunu değiştirir diye mi düşünüyorsunuz?
29.12-29.14	A	Evet.
29.14-29.16	Ö10	Peki. Başka? Evet Ö14.
26.16-29.18	A	Hocam biz de masanın üstünde doğrultu yönünde gidecek ama halıya düştüğü zaman eğimler biraz fazla olduğu için yön değiştirebilir.
29.18-29.25	Ö14	Yön değiştirebilir. Başka? Ö4 siz ne karar verdiniz?
29.26-29.28	A	Hocam biz de yön değiştirerek gider diye karar verdik.
29.28-29.31	Ö4	Neden peki?
29.31-29.33	A	Çünkü halı pürüzlü. Sürtünme daha fazla.
29.33-29.35	Ö4	Hocam biz böyle yaptık,
29.35-29.37	Ö5	Lazerleri kullanacağım dedim o yüzden alabilir miyim tekrar. Sürekli kullanacağız bu lazerleri o yüzden bozulmaması lazım. Tamam? Ever Ö4?
29.37-29.42	A	Hocam masanın üzerinde daha az pürüz olduğu için halıya geçtikten sonra daha fazla sürtünme var o yüzden yön değiştirir diye düşündük.
29.42-29.48	Ö4	Başka? Bir şeyler daha tartışıyordunuz, duydum. Hızıyla ilgili bir şeyler tartışıyordunuz.
29.48-29.51	A	Hocam biz şimdi böyle yaptık. Öğretmenim şey, halı masaya göre daha pürüzlü bir ortam bir madde olduğu için hocam
29.51-29.57	Ö5	Daha yavaş gider.
29.57-29.59	Ö4	Git gide yavaşlar. Yavaşlamasının nedeninden de hocam yön değiştirir.
30.00-30.04	Ö5	Evet, yavaşladığı için mi yön değiştirir diyorsun?
30.04-30.07	A	Evet.
30.07-30.08	Ö5	Ben pürüzünden dolayı yön değiştirir diyorum.
30.08-30.10	Ö4	Peki size küçük bir video izleteceğim.
30.10-30.12	A	Bakalım kim doğru söylüyormuş.
30.12-30.14	Ö3	Sesi biraz zor duyacaksınız ama olsun. Bakın şimdi bizim yaptığımız deneyin aynısı.
30.14-30.17	A	
35.02-35.03	Ö2	Aouv (Şaşkınlık içindeler.)
35.03-35.05	Ö3	İçerde nasıl kırılıyor...
35.05-35.07	Ö3	Üstten gösteriyor değil mi hocam?
35.07-35.09	A	Evet. Dik tutuğumuz zaman...
35.09-35.11	Ö3	Suyun içinde.
35.11-35.13	A	Suyun içinde, bizim yaptığımıza benziyor. Değil mi?
35.13-35.16	Ö5	Hocam kırılıyor. Ben dedim kırılıyor diye.
35.16-35.18	Ö4	Kırılmıyor ya.
35.18-35.20	O	Kırılmıyor hocam.
35.20-35.22	Ö3	Kırılıyor ya. Hocam kırılmıyor mu şimdi o?
35.22-35.24	Ö2	Dik tuttuğunda kırılmış mıydı?
35.24-35.28	A	Birazdan eğik gösterdiğim zaman bakın kırılmanın ne demek olduğunu daha net göreceksin.
35.28-35.30	A	Şu an ne oluyor?
35.30-35.32	Ö5	Kırılıyor.

35.32-35.52	A	Şunun doğrultusuna bak. Doğrultu değişimi asıl burada var. Değil mi? Bir önceki durumda doğrultusu değişti mi? Sadece biraz daha büyük görünüyor. Peki devam edelim. Bakın burada bir doğrultu değişimi yok. Eğik gönderdiği zaman görüyor musun bak çok bariz bir şekilde doğrultu değişimi var. Devam edelim. Şimdi bir yüzeyden böyle oyuncak arabaları yüksekten bırakıyor.
35.52-35.55	Ö3	Haliya mı geçiyor hocam?
35.55-35.57	A	Evet. Bakın şimdi şu an var mı bir değişiklik?
35.57-35.58	Ö3	Yok.
35.58-35.59	Ö2	Yok. (Ö2 Ö3'a bakıp gülüyor.)
35.59-36.01	A	Bu sefer ortaya ne koyuyor?
36.01-36.03	Ö5	Halı.
36.03-36.05	A	Yumuşak bir halı koyuyor, evet. (Ö3'a bakıyor ben demiştim şeklinde. Gülüyor. Ö3 da ev haklıymışsın şeklinde kafasını sallıyor.)
36.05-36.07	Ö1	Bu halı mı kum mu?
36.07-36.08	A	Halı.
36.08-36.10	Ö3	Kuma benziyor.
36.10-36.12	Ö2	Ama biz bayağı...
36.12-36.14	A	Gördünüz mü?
36.14-36.16	Ö6	Işığın kırılmasıyla çok şey var, bağlantı.
36.16-36.18	A	Bir daha göstereyim mi?
36.18-36.20	Ö3	Göstermeyin hocam. (Ö2 Ö3'un yüzüne bakıyor.) (Ö2 çizdiğini siliyor.)
36.20-36.25	A	İsterseniz burada kalalım. Bir sonraki derse hepsini bir daha göstereyim. Olur mu? Tamam.
36.25-36.28	Ö3	Kim dedi ya yön değiştirmiyor diye? (Şakalaşıyorlar.)
36.28-36.30	Ö2	Acaba?
36.30-36.32	Ö3	Hangi zeki söyledi onu ya.
36.32-36.34	Ö1	Hepsi senin yüzünden. (Ö2'ya söylüyor.)

EK C.3 Ders 2 Gözlem Aşaması Devamı - Açıklama Aşaması Kamera Kayıtları Transkripsiyonu

Zaman	Konuşmacı	Diyalog
00.15-00.18	A	Şimdi derse başlayalım. Önce geçen ders neler öğrendiğimizden başlayacağız. Hangi kavramları öğrendik, hatırlıyor musunuz?
00.18-00.20	Ö6	Evet hocam.
00.20-00.22	A	Neyi öğrendik? Ö6.
00.22-00.24	Ö6	Işığın kırılmasını öğrenmiştik.
00.24-00.26	A	Kırılma.
00.26-00.29	Ö6	Dikey tuttuğunda nasıl, yatay tuttuğunda işte eğik, nasıl kırıldığını öğrenmiştik.
00.29-00.30	A	Dik tuttuğumuzda nasıldı? Ö9?
00.30-00.33	Ö9	Şekil hani dümdüz ilerliyordu. Işık ışınları düz tuttuğumuzda suda dik ilerliyordu.
00.33-00.35	A	Peki eğik tuttuğumuzda yani belli bir açıyla tuttuğumuz zaman Ö13 ne oluyordu?
00.35-00.36	Ö13	Kırılıyordu.
00.36-00.39	A	Kırılıyordu. Peki kırılmayı nasıl tanımlıyoruz? Gerçekte kırılma ne demek? Ö4?
00.39-00.41	Ö4	Işığın yön değiştirmesi.
00.41-00.45	A	Yön değiştirme mi yoksa başka bir kavram olabilir mi? Işığın bir şeyi değişiyor ama hangi özelliği? Hangisi, Ö3?
00.45-00.49	Ö3	Hocam ben böyle hatırlıyordum. Işığın saydam bir maddeden başka bir saydam maddeye geçerken
00.49-00.50	Ö1	Ortama geçerken
00.50-00.51	Ö5	Hocam bir şey...
00.51-00.52	A	Müsaade...
00.52-00.54	Ö3	saydam bir ortama geçerken aldığı..ya doğrultusunun
00.54-00.56	Ö1	Doğrultusunu değiştirme.
00.56-00.58	Ö3	değişiyor.
00.58-1.02	A	Doğrultusu. Evet doğruyu değişiyordu değil mi? Ö1?
1.02-1.06	Ö1	Işığın saydam bir ortamdan başka bir saydam ortama geçerken doğrultusunu değiştirmesine kırılma denir.
1.06-1.09	A	Evet. Peki biz bunu hangi deneyi yaparak gözlemledik? Ö10.
1.09-1.11	Ö10	Ee suya lazer ışığı tuttuk.
1.11-1.13	A	Nasıl bir görüntü ortaya çıktı peki?
1.13-1.19	Ö10	ee dik tuttuğumuzda direkt doğrultusu değişmeden geçiyordu ama yan köşesinden tuttuğumuzda doğrultusu kırılıyordu.
1.19-1.21	A	Nasıl oluyordu görüntü?
1.21-1.25	Ö10	Ee mesela böyle tuttuuk diyelim. Böyle olunca böyle gidiyordu. (Elleriyle kırılmayı gösteriyor.)
1.25-1.27	Ö6	Hayır hocam şöyle, şöyle. (Elleriyle kırılma hareketi yapıyor.)
1.27-1.31	A	Peki başka bir kaç kavram daha öğrendik. Hani kırılmayı daha detaylı anlatabilmek için bir kaç kavram daha öğrenmiştik.
1.31-1.32	Ö1	Kırılma açısı.
1.32-1.34	A	Değil mi? Kırılma açısı var. Başka?
1.34-1.35	Ö7	Gelen ışık.
1.35-1.37	A	Ö8 başka ne var?
1.37-1.39	Ö8	Gelen ışın, yansıyan ışın.
1.39-1.43	A	Gelen ışın var evet yansıyan ışın var. Kırılan ışın var. Evet. Bunların herbirinin ne olduğunu tarif edebilir misiniz?
1.43-1.45	Ö3	Hocam kırılma açısı vardı.
1.45-1.47	A	Evet mesela gelen ışından başlayalım. Gelen ışın nedir? Nereden nereye gidiyor? Ö5.
1.47-1.49	Ö5	Işık kaynağından cisme doğru.
1.49-1.51	A	Hangi cisim mesela? Bizim deneyimizi anlatsan.
1.51-1.52	Ö5	Mesela suya doğru gidiyor.
1.52-1.53	Ö1	Aynen.
1.53-1.58	A	Suya doğru gidiyor evet. Işık kaynağından çıkıp henüz havada hareket

		halinde olan ışık gelen ışık. Güzel, gelen ışın ya da. Peki sonra, kırılan ışın nedir? Ö14 kırılan ışın nedir?
1.58-1.59	Ö14	Bilmiyorum işareti yapıyor.
1.59-2.01	A	Hatırlamıyor musun?
2.01-2.05	Ö14	Hatırlıyorum ama nasıl anlatacağımı bilmiyorum. Yani görüntüsü bozuluyordu.
2.05-2.07	A	Görüntüsü bozuluyor muydu? Dağılmıyordu değil mi?
2.07-2.09	Ö14	Ama birazcık oynuyordu.
2.09-2.11	A	Evet, doğrultusu değişiyordu yani. Böyle tanımlayabilirsin aslında kırılan ışını.
2.11-2.13	Ö14	Yansırken doğrultusu değişen.
2.13-2.16	A	Doğrultusu değişen. Peki nereden nereye hareket ederken değişen onu da söylersek daha net bir tanım elde edeceğiz. Ö1.
2.16-2.18	Ö1	Gelen ışından yansıyan ışın.
2.18-2.20	A	O yansıyan ışın mı?
2.20-2.22	Ö1	Kırılan ışın.
2.22-2.25	A	Peki kırılan ışını nasıl tarif ederim? Başa döndük yine. (Gülüyor.)
2.25-2.27	Ö1	Saydam bir ortamdan başka saydam bir ortama...(Sessizce bitiyor cümlesini)
2.27-2.28	A	Ö3?
2.28-2.32	Ö3	Hocam ışık kaynağından çıkan ışın bir cisme çarpması çarptığı zaman
2.32-2.37	A	Evet. Çarptıktan sonra temas ettikten sonra ikinci saydam ortamda doğrultusu değişmiş olan ışın kırılan ışındır. Böyle tanımlayabilirim. Başka? Açılara geçelim. Gelme açısı var bir de kırılma açısı vardı değil mi? Gelme açısını nasıl tarif ederim? Ö9
2.37-2.39	Ö9	Gelen ışınla normal arasındaki açı.
2.39-2.41	A	Evet bir kavram daha öğrenmiştik. Normal ne o zaman? Önce normal tanımlayalım. Neydi Ö4?
2.41-2.43	Ö4	Hocam, normal iki açıya 90 derecelik dik gelen açıydı. E öyle bir çizgi yoktu ama biz hayal ediyorduk.
2.43-2.46	A	İki yüzeyi ayıran evet hayali olan 90 derece olan tam gelen ışına temas eden yerde bulunan değil mi? Peki şimdi söyleyin bakalım. Kırılma açısı neresi? Ö9?
2.46-2.48	Ö9	Gelen ışınla normal yüzeyinin arasındaki.
2.48-2.58	A	Evet . Bu gelen ışın bu da yüzeyin normal, arada kalan bu açı ne açısı oldu? Gelme açısı oldu. Evet güzel. Peki devam edelim. Kırılan ışını çizelim. Kırılan ışını şöyle göstereyim. Doğrultusu değişti değil mi? Normalde ışık nasıl gitmeliydi? Benim beklentim böyle değil mi? Hiç doğrultusu değişmeden ama farklı ortama geçtiği zaman doğrultusu değişiyor ve kırılıyor. Peki bu durumda kırılma açısı neresi acaba? Ozan?
2.59-3.01	Ö7	Hocam, normalle kırılan ışın arası.
3.01-3.05	A	Evet tam şurası da kırılma açısı olarak isimlendiriliyor. Başka kavram öğrendik mi aklınıza gelen bir şey var mı? Ö1?
3.05-3.07	Ö1	Kırılma açısıyla gelme açısı eşit.
3.07-3.09	A	Şu an eşit mi sence?
3.09-3.10	Ö1	Şu an....
3.11-3.14	Ö5	Kırılma açısı daha dar.
3.14-3.16	A	Eşit mi olmalı yoksa farklı mı olmalı?
3.16-3.18	Ö5	Farklı.
3.18-3.20	A	Neden? Ö5?
3.20-3.25	Ö5	Çünkü öğretmenim orada gelen ışın sabit gidiyor yani önceki açı şöyle bir şey ama suyun altına girdikten sonra böyle gitmesi gerekirken birazcık daha dik gidiyor. Oradaki dar açı birazcık daha daralıyor.
3.25-3.26	Ö1	(Ö1 eve anlamında kafasını sallıyor.)
3.26-3.32	A	Daralıyor. Bu nedenle farklı olması gerekir diyorsun. Başka Ö5 gibi düşünen var mı? Aksini düşünen var mı? Hiçbir şey düşünmeyen var mı? (En sonda sınıfın çoğu parmak kaldırıyor.) Niye hiçbir şey düşünmüyoruz? Hiçbir şey düşünmeyenlerin fikrini almak istiyorum. Eşit mi olmalı sizce? Gelme açısı kırılma açısına eşit mi olmalı? Öyle mi gözlemledik? Ö15?
3.32-3.37	Ö15	Eşit olmamalı çünkü gelen ışının e şey doğrultusunda tuttuğumuz şekilde kırıldığı için gelme açısı ile kırılma açısı arasında fark olmalı.
3.37-3.39	A	Herkes zaten bunu gözlemlemedi mi?
3.39-3.40		Evet. (sınıf)
3.41-3.55	A	Evet. Bir fark olması gerekiyor. Hatta burada biraz daha bu tarafa doğru büküldü. Değil mi? Ve buradaki açı daha az mı oluyor o zaman? Evet

		daha farklı olması gerekiyor bu kesin değil mi? Eşit değerler Ö1, güzel bir tartışma konusu başlattın. Peki şimdi bu kavramları da öğrendiğimize göre en son derste bir video izliyorduk. Şimdi o videodan devam edeceğiz. Bu arada ben size tahminlerinizi için kağıtlar dağıtmıştım. Şimdi gözlem kağıtları dağıtıyorum. Videoda gözlemlediğimiz şeylerin soruları var burada, bu soruları cevaplamanız gerekiyor.
3.55-3.57	Ö6	Hocam biz bunu yapmamış mıydık?
3.57-3.59	A	Bunu yapmadık.
4.00-4.01	Ö1	Yaptık.
4.01-4.03	Ö6	Yaptık hocam.
4.03-4.05	A	Gözlem?
4.05-4.07	Ö4	Evet.
4.07-4.09	A	Gözlemi yapmadınız, tahmin yaptınız.
4.10-4.11	Ö4	Ay evet tahmin yaptık.
4.11-4.13	A	Benziyor farkındayım ama farklı bir etkinlik.
4.13-4.15	Ö3	Hocam ben almadım?
4.15-4.16	A	A öyle mi? Ö6 uzatır mısın?
4.16-8.42	A	Şimdi şu an tahmin yazmanıza gerek yok. Arabada nasıl yol izlediğine bakalım hemen. Evet, videoyu bir daha detaylı olarak inceleyeceğiz. Ö1 şu pencereyi kapatabilir misin çok ses geliyor ya. Evet devam ediyorum bakın. Çok bariz görünüyor mu doğrultu değiştirdiği?
8.42-8.44	Ö6	Evet hocam.
8.44-8.46	A	Gördün mü?
8.46-8.47	Ö4	Evet.
8.47-8.49	A	Devam edelim. Dik gönderdiğim zaman ne oluyor?
8.49-8.52	Ö4	Aynı doğrultuda ilerliyor.
8.52-12.02	A	Evet. Peki şimdi arabalara bakalım.
12.02-12.04	A	Aynı bu şekilde hareket etti değil mi arabada?
12.04-12.06		Evet. (sınıf)
12.06-12.58		Bakın çok bariz görünüyor şu an. Biraz daha yavaş gösteriyor. Evet sanırım, evet bizim izlememiz gereken yer bitti. Şimdi sizden ne istiyorum, arabaların nasıl bir yol izlediklerini gözlemlediniz. Öncelikle kendiniz tek başınıza bu kısmı doldurun. Nedeni ne açıklayın, acaba neden doğrultusu değişti? Sizce sebep ne olabilir?
12.58-13.00	Ö5	Tartışacağız değil mi?
13.00-13.03	A	Ardından evet tartışacağız. Tabi hemen alttaki soruyu da yapabilirsiniz. Eğer düz gönderseydiniz nasıl olurdu? Sorusunu da cevaplayabilirsiniz.
13.03-18.00	A	Evet bitirdiniz mi? Tartışalım mı?
18.00-18.01	Ö4	Evet.
18.01-18.04	A	Peki o zaman. Fikirlerinizi merak ediyorum. Mesela Ö11'nin fikrini merak ediyorum.
18.04-18.07	Ö1Ö3	Arabanın doğrultusu değişti hocam. Çünkü ortam değişti.
18.07-18.09	A	Ortam evet. Ortamın değişikliği nasıl bir etki yapmış olabilir?
18.09-18.11	Ö1Ö3	Hocam yönünü değiştirmiştir.
18.11-18.13	A	Yönünü değiştiriyor. Peki Ö11 gibi düşünen var mı? Ö4?
18.13-18.16	Ö4	Araba yüzey değiştirdiği zaman doğrultusu biraz daha ışık gibi kırılıyor.
18.16-18.18	A	Işığa benziyor bu açıdan diyorsun. Başka?
18.18-18.28	Ö6	Bence hocam yüzey girintili çıkıntılıydı. Araba sürtünme kuvvetinden dolayı işi zorlaştı. Yani yüzey değiştirdiğinde şöyle onu yine cam da olabilirdi. Yine camda da değiştirebilirdi ama bence sadece yüzeyinden değil yüzeydeki, yüzeyin maddesinden olabilir.
18.28-18.30	A	O madde nasıl bir yapıda?
18.30-18.32	Ö6	Böyle hocam girintili çıkıntılı.
18.32-18.35	A	Girintili çıkıntılı. O nasıl bir etki yapıyor olabilir? Girinti çıkıntı? Ö15?
18.35-18.37	Ö8i	Sürtünme kuvvetini artıyordu.
18.37-18.39	A	Sürtünmeyi artıyor olabilir. Peki sürtünme artarsa ne olabilir acaba? Ö1?
18.39-18.41	Ö1	Araba yavaşlar.
18.41-18.43	A	Yavaşlayabilir. Güzel. Yavaşlaması neye yol açıyor o zaman? Ö9?
18.43-18.45	Ö9	Eğri bükürü yollarda hani doğrultuyu değiştirmesine yol açabilir.
18.45-18.47	A	Evet. Hiç böyle bir deneyiminiz oldu mu daha önce? Mesela bisiklet sürerken? Evet Ö8.
18.47-18.53	Ö8	Şimdi düz zemin vardı bir de şey vardı. Ben arabayı geri çektim. Böyle bıraktığımda böyle gitti ama doğrultusu değişti yani. Nasıl desem dümdüz gitmedi.
18.53-18.55	A	Dümdüz gitmedi. Peki sen belli bir açıyla mı göndermiştin? Dik mi gönderdin belli bir açıyla mı?
18.55-18.57	Ö8	Küçüktüm ya hatırlamıyorum.

18.57-18.59	A	Hatırladığın bir şey var o da doğrultusunun değiştiği mi?
19.00-19.01	Ö8	Evet.
19.02-19.05	A	Güzel. Yani toparlayalım şimdi. Neden doğrultusu değişmiş olabilir? Aklınızda hangi fikirler kaldı şu an? Evet Ö13?
19.05-19.07	Ö13	Sürtünmeden dolayı.
19.07-19.09	A	Sürtünmeden dolayı ne olmuş olabilir dedik?
19.09-19.11	Ö13	Yönü değişmiş olabilir.
19.11-19.13	A	Yönü değişmiş olabilir dedik. Evet şimdi başka? Evet Ö2?
19.13-19.20	Ö2	Ee kırılma normalde saydam bir ortamdan başka bir saydam ortama geçince oluyordu. Ee bunların ikisi de saydam değil. Saydam olmayan bir ortamdan başka bir saydam olmayan ortama geçince de doğrultusu değişmiş olabilir.
19.20-22.00	A	Evet. Ama bizim videomuzda arabaydı geçen şey bizim etkinliğimizde ise ışık. İkisi bambaşka malzemeler değil mi? Ama bakalım aralarında bir benzerlik var mı bunu anlamaya çalışacağız. Şimdi ne yapacağız çocuklar bu videoyla bizim yaptığımız deney arasında bir bağlantı kurmaya çalışacağız. Daha ayrıntılı bir şekilde acaba doğrultusu neden değişiyor, bunu benzerlikle daha detaylı inceleyerek anlamaya çalışacağız. Şimdi bir benzerlik var burada. Buna analogi deniyor. Bir benzetmedir yani bu. Elektrikte yapmıştık, elektrik devresinde hatırlarsanız. Su tesisatını neye benzetmiştik? Elektrik devresine. Bazı benzerlikler vardı, bazı farklılıklar vardı. Evet şimdi ona benzer bir durum bu deneyde de var. Burada videoda izlediğimiz şeyle arabanın doğrultusu değişmesiyle, ışığın doğrultusunu değiştirmesi arasında benzerlik kuracağız ve ışığın doğrultu değiştirme sebebinin bu benzerlik yoluyla anlamaya çalışacağız. Tamam? Şimdi size sormam gereken bir şey var. Bizim izlediğimiz videoda araba neyi temsil ediyor? Yaptığımız deneyle ilişkilendiriyoruz şu an. Ozan?
22.00-22.02	Ö7	Hocam ışık ışını.
22.02-22.05	A	Işık, evet lazer ışınını temsil ediyor. Bunda hemfikir miyiz?
22.05-22.06		Evet (sınıf)
22.06-22.09	A	Evet. Peki yüzeylere bakalım şimdi. Ee başlangıçta sert bir yüzey var değil mi? Sert yüzey acaba neyi temsil ediyor olabilir? Ö12.
22.09-22.10		(Ö12 sessiz kalıyor)
22.10-22.13	A	Yaptığımız deneyi düşün sert yüzey var. Neyi temsil ediyor acaba?
22.13-22.14	Ö12	Hava.
22.14-22.16	A	Havayı temsil ediyor olabilir değil mi?
22.16-22.18	Ö12	Evet.
22.18-22.21	A	Peki. Videoda yumuşak bir yüzey vardı değil mi yumuşak bir halı kullanmıştı. Peki o bizim deneyimizde neyi temsil ediyor o zaman? Ö14?
22.21-22.23	Ö14	Su.
22.23-22.25	A	Suyu temsil ediyor. Şimdi toparlayalım benzetmeyi. Lazer neye benziyor bir kişi söylesin. Evet Ö3.
22.25-22.27	Ö3	Hocam, araba lazere, hava sert yüzeye, su da halıya benziyor.
22.27-22.31	A	Su da yumuşak yüzeye benzettik. Çok güzel. Pekala şimdi ben size temel özelliğinden bahsetmek istiyorum. Bir arabayı düşünün. Arabada iki farklı tekerlek vardır değil mi?
22.31-22.32		Evet (sınıf)
22.32-24.03	A	Evet. Burada kullandığımız lazer ışığındaysa tekerlek benzeri iki ayrı yapı var mıydı? Yoktu. Bu açıdan benzerlik taşımıyordu değil mi? Ama şöyle bir ortak noktaları olduğunu kabul edeceğiz. Eğer ben bir lazer ışınını bir mikroskopla görme şansım olsaydı yani mikroskop benzeri bir aletle çok daha detaylı görme şansım olsaydı lazer ışınının tek bir ışık ışınından oluşmadığını görecektim. Lazer ışını aslında birden fazla ışık demetinden oluşur. Tabi biz bunu tel bir ışık ışını varmış gibi görüyoruz değil mi? Tek bir çizgi halinde görüyoruz. Oysaki birden fazla ışık demeti bir arada bulunur, bir ışık huzmesi yani demet oluştururlar. Bu açıdan baktığımız zaman arabanın da iki tekerleği var. Hatta şöyle söyleyeceğim, bu ışık demetleri aslında yakından baktığımız zaman bir ışık bandı oluşturuyor, bir kemer, bir kuşak gibi düşünün. Yani kenarları var. Belli bir genişliğe sahip tek bir çizgiden oluşmayan bir kuşak düşünün. Şöyle (tahtaya çiziyor). Burada bir sürü bizim göremediğimiz aslında ışık demetleri var ve ışığın belli bir genişliği var. Tıpkı arabanın iki kenarındaki tekerlek gibi belli bir genişliğe sahip olduğunu düşüneceğiz. Tamam? Gerçekte böyle ama tabi göremiyoruz lazer ışınını. Bize tek bir incecik bir ee ip gibi sanki ışık ışınıymış gibi geliyor ama birden fazla ışık ışınından oluşuyor. Çok yakından baktığımız zaman onun kenarlara sahip olan bir kuşak gibi göründüğünü hayal edin.

		Tamam mı? Gerçekte böyle çünkü. Şimdi..Işığın böyle iki kenara sahip içindeki bir çok ışık demetinden oluştuğunu varsayarak ve düşünerek şimdi kırılma olayını daha detaylı bir şekilde anlamaya çalışacağız. Şimdi kenarlarını temsil ettiğini söyledim. Yani bizim videoda gösterdiğimiz arabanın iki tane tekerleği ışık ışımının iki tane kenarını temsil edecek. Tamam mı? Bu temel özelliğimiz. Şimdi o zaman başlıyoruz. Biz suya belli bir açıyla ışık ışını gönderdiğimiz zaman ne gördük? Belirli bir açı kullandığımız zaman ne oldu Ö12?
24.03-24.03	Ö12	Kırıldı.
24.03-24.07	A	Doğrultusu değişti kırıldı değil mi? Şimdi arabada ne gördük peki? İzlediğimiz videoda ne oldu? Ö9?
24.07-24.29	Ö9	Arabanın yönü değişti halıda.
24.29-24.35	A	Orada da yine kırılma diyebilirim ona. Doğrultusu değişti arabanın. Şimdi bunu bir daha detaylı düşünelim. Işık ışınıyla araba arasında bir benzerlik kuracağım. Bu arabanın iki kenarı da belli bir açıyla gönderildiği zaman ortama aynı anda mı giriyorlar?
24.35-24.36	Ö5	Hayır öğretmenim.
24.36-24.39	A	Videoyu bir daha izleteyim mi? Tekrar bakın. Şuradayken belirli bir açıyla geliyor. Aynı anda mu girmiş oluyorlar?
24.39-24.40		Hayır hocam. (sınıftan sesler.)
29.41-29.43	A	İki tekerlek de yumuşak zemine aynı anda mı giriyor?
29.43-29.44		Hayır (sınıf)
29.44-29.45	Ö1	Çapraz.
29.45-29.47	Ö6	Evet hocam.
29.47-29.49	Ö5	Soldaki ilk giriyor.
29.49-29.51	A	Önce hangisi giriyor?
29.51-29.52	Ö5	Soldaki.
29.52-29.54	A	Şu kısım mı giriyor?
29.54-29.56		Evet (sınıf)
29.56-29.59	A	Önce soldaki giriyor. Evet bu sizin için bir ipucu. Peki ışık ışımında da aynı şey mi oluyor? Evet şimdi ışık ışını bir kenara bırak. Sadece arabaya odaklanın. Tekerleklerden önce bu mu yumuşak zemine giriyor?
30.00-30.01		Evet (sınıf)
30.01-30.03	A	Evet. O zaman acaba bu tekerlekle bu tekerleğin arasındaki farklılık ne olabilir?
30.03-30.04	Ö1	Zaman.
30.04-30.06	A	Zaman farkı var. Başka nasıl farklılık var? Ö4?
30.06-30.08	Ö4	Yön.
30.08-30.10	A	Yön. İkisinin de doğrultusu şu an farklı mı? Biri bir tarafa biri bir tarafa mı gidiyor? Farklı mı yönleri Ö4?
30.10-30.11	Ö3	Hayır hocam.
30.11-30.13	Ö4	Bilmiyorum işareti yapıyor.
30.13-30.15	A	Yani tekerleklerin dönme olasılığı var mı?
30.15-30.16	Ö4	Cıks.
30.16-30.19	A	Yok. İkisinin doğrultusu aynı aslında. Farklılık nedir burada? Ö6?
30.19-30.21	Ö6	Birincisi diğerinden farklı hocam. Yukarı kısımdaki tekerlek daha erken giriyor.
30.21-30.22	A	Daha erken giriyor.
30.22-30.24	Ö6	Alttaki tekerlek daha geç giriyor.
30.24-30.25	A	Ö1?
30.25-30.27	Ö1	O daha erken giriyor.
30.27-30.29	A	Evet daha erken giriyor. Neden erken giriyor? Neden daha erken girdi?
30.29-30.30	Ö1	Çünkü..
30.30-30.32	A	Ö13 niye erken girdi?
30.32-30.34	Ö13	Öndeki tekerlek daha önde olduğu için.
30.34-30.35	A	Daha?
30.35-30.37	Ö13	Önde olduğu için.
30.37-30.39	A	Önde olduğu için yani doğrultusu değiştiği için mi?
30.39-30.40		Evet (sınıf)
30.40-30.43	A	Belirli bir açıyla soktuğum zaman bu şekilde soktuğum zaman önce hangisi temas ediyor?
30.43-30.44	Ö4	Ön tekerlek.
30.44-30.46	A	Soldaki. Şurayı sol kabul edelim. Soldaki tekerlek daha önce giriyor.
30.46-30.47	Ö1	Evet.
30.47-30.49	A	Yani yumuşak zeminle önce soldaki tekerlek mi karşılaşıyor?
30.49-30.50		Evet. (sınıf)
30.50-30.52	A	Bu bizim için bir ipucu olabilir mi acaba?

30.52-30.53		Evet. (sınıf)
30.53-30.55	A	Nasıl? Ne yapıyor? O karşılaştığı yüzeyle nasıl bir etkileşime geçiyor tekerlek? Ö3?
30.55-30.57	Ö3	Hocam sol tekerlek önce girdiği için biraz daha yavaşlıyor.
30.57-30.58	A	Neden yavaşlıyor?
30.58-31.02	Ö3	Hocam çünkü yumuşak zeminde sürtünme artıyor. Sürtünme artınca hızı düşüyor. Hız düşüncü de şey oluyor işte yavaşlıyor. Hocam ilk sol tekerlek giriyor. O biraz yavaşlıyor. Ondandır sağ teker ondan daha hızlı girdiği için biraz yön değişikliği.
31.03-31.04	Ö5	Evet hocam Ö3'a katılıyorum.
31.04-31.05	A	Nasıl Ö5?
31.05-31.07	Ö5	Hocam arkadaşımızın dediği gibi sol tekerlek giriyor halı yüzeyine.
31.07-31.08	A	Önce sol tekerlek giriyor.
31.08-31.14	Ö5	Sol tekerlek yavaşlamaya başlar doğal olarak. Hocam sağ tekerlek geldiği hızla halıya girdiği için hocam şey orada girdiği zaman sol tekerlek birazcık şey oluyor.
31.14-31.16	A	Yani şu girme anında aralarında bir hız farkı mı oluşuyor?
31.16-31.17		evet (sınıf)
31.17-31.19	A	Bu hız farkının sebebi ne? Ö10?
31.19-31.22	Ö10	İlk başta giren ve sonra giren tekerlek cisimler üzerindeki pürüzlülük, mesela yumuşak ortam daha pürüzlüdür ama diğer tekerlek geride kaldığı için normal düz yüzeyde olur.
31.22-31.25	A	Yumuşak halı tekerleğe nasıl bir etki yapmış oldu şu soldaki tekerleğe? Ö14nür?
31.25-31.26	Ö14	Sürtünme yavaşlattı.
31.26-31.28	A	Sürtünme kuvveti uyguladığı için yani daha çok sürtünme uyguladığı için yavaşlattı mı onu?
31.28-31.29		Evet (sınıf)
31.29-31.31	A	Peki bu sırada diğer tekerlek ne durumda? Diğer tekerlek Ö15?
31.31-31.34	Ö15	O halıyla karşılaşmamış durumda o yüzden arasında fark var. İlk önce soldaki tekerlek halıya doğru girdiği için o yavaşlamaya başlıyor ve o yüzden yön değiştiriyor.
31.34-31.36	A	Şimdi, bu tekerlek evet. Bu tekerlek yavaşladı diğer tekerlek ise alttaki tekerlek ise hala daha mı hızlı dönüyor?
31.36-31.37		Evet (sınıf)
31.37-31.39	A	Evet. Peki bu hız farkı neye yol açmış oldu o zaman? Neye yol açtı Ö1?
31.39-31.40	Ö1	Kırılma.
31.40-31.42	A	Arabanın doğrultusunun değişmesine yol açmış oldu değil mi? Şimdi izleyelim bakalım. Bir daha görelim.
31.42-31.44	Ö5	Önce sağ kırılacak daha hızlı olduğu için. Evet sağ kırılıyor
31.44-31.45	A	Bakalım.
31.45-31.47	Ö5	Evet sağ kırılıyor.
31.47-31.49	A	Nasıl, ne tarafa doğru gidiyor?
31.49-31.50		Sağa doğru (sınıf)
31.50-31.51	Ö3	Sola doğru.
31.51-31.52	Ö6	Sola doğru.
31.52-31.53		Sola yukarı doğru gidiyor değil mi?
31.53-31.54		Evet (sınıf)
31.54-31.56	A	Değil mi? Sola doğru kırıldı. Çünkü hızlı olan taraf diğer tarafa doğru döndürmüş oluyor. Yani tahminleriniz doğru çıktı değil mi?
31.56-31.58	Ö1	Hıhım. Hocam tekerler plastik ya yavaşlayınca..
31.58-32.00	A	Çok bariz görünüyor değil mi? Evet Ö4?
32.00-32.02	Ö4	Suda düz yollarsak ee lazer ışınını kırılmıyor.
32.02-32.07	A	Evet. Oraya da geleceğiz. Şuraya bir daha bakın. Bunu aklında tut Ö4. Bakın yavaş gösteriyor bu sefer yavaş çekimde. Gördün değil mi? Şimdi bir daha toparlayalım mı bu kısmı? Neden doğrultusu değişiyormuş? O zaman bir kişi bunu toparlasın bize neden doğrultusunun değiştiğini. Evet Ö2.
32.07-32.09	Ö2	İlk baş soldaki tekerlek girdiği için o yavaşlıyor yumuşak yüzeyde.
32.09-32.10	A	Yavaşlama sebebi neydi?
32.10-32.11	Ö2	Sürtünmenin olması.
32.11-32.12	A	Yumuşak yüzey vardı.
32.12-32.14	Ö2	Sağdaki hala hızlı olduğu için o da sonradan girince doğrultusu değişiyor. Bu nedenle kırılıyor.
32.14-32.16	A	Diğer tekerlek hala hızlıydı. Orada daha çok dönüyor bu nedenle ne

		oldu? Doğrultusunu değiştirmiş oldu.
32.16-32.17	Ö6	Hocam bir şey sorabilir miyim?
32.17-32.18	A	Peki şimdi pardon Ö6 evet dinliyorum.
32.18-32.22	Ö6	Hocam soldaki tekerlek yavaşladığı için yukarıdakinin hızı aynı demiştiniz ya hocam benim şöyle bir fikrim var. Ama hocam soldaki yavaşladığında arabanın hızı biraz daha yavaşlayamaz mı? Bu yüzden de sağdaki tekerlek de yavaşlayamaz mı?
32.22-32.23	Ö3	Evet Ö3 ne diyorsun?
32.23-32.27		Hocam zaten artık son onun hızı şey oluyor yani mesela yolun yarısında çakıl taşı olduğunu düşünelim yarısında da normal beton giderken hangi taraf daha çok sallanıyor mesela sol taraftaki teker çakıllı taşta biraz daha yavaşlıyor böyle takır tukur yapmaya başlıyor. Sonra diğer taraf yine hiç sallamadan.
32.27-32.29	A	Diğer tarafın yavaşlama sebebi nedir?
32.29-32.32	Ö3	Hocam çakıl taşları girintili çıkıntılı olduğu için sürtünme oluyor. Sürtünmeden hızı düşüyor.
32.32-32.34	A	Diğer tarafta sürtünme var. Hızı biraz daha fazla mıdır?
32.34-32.33	Ö3	Evet.
32.33-32.38	Ö6	Ben de şöyle bir şey düşünüyorum. Hani hocam soldaki çakıl taşlarının arasına girdi ya arabanın hızını da düşürmez mi? Arabanın hızı düştüğü için yine sağdaki tekerleğin de hızı düşebilir.
32.38-32.40	A	Yani o zaman ikisinin de hızı eşit miktarda mı düşmüştür diyorsun?
32.40-32.42	Ö6	Evet hocam. Sadece birinde sürtünme daha azdır birinde daha fazladır.
32.42-32.43	A	Peki eğer ikisinin de hızı eşit miktarda düştüyse
32.43-32.44	Ö5	Ben ona katılmıyorum.
32.44-32.46	A	Arabanın doğrultusunu değiştiren şey ne olabilir o zaman?
32.46-32.47	Ö5	Hocam ben bir şey diyebilir miyim?
32.47-32.48	Ö6	O girintili çıkıntılı bölgeler olabilir.
32.48-32.49	A	Peki o girintili çıkıntılı bölge nasıl bir etki yapıyor olabilir?
32.50-32.51	Ö6	Sürtünme kuvvetiyle yavaşlatıyor.
32.51-32.52	A	Neyi yavaşlatıyor olabilir?
32.52-32.53	Ö6	Arabayı.
32.53-32.54	A	Arabanın neresini ama?
32.54-32.55	Ö6	Tekerleğini.
32.55-32.56	A	Tekerleğini, hangi tekerleğini?
32.56-32.57	Ö6	Ee ikinci.
32.57-32.58	A	Ama ikisi de aynı girmiyorlar.
32.58-32.59	Ö3	Evet işte.
32.59-33.00	Ö6	Soldakini yavaşlatıyor.
33.00-33.02	A	O zaman soldaki kesin yavaşlıyor mu diyorsun?
33.02-33.03	Ö6	Hocam işte..
32.03-32.06	A	Eğer araba bütün olarak yavaşlıyorsa arabanın eğer hiçbir şekilde hızı değişmiyorsa bu doğrultu değişimine yol açan şey ne olabilir o zaman Ö6?
32.06-32.07	Ö3	Hocam arada dururdu o zaman.
32.07-32.09	Ö6	Yani hocam ben şöyle düşünüyorum. Hani size demiştim ya girinti çıkıntılar yüzünden ikisi de aynı yöne gidiyor diyorum ben.
32.09-32.11	Ö5	Hocam bir şey diyebilir miyim?
32.11-32.12	A	Evet Ö5.
32.12-32.17	Ö5	Öğretmenim bence hız, iki tekerin hızı aynı değil. Hocam çünkü birincisi girdiği yer hocam ilk üstteki tekerlek giriyor haliya ilk hocam, ilk başta bir hız farkı yoktur. Ama ortalara doğru hız eşitlenmiştir yani başta bence hız farklıdır ama ortasına geldiğinde yani dört tekeri de halının üzerine bastığında hız eşitlenir.
32.17-32.19	A	İkisi aynı anda değerse mi eşitlenir diyorsun?
32.19-32.20	Ö5	Evet. İkisi de aynı anda değerse.
32.20-32.27	A	Peki şimdi biz geçen sene sürtünme kuvvetini öğrenmiştik değil mi 6. Sınıfta? Sürtünme kuvvetinin cisimlere etkisi nasıldı, nasıl bir etkisi vardı? Sürtünme kuvveti ne yapardı Ö4?
32.27-32.28	Ö4	Yavaşlatır.
32.28-32.30	A	Yavaşlatır. Bunda hemfikir miyiz?
32.30-32.33		Evet (sınıf)
32.33-32.35	A	Evet. Dolayısıyla burada ikisi de farklı zamanlarda girdikleri için bir tanesi daha çok sürtünmeye maruz kalıyor diyebilir miyim?
32.35-32.36		Evet (sınıf)
32.36-32.38	A	Peki bu nedenle ilk giren tekerlek yavaşlıyor diyebilir miyim?
32.38-32.39		Evet (sınıf)

32.39-32.45	A	Ama diğer tekerlek hala aynı yüzeyde olduğuna göre onun hızında bir değişiklik olmasını bekler misin? Evet belki değişir, bir miktar azalır. Çünkü diğer tekerlek bunu yavaşlamaya zorlayacak değil mi? Ama birbirinin aynı hıza sahip olmalarını bekler miyim?
32.45-32.46	Ö5	Hayır.
32.46-32.50	A	Çünkü henüz temas etmedi. Hala diğer yüzeyde devam ediyor hareketine. Evet dediğin şey mantıklı aslında arabanın ee genel olarak hızına etki etmiş olabilir tekerleğin girişi.
32.50-32.51	Ö6	Evet.
32.51-32.57	A	Ama diğer tekerlek ise hala diğer yüzeye temas ettiği için onun hızı diğerine göre hala hızlı diyebilirim o zaman. Bu durumda ne oldu? Tekerleklerin hızlarının farklı olması doğrultularını değiştirdi ve benim gözlemim de zaten bu yönde oldu değil mi? Buraya kadar tama mı?
32.57-32.58		Evet (sınıf)
32.58-33.00	A	Peki ben size bir soru sordum orada. Arabayı eğer dik gönderirsem ne olur? Ara verelim ikinci ders tartışalım olur mu?
33.00-33.02	A	Evet şimdi nerede kaldık? Parmak kaldırın. Kim hatırlatmak ister? Ö4?
33.02-33.05	Ö4	Hocam ışık farklı açılarla gönderildiğinde kırılıyordu. Ama dik gönderildiğinde kırılmıyordu. Araba düz gönderildiğinde neden kırılmıyor?
33.05-33.07	A	Evet araba kırılıyor mu, kırılmıyor mu bunu tartışacaktık.
33.07-33.08	Ö3	Evet hocam.
33.08-33.10	A	Arabayı iki yüzeye dimdik gönderdiği zaman kırılır mı, kırılmaz mı ve gerekçesiyle sizden cevap bekliyorum.
33.10-33.11	Ö6	Farklı iki yüzey mi aynı iki yüzey mi?
33.11-33.12	A	İki farklı yüzey.
33.12-33.13	Ö6	Arabayı gönderdik.
33.13-33.14	A	Evet. Ö11 ne diyorsun?
33.14-33.16	Ö1Ö3	Hocam bence kırılmaz çünkü iki tekerlek aynı anda giriyor.
33.16-33.18	A	Aynı anda girerse ne değişiyor orada ya da ne değişmiyor?
33.18-33.19	Ö1Ö3	Hocam dümdüz devam ediyor.
33.19-33.20	A	Dümdüz devam ediyor. Bir şey değişmez diyorsun. Başka Ö10?
33.20-33.23	Ö10	Hocam ben kırılır diyorum. İki tekerlek girerse o zaman her iki tekerlek de yavaşlar. Araba yavaşlar, sürtünme kuvvetinden. E sürtünme kuvveti de yön değiştiriyordu, yönünü değiştiriyordu. O şekilde düşünerek yaptım. Sürtünme kuvveti cismin yönünü mü değiştiriyor?
33.23-33.24	A	Evet.
33.24-33.25	Ö6	Evet...Hayır yavaşlatıyordu.
33.25-33.26	Ö10	Ö10 ne dedin duyamadım?
33.26-33.27	A	Yavaşlatıyordu.
33.27-33.28	Ö10	Yavaşlatıyordu.
33.28-33.31	A	Yavaşlatıyordu. Tekerleklerin ikisi de aynı anda girerse tekerlekler yavaşlamış mı oluyor?
33.31-33.32	Ö1	Evet.
33.32-33.34	A	Peki buradan devam edelim. Tekerleklerin ikisi de aynı anda mı yavaşlamış oluyorlar?
33.34-33.35	Ö1	Evet.
33.35-33.37	Ö6	Hayır hocam tekerleklerin hepsi aynı anda yavaşlamıyor. Arkada da iki tane tekerlek var.
33.37-33.38	Ö5	Evet.
33.38-33.40		Evet ama önden giren iki tekerlek de biz sadece önden giren tekerleklere bakmıştık değil mi?
33.40-33.41	Ö6	Evet.
33.41-33.42	A	Ö14 sen ne diyorsun?
33.42-33.43		(Ö14 sessiz, o sırada dersi dinlemiyordu.)
33.43-33.44	A	Ö14'nın bir fikri yok herhalde.
33.44-33.46	A	Başka? Evet dimdik gönderdiğimiz zaman Ö2?
33.46-33.49	Ö2	Bence de kırılmaz. İkisi de aynı anda girdiği için sürtünme ikisine de aynı etkiyi yapacak. Bir süre sonra sadece ikisi aynı anda dururlar.
33.49-33.51	A	Peki hızlarında bir değişiklik olur mu sence?
33.51-33.52	Ö2	Sürtünme nedeniyle yavaşlayabilir.
33.52-33.54	A	Hızı yavaşlayabilir. Peki Ö6 sen ne diyorsun?
33.54-33.58	Ö6	Hocam öndeki iki tekerlek yavaşladığından dolayı arabayı da yavaşlatabilir. Arkadaki iki tekerlek sürtünmesiz ortamda olabilir ama yine öndeki gibi yine aynı hızda olabileceğini düşünüyorum. Bu yüzden hocam yönleri değişmeyebilir diye düşünüyorum.
33.58-34.03	A	Bir önceki duruma tekrar geri dönelim. Belli bir açı ile gönderdiğimde doğrudu değişimine yol açan şey tam olarak neydi? Neden doğrudu

		değişiyordu?
34.03-34.04	A	Ö3?
34.04-34.06	Ö3	Hocam sürtünme nedeniyle çünkü bir teker diğerinden daha önce yavaşlıyordu. Diğeri daha hızlı olduğu için
34.06-34.08	A	Hangisi daha önce yavaşlıyordu?
34.08-34.10	Ö3	Hocam buradakine göre ise sol taraftaki daha önce yavaşlıyordu yani
34.10-34.12	A	Hangi bölgeye giren öyle söyleyelim.
34.20-34.25	Ö3	Evet hocam ilk yumuşak bölgeye giren daha önce yavaşlıyor çünkü sürtünmeli ortama giriyor. Diğeri hala ne kadar da olsa diğerinden bayağı bir yani sürtünmesiz ortamda
34.25-34.27	A	Peki oradan devam edelim. Bir tanesi sürtünmeli yüzeye girdi, (IRF) yavaşladı diğeri hala hızlı. Bu ikisinin hız farkı neye yol açtı? Ö9?
34.27-34.29	Ö9	Doğrultunun değişmesine.
34.29-34.32	A	Doğrultunun değişmesine. Yani hangi, ne tarafa doğru arabanın doğrultusu değişti? Ö4?
34.32-34.34	Ö4	Hocam yavaş olan tarafa doğru.
34.34-35.03	A	Yavaş olan tarafa doğru neden böyle olmuş olabilir? Yavaş olan tarafa..Neden? Ö13?
35.05-35.06	Ö13	Çünkü ee ilk o ilk girdiği tekerlek sürtünmeli alana ilk o girdiği için yönünü değiştiriyor.
35.07-35.10	A	Yavaşladı. Diğer taraf hala hızlı mı dönüyor?
35.11-35.12		Evet (sınıf)
35.13-35.52	A	Diğer tarafın hala hızlı olması ne yapmış olabilir? NE yapmış olabilir daha hızlı döndüğü için nasıl bir etki yapıyor acaba? Ö4?
35.52-35.53	Ö4	Doğrultunun bu tarafa doğru gitmesini sağlıyor.
35.53-35.56	A	Bu tarafa doğru yönlendiriyor olabilir mi?
35.56-36.05	Ö3	Evet. Daha hızlı gidiyor çünkü.
36.05-36.46	A	Videoya tekrar bakalım mı dikkatli bir şekilde? Çünkü bunu anlarsak bütün ışık kırılmasına hep bunun üzerinden yorum yapacağız. O yüzden çok ayrıntılı gösteriyorum.
36.46-36.49	A	Şimdi bakın ilk başta yukarıdaki tekerlek daha önce giriyor, daha yavaşlıyor, daha çok yavaşlıyor. Diğeri daha daha mı hızlı?
36.50-37.06		Evet (sınıf)
37.08-37.19	A	Evet. Peki bu neye yol açıyor, bakın. Ne tarafa doğru yöneldi?
37.19-37.27	Ö5	Hocam üstteki tekerlek zorluyor diğer tekerleği.
37.31-37.49	A	Evet. Üstteki tekerlek, alttaki tekerleği ne tarafa doğru kendi tarafına doğru dönmesi için zorluyor değil mi? Daha yumuşak yüzeye ilk giren tekerleğin tarafına doğru döndürüyor aslında değil mi? Aslında döndüren hızlı tekerlek. Daha hızlı döndüğü için diğer tarafa doğru dönmesine yol açıyor. Bakın bir daha. Görebildiniz mi? Şimdi hızlandırarak göstereceğim.
37.49-37.51	Ö3	Hocam çıkarken de diğeri daha önce çıktığı için..
37.50-37.51	A	Evet. Bak gördün mü? Buradan da çok net görünüyor değil mi?
37.52-38.48	Ö1	Aynı bunun gibi.
38.39-38.55	Ö5	Yine üstteki daha önce çıkıyor.
38.56-38.57	Ö3	Üstteki daha önce çıkıyor. Bu sefer...
38.57-38.59	A	Evet çok bariz görünüyor değil mi?
38.59-39.03	Ö1	Hocam üstteki ile alttaki sanki aynı dokuda ama o arada değişiyor.
39.03-39.08	A	Arabanın doğrultusuna dikkat edin. Ne tarafa doğru gitti? Yukarıya doğru dönüyor değil mi? Böyle daha güzel görünüyor. Gördün değil mi? Sola doğru. Yani yumuşak tekerleğin geçtiği yere doğru daha doğrusu yumuşak yüzeye ilk giren tekerleğin tarafına doğru aslında bu alttaki tekerlek onu o tarafa doğru döndürmüş oluyor. O tarafa doğru yönelmiş oldu. Doğrultusu değişti. Şimdi geri dönelim. Dik gönderdiğimiz zaman iki yüzeye acaba doğrultu değişir mi değişmez mi? Şimdi bir daha tartışalım. Ö15?
39.05-39.13	Ö8i	Bence değişmez ama biz orada çok küçük bir kırılma görüyor gibi kendimizi sanırız. Çünkü suya da lazeri tuttuğumuzda orda farklı bir ortama geçtiği için ee biraz daha önde duruyordu. Değişmiş gibi bize gözüküyordu ama bizi yÖltmeye çalışıyordu. Aslında kırılmıyordu. Araba da haliya geçince aynı böyle olur. Kırılmış gibi gözükür fakat aslında kırılmamıştır farklı bir ortama girdiği için öyle gözükmektedir.
39.15-39.16	A	Kırılmamasının sebebi ne olabilir peki?
39.16-39.17	Ö8i	Kırılmamasının sebebi iki tekerleğin öndeki iki tekerleğin aynı hızda ve aynı anda haliya geçmesi, onun kırılmaması.
39.17-39.23	A	İkisi de aynı anda girdiği zaman arabanın ne oluyor ya da ne olmuyor da kırılmıyor? Ö3?

39.23-39.24	Ö3	Hocam, birbirlerinden yani üstteki tekerlek alttakinden daha önce girmiyor. Eşit zamanda giriyorlar. Hocam ikisi de aynı anda girdiği zaman ikisi de aynı şekilde yavaşlıyorlar. Mesela bundaki gibi öndeki biraz daha önce girse yine doğrultusunu değiştirecektir ama ikisi de aynı anda girdi birbirlerinden bir fark yoktu o yüzden.
39.24-39.27	A	İkisinin de aynı anda girmiş olması hızlarını aynı anda yavaşlattığı için biri diğerine herhangi bir kuvvet uygulamadı ve doğrultu değişimi yani arabanın yalpalaması, doğrultusunun değişmesi, kırılması gibi bir şey ortaya çıkmamış oldu. Ö5?
39.27-39.28	Ö5	Öğretmenim hani şey, arabanın doğrultu değiştirmesi tekerleğine bağlı olsaydı öğretmenim şimdi mesela ben şunu çıkartırdım şuradan, hani burada sol üst tekerleğe doğru şey olmuş. Hani onun açısına doğru gönderilmiş ya, öğretmenim mesela ben şöyle bir deney yapardım, mesela öğretmenim ilkte şu kağıt ya üstten yollamış ya bir de şuradan yollardım öğretmenim eğer aynı sonuç oluyorsa tekerleğe bağlıdır derdim.
39.33-39.34	A	Şuradan derken farklı yönden mi?
39.35-39.36	Ö5	Evet, farklı yönden. Mesela aynı şekilde aşağıdan yollasaydı hani ilk sağ tekerlek girecek ya halının üzerine sağa doğru kırsaydı tekerleğe bağlı olurdu. Ben onu çıkartamıyorum.
39.48-39.49	A	Yani şu an neye bağlı olduğunu çıkartamıyor musun?
40.00-40.02	Ö5	Hocam ben şu an tekerleğe bağlı diyorum. İkisi de aynı anda girdiği için ben değiştirmeyi diyorum.
	A	İkisi aynı anda girdiği için hızını değiştirmeyeceğinde hemfikir miyiz şu an?
40.53-40.54		Evet (sınıf)
40.54-40.55	A	Evet. Peki o zaman şimdi şöyle bir şey yapalım. Bu etkinliği toparlayalım. Aynı şeyi ışık için düşüneceğiz şimdi. Işık ışınları havadan suya belli bir açıyla girdiği zaman acaba ne oluyor? Ben size konunun başında dedim ki ışık ışınları gerçekte ince iplik şeklinde değildir. Tek bir ışık ışını şeklinde değildir. Belli bir kalınlığı vardır, kenarları vardır tıpkı bir kuşak gibi bir kemer gibi ya da bambaşka kalınlığı olan bir şey gibi düşünecektik biz onu. Kenarları olan, belli bir kalınlığa sahip olan bir bant gibi düşünecektik. Böyle düşünerek ve bu arabayı da düşünerek şimdi havadan suya gönderdiğim, belli bir açıyla gönderdiğim ışık ışını, neden kırılıyor acaba? Neden doğrultusu değişiyor? Bunu anlatabilir misiniz? Bir benzerlik kurmaya çalışalım. Ö2?
40.57-41.02	Ö2	O ışıklardan da biri daha önce girmesi nedeniyle hani o daha önce çıkacak doğal olarak suyun içinden bu sefer diğeri ondan daha arkada çıkacağı için bu sefer hani kırılmış gibi gözükabilir.
	A	Peki, ışık ışınında ne değişiyor olabilir? Hani birisinin daha önce girmesi ışığın bir özelliğini.
41.15-41.20	Ö2	Doğrultusunu...
41.29-41.30	A	Doğrultusu dışında? Arabasında doğrultusu değişiyordu ama bir şey daha değişiyordu. Neydi o?
41.31-41.33	Ö2	Hızı?
41.33-41.34	A	Hızı değişiyordu. Işık ışınında ne değişiyor olabilir sence?
41.34-41.36	Ö2	Işık ışınında...Doğrultusu değişiyor..
41.43-41.45	A	Evet. Doğrultusunun değişmesinin sebebi ne olabilir?
41.44-41.46	Ö2	Bu sefer suyun gösterdiği bir etki mi?
41.46-41.47	A	Su nedeniyle ışıktaki ne değişiyor olabilir? Kenarlar farklı giriyorlar. Farklı yüzeylere temas ediyorlar. İlk temas eden yüzeyde ışığın hangi özelliği değişiyor olabilir?
41.47-41.48	Ö2	Kırılma özelliği mi?
41.48-41.49	A	Arabayla benzerlik kurarsan neyi değişiyor olabilir?
41.49-41.54	Ö	Yön
41.54-41.55	A	Yönü zaten değişiyor o kesin.
41.56-42.00	Ö1	Hız değil mi?
42.01-42.03	Ö5	Hız değil mi?
	A	Hızı değişiyor olabilir mi?
42.05-42.06		Evet. (sınıf)
42.06-42.10	A	İlk giren hangi yüzey? Hangi yüzeyde ilk hızı değişiyor olabilir? Hangisi yavaşlıyor olabilir?
	Ö3	Hocam suya ilk temas eden taraf.
42.13-42.20	A	Suya ilk temas eden taraf yavaşlıyor olabilir mi?
		Evet. (sınıf)
42.26-42.27	A	Peki diğer yüzey ne oluyor acaba?

42.28-42.29	Ö3	Diğer yüzey. (Parmak kaldırıyor.) Hocam arabanın aşağı tekeri gibi o da daha sonra temas ediyor. Daha hızlı girdiği için yavaş taraf hızlı tarafı kendi tarafına doğru çeviriyor. Aynı şekilde çıkarken de yine bu sefer de üst taraf dışarı çıkıyor yani daha önce çıkıyor daha süratli oluyor. Doğrultusu tekrar düzeliyor.
42.30-42.31	A	Doğrultusu düzelmiş oluyor diyorsun. Peki Ö5 sen ne düşünüyorsun?
42.32-42.33	Ö5	Öğretmenim şimdi diz dediniz ya ışığın ilk giren tarafı yavaşlar, öğretmenim ışık bir bütün değil midir?
42.33-42.34	A	Işık bir bütün.
42.35-42.37	Ö5	Yani bence aynı hızla girer.
42.38-42.40	A	Şimdi arabadan ayrılan bazı noktaları var. Onları da söylemek gerekiyor. Arabanın iki ayrı tekerleği var ama ışık ışınının öyle değildir. Bir bütün halinde girer. Ama ışığın da iki farklı kenarı vardır. Bir genişliği var yani tek bir çizgi değil.
42.20-42.41	Ö3	Kemer gibi düşün.
42.42-42.44	A	Kemer gibi. Belli bir genişliği var. Biz bunu göremiyoruz ama öyle. Işık ışınları lazer ışını birden fazla demetten oluşuyor. Belli bir genişliği var aslında biz onu gözle göremiyoruz. Ama belli bir genişliğe sahip. Peki ışığın belli bir hızı var mıydı?
42.44-42.47		Evet. (sınıf)
42.48-42.49	A	Vardı. Bu her yerde aynı mıdır sizce?
		Evet. (sınıf)
42.55-42.57	A	Yani suya girse...
	Ö5	Hayır hocam.
43.11-43.17	A	Boşlukta, uzayda...
43.17-43.20	Ö6	Hocam, hızı aynı olmayabilir ama yine de değişecek hızı vardır.
43.26-43.28	A	Belli bir hızı var evet öğrenmiştik. Hızı ortamlarda değişiyor olabilir mi?
43.29-43.32		Evet. (sınıf)
43.32-43.43	A	O zaman bu araba analogisinin özellikle benzediği nokta bu olabilir mi acaba? Yani belli bir açıyla gönderdiğimiz zaman ışık ışını da benzer nedenlerle mi kırılıyor?
43.43-43.57		Evet. (sınıf)
43.56-44.00	A	Bunu açıklayalım mı? (Kamerada problem çıkıyor. Öğretmen kamerayı düzeltmeye gidiyor.) Evet nerede kaldık?
44.06-44.07	Ö3	En son açıklayacaktık hocam.
44.26-44.30	A	Işık belli bir açıyla gönderildiğinde arabayla nasıl bir benzerlik taşıyor, bundan bahsediyorduk. Işığın da belli bir genişliği var. Tekerleğin arasındaki mesafe gibi ışık da belli bir genişliğe sahip dedik. Buradan Ö3 demişti ki. Bir daha hatırlatır mısın Ö3?
44.30-44.31		Hocam şeyi mi tekerleği daha önce, şeyin de ışığın da üst tarafı yani, ilk haliye temas eden tarafı daha yavaşlayacak, diğer tarafı da daha çok kırılacak.
44.48-44.51	A	Işık haliye giriş yapmıyor, nereye girecek?
45.02-45.07	Ö3	Suya, suya girecek.
45.07-45.11	Ö5	Hocam benzer yönleri var o kesin.
47.34-47.38	A	Devam et Ö3, suya girdiği zaman.
47.40-47.44	Ö3	Suya girdiği zaman hocam, daha yavaşlıyor diğerine göre. Diğerini daha hızlı oluyor. O yüzden yavaşlayan taraf, hızlı tarafı kendine doğru çeviriyor. O yüzden doğrultusu değişiyor.
48.14-48.16	A	Peki bu fikre katılan var mı? Ö4 sen nasıl düşünüyorsun?
	Ö4	Ben de aynı düşünüyorum hocam.
48.18-48.22		Başka, farklı düşünen var mı? -----> (Farklı düşünen diyalogsal iletişimsel yaklaşım)
48.22-48.31	A	Farklı düşünmüyorsunuz. Peki ışık ışınlarını dik gönderdiğim zaman ne oluyor? Bunu da yine araba analogisiyle araba benzetmesiyle açıklayalım. Dik gönderdiğim zaman Ö6?
48.31-48.33	Ö6	Dik gönderdiğimiz zaman yönü değişmiyor.
48.34-48.35	A	Neden değişmiyor olabilir?
48.35-48.36	Ö6	İyi hocam yine iki taraf da aynı anda sudan giriş yaptığı için olabilir.
48.36-48.38	A	Işığın iki ucu da aynı anda yüzeye giriş yapıyor. Bunun sonucunda?
48.38-48.41	Ö6	Kırılmıyor.
48.40-48.41	A	Peki acaba yine ışık yavaşlıyor olabilir mi? Suya girse yine yavaşlıyor olabilir mi?
48.41-48.42		Evet. (sınıf)
48.48-48.56	A	Evet mi diyorsunuz? Ö5 sen ne diyorsun?
48.56-49.01		Öğretmenim ben diyorum ki dik girdiği için sabit bir hızı var, sağa sola oynamaz diyorum yani öğretmenim. Mesela halı üzerinden örnek

		veriyorum. Öğretmenim mesela halının üzerine geldi mi iki tekerlek aynı zamanda yani eş zamanlı eş bir hızı olacak. O yüzden hocam sabit bir hızda gittiği için bence saf su oynamaz. Yani dümdüz gider.
49.01-49.03	Ö3	Ama hızı azalır.
49.02-49.03	Ö5	Hızı azalır o kesin.
	A	Hızı ışığın da azalıyor suya giriş yaptığı zaman. Fakat doğrultusu değişmedi çünkü dik gönderiyorum. İki kenarı da aynı anda girdiği için herhangi bir değişiklik olmuyor. Peki bütün bu öğrendiklerimizi toplamak istiyorum ben. Şimdi arabayla, araba videosunu özellikle izledik. Araba neye benziyordu bizim yaptığımız deneyde? Ö15 neye benziyordu?
49.18-49.21	Ö8i	Işığa.
	A	Işığa benzetmiştik. Peki ışığın hangi özelliği ile arabanın hangi özelliği benziyordu? Arabanın tekerleklerini düşünürsen?
49.22-49.24	Ö8i	Arabanın tekerleklerinde ışığın ı yansıma şekli...
49.24-49.28	A	Yansıma derken?
49.28-50.09	Ö8i	Yansıma derken ışığı cisme tuttuğumuz zaman kırılma şeklinde arabanın halının üstündeki kırılma şekli benziyordu.
50.09-50.25	A	Başka hangi özelliği benziyor? Ö9?
50.25-50.27	Ö9	Doğrultu değiştirmesi.
50.27-50.51	A	Peki yapı olarak? Arabanın tekerlekleriyle ışığın hangi yapısını benzetтик birbirine? Ö2?
50.51-50.54	Ö2	Ee ikisinin de bir genişliği vardı. Arabanın tekerleklerinden dolayı. Işığın da bir çok ışıdan oluşmasından dolayı.
50.54-50.57	A	Birbirine bu açıdan benziyorlar. Peki arabayı ee yumuşak zemine belirli bir açıyla gönderdiğimde ne oldu? Ö4?
50.57-51.03	Ö4	Yumuşak yüzeyde kırıldı, doğrultu değiştirdi.
51.03-51.05	A	Neden peki?
51.14-51.21	Ö4	Çünkü üstteki tekerlek daha önce girdiği için yumuşak yüzeye, o diğer tekerleği zorladı. Doğrultu değiştirmesine sebep oldu.
51.21-51.23	A	Peki ışıkta durum ne oldu? Işıkla bu araba arasında nasıl bir benzerlik kurduk? Ö5
51.26-51.31	Ö5	hocam mesela denizin altında mesela hocam bir akvaryum düşünelim. Suyun hizasını görüyoruz. Öğretmenim mesela içine taş attığımızda ilkte hızlı girer. Sonra yavaş yavaş gider. Hocam bir de ben şöyle bir benzerlik kurdum. Mesela ışığın hani ilk gören köşesi zayıflayacak ya hani mesela, hocam diğer köşe daha hızlı gidecek böyle bir doğrultu değiştirme olacak.
51.32-52.06	A	Evet işte ışıkta da aynı videoda olduğu gibi ışık ışınları belirli bir açıyla girdiği zaman ışığın belli bir genişliği var. İki kenarı var. Kenarlardan bir tanesi daha önce girdiği için 300.000 km/s değil daha düşük bir hızla hareket ediyor suyun içinde. Diğer kenarsa hala aynı süratle dahip olduğu için diğer kenarı bunun doğrultu değiştirmesine yol açıyor. Ve ışık bu nedenle havadan suya geçiş yaparken doğrultusu değişiyor ve kırılıyor. Tıpkı arabadaki gibi. Peki burada iki analogi ile deney arasında şöyle bir farklılık var. Arabanın tekerlekleri arasındaki mesafe çok geniş değil mi? Ama ışık ışınları arasındaki mesafe o kadar geniş değil. Bu birinci farklılık. İkinci farklılık ne olabilir sizce?
52.06-52.07	Ö3	Hocam sular farklı.
53.03-54.35	A	Ortamlar farklı. Birisinde sert yüzey, yumuşak yüzey var. Su ise..ee ışıkta havadan suya doğru geçiyor. Ortamları farklı. Başka?
	Ö4	Öğretmenim... (anlaşmıyorum.)
54.35-54.47	A	Hımm. Evet, ışık bir enerji değil mi? Başka var mı aklınıza gelen? Bir tane de ben söyleyeyim. Tekerlekler birbirinden bağımsızlar. Ayrılar. Ama ışık ışınları öyle değil. Işık ışınları birbirleriyle bir bütün şeklinde hareket ediyorlar. Ama yine de arabadaki gibi bir benzerlik ortaya çıktı değil mi? Son kez tekrar edecek olursak, araba belirli bir açıyla yumuşak zemine girdiği zaman tekerleklerden bir tanesi önce yumuşak yüzeye girince sürtünme kuvvetiyle karşılaşıyor. Daha büyük bir sürtünmeyle ve bu o ilk giren tekerleğin hızının azalmasına yol açıyor. Diğer tekerlek ise hala hızla devam ettiği için tekerleği diğer tarafa doğru döndürüyor. Bir doğrultu değişimine yol açıyor. Aynı şey ışıkta da var. Işığı da havadan suya belli bir açıyla gönderdiğim zaman ışığın bant gibi olan kenarlarından bir tanesi suya daha önce giriş yaptığı için daha önce yavaşlıyor. Diğerinin hızıysa hala aynı olduğundan doğrultusunun değişimine yol açıyor. Peki arabayı iki yüzeye dik gönderirsem ne oluyordu? İki tekerlek yumuşak zemine aynı anda girdikleri için aynı

		anda yavaşlıyorlar. Herhangi bir yalpalama hareketi yapmamış oluyorlar. İkisi de kuvvet uyguluyor ama sağa sola gidemezler çünkü dengeli bir şekilde giriş yaptılar. Aynı şey ışığın havadan suya dik gönderilmesinde de geçerlidir. Her ne kadar ışık belli bir genişliğe, banta sahip de olsa o iki kenar da suya aynı anda girdiği için hızları ikisinin de yani ışığın da tamamen hızları havaya göre yavaşlar, azalır ama herhangi bir doğrultu değişimine yol açmaz bu hız değişikliği. Peki şimdi, o zaman neyi öğrenmiş olduk? Işığın saydam bir ortamdan başka saydam bir ortama geçerken belirli bir açıyla geçerken doğrultusunun değişmesinin sebebini nasıl ifade edebiliriz? Nedir gerçek sebep? Ö2?
54.48-54.59	Ö2	Genişliği nedeniyle ee bir kenardaki ışının diğer ışından daha önce girmesiyle ee bu ışığın kırılması..
55.12-55.14	A	O daha önce girmesi neyi değiştiriyor?
55.14-55.15	Ö2	Yavaşlatmasını sağlıyor.
55.16-55.18	A	Evet.
55.17-55.20	Ö2	Diğeri daha hızlı olduğu için bu sefer yönünü değiştiriyor, kırılıyor bu sefer.
55.20-55.30	A	Yani şöyle diyebilir miyim, ışık saydam bir ortamdan başka saydam bir ortama belirli bir açıyla girerken hızı değiştiği için doğrultusu değişmektedir. Yani kırılmaktadır diyebilir miyim? Evet ama her durumda hızı değişiyor mu ışığın? Havadan suya her durumda hızı değişiyor. Dik de göndersem değişiyor. Fakat ikisi arasındaki farklılık ne? Belli bir açıyla göndermekle dik göndermek arasındaki temel farklılık nedir?
55.30-55.31	Ö5	Denge değil mi öğretmenim?
55.31-55.41	A	Evet. Denge problemi var değil mi? Belli bir açıyla gönderdiğim zaman arabanın tekerleklerindeki hız farkı gibi ışıktaki da bir hız farkı olduğu için birisi daha önce doğrultusunu değiştirmiş oluyor. Dik gönderince ise ikisi aynı anda giriş yaptığı için dengeli bir şekilde gidiyor. Her iki durumda da ışığın hızı değişir ama doğrultu değişimi sadece belli bir açıyla gönderdiğim zaman gerçekleşiyor. Hadi bir ara verelim şimdi.

EK C.4 Ders 3 Tahmin- Gözlem- Açıklama Aşamaları Kamera Kayıtları Transkripsiyonu

Zaman	Konuşmacı	Diyalog
00.20-00.21	A	Evet sizinle bu ders ne yapacağız?
00.21-00.22	Ö4	Deney.
00.22-00.28	A	Evet. Öğrendiğimiz bilgileri yeni bir duruma uygulayacağız bu sefer.
00.29-00.30	Ö5	Bir anket vermiştiniz.
00.33-1.00	A	Size yeni bir çalışma kağıdı dağıtıyorum. Evet dinler misin? Farklı iki ortam kullanacağız. Sıvı yağ ve su. Ama öncelikle sizin burada tahmin aşaması yazan kısım var. Orada tahminlerinizi öğrenmem lazım. Ve nasıl hareket ettiğini, ee neden böyle hareket ettiğini açıklamanız gerekiyor. Ben size kağıtları dağıtıyorum. Adınızı, soyadınızı yine unutmayın. Sınıf kağıtları doldurmaya başlıyor.
1.39-1.45	A	Evet, şimdi siz, herkes kendisi yapıyor ben bu sırada malzemeleri hazırlayacağım. Tamam mı?
1.55-1.56	Ö2	Hımm ne olabilir? (Kendi kendine soruyor.)
1.57-1.58	Ö3	Kırılıyor.
2.00-2.02	Ö2	Nereden bildin?
2.03-2.05	Ö3	Yağ olmasa da suya çarptığında yine kırılacak.
2.06-2.08	Ö2	Bu sefer yağ var. Ee yağ var üstünde.
2.09-2.10	Ö3	Tamam ama yine kırılacak. Ö2 bilmiyorum şeklinde yüz ifadesi yapıyor. Ö1 Ö2'nin ve Ö7'nin kağıdına bakmaya çalışıyor kısa bir süre.
3.49-3.50	A	Tamam, yazdınız mı?
3.53-3.56	Ö3	Bunu yapmayacağız değil mi? (Ö2'ya soruyor.) Nasıl yaptın?
3.56-3.57	Ö2	Ama emin değilim. (Gülümsüyor.)
3.58-4.01	Ö3	Ben de emin değilim ama kırılıyor gibime geliyor.
4.11-4.12	Ö3	Ö1 bitti mi?
4.12-4.13	A	Herkes yazdı mı?
4.13-4.14	Ö1	Hayır.
4.37-4.42	A	Evet bittiyse kendi aranızda tartışın ama cevaplarınızı değiştirmeyin. Sadece tartışın.
4.42-4.45	Ö2	Ben de kırılır dedim ama emin değilim.
4.45-4.48	Ö3	Kırılır da bence yağda kırılmayacak suda kırılacak gibime geliyor.
4.49-4.52	Ö2	Ö1 benden baktığı için bizim cevaplarımız aynıdır büyük ihtimal.
4.52-4.53	Ö1	Hayır.
4.57-4.58	Ö3	Ö1 nasıl yaptın?
4.59-5.00	A	Şu ses kaydına doğru konuşursanız sevinirim.
5.01-5.02	Ö2	Anlat. (Ö1'a dönüp söyledi, gülümsüyor.)
5.06-5.08	Ö1	İlk Ö3 sen konuşur musun?
5.08-5.21	Ö3	Konuşurum. Ya bence yağda pek kırılma olmayacak. Yağda aynı doğrultuda gidecek. Suya geçtiği zaman yani bir kırılma bekliyorum yani tahminlerim o yönde. Ö1.
5.22-5.28	Ö1	Ben de senin düşündüğün gibi düşünüyorum. Bence de yağda kırılmaz. Suya geçince kırılır.
5.31-5.34	Ö2	Bence yağda biraz kırılır ama suda daha çok kırılma gösterir.
5.35-5.37	Ö3	Yağda pek doğrultusu değişecek gibi düşünmüyorum ama.
5.38-5.41	Ö2	Çok değil ama bence az da olsa değişir.
5.43-5.49	Ö3	Dediğim gibi doğrultusu yağda aynı gider ama suda bayağı bir kırılma olabilir.
5.49-5.51	Ö2	Suda zaten oluyor. Öğrenmedin mi?
5.50-5.51	Ö3	Oluyor zaten.
5.56-5.58	Ö2	Yine bu bir şeyler değiştiriyor. (Gülerek Ö1 için söylüyor.)
5.59-6.01	Ö3	Hepimiz aynı kararda mıyız?
6.02-6.03	Ö2	Sayılr gibi.
6.05-6.07	Ö3	Sen yağda kırılacağımı düşünüyorsun.
6.07-6.09	Ö2	Evet, yağda biraz kırılacak.
6.08-6.16	Ö3	Ö1 sen? Ya haklı da olabilirsin yani yağda da kırılıyor olabilir.
6.16-6.18	Ö2	Ö1 değiştirdi yine bir şeyleri.

6.18-6.19	Ö1	Çizimi değiştirdim.
6.20-6.22	Ö3	E biz de birazcık değişiklik yapalım. (Ö2 gülüyor.)
6.29-6.40	Ö1	Ben fikrimi değiştiriyorum. Yağda biraz kırılma olabilir. Suda komple kırılır diye düşünüyorum. Bir daha da fikrimi değiştirmiyorum. (Ö3 kağıdındaki notları değiştiriyor.)
7.08-7.09	Ö1	Hocam biz tartıştık.
7.10-7.11	Ö3	Fikirlerimiz değişti.
7.13-7.17	Ö2	Ama bak emin değilim ha benim yanlış çıkarsa bağırınmayın.
7.27-7.30	Ö3	Ama bir şey söyleyeceğim. Yağ sudan daha hafif değil mi?
7.31-7.32	Ö2	Evet.
7.31-7.32	Ö3	E suyun üstüne çıkıyor.
7.33-7.34	Ö2	Evet.
7.34-7.36	Ö3	O zaman sürtünme de daha az olması gerekiyor.
7.47-7.50	Ö3	Ya sudakinden daha az sürtünme olacak.
7.50-7.51	Ö1	Hocam biz tartıştık.
7.57-7.58	Ö3	Ö6 senin düşüncen ne? (Ö6'ya sesleniyor.)
7.59-8.10	Ö6	Bak benim düşüncem yağın üzerinde dağılacak. Yine alt kısma dağılanlar olmayacak. Suyun üstünde dimdik gitmiş gibi duracak.
8.10-8.13	Ö3	Peki bir şey söyleyeceğim. O ışınlar tekrar nasıl birleşecek?
8.14-8.26	Ö6	Bence yağın üstünde birleşmeyecek. Suyun altında, yani yağın yüzeyinde yağın gözükecek, suyun altında tek bir ışın olacak.
8.26-8.30	Ö3	Peki diyorsun ya hani dağılacak falan diye, onlar tekrar nasıl birleşecek?
8.30-8.31	Ö6	Birleşmeyecek.
8.31-8.34	Ö3	Ee nasıl tek bir çizgi halinde olacak ki?
8.34-8.35	Ö6	Hayır tek..Bak şöyle düşün.
8.36-8.38	Ö3	Yani bir çok çizgi şeklinde
8.38-8.41	Ö6	Bak, şu yağ tamam mı? (Kağıdı tutarak gösteriyor.) Böyle getirdin mi yağın üzerinde dağılacak.
8.41-8.42	Ö3	Ha tamam.
8.43-8.47	Ö6	Bunu böyle deldiğimi düşün, alttan bir tane ışın burada olacak.
8.48-8.59	Ö3	Ya dediğin gibi iyi de, şimdi sen diyorsun ki suyun üstüne yağı tutuyorum lazeri, tamam mı? Suyun üstünde, yağ yağda dağılıyor.
9.03-9.06	Ö6	İlk tuttuğumuz ışık var ya, o suyun üstünde dağılmayacak.
9.11-9.13	Ö3	Tamam yağda dağıldı diyelim.
9.12-9.17	Ö6	Bak yağda dağıldı. Burası yağ, dağıldı burada. (Elinin üzerini yağ olarak kabul ediyor.) Ama bu yine böyle geçecek.
9.18-9.19	A	Evet, ne düşündünüz?
9.21-9.23	Ö2	Biz kırılır diye (Ö3 söze giriyor. Ö2 ile birlikte konuşuyorlar.)
9.23-9.24	Ö3	Hocam yağda kırılacak,
9.24-9.27	A	Herkes aynı fikirde mi? Fikrinizi değiştirdiniz mi yoksa?
9.28-9.29	Ö2	Bunlar değiştirdi. (Ö3 ve Ö1'i gösteriyor.)
9.28-9.29	Ö1	Hayır. (Gülümsüyor.)
9.28-9.29	Ö3	E biraz.
9.30-9.36	A	Bunlar eski fikirleriniz olarak kalsın. Ben aradaki değişimi görmek istiyorum çünkü. Tamam mı? Bundan sonra değiştirmeyin fikirlerinizi.
9.36-9.37	Ö3	Eskisini yapalım.
9.37-9.41	A	Bence eskisini yapın. Eskisi yazılı kalsın orada.
9.41-9.43	Ö1	Ee ne yapmıştım unuttum?
9.42-9.45	Ö3	Suya kadar dümdüz suda kırılıyor.
9.46-9.51	Ö2	Tekerleğin hareketleri de onun için oradan da bağlantı kurabiliriz. Kırılmıştı ya hani. Kırılmış gibi.
9.54-9.55	A	Açıklama eski bir açıklama mı?
9.55-9.57	Ö3	Evet. Değiştirmedim.
10.00-10.01	A	Peki ne düşünüyorsunuz şu an?
10.01-10.06	Ö3	Şu an hocam yağda sudaki kadar da olmasa yine bir kırılma olacağını düşündük.
10.04-10.06	Ö2	Kırılır diye düşünüyorum.
10.06-10.12	Ö3	Ama suya gelene kadar. Suya gelince daha bir büyük..(Ö1 giriyor.)
10.12-10.13	Ö1	Yağ da sıvı ama..(Ö2 giriyor.)
10.13-10.15	Ö2	Daha gözle görülür bir derecede kırılır.
10.15-10.21	Ö1	Yağ da sıvı, içinde bazı maddeler var. Onun için biraz kırılır, suda komple kırılır.
10.21-10.22	A	Bakalım. Bu grup ne düşünüyor? (Öğretmen diğer grubun yanına gidiyor.)
10.43-10.53	Ö3	Ö6 dedi ki o yüzeyde dağılıyor diyor ya dağıldığı zaman tekrar nasıl delip aynı doğrultuda o lazer ışını yüzeyden izleyebilir?
10.52-10.56	Ö2	O nasıl olabilir biliyor musun? Hani birden çok ışın var dedi ya

10.56-10.57	Ö3	Evet
10.57-10.59	Ö2	Hani böyle...(Ö3 söze giriyor.)
10.58-11.09	Ö3	Ama senin dediğini tutmuyor ki. Lazer kemer şeklinde geliyor. Kemerin dağılması gerek. Kemerini keseceğiz bir kaç parçaya. Sonra tekrar...
11.09-11.10	Ö2	Yapıştırarak gitmeli.
11.09-11.15	A	Peki neler düşünüyorsunuz çocuklar? Birbirimizle paylaşalım, neler düşünüyorsunuz? Evet sizden başlayalım.
11.16-11.26	Ö3	Hocam bizce yani suda olacağı kadar da kırılmasa yani suda olacağı kadar kırılmasa yağda bir miktar kırılacak suya gelince daha da bir kırılma olacak.
11.27-11.29	A	Peki yağda neden kırılacağını düşünüyorsunuz?
11.30-11.44	Ö3	Hocam çünkü yağda da bir sürtünme olacağını düşünüyoruz. Yani nasıl ki halıda sürtünme var düz yüzeyde de sürtünme var. Ama halıdaki düzey yüzeye göre daha yüksek miktarda sürtünme var. Ya onun gibi.
11.44-11.46	A	O sürtünme neye yol açabilir sence?
11.46-11.54	Ö3	O sürtünme hocam ya yavaşlamasına yani bir bölümün daha yavaş bir bölümün daha hızlı olmasına...(Ö5 söze giriyor.)
11.53-11.54	Ö5	Denge kaybı olmasına yol açıyor.
11.53-12.00	Ö3	Hah evet işte denge kaybı, ya yön, doğrultu değişikliğine neden olabilir. Evet hocam.
11.58-12.00	A	Neden olabilir diye düşünüyorsun.
12.01-12.03	A	Aynı gruptasınız Ö1, farklı mı düşünüyorsun?
12.03-12.09	Ö1	Hayır. Hocam yağda biraz kırılmasının sebebi yağ da sıvı onun için kırılabilir.
12.10-12.14	A	O da saydam aynı zamanda ışığı geçiriyor diyorsun. Evet, Ö4?
12.15-12.37	Ö4	Hocam ben, ışık ışını yağda dağılır diye düşündüm. Çünkü yağın taneciklerinden dolayı. Tekrar suya geçtiği zaman toplanır ışık ışınları ee havadan suya geçtiği zaman kırılıyordu ya aynı şey burada da olabilir diye düşündüm.
12.37-12.49	A	Peki yağda dağılmıyor olsa nasıl hareket ederdi sence? Diyelim ki dağılmıyor? Yani etrafa dağılmıyor, saçılmıyor çünkü bazılarınız öyle cevap verdi değil mi? Saçılmıyorsa nasıl hareket etmesini beklersin?
12.48-12.50	Ö5	Öğretmenim bir şey diyebilir miyim, çok güzel bir şey aklıma geldi.
12.50-12.51	A	Söyle Ö5.
12.51-13.00	Ö5	Öğretmenim ben burada yanlış yaptım. Burada cevabım yanlış ama aklıma gelen şu, öğretmenim şimdi mesela su, yağa göre daha saydam. Değil mi?
13.02-13.03	A	Öyle, evet.
13.03-13.23	Ö5	Su, yağa göre daha saydam. Öğretmenim ışık saydam bir maddeden başka bir saydam ortama geçince kırılır. Öğretmenim bence yağa girince hafiften kırılır. Öğretmenim o girdiği hani suya giriş noktasına göre de şey olur ya suyun içine böyle girer.
13.24-13.31	Ö3	Suda, suya geçince tekrar kırılma olur mu yoksa aynı doğrultuda mı gider?
13.31-13.39	Ö5	Yağda kırılma daha fazla olacak ama ben şunu biliyorum, ışığın ilk hali yani yağda girdiği hali şey suya giriş halini etkilemez.
13.42-13.43	A	Anlayamadım.
13.45-13.46	Ö5	Ya öğretmenim, ben şimdi kağıt üzerinde göstersem.
13.47-13.48	A	Işığa giriş hali yani havadan...
13.49-13.55	Ö5	Evet, havadan yağa giriş hali ışığın yağdan suya girişini etkilemez.
14.00-14.01	A	Ö6?
14.01-14.16	Ö6	Hocam bence, biz arkadaşımızla farklı düşünüyoruz ama benim fikrim şu, lazeri tuttuğumuz zaman yağın içinde dağılacak o dağılmalar hafif böyle suya girişinde...(anlaşılmıyor.)
14.17-14.18	A	Evet Ö3?
14.18-14.26	Ö3	Hocam peki anlatmıştınız yani hani ışık ışını tek bir kemer gibi o kemerini parçalayınca kemer nasıl tekrar birleşecek?
14.26-14.27	A	Hımm.
14.27-14.31	Ö3	Yani yağa gelince dağılıyor diyor. Suya geçerken tekrar birleşiyor
14.31-14.33	Ö6	Hayır tekrar birleşmiyor. Hani o noktalar var ya.
14.33-14.35	Ö2	Yüzeyinde kalacak diyor.
14.35-14.36	Ö3	Yüzeyinde kalacak mı?
14.36-14.43	Ö6	(Şekil üzerinde gösteriyor) Burada ya şöyle şöyle yuvarlak ya yine hafif bir kırılma olacak, bir nokta haline gelmeyecek birden fazla nokta haline gelecek diye düşünüyorum.
14.43-14.46	Ö3	Yani suya birden fazla ışın geçecek?
14.46-14.55	Ö6	Bak, hani diyelim on tane yukarıda nokta var dağılma eseri. Hafif bir kırılmayla hafif bir kırılmayla yine alt kısımda on tane olacak.
14.57-15.04	A	Yani hepsi birbirinden ayrılacak mı ama öyle çizmişsin? Şu şekilde hepsi yağda birbirinden ayrılacak mı diyorsun?
15.04-15.09	Ö6	Hocam yani yağda dağılacak. Suya girince kırılacak.

15.09-15.13	A	Suda da o dağılmış parçalar birleşmeyecek ama diyorsun.
15.14-15.15	Ö3	Daha da kırılacak.
15.15-15.18	A	Evet ve kırılacaklar diyor. Peki Ö9 sen ne diyorsun?
15.18-15.36	Ö9	Benim fikrim şöyle, lazer yağa, ee yağ belki de tam görmediğim için yorum yapamıyorum ama belki yağ suya göre daha kalın taneciklere sahip olabilir. Bu yüzden hani kırıldığının çek farkına varmayabiliriz ama şunu biliyorum ki suda kırılacağına eminim. Yağdan suya geçerken.
15.36-15.45	A	Bunu daha önce görmüştük diyorsun. Ama Ö6'nın fikrine karşı Ö3'un sorduğu soruyu bir daha alabilir miyiz? Bana ilginç geldi o soru.
15.45-15.46	Ö3	Kemer sorusunu mu?
14.46-15.48	A	Hihim evet kemer...
15.48-16.02	Ö3	Ya mesela bir kemeri parçalayacağız tekrar o kemeri nasıl birleştireceğiz? Mesela diyelim kemer ışık ışınını kemer olarak düşün. Işık ışınları yağa girdiği zaman parçalanıyor. Suyu girerken peki onlar tekrar nasıl birleşiyor?
16.02-16.04	Ö5	Kağıt gibi düşünsen de olur.
16.04-16.06	Ö3	Kağıt gibi düşünsen de oluyor evet.
16.04-16.06	A	Ö6 birleşmediklerini söylüyor, değil mi Ö6?
16.07-16.09	Ö1	Ö6 birleşiyor demedi ki zaten.
16.09-16.14	A	Evet Ö6 birleşiyor demedi. İlginç olan onlar parçalanıyor mu?
16.15-16.16	Ö2	Aa acaba?
16.16-16.21	Ö6	Şöyle ben bir tane lazer tuttum yağın üstüne. O böyle dağıldı. Dağılan parçalar...(Ö3 sözünü kesiyor.)
16.21-16.24	Ö3	Peki o dağılmasının sebebi sence ne?
16.24-16.26	Ö6	Yağın, ee yağdan dolayı
16.32-16.33	Ö3	Peki yağda olup da suda olmayan ne?
16.39-16.57	Ö6	Ee suyun kullanım amacı ve yağın kullanım amacı olarak düşündüm bir de yağdan bakınca sanki biraz yansıma gibi durduğunu farkettilim. Bundan dolayı da benim dediğim şu sen galiba tam anlayamadın. Mesela ben lazeri tuttum. Dağılacak yağın üstünde on tane
16.58-17.00	Ö3	Yani bir ışınken on ışın haline geliyor.
17.00-17.10	Ö6	Evet. Ama tam on olmayabilir yani. Bu benim mantığım. Daha sonra suya geçerken bir kırılma yaşayacak. Yine alt kısmına ulaşacak diye düşünüyorum.
17.10-17.17	Ö3	Yani ben de diyorum ki işte o yağ girdiği zaman neden mesela on parçaya bölünüyor. Tek parça halinde dağılmıyor.
17.19-17.21	A	O da yağın yapısından kaynaklanıyor diyor.
17.21-17.32	Ö6	İşte, hani mesela diyelim cam bir kaba normal bir tane kabı aldık lazeri tuttuk ya böyle hani biraz dağılma gibi oluyor ya yağda da bu olayın gerçekleşeceğini düşünüyorum.
17.33-17.35	A	Başka? Ö5 bununla ilgili bir şey mi söylecektin?
17.38-17.44	Ö5	Bir dakika öğretmenim, ben çiziyorum çünkü anlatacağımı kolay, şimdisiyleceğimi tam ifade edemeyeceğim.
17.44-17.59	Ö6	Ya da mesela hocam ayna, ee ayna nereden çıktı, böyle birden fazla cama lazer tuttuğumuzda ben hatta bilmişim şunlarda (arkadaki camları gösteriyor.) Bir lazer tuttum onlar böyle dağıldı. Yağda da böyle bir şey olacağını düşünüyorum.
17.59-18.00	A	Ö15 ne diyorsun?
18.00-18.20	Ö15	Suyun üstüne yağ koyarsak yağ üste çıkacak su altta kalıyordu. Işığı da tuttuğumuzda belki yağ, ışık yağda hiç gözükmeyecek bile direkt suda göreceğiz biz onu, yağda hiç gözükmeyebilir belki.
18.20-18.22	A	Evet belki öyle bir şey de olabilir.
18.22-18.26	Ö2	Hocam Ö6 şey demişti dağıldığını gördüm, neredeydi ben orayı anlayamadım
18.26-18.28	A	Nerede görmüştün dağıldığını?
18.28-18.37	Ö6	Hocam geçen gün yaptığımız lazer deneyinde elimde lazer vardı böyle tutuyordum şuraya rast geldi baktım
18.37-17.38	A	Camlara mı tutuyordun?
17.38-18.40	Ö6	Evet hocam isterseniz deneyebilirsiniz.
18.40-18.41	Ö3	Hocam deneyelim mi?
18.41-18.42	A	Ne oluyordu?
18.42-18.46	Ö6	Tuttum lazeri hocam. Böyle dağılıyordu o camlarda, bir dağılma olmuştü.
18.46-18.49	Ö5	Camla su aynı içeriğe mi sahip?
18.48-18.54	Ö2	Ama biz taşa da taş gibi bir şeye de tuttuk (cam prizmayı kastediyor) aynı yapıda bir şey tuttuk sonuçta o da onlarla aynı yapıda değil mi? Orada öyle bir şey olmadı.
18.54-18.56	A	Taş derken ha prizma mı?
18.55-18.56	Ö2	Evet.
18.56-18.58	A	Evet prizmayı kullanmıştık burada.
18.58-19.01	Ö2	Aynı sonuçta yine öyle benzer.

19.00-19.01	A	Orada öyle bir şey olmadı mı?
19.01-19.03	Ö2	Hayır olmadı, kırıldı sadece.
19.03-19.06	A	Evet sadece kırılmıştı. Ö5?
19.06-19.14		Öğretmenim ben şöyle yazdım şimdi havadan gelecek ya havadan ışık girecek öğretmenim yağa girince hafiften bir kırılacak.
19.14-19.16	A	Evet göster elindeki.
19.16-19.30	Ö5	Şimdi bu nokta nokta çizdiğim gideceği yer normalde. Hocam bu kalın yerler de şey, gittiği yer. Öğretmenim şimdi buna göre suyun içinde de birazcık daha kırılacak.
19.31-19.32	A	Hımm.
19.34-19.35	Ö1	Bu bizim çizdiğimizizi çizmiş
19.35-19.36	Ö3	Evet hocam.
19.36-19.37	Ö2	Bakabilir miyim?
19.36-19.37	Ö4	Öğretmenim çok merak ettim bu deneyi.
19.37-19.44	A	Peki o zaman ben de çok merak ettim gerçekten. Kapları dağıt Ö6 sen.
19.42-19.43	Ö2	(Ö3'a dönerek) Bizimkini çizmiş.
21.09		Öğretmen ve Ö6 kapları dağıtmaya başlıyor. Ö6 lazeri gruplara dağıtmaya başlayınca Ö2 ile Ö3 hemen denemeye başlıyorlar.
21.13-21.16	Ö2	Bir şey olmadı. Kırıldı bak. (Ö3'a söylüyor.) Kırıldı bak.
21.18-21.23	Ö3	Evet, doğrusu kırılıyor. Bak kenardan tut, burada da gözüksün. Bir ver. (Ö2'dan lazeri istiyor.)
21.23-21.25	Ö1	Aynı doğrultuda mı gidiyor?
21.29-21.30	Ö2	Bak bak (Ö1'a söylüyor.)
21.30-21.33	Ö3	Hocam haklıyız, haklıyız. Hocam.
21.35-21.36	Ö1	Hocam biz haklıyız.
21.36-21.39	Ö2	Sanki yağdan suya geçerken kırılmadı ama. Ö3.
21.39-21.40	Ö3	Hımm?
21.40-21.46	Ö2	Bak yağdan geçerken kırılmıyor. Buradan buraya geçerken kırılıyor.
21.46	Ö3	Bir dakika (lazeri eline alıyor.)
21.48-21.49	Ö3	Doğrultusu değişiyor.
21.50-21.53	Ö3	Bak doğrultusu burada böyle geliyor...
21.53-21.54	Ö2	Ö2 sözünü kesiyor, sonra buradan kırılıyor.
21.54-22.04	Ö3	Böyle yol alıp buraya gelmesi gerekiyor. Böyle kırılıyor sonra iyice aşağı iniyor. Bak tam kırılma noktasına bak.
22.03-22.06	Ö2	Kırılıyor çok belli oluyor.
22.06-22.07	A	Nasıl görünüyor?
22.07-22.09	Ö2	Belli oluyor hem de çok.
22.09-22.14	A	Ooo, artık tutmayı öğrenmişsiniz bu arada. Güzel görünüyor. Kırılma var mı yağdan sonra?
22.14-22.16	Ö3	Hocam yağdan sonra evet var.
22.14-22.15	Ö2	Evet.
22.14-22.15	Ö1	Evet hocam, kırılıyor yağda kırılıyor.
22.15-22.18	A	Çok az bir miktar da olsa var galiba değil mi?
22.18-22.19	Ö3	Yağda var hocam.
22.19-22.20	A	Şurada çok bariz.
22.20-22.22	Ö2	Evet. Suyu geçerken daha az.
22.23-22.27	A	Evet. Açığı biraz değiştiriyorsun. Açığı değiştir belki daha güzel görürüz.
22.24-22.26	Ö2	Bizim dediğimizin tam tersi.
22.29-22.30	A	Şuradan tut, suradan tutmaya çalış (Ö3'a söylüyor.)
22.34-22.37	Ö2	Bayağı belli oluyor hocam. Sudan daha çok belli oldu burada.
22.35-22.36	Ö3	Evet hocam.
22.37-22.39	Ö1	Hocam suda hiç kırılmıyor neredeyse.
22.40-22.43	A	Evet. Suyla yağ arasındaki farkı çok azmış gibi görünüyor değil mi şu an?
22.44-22.45	Ö3	Evet ama yağda daha çok kırılıyor.
22.45-22.47	A	Evet. Güzel. Dağılma oldu mu yani?
22.47-22.48	Ö2	Grup üyeleri hepsi yok diyor. (Öğretmen grubun yanından uzaklaşıyor.)
22.48-22.49	Ö1	Biz haklıyız.
23.01-23.02	A	Gözlemlerinizi o zaman çizin hemen. (Grup kağıtlara çizmeye başlıyor.)
23.22-23.24	Ö3	Suda kırılma oldu mu?
23.24-23.26	Ö1	Fazla olmadı ama biraz oldu.
23.26-23.29	Ö3	Ö6, dağılma olmuyor. (Ö6'ya sesleniyor.)
23.27-23.28	Ö2	Suda kırılma azıcık oldu.
23.29-23.30	Ö6	Dağılıyor.
23.31-23.34	Ö3	Olmuyor, yaptık. Deney yaptık.
23.33-23.38	Ö2	Hoca söyledi. Kim dedi o dağılma oluyor diye? (Gülümseyerek Ö6'ya

		söylüyor.) (Öğretmen diğer gruplara yardımcı oluyor. Grup şu an serbest.)
27.40-27.41	Ö2	Hani nerede? (Ö2 Ö6'ya soruyor. O sırada Ö6 Ö2'nin yanına geliyor.)
27.41-27.45	Ö6	Benim demeye çalıştığım şey şu yap bir. (Ö2 lazeri suya tutuyor. Tut anlamında söylüyor.) Bak dipte nasıl şey oluyor.
27.46-27.47	Ö2	Nerde?
27.55-27.56	Ö6	İşte bak ben de bunu diyorum.
27.56-28.00	Ö2	Sen bu tarafa doğru getirirsen tabi buradan yansıyıp gidecek.
28.00-28.02	Ö1	Sen cama tutuyorsun.
28.02-28.06	Ö2	Aa hocam bu cama doğru tutuyor yayılıyor diyor sonra.
28.06-28.10	Ö1	Bak bak sen böyle yapıyorsun, al. Sen böyle yapıyorsun. (Lazeri eline alıp gösteriyor.)
28.11-28.12	Ö6	İşte bak. Tamam işte tam oldu.
28.14-28.15	Ö1	Cama değdiriyorsun yaptığın bu.
28.15-28.17	Ö6	Ama bakın hafif dağılmıyor mu sanki.
28.17-28.19	Ö2	Bak bak bak. Bak nasıl
28.20-28.31	Ö6	Şimdi biraz daha şey içeri doğru yapar mısın, bana doğru? Sanki şu an yağın üstünde de var, bunun üstünde de var. Öyle gibi duruyor.
28.31-28.35	Ö2	Ya o yansıması, dağılması değil. Kendi lazer yansıyor.
28.35-28.46	Ö6	Tamam benim dağılma, şey gitti. Ama yine de yukarıdan da gözüyor aşağıdan da gözüküyor. Bakayım kırılarak mı gözükmüş? Galiba. Biraz yamuk duruyor.
28.46-28.50	Ö2	Evet çünkü...Baksana, şuradan bak.
28.56-28.57	A	Evet bir de şuna bakın. (Öğretmen geliyor ve elindeki kaba lazeri kendisi tutuyor.)
29.11-29.13	A	Görünüyor mu bariz? Görebiliyor musunuz?
29.15-29.16	Ö1	Hocam burada hiç gözüküyor.
29.16-29.18	Ö2	Evet. Sanki burada daha şey gözükte.
29.27-29.29	Ö2	Hah şimdi oldu tamam. (Öğretmen bir de sınıfın ortasında gösteriyor ve herkesin görüp görmediğini soruyor.)
30.18-30.21	A	Yağdan suya geçerken gördün mü kırıldığını? (sınıf cevap veriyor, evet diye)
30.37-39.40	Ö3	Hocam Ö6 hala dağılıyor diyor ya.
39.40-30.42	Ö2	Yok biz anlaştık onunla. Dağılmıyor.
30.42-30.43	Ö6	Kırılıyor sadece.
30.59-31.14	A	Evet peki ne gözlemlediğimizi kim söylemek ister? Ö4 ile başlayalım. Evet yağda dağılma oluyor diyen kimdi?
31.14-31.15	Ö4	Ben.
31.15-31.16	A	Dağılıyor mu yağda?
31.15-31.16	Ö4	Hayır.
31.16-31.20	A	Başka? Ö6 dağılıyor mu? Hatta şu an bakıyorsun. Dağılma var mı? Ö6 sesiz
31.21-31.23	A	Hiçbir dağılma yok. Çok net görünüyor değil mi?
31.23-31.25	Ö6	Hayır hocam dağılma var.
31.25-31.28	Ö3	Hocam hala dağılma var diyor. Gözünle görüyorsun ya.
31.27-31.31	A	Dağılma ama şu dediğin gibi şu tarz bir dağılma var mı? (Öğretmen Ö6'nın çalışma kağıdına yazdığı şekli gösterip soruyor.)
31.30-31.31	Ö6	Hayır.
31.31-31.37	A	Kesinlikle yok. Evet peki ne gerçekleşti yağda? Evet Ö4 devam et.
31.37-31.50	Ö4	Hocam ışık ışınları tuttuğum zaman yağda kırılıyor. Sonra yağdan diğer sıvıya geçerken suya biraz daha kırılıyor.
31.52-32.05	A	Evet güzel peki şimdi sizden bir şey isteyeceğim. Bu öğrendiğimiz kavramları kullanarak yağ ve su ikisini, araba analogisine benzeterek açıklamak isteyen var mı? (Öğretmen değerlendirme yaptı artık daha otoriter bu aşamada)
32.05-32.08	Ö2	Eee yağ ve?
32.08-32.13	A	Yağ ve su için. Hava ve yağ için de kullanabiliriz isterseniz.
32.13-32.14	Ö3	Ne için hocam?
32.14-32.16	A	Hava ve yağ için de yapabiliriz. Evet bunu bir açıklayalım. Ö15?
32.19-32.39	Ö15	İkisi de hareket ediyor fakat başka ortamlara girince doğrultu değiştiriyorlar. Bu ikisinin benzerlikleri çok fazla. Başka ortama girince hareket değiştirdiklerini söyleyebilirim.
32.40-32.44	A	Evet neden hareketleri değişiyor peki? Bunu söyleyebilir misin?
32.45-32.51	Ö15	Başka bir ortama giriyor çünkü.
32.51-32.54	A	Başka bir ortam nasıl bir etki yapıyor ışığa?
32.54-32.56	Ö15	Ee ışığa, kırılma etkisi yapıyor.
32.57-33.04	A	O kırılmanın sebebi ne olabilir? (Ö15 cevap veremiyor. Öğretmen bunun üzerine sınıfa soruyor.) Acaba ne olabilir?

33.04-33.06	Ö5	Işığın doğrultusu olabilir. (Ö5 söz almadan konuşuyor.)
33.07-33.08	A	Ne olabilir? Evet Ö13?
33.08-33.10	Ö13	Basınç olabilir mi?
33.10-33.42	A	Basınç...Basınçtan hiç bahsettik mi? Basınç olabilir mi acaba? (sınıftan hayır sesleri geliyor.) Başka bir kavram olabilir mi? Öğrendiğimiz kavramlardan...(fikirleri seçme) Soruyu tekrar söylüyorum. Hava ve yağ için düşünelim. Havadan yağa geçerken ne gerçekleşiyor? Bunu araba benzetmesiyle anlatabilecek var mı diye soruyorum. Ya da doğrudan ışığın kendisinden anlatın o da olabilir. Evet Ö2?
33.42-33.48	Ö2	Ee, şey saydam bir ortamdan başka saydam bir ortama geçerken kırılma oluyordu.
33.47-33.48	A	Evet.
33.48-34.01	Ö2	Bu da aynı şekilde saydam bir madde yağ da. Yine aynı şekilde bir açılıya tuttuğumuz zaman kenardaki açı diğer açılıya göre
34.02-34.03	A	Kenardaki ışık ışını (öğrencinin ifadesini düzeltiyor.)
34.03-34.19	Ö2	Işık ışını, diğer ışına göre daha önce sürtünmeye uğradığı için daha yavaşlayacak. Bu nedenle diğeri hızlı olduğu için bu sefer o diğeri, o bir doğrultusunu değiştirecek bu nedenle kırılmış olacak.
34.20-34.25	A	Doğrultusu değiştiği için. Peki doğrultusunun değişmesi hızına bağlı dedin.
34.25-34.27	Ö2	Evet, hızına bağlı.
34.27-34.29	A	Güzel. Başka? Ö5?
34.29-34.32	Ö5	Şimdi öğretmenim yağa girişiyle benzerlik yapacağız değil mi?
34.32-34.34	A	Evet hava ve yağ benzerliği bu.
34.34-35.03	Ö5	Öğretmenim şimdi araba, arabaya ilk giren tekerleğine doğru gitti. Çünkü ilk pürüzlü ortama. Mesela ilk yukardaki tekerlek girdi ya pürüzlü bir alana. Hocam o yüzden o yukarıdaki tekerlek zorladı diğer tekerleği yani ilk giren tekerleğin tarafına doğru gitti. Işıқта
35.05-35.06	A	Neden o tarafa doğru gitmişti?
35.07-35.10	Ö5	Zorlama yaptığı için yavaş olan.
35.11-35.12	A	Evet.
35.13-35.52	Ö5	Hocam burada da yağa girişinde yine aynısı, ilk giren ışın köşesi, diğer köşesine göre daha şey olacak daha yavaş girecek. O da hızlıca geldiği için o hızlı dönmesi kırılmasına sebep olacak. Ama öğretmenim başka bir şey söyleyeceğim, öğretmenim şimdi hani burada ışık yağdan suya geçmesi var ya. Hocam burada arabayla bir farklılık yok, şu nedenden dolayı orada daha çok açılıyor hocam yağda daha da açılıyor.
35.52-35.53	A	Nerede daha çok açılıyor?
35.53-35.56	Ö5	Yağdan suya geçince.
35.56-36.05	A	Hımm. Şimdi ona bakalım. Yağ ve suyu anlatmak isteyen var mı? Benzer mi yine o da? Yağdan suya geçerken ne gerçekleşti? Ö11 sen söyler misin?
36.05-36.46	Ö11	Hocam hava sert yüzeydi, yağ yumuşak yüzeydi. Su ondan daha yumuşak. İşte havadan girince kırılma oluyordu
36.46-36.49	A	Nasıl kırılıyordu? Biraz daha detaylı anlatır mısın?
36.50-37.06	Ö11	Tekerleklerin farklı girişinden dolayı sol tekerlek daha önce giriyordu. Sağ tekerlek biraz ondan sonra, o yüzden kayıyordu.
37.08-37.19	A	Güzel peki toparlayalım mı? Bir kişi tekrar bütün öğrendiğimiz kavramları kullanarak anlatabilir mi? Söyle Ö3?
37.19-37.27	Ö3	Hocam, biz burada hani yağdan suya geçerken yağı halıya, suyu da şeye mi benzeteceğiz? Yani sert yüzeye? Çünkü yağda suya göre daha çok kırılma oldu ya. (İçselleştirdiğine kanıt, soruyu yönlendiriyor.)
37.31-37.49	A	Hımm evet olabilir. Şu an bunun çok bir önemi yok, bizim dikkat ettiğimiz şey kırılma var mı yok mu. İlerleyen zamanlarda, ilerleyen derslerde bunu tekrar geri dönüp düşünebiliriz ama. Güzel bir soru. Şimdi sadece kırılma var mı buna dikkat edelim. Kırılıyorsa neden kırılıyor, bunu açıklamaya çalışalım. Evet.
37.49-37.51	Ö2	Baştan sona anlatayım mı?
37.50-37.51	A	Anlat Ö2.
37.52-38.48	Ö2	İlk başta araba deneyi ile başladık. Araba deneyinde bir sert yüzeyden yumuşak yüzeye arabayı ittiğimizde ilk sol tekerlek girdiği için sürtünme nedeniyle ilk o yavaşladı için diğer hızlı olan tekerlek doğrultusunu değiştirdiği için kırılmış oldu. Sonra bunların arasında benzerlik kurmaya çalıştık. Suyu arabayla ilgili. Ee siz, ışının da biz bir tek gördüğümüz halde daha farklı ışıklardan oluştuğunu söylediniz. Bu nedenle suya girerken de bir kenardaki ışının ilk suya girmesi diğer ışından daha önce olduğu için kırıldığını söylediniz. En son da bu yağ ile ilgili yaptık. Bu yağ da suyla aynı şey, mantıkta işliyordu, yine kenardaki ışık önce girdiği için diğer kenardaki ışıktan kırılıyordu.

38.39-38.55

A

Peki güzel hepsinde aynı sonuca varmış olduk. Evet çok güzel peki o zaman bu dersi bitirelim.

EK C.5 Ders 4 Tahmin-1, Gözlem-1 Aşamaları Kamera Kayıtları Transkripsiyonu

Zaman	Konuşmacı	Diyalog
00.57-1.07	A	Evet, hadi başlayalım öncelikli bir kişi tekrar etsin. Geçen ders neler öğrendik, neler yaptık? Ö10?
1.07-1.09	Ö10	Işığın kırılması.
1.09-1.15	A	Kırılmayı öğrenmiştik. Kırılma sebebini öğrendik. Neden kırılıyormuş onu bize özetleyebilir misin?
1.15-1.23	Ö10	Ee eğer açısı değişirse doğrultusu da değişiyordu. Kenarları ee bir kenar daha önce geldiği için yüzeye o yüzden kırılıyordu.
1.23-1.25	A	Ne oluyordu kenarı daha önce girince?
1.25-1.38	Ö10	Ee hızı yavaşlıyordu. Mesela araba diyelim yumuşak yerdeyken sol tekerlek daha önce geldiği için sol tekerlek yavaş ama sağ tekerlek hızlı oluyordu. Sol tekerlek ile sağ tekerlek, kırılma oluyordu. Yani yön değiştiriyordu.
1.38-1.47	A	Güzel. Kırılmanın asıl sebebi yani ne diye açıklarım ben buradan? Işığın kırılmasının asıl sebebi, şu an aklınızda ne var, Ö5?
1.47-1.48	Ö8	Hocam, denge.
1.49-1.50	A	Dengenin?
1.50-1.52	Ö8	Dengenin kaybolması.
1.52-1.54	A	Biraz daha detaylı anlatır mısın?
1.54-2.10	Ö8	Öğretmenim şimdi, mesela hani arkadaşımız dedi ya sol tekerlek önce giriyor, öğretmenim o hızlı, o yavaş, daha çok yavaşlıyor, ama sağ tekerlek hızlı olduğu için hocam sol tekerlek onu denge kaybindan dolayı ışık doğrultusunu değiştiriyor.
2.11	A	Güzel. (Ö6 söz veriyor.)
2.12-2.13	Ö6	Açısının değişmesi.
2.13-2.16	A	Açının değişimi, hız değişimine, tekerleklerin hızının değişmesine yol açıyor. (Ö15'a söz veriyor.)
2.17-2.19	Ö15	Saydam bir ortamdan başka bir saydam ortama geçmesi.
2.19-2.25	A	Evet. Başka bir ortama. Peki dik gelince ne oluyordu? Ö3?
2.25-2.35	Ö3	Hocam iki kenar da yani saydam ortama veya araba örneği verirsek yumuşak ikisi de aynı anda temas edince ikisi de aynı eşitlikte yavaşlıyordu.
2.35-2.36	A	Yani dengesi bozulmuyordu.
2.36-2.41	Ö3	Evet hocam, birbirlerine kuvvet uygulayamıyorlardı. O yüzden doğrultusu değişmeden devam ediyordu.
2.41-2.44	A	Güzel. Ama her durumda hızı azalıyordu değil mi? (sınıf evet diyor.)
2.45-2.49	A	Yani ışık da dik gelse bile başka bir ortama geçtiği için hızı azalıyor.
2.49-2.52	Ö2	Biri diğerinden daha önce giriyordu.
2.52-2.59	A	Biri daha girdiği zaman da doğrultusu da değişmiş oluyor. Hatta bunu yağ- su deneyi ile de yaptık. Orada ne gözlemledik? (Ö2'ya söz veriyor.)
3.01-3.14	Ö2	Ee orada yağda bayağı kırıldığını net bir şekilde gördük. Suya geçince daha az bir kırılma gerçekleşti yağ oranıyla. Yağda daha çok kırıldı.
3.14-3.44	A	Hıhım. Güzel peki bunları hatırladığınıza göre şimdi bu ders çocuklar optik dairelerimiz var bakın Ö14'ün yanında görüyor musunuz? O yuvarlaklar. O optik daireleri ve de ilk ders kullandığımız cam prizma vardı. (Sınıf evet diyor.) Oradaki malzemeleri kullanarak ve lazer ışını kullanarak kendimiz deney yapacağız. Ama öncesinde sizden bir konuda tahmin yürütmenizi istiyorum. Öncelikle kağıtları dağıtayım. Size okutacağım bunları. Bir kişi okuyacak.
4.17-4.19	A	Evet bir kişi okusun. Ö13?
4.22-4.38	Ö13	Lazer ışını şekilde görüldüğü gibi ışık prizmasına farklı açılarda tutulmaktadır. Gelme açısını değiştirdiğimizde kırılma açısı sizce değişir mi? Eğer değiştiğini düşünüyorsanız şekil üzerinde çizerek gösteriniz.
4.38-4.52	A	Evet önce tahminleriniz yazın. Grup arkadaşınızla tartışmadan. Tahmininizi çizin. Altında da bir yorum yapmanızı istiyor. Değiştiğini düşünüyorsan değişimin nedeni ne olabilir diye soruyor.
6.16- 6.17	Ö2	Öğrenciler çalışma kağıdını dolduruyorlar. Tamam mı?

6.17-6.18	Ö3	Tamam.
6.21-6.22	Ö2	Okuyabilir miyim? (Ö1'in kağıdına bakıyor.)
6.25-6.26	Ö2	Kırılıyor ya.
6.26-6.28	Ö1	Oradan kırılıyor, bu tarafa mı? (Ö2 onay anlamında kafasını sallıyor.)
6.28-6.34	Ö2	Işık böyle kırılacak. (Ö1 kağıdına çizdiği şekilleri siliyor.)
6.51-6.52	A	Bitiren var mı?
6.53-6.54	Ö2	Biz bitirdik.
6.55-6.57	A	Tamam bitirdiyseniz tartışabilirsiniz.
6.58-7.04	Ö2	Bir konuşalım önce sonra şey yaparsın (Ö3'a diyor.) Bence kırılıyor.
7.04-7.05	Ö3	Ya bayağı bir kırılıyor.
7.05-7.07	Ö2	Şey ama açısı da değişiyor bence.
7.07-7.08	Ö3	Açısı da değişiyor.
7.08-7.10	Ö1	Herkes öyle demiş ben de öyle diyeyim. (Ö1 arkadaşlarının kağıdına bakıp kendi kağıdına cevap yazıyor.)
7.13-7.18	Ö2	Ee çünkü açı değiştikçe hani giren ...(Ö3 Ö2'nin sözünün arasında giriyor.)
7.18-7.19	Ö3	Kırılma açısı.
7.19-7.23	Ö2	bir kenar daha önce veya daha sonra girecek, ona göre açı da değişecek.
7.23	Ö3	Evet.
7.24-7.25	Ö2	Bu nedenle kırılma açısı değişecek.
7.24-7.28	Ö3	Mesela, düz gelirken mesela böyle geldi bu tarafa yönelecek.
7.29-7.36	Ö2	Gerçek açı değişecekse hani diğer kenardaki ışın daha önce veya daha sonra girebilir. Ö1 sen? (Ses kayıt cihazını Ö1'a tutuyor.)
7.38-7.49	Ö1	Evet değişir çünkü ışığın saydam bir ortamdaki başka bir saydam ortama geçiyor. Onun için kırılıyor. Kırıldığı için de açı daralır.
7.53-7.54	Ö2	Hocam biz tartıştık.
7.58-7.59	A	Aynı fikirde misiniz?
7.59-8.00	Ö2	Evet.
8.02-8.03	A	Gerekçelerinizi söylediniz mi?
8.03-8.04	Ö2	Evet.
8.04-8.05	Ö1	Ö1 da konuştu mu?
8.05-8.06	Ö2	Evet.
8.06-8.07	Ö3	Hem de bayağı.
8.18-8.23	Ö2	Bence açı şey u açıldıkça daha çok kırılacak.
8.25-8.31	Ö3	Evet olabilir. On beş, yirmi beş...Evet olabilir.
8.32-8.34	Ö1	Ö6 değişmez demiş, olamaz. (Ö6 ile dalga geçiyor.)
8.45-8.49	Ö3	Bir şey söyleyeyim mi? (Ö2'ya soruyor.) Bunu böyle bu kadar yatay çizince bu tarafa geçer mi?
8.50-8.53	Ö2	Kırılıyor ama yine de. Burdan tutuyorsun böyle. (İkisi de elleriyle ışığın hareketini düşünüyorlar.)
8.53-8.54	Ö3	Evet bayağı bir kırılacak.
8.59-9.01	Ö2	Ama hangi tarafa doğru kırılacak acaba?
9.00-9.02	Ö1	Prizma diyor ama kırılma yapıyor.
9.02-9.03	Ö2	Ya farketmez. Ama nasıl kırılacak? Ne tarafa doğru?
9.05-9.11	Ö3	Ama ilk bu tarafa tutuyorum yani böyle tuttuğuma göre ilk bu taraf degeceği için bu tarafa gidecek.
9.11-9.14	Ö2	Hımm evet. Bu tarafı böyle geldi.
9.12-9.14	Ö1	Prizma diyor biz suya göre ayarlamadık mı?
9.15-9.16	Ö3	Farketmiyor ki.
9.15-9.20	Ö2	Hayır. Farketmez ki. (Sonra kendisiyle konuşuyor.) Evet ilk o taraf girecek.
9.20-9.22	Ö1	Prizmayla su aynı mı şimdi?
9.22-9.23	Ö2	Evet.
9.23-9.24	Ö3	İkisinde de kırılıyor.
9.24-9.25	Ö2	Saydam ortam.
9.26-9.27	Ö1	Desene bilader.
9.52-9.53	Ö1	Hocam biz tartıştık.
10.05-10.07	Ö3	Ö6? Nasıl düşünüyorsunuz?
10.07-10.08	Ö6	Değişir.
10.09-10.11	Ö3	Değişir değil mi? Aynı düşünüyoruz. (Öğretmen grupları geziyor.)
11.25-11.26	A	Neye karar verdiniz?
11.26-11.28	Ö2	Biz kırılır diye karar verdik.
11.28-11.30	Ö3	Yani açısı değişir.
11.30-11.33	Ö2	Kırılıyor zaten de açısı değişir diye karar verdik.
11.34-11.36	A	Niye peki böyle böyle çizdiniz?
11.36-11.41	Ö2	Hani daha önce biri daha önce giriyor ya, ilk bu taraftaki bu tarafa doğru.

11.40-11.41	A	Hıhım.
11.41-11.43	Ö3	İlk böyle geldiği için ilk bu taraf.
11.43-11.46	A	Bu tarafa doğru çok kırmışsınız ya, niye böyle değil de bu tarafa doğru?
11.46-11.49	Ö3	Yani açısı çoğaldıkça daha çok kırılıyor.
11.49-11.52	A	Biz yaptığımızda böyle mi gözlemlemiştin, Ö3?
11.53-11.54	Ö3	O kadar çok kırılmıyordu da.
11.54-11.55	A	Nasıldı bizim yaptıklarımız?
11.56-11.59	Ö3	Böyle gelince direkt böyle geliyordu.
11.59-12.01	A	Mesela böyle böyle mi gitmişti?
12.01-12.06	Ö3	Araba haliya çıktığı zaman ilk bu tarafa yöneliyordu. Sonra gidiyordu.
12.06-12.12	A	Yani böyle giderken böyle mi gitmeye başlıyordu? Şöyle gidiyor, şöyle mi yaptın?
12.12-12.13	Ö3	Yo, böyle gider.
12.13-12.18	A	Şöyle giderken biraz daha şöyle yaptı. Değil mi? Sen bu tarafa doğru çizmişsin. (Öğretmen Ö3'un çizimini soru cevapla düzeltiyor.)
12.17-12.18	Ö3	Bayağı bir çizmişim.
12.19-12.22	Ö2	Yani ters tarafa doğru çizmişiz, değil mi?
12.22-12.27	A	Öyle görünüyor. Görüntüyü unuttuğunuz için mi öyle oldu?
12.28-12.33	Ö1	Hocam ben dedim bunlar bana inanmadı. Al bak. (Ö2'ya elindeki çalışma kağıdını gösteriyor. Ö3, Ö2 ve öğretmen hepsi bakıyor.)
12.33-12.34	Ö2	Hımm evet.
12.35-12.38	Ö1	Hocam ben dedim bunlara ama bunlar işte. Ö3 ve Ö2 kağıda çizdiklerini düzeltiyorlar.
12.43-12.44	Ö3	Bu tarafa doğru olacak.
12.46-12.48	A	Evet bitti mi tartışma? (Sınıftan evet cevabı geliyor.)
12.51-12.59	Ö2	Ya hocam ama nasıl çizeceğiz şimdi? Buradan gelirken nasıl çizeceğiz? (Öğretmen grubun yanına geliyor.)
12.59-13.02	A	Şimdi dosdoğru gitmesini bekliyorum. Ama öyle gitmiyor. Ne yapıyor?
13.01-13.02	Ö3	Yamulacak.
13.02-13.04	A	Biraz doğrultusu değişiyor.
13.03-13.07	Ö2	Ama bu tarafa doğru, bu tarafta bu tarafa doğru değil mi?
13.06-13.08	A	Öyle gözlemlediniz.
13.08-13.10	Ö2	Şöyle bir şey olacak. (Çalışma kağıdına çiziyor.)
13.09-13.10	A	Evet.
13.11-13.12	Ö3	Böyle mi olacak?
13.11-13.21	A	Hıhım. Bunlar sizin tahminleriniz. Zaten burada benim bakmaya çalıştığım şey farklı açılar olursa nasıl olur, tahmininiz nedir.
13.21-13.23	Ö2	Böyle oluyor değil mi?
13.23-13.25	A	Gittikçe açıyorsun yani öyle mi?
13.25	Ö2	Evet.
13.25-13.26	A	Normalden uzaklaştırıyorsun yani?
13.26-13.27	Ö2	Evet.
13.28-13.30	A	Bunlar normaldi hatırlıyorsunuz değil mi?
13.29-13.30	Ö2	Evet.
13.30-13.37	Ö1	Hocam ben dedim bunlara öbür taraf dedim. Bunlar öbür tarafa deyince ben de onu çizdim. Yani bana inanmadınız.
13.40-13.46	A	Evet. Şimdi hep beraber tartışalım mı? Evet Ö9 ne diyorsun?
13.46-14.07	EA	Öğretmenim ben kırılacağını düşünüyorum. Çünkü hani bunu araba üzerinde değerlendirsek arabanın da açısı değişmiş, doğrultusu değişmiş olur.
14.07-14.08	A	Evet sen nasıl çizdin Ö9?
14.09-14.12	EA	Öğretmenim benimki pek düzgün olmadı ama şöyle çizdim.
14.12-14.25	A	Peki. Ben bir şey soracağım. Kırılma açısı ile gelme açısı aynı mı olur, küçük mü olur büyük mü olur? Ne diyorsunuz, mesela 15 derece için konuşalım. Ö8?
14.26-14.28	Ö8	Ben aynı olur diye düşünüyorum.
14.28-14.32	A	Yani kırılma açısı da 15, gelme açısı da 15 mi olur diye düşünüyorsun?
14.32-14.34	Ö8	Ben öyle düşünüyorum.
14.33-14.39	A	Öyle düşünüyorsun. Öyle bir şekil çizelim mi? Acaba nasıl olur?
14.40-14.46	Ö12	İkisinin de uyuşmaması için böyle olması lazım. (Eliyle gösteriyor.)
14.46-14.52	A	Şimdi iki ortamı ayıran yüzey, bu iki ortamı yüzeye dik bir çizgi çekiyorduk. Neydi o çizginin adı?
14.52-14.53	Ö2	Normal.
15.57-15.25	A	Evet, normaldi. Sonra? Rastgele açı göndereyim. Evet burası gelme açısı. 15 derece. Ö8 diyor ki aynen devam eder. Yani o zaman burası da mı 15 olmalı? Kırılma açısı.
15.23-15.25	Ö3	O zaman orada kırılma olmuyor ki dümdüz gidiyor.
15.28-15.30	A	Sen nasıl demiştin Ö8?

15.30-15.32	Ö8	Ben şöyle çizdim.
15.32-15.38	A	Şu tarafa doğru? Peki bunun için ne diyorsunuz?
15.38-15.45	Ö6	Arkadan yansıma gibi. Hocam sanki böyle aynaya bir şey tutmuşsun oradan yansıyor gibi.
15.45-15.46	A	Nerede ayna varmış gibi?
15.47-15.48	Ö6	Hocam, şu normalde.
15.48-15.51	A	Yüzeyin üzerinde ayna varmış gibi oluyor.
15.50-15.51	Ö6	Evet hocam.
15.51-15.53	A	Böyle bir kırılma gözlemledik mi hiç?
15.53-15.54	Ö2	Hayır.
15.53-15.54	Ö6	Hayır.
15.55	Ö12	Hocam yansıma
15.59-16.04	Ö8	Hocam ben gördüm. Aynayı mesela bir açıyla tutuyorsun ya öğretmenim, aynı açıyla ters yönde gidiyor.
16.05-16.13	A	Ayna gibi oldu yani, aynada böyle oluyor. Peki bizim kullandığımız malzemeler aynı değildi. Bu tarz bir kırılma gördük mü? (öğretmen soru cevapla öğrencileri doğru cevaba doğru yönlendirmeye çalışıyor.)
16.13-16.14	Ö2	Hayır.
16.16-16.18	A	Görmedik mi? Ö2 ne diyorsun?
16.18-16.27	Ö2	Ee ben de açısı değişir diyorum ama hani bu tarafa doğru bir de aynı açıda değişmez çünkü aynı açıyla giderse bu sefer kırılma olmaz.
16.28-16.30	A	Yani şöyle olmaz (tahtaya çiziyor.)
16.30-16.31	Ö2	Evet, kırılma olmaz.
16.31-16.43	A	Böyle düşünen var mı? (ses yok sınıftan) Kimse böyle düşünmüyor. Niye, niye böyle düşünmediniz? Niye bu olamaz? Ö4?
16.43-16.53	Ö4	Hocam çünkü ışın saydam maddeden başka bir saydam maddeye giderken doğrultu değişiyordu, kırılıyordu o yüzden.
16.55-17.00	A	Peki, her durumda mı kırılıyor bu ışık? Ö15?
17.00-17.10	Ö15	Her durumda kırılma oluyordu. Doğru, düzgün bir şekilde yolladığımızda kırılma olmuyordu ama değişik bir açıyla gönderdiğimizde kırılma ile karşılaşılırdık.
17.10-17.14	A	Peki bizim etkinliğimizde verdiğimiz deneyde ışık ışınları dik mi geliyorlar?
17.14-17.15	Ö2	Hayır.
17.15-16.17	A	O zaman nasıl bir sonuç bekliyorum?
17.17-17.18	Ö2	Kırılma olacak.
17.18-17.19	A	Kırılma olmasını bekliyorum.
17.20-17.31	A	Bunda hemfikiriz. Peki ama böyle mi kırılacak yoksa mesela bu şekilde mi? Ne diyorsunuz?
17.31-17.40	Ö2	Ee ben o şekilde yaptım. Bir de ben hani açılar büyüdükçe de kırılma da hani daha çok olur diye düşündüm.
17.40-17.42	A	Onun için ne diyorsunuz peki, evet? Onu da merak ediyorum.
17.43-18.16	Ö2	E şey şimdi ışını bir çok ışımdan oluştuğunu söylemiştik. Açı değiştikçe hani diğer kenardaki daha önce gireceği için hani o daha çok arkada kalacak açı genişlediği için bu sefer bu daha önce girdiği için arkadadan bir süre sonra daha çok bir süre sonra arkadaki girdiği için bu sefer daha çok kırılma olacak o girine kadar diye düşündüm onun için daha çok hani kırılma olur dedim.
18.17-18.34	A	Arabaya tam araba gibi düşündün yani burada. Tam arabanın yüzeyle açısı daha büyürse girme süresi daha da uzayacak diyorsun. Bu nedenle daha büyür. Böyle düşünen var mı? (Ö3 da el kaldırıyor.) Anladınız mı demek istediğini? Bir daha anlatabilir misin Ö2?
18.34-18.38	Ö2	Ee şimdi arabadan mı anlatayım?
18.36-18.42	A	Şimdi soru şu gelme açınız artarsa kırılma açısı ne olur? Bunun açıklamasını yapıyor.
18.43-19.08	Ö2	Ee arabadan anlatayım o zaman. Sol tekerlek hani bir arabanın geliş açısı daha çok büyürse mesela 15 dereceden 35 dereceye çıkarsa araba sol tekerleği daha önce gireceği diğer ondan daha uzun süre sonra gireceği için hani o arada daha çok doğrultu değiştirmiş olur. Bu nedenle daha çok kırılmış olur diye düşündüm.
19.08-19.09	A	Evet, Ö8?
19.09-19.20	Ö6	Hocam, bence böyle bir şey çıksa karşıma her zaman gelen şeyin açısına bakarım mesela diyelim onbeş mi, illa ki onbeşten fazla olacak ki kırılabilsin diye düşünüyorum.
19.21-19.22	A	Onbeşten yani?
19.22-19.23	Ö6	Ya pardon hocam az olacak.
19.23	A	Az.
19.23-19.28	Ö6	Evet hocam. Onbeşten biraz daha az olacak ki kırılıns diyelim.

19.28-19.36	A	Başka nasıl düşünüyoruz? Ö12 ne düşünüyorsun? Aslında bayağı tartıştınız orada. Ne karar verdiniz?
19.36-19.41	Ö12	Hocam gelme açısı kırılma açısından daha fazla olacak diye düşündüm.
19.41-19.44	A	Gelme açısı daha fazla olacak, neden böyle düşündünüz?
19.44-19.52	Ö12	Hocam çünkü, aynı olsaydı kırılma olmayacaktı, dümdüz olacaktı.
19.52-19.56	A	Evet peki, son başka konuşmak isteyen, Ö10?
19.56-20.14	Ö10	Bana göre sol taraftaki ışık daha önce giriyor. O yüzden bu tarafa doğru kırılacağını düşünürsek, bu tarafta sol tekerlek önce girdiği için.
20.15-20.24	A	Yani sen şöyle mi düşünüyorsun, böyle olacak. (ayna yüzeyi gibi yansıma çiziyor öğretmen) Ö11 sen ne diyorsun? Aynı mı düşünüyorsunuz?
20.25-20.28	Ö11	Hayır.
20.28-20.37	A	Siz uzlaşmaya varamadınız o zaman. Ee Ö10 sen neden böyle düşünüyordun?
20.37-20.45	Ö10	Hocam çünkü sağ taraftaki ışın daha önce giriyor. O yüzden kendine doğru çekeceği için bu tarafa geliyor.
20.48-20.49	A	Evet Ö1?
20.49-20.51	Ö1	Hocam, o zaman ayna yerine geliyor.
20.52-21.00	A	Normal, normal değil sanki ayna gibi oluyor diyor o zaman. Bunun üzerine Ö15 sen ne diyorsun?
21.00-21.04	Ö15	Ö10'un anlattığı şey yansımaya benziyor, kırılma ile açılabiliriz.
21.04-21.10	A	Yansımaya benziyor kırılma ile açılabiliriz diyorsun. (Burada Ö10'un fikri tamamen yanlış olduğu halde öğretmen yanlış demiyor.) Başka Ö3?
21.10-21.17	Ö3	Hocam, bizim izlediğimiz videoda da aynı şekilde açıyla gönderiyordu da o kadar çok büyük bir kırılma olmuyordu.
21.17-21.20	A	Evet, olabilir. Ö5?
21.21-21.35	Ö8	Öğretmenim ben diyorum ki şey gelme açısı kırılma açısından daha büyüktür. Çünkü öğretmenim mesela arkadaşımızın dediği gibi eğer direkt gitse yine on beş olacak.
21.35-21.40	A	Evet, onda hemfikiriz zaten kesinlikle kırılacak. Çünkü belirli bir açıyla gönderiyorum.
21.41-21.50	Ö8	Açılma gibi bir lüksü de olamaz bence öğretmenim mesela böyle gideceğine şöyle olur. (daha dar açı gösteriyor kalemiyle). Açı daralır. Yüzey normale yaklaştığı için açı daralır bence.
21.51-21.57	A	Normale daha yaklaşırken mi görmüştük biz hep? Havadan yağa ya da suya gönderirken? (evet cevabı geliyor sınıftan Peki Ö6?
21.58-22.28	Ö6	Hocam ben arkadaşımın dediğine bir şey söylemek istiyorum. (Ö10'e). Eğer hocam Ö10'un dediği gibi olursa sanki orada ayna varmış gibi kırılma söz konusu olmaz. Çünkü hocam kırılmada e saydam bir ortamdan başka bir saydam ortama geçiyor burada direkt yansımayı ele alıyor. Zaten hocam eğer böyle yansıma ile ilgili olsaydı yine açıları aynı olurdu. Bu yüzden hocam benim fikrim ikincisi daha doğru.
22.29-22.53	A	Peki Ö10, on beş değil de 25, 30 yapsaydık o zaman nasıl kırılacağını düşünüyordun? Nasıl yaptın onları? Bakabilir miyim? (Gidip bakıyor.) Hepsini aynı mı düşündün? Peki anlatır mısın sınıfa? Daha çok artarsa ne olacağını söyler misin sınıfa?
22.57-23.15	Ö10	Ben burada şey şu şekilde düşündüm. İlk başta bu taraftaki giriyor o yüzden bu tarafa doğru kırılacağını düşündüm. Çünkü arabada da öyleydi. Arabada da ilk başta sol tekerlek diğer tarafa doğru dönüyor. Burada bu tarafa doğru döner diye düşündüm.
23.16-23.20	A	Bu tartışmalardan da hala aynı fikirde misin şu an? (Evet anlamında kafasını sallıyor.) Peki Ö5?
23.29-23.52	Ö8	Öğretmenim ben hani açığı ne kadar çok, gelme açısını ne kadar artırırsak öğretmenim kırılma açısı o kadar şey olur. Kırılır. Yani azalır. Mesela hocam 15'te kırılma açısı ondu ya 25 derece ile yollarsak 15 olur yani 10 azalır, 35'te mesela 35 açıyla gönderiliyor ya kırılma açısı 20 olur. 15 azalır.
23.51-23.53	Ö12	Aynen hocam o şekilde.
23.53-23.59	A	Yani kırılma açısı aslında artar ama gelme açısına göre biraz daha az mı olur diyorsunuz?
23.56-23.57	Ö12	Daha az olacak.
23.58-23.59	Ö3	Evet.
23.59-24.00	A	Ö3?

24.00-24.12	Ö3	Hocam, Ö10'ün dediğine göre yani ıı saydam yüzeye ilk temas eden değil de öbür taraf diğerinden çok daha hızlı olması gerekiyor ki bu tarafa daha çok dönmesi gerekiyor.
24.12-24.16	A	Hımm şurada ilk temas eden değil diğer tarafın mı?
24.16-24.21	Ö3	Diğer tarafı gelirken öbürken daha hızlı olacak ki daha...
24.21-24.25	A	O kadar hızlı olmalı ki bu tarafa döndürebilsin mi diyorsun?
24.23-23.29	Ö3	Evet hocam, ama ikisi eşit hızda gelmeleri gerekiyor ki normal kırılma olabilsin.
24.29-24.31	A	Eşit olsa kırılır mıydı?
24.32-24.35	Ö3	Eşit olsa kırılırdı hocam çünkü..(Ö2 sözünü kesiyor.)
24.35-24.36	Ö2	Hızda şey demek istiyordu herhalde...(Ö3 sözünü kesiyor.)
24.36-24.45	Ö3	Hayır hocam ilk gelirken yani daha saydam yüzeye çarpmadan önce diğer taraf ondan daha hızlı olması gerekiyor ki çarptığı zaman bayağı bir dönsün.
24.46-24.49	A	Peki merak ediyorum neler düşündüğünüzü
24.49-25.07	Ö4	Hocam Ö10'ün dediği gibi olsaydı oradaki normal biz onu hayali olarak çiziyorduk. Ortada öyle bir şey yoktu. Ö10'ün dediği gibi olsaydı o ayna görevi görmüş olurdu.
25.08-25.09	A	Yani şu kırılması.
25.08-25.10	Ö4	Hiçbir şey yok orada.
25.13-25.14	A	Şöyle o zaman değil mi? (Şekil çiziyor.)
25.14-25.16	Ö4	Evet nereden kırılacak? (Ö10'e bakarak soruyor.)
25.16-25.19	Ö1	Hocam hem aynada kırılmıyordu.
25.19-25.20	A	Böyle geliyor...
25.21-25.49	Ö8	Öğretmenim şöyle düşündüm, arkadaşımız dedi ki arabada ilk giren tekerleğin tarafına giriyordu ya öğretmenim, arkadaşımız bence hayır ilk alttaki girdiği için prizmaya ondan dolayı yansıyarak kırılacağını düşündü bence öğretmenim doğru diyor, ama öğretmenim bence böyle olmalı o yansımaz kırılır bence.
25.49-25.51	A	Yani, ikinci şekil gibi mi diyorsun?
25.51-25.57	Ö8	Evet, ikinci şekil gibi olur. Yani doğru diyor ama şey yansıma böyle yapacağını düşünmüyorum.
25.57-25.58	A	Ö1 ne diyorsun?
25.58-26.08	Ö1	Hocam aynada hem kırılmıyordu yansıyor, Ö10 kırılıyor diyor. Ama yanlış oluyor.
26.08-26.23	A	Evet aynayı kastetmiyor ama ayna hareketi gibi aynadaki ışığın davranışı gibi yapıyor değil mi? Peki çok merak ediyorum. Ben size en iyisi gözlem kağıtlarını dağıttayım. Ne yapmanız gerektiği burada talimatlarıyla var. (Öğretmen kağıtları dağıtmaya başlıyor.)
26.27-26.29	Ö2	Hocam bu tarafa doğru kırılıyor değil mi?
26.30-26.32	A	İşte onun hepsini siz gözlemleyecekiniz şimdi.
26.31-26.34	Ö3	İlk giren tarafa doğru kırılması gerekiyor.
26.36-26.37	Ö2	Yani bu tarafa doğru (Ö3'a kendine göre, sol altı gösteriyor eliyle)
26.37-26.39	Ö3	Evet gelen tarafa doğru.
28.11-28.18	A	Evet şimdi ne yapacaktınız orada ne istiyor bizden? Kim okusun, Ö7 hiç sesin çıkmıyor. Sen oku.
28.27-28.48	Ö7	Bir ışık prizmasını optik dairenin üzerine yerleştirin. İki, havadan prizmaya 15, 25 ve 35 derecelik gelme açısı değerleri kullanarak ışık ışınlarını gönderiniz. Her bir gelme açısı için kırılma açısı değerlerini okuyunuz ve tabloya yazınız. (Öğretmen optik daireleri hazırlıyor.)
29.22-29.25	Ö6	Şşş sizce nasıl olacak ben küçük olacak diyorum (Ö3'lara soruyor.)
29.25-29.32	Ö3	Küçük olacak evet. Yani normale göre gönderilirse ya normale daha yakın...(Ö6 sözünü kesiyor.)
29.31-29.34	Ö6	Mesela şöyle olacak ya şöyle bir şey gibi duracak (elleriyle gösteriyor. Kırılma hareketini yapıyor. Normale yaklaştırıyor.)
29.34-29.36	Ö3	Yani normale daha yakın kırılması gerekiyor. Malzemeleri dağıtıyor öğrenciler. Ö1, malzemeleri alıp grubun yanına geliyor.
30.52-30.53	Ö2	Şu ne?
30.53-30.55	Ö3	Açıyı buna göre göndereceğiz.
30.55-30.56	Ö2	Bu ne?
30.56-31.07	Ö3	Açıyı mesela buraya getireceksin, buradan ölçeceksin.
31.12-31.14	Ö2	Tamam da derecesini nereden anlayacağız?
31.14-31.19	Ö3	Ö3 gösteriyor. Optik dairenin üzerindeki dereceleri sayıyorlar.
31.43-31.44	Ö3	Hocam bu nasıl çalışıyor ya? Öğretmen grubun yanına geliyor. Nasıl kullanacaklarını gösteriyor.

32.06-32.35	A	Bunu tam buraya bu çizginin üzerine yerleştireceksiniz. Tamam mı? Yani ışık ışınlarını buradan tutacağız. Bu düz yüzeye tutacağız ışık ışınlarını. Açılırları buradan hesaplıyorum. Bak bu normal, buradan açılırları hesaplıyorum. Kaç tane bölme var? 3 bölme demek ki, 90 ı üçe böl, 30. 30 u üçe böl, 10. Demek ki şu on derece, şurasıysa 15 derece. Tamam mı? (Öğretmen diğer grupların yanına gitti.)
32.48-32.50	Ö3	Hocam buraya lazer mi koyacağız nasıl olacak?
32.50-32.52	Ö2	Evet oraya lazer gelecek.
32.52-32.55	A	Böyle o zaman onbeş böyle oluyor. Burası on muydu?
32.55-32.56	Ö2	Evet.
32.56-32.58	Ö3	On-on beş,
32.58-32.59	Ö2	Evet on beş şurası.
32.59-33.11	Ö3	Tahminen yani böyle falan gelecek. Birisi tutacak mecbur.
33.14-33.15		Şuraya dayasana.
33.24-33.26	Ö1	Bir dakika on beşi ayarlayın orada.
33.27-33.28	Ö3	Tam burası.
33.28-33.29	Ö2	Evet.
33.31-33.36	Ö3	Buradan yollayacağız. Bunun üstüne koyacağız lazeri .
33.36-33.38	Ö2	Bu normal değil mi?
33.39-33.43	Ö3	Bu normal. (Optik daire üzerinde gösteriyor.) Bizim normalimiz de bu.
34.59-36.36	A	Evet, şimdi nasıl kullanacağımızı göstereceğim size. Optik daireyi bu şekilde tutuyorum. Şimdi ben optik dairedeki prizmanın düz yüzeyine doğru ışık tutacağım. Tamam değil mi, bu tamam. Peki açılırları nasıl ölçeceğim. Burası bu yeşil çizgi, yüzeyin normali. Neden? Çünkü bu yüzey bir genel çizgi. Bu düz yüzeye dik gelen çizgi yüzeyin normali. Dolayısıyla ikisinin çakıştığı yere doğru tutacağım. Tam keşişim yerine doğru tutmam gerekiyor. Tamam mı? Buradan tutarsam yanlış ölçerim. Şu yüzeyin normali var ya oradan tutacaksınız. Buraya kadar tamam mı? Peki bundan sonra açılırları nasıl ölçüyorum? Normalle ışın arasında kalan açıyı gelme açısı, onu nasıl hesaplayacağım. Bakın burası 90 derece. 90 ı kaç bölmüş? 3 büyük bölme var. Dolayısıyla şu açı, 30 derecedir. 30 dereceyi kaç bölmüş? 3 büyük parçaya bölmüş. Demek ki 10, 20, 30 yaptı. Her biri de ikişer bölmeden oluşur, beş beş. O en küçük bölmeler de 1 dereceye denk geliyor. Tamam mı? Buna göre ölçüm yapacağız. Hadi başlayalım. (Öğretmen grupları gezip yardım ediyor.) (Öğretmen gruba kendi tutuyor ışınları gösteriyor.)
37.48-37.50	Ö2	Hocam geliyor mu yuvarlağa?
37.50-37.51	A	Güzel tamam güzel.
37.53-37.56	Ö2	Kaç oluyor? On beş.
37.55-37.57	Ö3	Hocam küçülüyor.
38.08-38.10	Ö3	Gelme açısı 25, 15 oldu.
38.10-38.11	Ö1	20 olacak.
38.21-38.22	Ö2	Ö2'nin elinde açılırları hesaplıyor.
38.23-38.25	Ö3	Buradan gönderiliyor mu?
38.28-38.29	Ö1	Yirmi.
38.29-38.30	Ö2	Yirmi.
38.30-38.31	Ö2	Tam burası. Yirmi mi?
38.30-38.31	Ö1	Evet. (Ö3 da evet diyor.)
38.32-38.33	Ö1	Demiştin.
38.35-38.36	Ö3	Küçülüyor.
38.46-38.48	Ö2	Burası artıyor değil mi?
38.55-38.56	Ö3	Ne artıyor?
38.56-38.57	Ö2	Bu artıyor değil mi?
38.57-38.59	Ö3	Hayır artıyor.
38.59-39.03	Ö2	Hayır ama bak. Buradan gelip böyle kırılıyor ya.
39.03-39.08	Ö3	Buradan bakarsak artıyor ama buradan bakarsak azalıyor.
39.05-39.13	Ö1	Azalıyor, azalıyor. Bak kırılma açısı. Bak bak. Bak onbeşten on oldu.
39.15-39.16	Ö2	Anlamadım ben.
39.16-39.17	Ö3	Onbeşten on oldu işte.
39.17-39.23	Ö2	E tamam onbeşten on şöyle, onbeş daha çok değil mi?
39.23-39.24	Ö3	Evet.
39.24-39.27	Ö2	E daha çok fazla kırılmıyor işte.
39.27-39.28	Ö3	Evet.
39.33-39.34	Ö2	Yani şöyle bir şey olacak,
39.35-39.36	Ö3	Evet.
39.48-39.49	Ö2	Küçük.
40.00-40.02	Ö2	Kavramları kullanmamızı istiyor burada.

		(Ö3 kendisi deniyor.)
40.53-40.54	Ö3	Al on derece işte.
40.54-40.55	Ö2	Evet on.
40.57-41.02	Ö1	Al ben de böyle yazdım. (Ö2'ya gösteriyor.) Ö3 sen ne yazdın bakayım.
41.15-41.20	Ö3	Ö1, 25 çıkıyor. 35 derecedi bak, 35,
41.29-41.30	Ö2	Yirmi beş. (gülümseyip Ö1'a bakıyor.)
41.31-41.33	Ö1	Ters tutuyorsun oğlum ya.
41.33-41.34	Ö3	nereye ters tutuyorsun ya?
41.34-41.36	Ö1	Yanlış tutuyorsun ya.
41.43-41.45	Ö1	Orantı bozuluyor orantı.
41.44-41.46	Ö2	Yirmi beşten onbeş e beş mi var Ö1?
41.46-41.47	Ö3	Evet. (Ö2yı destekliyor evet diyerek.)
41.47-41.48	Ö2	Yirmi olması lazım.
41.48-41.49	Ö1	Hayır bak,
41.49-41.54	Ö3	Oğlum 35'ten 20 bak. Arada beş fark var. Beş fark var. Beş fark olacak.
41.54-41.55	Ö1	On fark oldu.
41.56-42.00	Ö2	Evet bak burada on fark oldu burada beş oldu. Ya bir o yirmibeşten yapsana Ö3.
42.01-42.03	Ö1	Bak beş, on, onbeş. (Ö3 yapıyor.)
42.05-42.06	Ö3	Al işte, on beş.
42.06-42.10	Ö2	Evet on beş. On, on beş , yirmi beş çıkıyor. Ö1 kabul etmeyen bir şekilde kafasını sallıyor.
42.13-42.20	Ö1	Bunlar on, bunların da beş olması gerekiyor. Orantı bozuluyor. Ö2 gülümsüyor.
42.26-42.27	Ö3	35'te kaç çıktı? (Ö6 soruyor.)
42.28-42.29	Ö6	35'te 27.
42.30-42.31	Ö3	Oha. (Ö2 da Ö3'a dönüp gülüyor.)
42.32-42.33	Ö6	Sizde kaç çıktı?
42.33-42.34	Ö3	Yirmi beş.
42.35-42.37	Ö6	Herkeste farklı çıktı.
42.38-42.40	Ö3	Hocam 35'te 25 çıkıyor.
42.20-42.41	Ö1	Ya yirmi. (Ö3'a sitem eder gibi söylüyor.)
42.42-42.44	A	Bir daha yapın bakayım.
42.44-42.47	Ö3	Hocam 10, 20, 35 burada.
42.48-42.49	A	35 şurası bak. (Ö3 deniyor.)
42.55-42.57	Ö3	Yirmi oluyor. (Ö1 seviyor. Öğretmen gidiyor bu arada.)
43.11-43.17	Ö3	Evet 10, 20, 30. Ben buradan tutmuşum. Böyle olacaktı.
43.17-43.20	Ö1	Aybüke (Ö2), bu on on gidiyor, bu da beş beş gidiyor.
43.26-43.28	Ö2	Dur bakayım. 40'ta 25 çıkacak.
43.29-43.32	Ö3	60'ta...40 çıkıyor 60'ta.
43.32-43.43	Ö2	60'ta bakayım. (Hesap yapıyor) 5 kere...Bir saniye kaç 60'ta mı? 65'te yap onda olmaz.
43.43-43.57	Ö3	40, 50, 60...35 çıkıyor.
43.56-44.00	Ö2	35. (Ö2 da hesapladığımı söylüyor.) Beş beş artırıyor.
44.06-44.07	Ö1	Bunu nasıl yapacağız?
44.26-44.30	A	Evet bitirenler hemen altındaki sorulara cevap versin.
44.30-44.31	Ö2	Verdik.
44.48-44.51	A	Evet tahmin etmenizi istiyorum. Sizce neden böyle?
45.02-45.07	Ö6	Hocam ben şey yazdım. Normal açığa biraz daha yakın olduğu için kırılma açısı küçüldü.
45.07-45.11	A	Hımm. Olabilir bunları birazdan tartışacağız.
47.34-47.38	Ö2	Şey daha geniş açıyla geldiği için böyle.
47.40-47.44	Ö3	Yani gelme açısı büyük olacak. Kırılma açısı da gelme açısından daha küçük oluyor.
48.14-48.16	A	Evet. Bitti mi tartışma? Evet cevabı geliyor sınıftan.
48.18-48.22	A	Evet, Ö13 ne diyorsun? Ö13'i dinleyelim.
48.22-48.31	Ö13	Hocam ee biz yaptık. Gelme açısı 15 derece olunca, kırılma açısı 10 derece oluyor. Ee gelme açısı 25 derece olunca...(Öğretmene sözünü kesiyor.)
48.31-48.33	A	Başka diğer gruplar nasıl buldu? Ö13 bir dakika bekle. (Ö3'a söz veriyor.)
48.34-48.35	Ö3	Aynı bulduk hocam.
48.35-48.36	A	Aynı buldunuz. Siz?

48.36-48.38	Ö6	Biz hocam kırılma açısını 12 bulduk.
48.38-48.41	A	12 buldunuz. 15'ten daha küçük çıktı yani.
48.40-48.41	EA	10.
48.41-48.42	A	10 buldunuz. (diğer öğrenciler de 10 cevabını veriyor.)
48.48-48.56	A	12, 10 -12 civarı hemen hemen benzer. Kimse 15 bulamadı değil mi? (sınıf evet diyor.) Evet, devam et Ö13.
48.56-49.01	Ö13	25 derece tuttuğumuzda ise 15 derece kırılma açısı oldu.
49.01-49.03	A	Kırılma açısında evet. (sınıfa soruyor.)
49.02-49.03	Ö2	15 bulduk.
49.18-49.21	A	sınıftan 15, 17 cevapları geliyor. Sonuç olarak yine gelme açısından daha mı küçük çıktı? Sınıftan evet sesi geliyor.
49.22-49.24	A	Evet sonuncu (Ö13'e sesleniyor.)
49.24-49.28	Ö13	35 derece yine gelme açısı, kırılma açısı ise 20 derece.
49.28-50.09	A	Evet 20 derece çıktı. Siz? (sınıftan 27,23, 25 cevapları geliyor.) Peki, her durumda 35'ten az mı çıktı? (evet cevabı geliyor.) Peki bu durumda neden böyle olmuş olabilir? Nasıl bir açıklama yapıyorsunuz? Yani biz nereden nereye, hangi ortamdaki hangi ortama ışığı gönderdik ve sonuçta neyle karşılaştık? Ö5?
50.09-50.25	Ö8	Öğretmenim şimdi gelme açısı normal bildiğimiz gibi geliyor, ama öğretmenim orada doğrultu değiştiriyor. Kırılma açısı gelme açısına göre yani kırılıyor ya doğrultu değiştiriyor, yüzeyin normaline kırılıyor yani daha da yakın olduğu için daha küçüktür gelmede açısından.
50.25-50.27	A	Ö5'in dediğine katılıyor musunuz? Normale daha yaklaşıyor diyor.
50.27-50.51		(Sınıf evet cevabını veriyor.) Evet kendi içinde açı büyüdü aslında değil mi? Kırılma açısı kendi içinde büyüdü. Ama baktığımız zaman her durumda gelme açısına göre kırılma açısı daha mı küçüktü? (sınıftan evet cevabı geliyor.) Yani ışık şöyle gitmesi gerekirken, normalde eğer iki farklı ortam olmasa aynen böyle gitmesi gerekirken nasıl gitti, biraz daha normale yaklaşarak mı gidiyor? (sınıf evet diyor.) Hangi ortamdaki hangi ortama geçerken?
50.51-50.54	Ö6	Saydam bir ortamdaki başka bir saydam ortama geçerken.
50.54-50.57	A	Biz hangi ürünleri kullandık, hangi maddeleri?
50.57-51.03	Ö4	Hocam öncelikle hava, havadan sonra da prizma.
51.03-51.05	A	Prizma evet, cam benzeri bir yapı. Havadan prizmaya geçerken ne oldu? Normale daha da yaklaşarak kırıldı diyebilir miyim buna?
51.14-51.21	Ö6	Evet. Şöyle bir örnekte olabilir hocam. Biz böyle kalemi kırdığımızda normalde dikken böyle biraz daha içeri doğru gözüküyor.
51.21-51.23	A	Evet görüntüsü de ona benziyor birazcık değil mi? Peki, güzel. Bir de bunun tam tersini yapacağız. Ama kaç dakika oldu ders. İsterseniz ara verelim.

EK C.6 Ders 4 Tahmin-2, Gözlem-2 ve Açıklama Aşamaları Kamera Kayıtları Transkripsiyonu

Zaman	Konuşmacı	Diyalog
00.40-00.45	A	Evet ilk ders ne yaptık? Ö9?
00.45-00.50	Ö9	Kırılma açısıyla ilgili şey yaptık, optikte gösterdik.
0.51-0.57	A	Optik dairede evet. Ne gözledik? Sonuçta ne çıktı? Devam et Ö9?
0.57-1.11	Ö9	Gelme açısı 15ken, kırılma açısı 10 oluyor. Gelme açısı 25ken, kırılma açısı 15 oluyor, gelme açısı 35ken kırılma açısı 20 oluyor.
1.11-1.13	A	Peki buradan nasıl bir genelleme yaptık? Ö6?
1.13-1.17	Ö6	Kırılma açısı her zaman gelen açıdan daha küçük olmak zorunda.
1.17-1.21	A	Hangi durumda peki? Nereden nereye gönderirken?
1.21-1.24	Ö6	Hocam, havadan cam prizmaya gönderirken.
1.24-1.46	A	Evet havadan prizmaya gönderdiğimiz zaman kırılma açısı gelme açısından küçük mü oldu? (Evet cevabı geliyor sınıftan) Evet. Şimdi tam tersini deneyeceğiz. Bu sefer prizmadan havaya göndereceğiz. Bakalım aynı sonuçla karşılaşabilecek miyiz? Bu arada bir şeye daha dikkat ettik değil mi? Normale göre konumu ne oldu kırılan ışının?
1.46-1.47	Ö6	Küçüldü.
1.48-1.50	A	Normale göre?, parmak kaldıralım. Ne oldu Ö14nur?
1.50-1.52	Ö14	Normale daha çok yaklaştı.
1.52-1.59	A	Daha çok yaklaştı. Yani gelen ışın mı daha yakın kırılan ışın mı diye sorarsam? Hangisi daha yakındı?
1.59-2.00	Ö4	Kırılan ışın.
2.01-2.03	A	Kırılan ışın normale üç durumda da daha yakındı değil mi?
2.03-2.04	Ö2	Evet.
2.04-2.15	A	Bu aklınızın bir köşesinde dursun. Şimdi tam tersi için önce sizin tahminlerinizi istiyorum. Kağıtlarımızın üstünde tahmin aşaması var. Öncelikle o kısmı doldurmanızı istiyorum.
2.20-2.22	Ö2	Nasıl göndereceğiz ben onu anlamadım.
2.27	Ö3	Hımmm. (anlamış gibi ses tonu)
2.28-2.29	Ö2	Buradan mı göndereceğiz?
2.29-2.31	Ö3	Bu prizma, prizmadan...Ben yine anlamadım.
2.48-2.50	Ö2	Bu prizmanın neresi? Aşağısı.
2.57-3.00	Ö2	Ya hocam nereden göndereceğiz bir ona göre tahmin yapsak?
3.03-3.08	Ö3	Prizmanın içinden gönderecekmışiz. (Ö2 dikkat etmiyor, tekrar söylüyor.)
3.14-3.16	Ö2	Benim hiçbir fikrim yok şu an.
3.21-3.24	Ö2	Havaya doğru göndereceğiz,
3.27-3.29	Ö3	Yine de kırılma olacak mı? Yoo bu sefer kırılma olmaz.
3.30-3.31	Ö2	Yansıyor.
3.34-3.37	Ö3	Ö1 lazeri optik daireden tutuyor.
3.37-3.39	Ö2	Oğlum lazeri prizmanın içine sokman gerekiyor.
3.41-3.45	A	Tam böyle biz buradan yaptık, içinden geçiyor. Önce birbirinizle tartışmayın, herkes kendi fikrini yazsın. Tahminlerini yazıyorlar.
4.11-4.12	Ö1	Niye öyle düşünüyorsunuz?
4.13-4.14	Ö3	Ben anlatacağım.
4.14-4.16	Ö2	Ben yansır diye düşünüyorum.
4.17-4.20	Ö3	O zaman havadan prizmaya geçince niye yansımıyor?
4.20-4.24	Ö2	Ne? Ama bak bu sefer buradan bu içinden geçiyor.
4.28-4.29	Ö2	Açıklayamam.
4.30-4.31	A	Yazdınız mı tahminlerinizi? Evet (sınıftan cevap geliyor.)
4.35-4.36	Ö2	Biz aynı fikirde değiliz.
4.36-4.37	A	Tartışalım.
4.38-4.40	Ö3	Sınıf içi mi grup içi mi hocam?
4.40-4.41	A	Grup içi tartışma.
5.17-5.22	Ö1	Burada niye böyle yaptın? (Ö2 ya soruyor) Sen değiştir, hepimizinki farklı oldu.
5.23-5.27	Ö2	Ya sen de öyle yap bir bakalım acaba hangimizinki doğru çıkacak.

5.46-5.51	Ö2	Yansıma olabilir aslında. Şuraya çarpıp.
5.51-5.52	Ö3	Prizmanın içi neresi?
5.52-5.56	Ö2	Şuradan tutacağız. Şuradan içine girecek.
6.04-6.05	Ö3	Yansıma yok.
6.06-6.09	Ö2	Hayır, tamam sonuçta böyle gider, yansıma anlamında değil.
6.09-6.10	Ö3	Kırılıyor yani.
6.11-6.12	Ö2	Tamam kırılıyor.
6.13-6.18	Ö3	Işığı prizmanın altına koyuyoruz. Yani buraya koyuyoruz değil mi? (Kağıttaki şekli gösteriyor.)
6.20-6.22	Ö2	Buradan geldi böyle gidecek.
6.22-6.24	Ö3	Burayı prizmanın (kağıtta gösteriyor) burası olarak kabul edelim (prizmada gösteriyor.)
6.24-6.25	Ö2	Tamam.
6.25-6.30	Ö3	Burayı da burası olarak. Yani buradan tutunca burada kırılıyor tekrar dönüyor.
6.30-6.33	Ö2	Yani burada kırılıp geri dönüyor işte.
6.33-6.36	Ö3	Bu yansıma olmuyor mu? Buraya gelmesi gerekiyor.
6.36-6.39	Ö2	Tamam işte yansıma ben de onu anlatmaya çalışıyorum.
6.39-6.40	Ö3	İşte yansıma oluyor.
6.40-6.41	Ö2	Evet . (Ö2 gülümsüyor)
6.41-6.43	Ö3	Aa o zaman bu tarafa geri dönecek.
6.42-6.46	Ö2	Evet. (gülümsüyor) Hadi Ö1 sen? (Ö1 kağıda çizdiklerini siliyor.)
6.48-6.50	Ö1	Az önce ben tuttum yoksa.
6.54-6.55	Ö2	Ö2 diğer gruba soruyor. Ne düşündünüz?
6.55-6.56	Ö6	Bence yansıyacak.
6.56-6.59	Ö2	Ben de yansıyacak dedim.
7.04-7.05	Ö3	Peki açığı büyüyünce?
7.05-7.10	Ö2	Açıyı bilmiyorum. Açığı da büyük ihtimalle değişir ama.
7.11-7.17	Ö3	Küçülür mü büyür mü? Ama büyür. Buradan tut bir. (Ö2'ya söylüyor.) Bu sırada öğretmen diğer grubun yanında onlarla konuşuyor. Bu sırada Ö2 da söze giriyor.
7.22-7.25	Ö2	Biz de yansıma ben de yansıma olacak diye düşündüm.
7.29-7.33	Ö3	Ö2 bak, buradan tut, burayı geçerse büyük oluyor.
7.35-7.37	Ö2	Aynen geri dönüyor.
7.37-7.38	Ö3	Yansıyor işte.
7.38-7.41	Ö2	Hocam biz bulduk.
7.57-7.59	Ö1	Aynı açığı mı nerden buluyorsun?
7.59-8.00	Ö2	Denedik. Öğretmen gelip hızlıca bakıyor. Hımm diyor.
8.15-8.16	Ö1	Aynı açığı yansır.
8.28-8.30	Ö3	Aynı açığı geri dönüyor Ö1.
8.30-8.34	Ö2	Evet bak mesela 15'ten yolladığımız zaman, neresi...
8.35-8.41	Ö3	15 burası oluyor. Bak buradan yolla buna geliyor.
8.42-8.56	Ö1	Ben az önce tuttum. Bak Ö3, Az önce tuttum aynen böyle duruyordu
8.56-8.57	Ö2	Evet. (Ö1'a evet diyor.)
9.05-9.06	Ö3	15 derecelik bir açığı yolla (Ö2'a söylüyor.)
9.06-9.07	Ö2	On beş...(Ö2 deniyor.)
9.10-9.11	Ö3	15 oluyor evet.
9.11-9.18	Ö2	Mesela kaç diğeri? 25. (deniyor hemen) Bak 25.
9.20-9.21	Ö3	35 yap. Ö2 yapıyor.
9.25-9.26	Ö3	Evet, doğru. Öğretmen grubun yanına geliyor.
9.46-9.48	Ö2	Aynı açığı geri dönüyor.
9.47-9.48	Ö3	Evet hocam.
9.48-9.50	A	Denediniz mi? Öyle mi çıktı?
9.50-9.54	Ö3	Hocam 15 derecelik açığı yolladık buradan, burada 15 derecelik açığıla.
9.55-9.57	A	15 neresi ama? Orası 15 mi?
9.56-9.57	Ö3	Evet hocam.
9.58-9.59	Ö2	Bu taraf mı oluyor? Öğretmen evet anlamında kafasını sallıyor.
10.01-10.03	A	Yüzeye dik gelen burası değil miydi?
10.04-10.07	Ö2	O zaman buraya mı bakacağız? Buraya mı bakacağız?
10.08-10.09	A	Hıhım.
10.12-10.13	Ö2	O zaman baştan yapacağız. Öğretmen gruptan ayrılıyor.
10.14-10.16	Ö2	O zaman kırılıyor.

10.18-10.19	Ö3	Kırılıyor.
10.19-10.21	Ö1	Ben dedim sana kırılıyor diye. (Ö3'a söylüyor.)
11.06-11.08	A	Evet tartışalım. Ö13 ne diyorsun?
11.08-11.33		Bu sefer temas ettirildiği için lazer ışını bir köşesi erken girmedeği için kırılma olmaz.
11.34-11.45	A	Acaba bir köşesi erken girmiyor mu? Bir daha düşünsek, dikkatli bir şekilde. Işını nasıl göndereceğim?
11.45-11.47	Ö2	Belli bir açıyla.
11.47-11.58	A	Belli bir açıyla gönderemeyecek miydin ışını? Temas edecek ama yien de belli bir açısı olmayacak mı Ö13 onun?
11.58-12.00	Ö13	Olabilir.
12.00-12.02	A	O zaman ne düşünüyorsun?
12.02-12.03	Ö13	Kırılabilir.
12.04-12.06	A	Peki başka neler düşünüyoruz? Ö10?
12.08-12.10	Ö10i	Hocam bence kırılır çünkü belli bir açıyla giriyor.
12.39-12.42	A	Yani yine kırılma açısı daha küçük mü olur diyorsun?
12.42-12.43	Ö10i	Evet.
12.46-12.47	A	Ö9 sen ne düşünüyorsun?
12.47-13.02	Ö9	Öğretmenim ben de aynı fikirdeyim çünkü lazer ışınını prizmaya verdiğimizde belirli bir açıyla verdiğimizde kırılacaktır. Ben de şöyle yazdım.
13.02-13.07	A	Bu tarafa kırılacak dedin. Açılırları için ne söyledin Ö9?
13.08-13.21	Ö9	Öğretmenim hani ilk yaptığımızda böyle hani gelen ışın daha fazlaydı. Kırılan ışın daha azdı ama ben aynı şeydeyim.
13.21-13.23	A	Peki Ö9 gibi mi düşünüyorsunuz?
13.23-13.24	Ö2	Evet.
13.24-13.26	A	Ne düşünüyorsunuz şu an?
13.26-13.28	Ö1	Ben kırılıyor diyorum.
13.28-13.29	Ö6	Ben yansıyor diyorum.
13.29-13.34	Ö2	Biz e gelen açı ee kırılan açı daha büyük olacak bu sefer.
13.34-13.38	A	Kırılan açı daha büyük olacak diyorsunuz. Neye dayanarak böyle söylediniz?
13.40-13.59	Ö2	Ee neye dayanarak, hani gönderdiğimizde 15 derecelikti. Bu sefer hani bu taraftan gönderdiğimiz için biri daha önce girecek. Bu sefer ee ilk girene göre daha büyük bir açıyla hani şey diğeri girecek. Gittikçe de hani bu açı büyüyecek.
13.59-14.01	Ö1	Ö3 sen hangisini yaptın?
14.02-14.03	Ö3	Kararsız kaldım.
13.59-14.00	Ö6	Farklı düşünüyorum hocam ben.
14.02-14.05	A	Evet olabilir. (Bunu Ö2'nin cevabına cevap olarak söylüyor.) Başka Ö6?
14.05-14.22	Ö6	Hocam ben küçüleceğini düşünüyorum. Çünkü hocam hani biz hocam prizmaya tutmuştuk ya lazeri. Hocam yine prizmadan geçecek yine bir şeyi tutacak. Diyelim 15 mi, sonra hocam biz 15 daha tuttuğumuzda 15'ten az olacağını düşünüyorum.
14.23-14.25	A	Niye az olacak diyorsun?
14.25-14.40	Ö6	Hocam şöyle düşünüyorum. Biz prizmayı böyle tuttuk diyelim buradan. Sonra böyle kırılması olmuştu ya şu an buradan tuttuğumuzda yine kırılma olacak. Yine hocam birinci deneideki gibi küçüleceğini düşünüyorum.
14.41-14.43	A	Başka Ö12 küçülecek mi diyorsun sen de?
14.43-14.57	Ö12	hocam ben başka bir şey diyeceğim. Hocam başta demiştiniz ya tam tersini yapacağız diye. Hocam ilk başta yansıyacak şu an mantıklı bir açıklama düşünemiyorum şu an ama o şekilde gidecek.
14.57-15.03	A	Böyle kırık, yansıma gibi olacak diyorsun. Buna deneyerek mi karar verdin? Ö15?
15.06-15.10	Ö15	Ö12 hayır diyor.
15.11-15.12	A	Ben de aynı şekilde ilerleyeceğini düşünüyorum.
15.11-15.19	Ö15	Kırılmayacak diyorsun.
15.19-15.22	A	Evet. İzlediğimiz videoda prizma yansırken mesafe vardı. Hava alıyordu.
15.22-15.26	Ö15	Evet. Öne hava sonra prizmaya geçiş vardı.
15.26-15.28	A	Şimdi direkt prizmaya ilerlediği için ışık havayla karşılaşmıyor.
15.28-15.31	Ö15	Prizmadan havaya çıkacak o yüzden bence kırılmayacak diyorum.
15.31-15.34	A	Prizmadan havaya çıkacak.
15.34-15.41	Ö4	Sen de kırılmayacağını düşünüyorsun bu sebeple. Ö4?
15.41-15.43	A	Ama hocam Ö15 dedi ki ee havadan geçmiyor prizmaya diye prizmadan havaya geçiyor yine değişiklik oluyor orada.
15.44-15.50	Ö15	Bunun için ne dersin Ö15?
15.50-15.52	Ö4	Ya sadece ışığı tuttuğumuz yer önemli. Işığı prizmaya tuttuğumuz için bir değişiklik olmaz.
		Ama prizmadan havaya geçiyor.

15.52-16.05	Ö15	Ama tamam da ışığı önce havadan tutuyoruz sonra cam prizmaya geçiyor. Prizma da kendi içinde değiştirebiliyor. Ama direkt prizmadan tutunca havay da direkt prizmadan geçebiliyor diye düşündüm.
16.06-16.23	Ö6	Hocam ama Ö15'in fikri bana yanlış geliyor çünkü hocam sadece yer değişimi oluyor. Yine hocam havadan da geçecek prizmadan da geçecek. Sadece hocam yerleri değişiyor. Yine hocam ışında bir farklılık olacak ve düşeceğini düşünüyorum ben.
16.08-16.18	Ö3	Bu sırada Ö3 Ö2'ya açıklama yapıyor. Dürbün gibi bir şey işte. Bir tarafından bakınca yakın gösteriyor. Bir tarafından bakınca uzak gösteriyor. Buradan bakınca gelme açısı daha büyük. Buradan bakında kırılma açısı daha büyük.
16.23-17.15	A	Peki deneyelim o zaman. Bu sefer nasıl yapacağınızı göstermem gerekiyor. Bu sefer yuvarlak yüzeyden tutacağız. Çünkü havadan tutmayacağız. Doğrudan prizmadan tutacağım. Açılara bakalım öncelikle 15 derece var değil mi? Bu sefer açıları alttan ölçüyorum. Herkes görüyor mu? 15 neresi, be, on, onbeş burası değil mi? Tam şuradan tutacağım. Yuvarlak yüzeyden tutacağım tamam mı? Tam temas etsin diye yoksa buradan da yapsam benzer sonuca ulaşabilirim. Ama böyle bir ölçüm yapmam çok daha kolay. Bu anlaşıldı mı? (Evet cevabı geliyor.) Tamam şimdi 15'i tutacağım bu şekilde tam orta kısmından. Ve kaç derece görüyorum?
17.17-17.18	Ö1	35.
17.18-17.19	Ö6	Büyüdü hocam.
17.23-17.30	A	Peki şimdi nasıl yapacağınızı biliyorsunuz. Yuvarlak kısımdan tutarak bu şekilde açıları ölçün bakalım ne çıkıyor.
17.30-17.32	Ö1	Hocam hangisine inanacağız? Böyle gidiyor? (Elleriyle gösteriyor.)
17.33-17.34	A	Kırılan ışına bakıyorsun. (Öğretmen gruptan ayrılıyor.)
17.34-17.38	Ö2	Ya hangisi bizim aradığımız...Hah.
17.35-17.43	A	Çocuklar arada bazen yansıyan ışın da görebilirsin. Ona dikkat etme. Kırılan ışına bak sadece. Tamam mı?
17.44-17.47	Ö2	Hocam bizde 20 bir şey çıkıyor.
17.48-17.52	A	Nasıl görünüyor? Tam bu ortaya doğru.
17.52-17.56	Ö2	Bu mu yamuk? Yamuluyor bu. (Öğretmen yardım ediyor.)
18.02-18.06	A	Tamam o kadar önemli değil o. Evet (Ö2 tutarken evet diyor ona.)
18.11-18.13	A	Hmm kaç çıkıyor?
18.14-18.15	Ö1	25.
18.16-18.18	A	25 yaklaşık evet. Bunun işaretleyin bakalım. (Öğretmen gruptan ayrılıyor.)
18.26-18.28	Ö2	25'te tuttuğumuzda,
18.28-18.30	Ö3	Versene bir dakika. (Ö2dan istiyor.)
18.30-18.33	Ö2	Bir saniye dur yapalım hepsini.
18.35-18.38	Ö3	25'te 35 çıkıyor ya 40 çıkıyor. (Kağıda yazıyorlar.)
18.39-18.40	Ö3	Hoca da öyle dedi. Yanlış oldu.
18.44-18.45	Ö2	Bir dur.
18.48-18.49	Ö3	Hoca demiş.
18.50-18.55	Ö2	Bize de o zaman evet dedi. Kaç bu?
18.55-18.56	Ö3	60.
18.57-18.58	Ö2	Burası?
18.58-18.59	Ö3	50.
19.00-19.01	Ö2	Nasıl oluyor ya?
19.09-19.10	Ö3	60 çıkıyor.
19.13-19.14	Ö1	Kaç? 60, 40.
19.15-19.16	Ö6	60 çıkıyor. (Ö2ların gruba söylüyor.)
19.17-19.18	Ö3	Hangisi 60 çıkıyor?
19.18-19.19	Ö6	25. (Ö3 siliyor kağıda yazdığını.)
19.22-19.25	Ö2	Ya onlara göre niye yapıyorsunuz?
19.24-19.28	Ö3	Bir dakika onlara göre yapmıyorum. Birincisi 25 miydi?
19.28-19.29	Ö2	Evet.
19.29-19.30	Ö3	İkincisi? 40.
19.31-19.32	Ö2	40. Ö1 optik daireyi alıp deniyor.
19.42-19.48	Ö1	Kaç? 45.
19.48-19.49	Ö3	40, 40
19.49-19.50		40, 40 pardon. İkincisi yap. (Ö3 alıyor.)
20.00-20.10	Ö3	20 çıkıyor...25 çıkıyor.
20.10-20.11	Ö2	Tamam 25.
20.11-20.12	Ö1	35'i bul.
20.16-20.18	Ö3	60, yok

20.17-20.19	Ö2	60.
20.18-20.19	Ö1	Kaç?
20.30-20.31	Ö3	Niye yamuk duruyor ya?
20.34-20.36	Ö1	60, 60, 60.
20.36-20.37	Ö3	Evet, 60.
20.38-20.40	Ö1	Kırılma açısı daha büyük.
20.48-20.49	Ö3	Doğru yaptık galiba.
20.53-20.55	Ö2	Tuttuk o çıktı. (Gülümsüyor.)
20.55-20.56	Ö3	Tuttuk o çıktı. (Ö3 da gülüyor.)
22.19-22.20	A	Ne çıktı nasıl oldu?
22.21-22.22	Ö2	40'la 60 çıktı.
22.22-22.26	A	Hımm. İlginç peki. Şunlara ne diyorsunuz? Grup bu soruya sessiz kaldı.
22.33-22.36	A	Ve üç durumda da büyük çıktı değil mi? Grup evet diyor. Öğretmen gruptan ayrılıyor.
22.45-22.46	Ö3	Biz yanlış mı bulduk? (Grup üyeleri cevap vermiyor.)
23.00-23.01	Ö3	Düzeltilmiş düzelt.
23.02-23.04	Ö2	Boşver ben düzeltmeyeceğim. Öğretmen kendi lazerini kullanarak göstermelerini istiyor sınıftaki diğer öğrenciler. Öğretmen o lazeri tutuyor.
23.43-23.50	A	Bakıyor musun? Kaçtı 15 mi? Sınıftan sesler: 30 çıkıyor.
24.00-24.01	A	Başka? Sınıftan sesler: 25.
24.16	A	60 çıktı. Başka? Sınıf:35
24.24-24.25		Sınıf: 60.
24.25-24.27	Ö2	Ö2 seviniyor. Doğru yaptık.
24.37-24.40	Ö1	Hocam, nedenini bilmiyoruz ama.
24.46-25.08	A	Evet grup arkadaşınla tartış bakalım. Neden böyle oldu? Açıklama yapmaya çalışın. Grup arkadaşınla tartış ve şu karara var. İlk deneyle bu deney arasında bir benzerlik var mı acaba?
25.22-25.24	Ö1	Hocam ama bunun nedenini bilmiyoruz ki. Grup arasında tartışmıyor.
26.52-26.54	Ö3	Hocam kafamız bayağı bir karıştı ya.
26.53-26.55	Ö1	Hocam açıklaması yok ki ya.
26.55-26.58	A	Şöyle tartışın. Normale göre ne oldu, onu tartışın.
26.57-26.59	Ö3	Normale göre ne oldu?
26.59-27.01	Ö2	Arttı her seferinde.
27.09-27.12	Ö3	Normale göre arttı. Değil mi? (Ö1'a soruyor.)
27.14-27.25	Ö1	Evet, evet. Neden arttı Ö3?
27.28-27.38	Ö2	Çünkü ilk başta, hani bu sefer havadan prizmaya gönderirken azalıyordu. Bu sefer tam tersi prizmadan havaya gönderiliyor yani arttı.
27.38-27.39	Ö3	Peki nedeni ne işte?
27.40-27.41	Ö2	İşte tam tersi olması.
27.41-27.43	Ö3	Neden tam tersi oluyor?
27.43-27.44	Ö1	Ters orantı olduğu için.
27.43-27.44	Ö3	Aa? (Hepsi gülüyor.)
29.10-29.18	A	Evet peki ikisi arasında ne gibi fark var? Önce deney sonucunu genelleylim. Ne gözlemledik? Ö10 ne gözlemledin?
29.18-29.25	Ö10	İlk deney sonucu daha az çıkıyordu ama ikinci deneyde açı daha fazla oldu.
29.25-29.26	A	Hangi açı daha fazla oldu?
29.26-29.27	Ö10i	Gelen açı,
29.27-29.28	Ö1	Kırılma açısı.
29.28-29.32	A	Kırılma açısı daha büyük oldu. Aradaki fark nedir peki iki deney arasında? Aynı açıları kullandık?
29.37-29.42	Ö10i	Şey biz baştan prizmadan havaya doğru yapmıştık.
29.42-29.43	A	Öyle mi yaptık?
29.43-29.53		Havadan prizmaya yaptık ama burda prizmadan havaya doğru yaptık. Yani ilk başta saydam yüzey kullandık, daha sonra saf yüzey kullandık.
29.54-30.00	A	Bu nasıl bir değişime yol açmış olabilir? Ö15?
30.01-30.10	Ö15	Şey oldu şimdi ilk yaptığımız deneyde normale yaklaştı. Ama ikinci yaptığımız deneyde ise normalden uzaklaştı kırılma açısı.
30.10-30.14	A	Buna ne diyorsunuz? Normalden uzaklaşma yakınlaşma konusunda Ö1?
30.14-30.16	Ö1	Hocam, doğru söylüyor.

30.16-30.18	A	Sizde öyle mi gözlemlediniz?
30.17-30.18	Ö3	Evet.
30.18-30.19	A	Ö4?
30.19-30.25	Ö4	Evet hocam biz de öyle gözlemledik. Doğru söyledi. Nedeni de yüzeylerin değişikliği.
30.26-30.29	A	Yüzey...geçiş... Birinci durumda nereden nereye geçiyordu?
30.29-30.33	Ö4	Birinci durumda havadan prizmaya geçiyordu. İkinci durumda prizmadan havaya geçiyordu.
30.33-30.45	A	Peki bunları araba benzetmesiyle anlatmaya çalışsak? Mesela birinci durumda hangi yüzeyden hangi yüzeye geçiyordu? Ö5?
30.45-31.02	Ö5	Öğretmenim şimdi birinci, arabada öğretmenim şimdi birinci yaptığımız deneyi benzetme yaparsak, betondan sert bir yüzeyden yumuşak bir yüzeye geçtik. İkincisinde de yumuşak bir yüzeyden sert bir yüzeye geçtik.
31.01-31.02	A	Peki.
31.02-31.07	Ö13	Hocam burayla ölçük bir de şurayla ölçtük. Bir farkı var mı? (Prizmanın farklı yüzeylerini gösteriyor.)
31.07-32.26	A	O yüzeyi kullanma özellikle prizmadan havaya geçişi, açılırları değiştirirken daha kolay göstermiş olduğu için öyle yapıyorum. Çok daha kolay bir şekilde lazeri hani daha rahat tutuyorum. Tam prizmadan havaya geçişi bulabiliyorum o zaman. Aksi durumda mesela Ö14larınkinden öyle bir şey olmuyor değil mi? İki düz yüzeyde onu gözlemleyemiyorum. Yuvarlak olduğu zaman prizmanın içinden tutuyormuşum görüntüsü vermiş oluyor. Düz yüzey havadan prizmaya geçiş için daha uygun kullanılıyor. Peki o zaman şimdi bu iki durum niye böyle oldu? Yani daha doğrusu ikinci durumda neden böyle olduğuna dair sizden arabayla ilgili bir yorum yapmanızı isteyeceğim. Önce bir tahmin edelim, araba olsaydı acaba yumuşaktan sert yüzeye doğru nasıl hareket ederdi? Önce bu tahminlerimizi yapalım sonra bütün bu deneyleri toparlayarak açıklamaya çalışacağız. (Öğretmen bir çalışma kağıdı daha dağıtıyor.)
33.06-33.07	A	Ö1 önceki çalışma kağıdını istiyor Ö3'tan. Ö3 da hiç bana bakma ben de bir şey yapmadım diyor.
33.13-33.22	Ö11	Ö11 okur musun?
33.22-33.34	A	Arabayı şekilde gösterdiği gibi iterseniz sizce araba nasıl bir yol izler? Tahmininizi şekil üzerinde çizerek gösteriniz ve açıklayınız.
33.45-33.53	Ö3	Siz artık yumuşak yüzey, sert yüzey biliyorsunuz, hızlanır mı yavaşlar mı onu da biliyorsunuz, bunları düşünerek bakalım arabanın yolu nasıl olur, tahmin etmeye çalışın.
35.18-35.20	A	Bu taraf yavaşlayacak yani bu taraf daha çok hızlı olacak bu tarafa çıktığı zaman yavaşça döndürecek. (Ö2'ya söylüyor. Ö2 düşünüyor.)
35.21-35.22	Ö3	Herkes bitir mi? Tamam bitirenler tartışmaya başlayabilir.
35.22-35.23	Ö2	Sizce ne tarafa doğru dönecek?
35.23-35.24	Ö3	Ben aşağı doğru yaptım.
35.24-35.26	Ö2	Ben yukarı doğru yaptım.
35.26-35.27	Ö1	Ö1'in kağıdına bakarak. O da dümdüz yapmış. (gülümsüyor.)
35.27-35.28	Ö3	Ben de dümdüz yaptım.
35.28-35.34	Ö2	Peki neden aşağı olur?
35.35-35.38	Ö3	Ben şunun için yaptım. Şimdi ilk bu sefer sağ tekerlek girecek.
35.38-35.42	Ö2	Sağ tekerlek dışarı doğru yani hızlı olacağı tarafa doğru çıkacak.
35.43-35.44	Ö3	Evet buradan yavaş yavaş ilerlerken ilk buraya geldiğinde...
35.44-35.52	Ö2	İlk bu tarafa hızlanacak. İlk bu taraf hızlanacak ondan sonra bu da girince bu taraftan bu tarafa doğru bir doğrultu değişimi olacak.
35.52-35.55	Ö1	Peki Aybike, sürtünme azalıyor?
35.55-35.57	Ö2	Tamam işte hızlanıyor.
35.57-36.03	Ö3	Tamam hızlı gidiyor da bunda hala sürtünme oluyor. Yavaş taraf hızlı tarafı kendine doğru döndürüyor. (Ö2'ya soru sorar şekilde bakıyor.)
36.03-36.10	Ö2	Ama bu sefer tam tersi orada alttan şey...Ee sertten yumuşağa doğru .
36.08-36.09	Ö3	Aynı şey farketmiyor ki.
36.11-36.17	Ö3	Bir dakika kafam çok kötü karıştı. (Ö2 gülüyor.) Senin dediğin de doğru olabilir.
36.17-36.19	Ö2	Senin dediğin de doğru olabilir.
36.20-36.24	Ö3	Ö1, sen dümdüz yapmışsın. İkimizin ortası.
36.24-36.27	Ö2	Bu mutlaka kırılacak bir tarafa ama...
36.27-36.28	Ö3	Ne tarafa işte...
36.29-36.30	Ö2	Denesek mi? (Ö2 eline ses kayıt cihazını alıyor onunla deniyor.)
36.33-36.46	Ö3	Bak ilk bu taraf çıktı sert yüzeye değil mi? Burası çıktığı zaman bu hızlı olduğu için bu tarafa dönmeyecek mi? Bu daha yavaş bu daha hızlı böyle dönmeyecek mi? (Ö3 ses kayıt cihazı ile gösteriyor.) Veya böyle gelecek.

36.46-36.50	Ö2	Tamam, bu çıkacak bir süre sonra (Ö3 giriyor.)
36.50-36.54	Ö3	bu hızlanacak ama bu yavaş. Bak bunun bu çıktığı zaman bu yavaş. (Ö2 giriyor.)
36.54-36.55	Ö2	Bak bunu itecek
36.55-37.00	Ö3	Hayır kendi tarafına doğru döndürüyor. Yavaş tarafa doğru dönmüyor muydu? (Ö1'a dönüp soruyor.)
37.04-37.10	Ö2	O nasıl, sol ilk giriyordu, bu tarafı bu tarafına doğruyd.
37.10-37.25	Ö3	Hayır bak burada bir göstereyim ben. (Kağıt üzerinde çiziyor.) Mesela ilk buradan giriyordu ya bunu arabanın tekerleri olarak düşün bunları, ilk bu girince kendi tarafına doğru döndüyordu değil mi? Çünkü bu daha yavaş bu daha hızlı. Hızlıyı yavaş doğru döndürüyor.
37.24-37.28	Ö2	Tamam burada bak bu da buradan gelince bu tarafa doğru döndürecek.
37.28-37.36	Ö3	Ama şimdi bak hızlıyı yavaş doğru döndürüyor. Burada da yavaş olan o. Çok kararsız kaldım. Ö1 sen de bir şey söyle.
37.43-37.56	Ö1	Oğlum düz fazla hani fazla bir etki etmez. Böyle bir yüzeyden çıkınca çok etki etmez diye düşündüm. Çünkü etki yok sürtünme azalıyor.
37.58-38.00	Ö3	Ya bence yukarı doğru olacak ama.
38.04-38.05	A	Ne tartışınız?
38.05-38.14	Ö3	Hocam tartıştık da hocam ortak kararı bulamadık. Ben yukarı diyorum. O aşağı diyor. Ö1 da dümdüz gider diyor.
38.14-38.16	A	Neden böyle yaptın Ö2?
38.17-38.28	Ö2	Ben mi, ilk bu taraf girecek, hani sürtünmeli bu yavaş. Bu tarafa girince bu hızlanacak. Sonra bu girince bunu itecek bu tarafa doğru gidecek.
38.28-38.30	A	Hangisi yavaş olan mı iter diyorsun?
38.30-38.32	Ö2	Ben yavaş olanın iter...
38.32-38.33	A	Tam tersinde öyle mi olmuştu?
38.33-38.35	Ö2	Onu hatırlamıyorum. Onun için.
38.35-38.38	A	Hatırlayan var mı aranızda? Anlat bakalım Ö3.
38.38-38.50	Ö3	Hocam girdiği zaman ilk bu yavaşlamıştı. (Kağıt üzerinde gösteriyor.) Yavaş, hızlıyı kendi tarafına doğru döndürüyordu. Bunda da bu taraf hızlı olanı yine aynı şekilde, bu taraf yavaş olacak kendi tarafına doğru döndürecek.
38.50-38.53	A	Sizce şöyle giriyorsa,
38.53-38.55	Ö3	İlk burası yavaşlayacak
38.55-39.03	A	Önce hangisi dönüyor? Burası yumuşak yüzey diyelim. Önce hangisi giriyor?
39.03-39.08	Ö3	Bu taraf giriyor. Sürtünme, daha yavaş giriyor, daha yavaşlayacak.
39.08-39.09	A	Bu? (diğer köşeyi soruyor.)
39.09-39.10	Ö3	Bu daha hızlı.
39.09-39.10	A	Evet.
39.10-39.13	Ö3	Yavaş taraf hızlı tarafı kendine doğru, bu daha önce girdiği için
39.13-39.19	A	Hızlı olduğu için bu döndürür mü? Böyle bu tarafa doğru, döndürdü mü? (Öğretmen de elinde tuttuğu kalemlerle gösterip soruyor.)
39.19-39.20	Ö3	Evet. (Ö2 da kafasını sallıyor)
39.20-39.25	A	Böyle gitmesi gerekirken böyle döndürüyor. Sebebi anlaşıldı mı?
39.25-39.27	Ö3	Evet çünkü bu taraf daha önce giriyor.
39.28-39.31	A	Burası daha daha hızlı. Döndürecek değil mi?
39.30-39.31	Ö3	Evet hocam.
39.31-39.32	A	Şimdi tam tersini düşünelim.
39.32-39.36	Ö3	Bu taraf halı bu tarafı sert yüzey olarak düşünürsek. Evet.
39.36-39.38	A	Şimdi önce hangisi giriyor?
39.38-39.41	Ö3	Bu. Daha hızlı olacak diğerine göre.
39.40-39.43	A	Bu şu an serte girdiğine göre daha mı hızlı olacak? (Üçü de evet anlamında kafasını sallıyor.)
39.43-39.46	Ö3	Evet o daha yavaş, bir tarafına doğru döndürecek.
39.46-39.49	A	Hızlı olan daha çok döndürdüğüne göre böyle mi oluyor?
39.49-39.50	Ö3	Evet.
39.49-39.50	A	O zaman böyle gelen bir araba böyle mi gidecek? (Elindeki kalemlerle gösteriyor öğretmen hep.)
39.50-39.51	Ö3	Evet aynen öyle.
39.53-39.58	A	Bu durumda nasıl olmalı? Normalle kıyaslırsanız, normale göre ne olur?
39.59-40.02	Ö1	Kırılır. Üste doğru kırılır.
40.01-40.04	A	Normale göre yaklaşıyor mu uzaklaşıyor mu?
40.04-40.05	Ö3	Uzaklaşıyor hocam
40.06-40.08	A	Kesin son kararınız mı?
40.10-40.11	A	Kafalarını sallıyorlar. Bir daha düşünün bakalım. (Ö3 kendi düşünmeye, sesli olarak kendisiyle konuşmaya başlıyor.)

40.14-40.19	Ö1	Ben değiştirmeyeceğim. Heyecanlı olsun. Hepimizin farklı.
40.20-40.23	A	Ama bir ortak karara varmaya çalışın bence tartışın işte burada görelim.
40.22-40.24	Ö3	Hocam normale göre uzaklaşıyor.
40.26-40.28	A	Ö2? Sen ne diyorsun? Bilmiyorum surat ifadesi yapıyor, gülümsüyor.
40.30-40.35	Ö3	Hocam burayı normal diye düşünürsek normalden uzaklaşıyor.
40.34-40.36	A	Normali bir çizer misin şurada?
40.36-40.39	Ö3	Hocam normali, yani...(Çiziyor ama doğru değil.)
40.40-40.41	Ö2	Burası.
40.42-40.43	A	Orası mı?
40.44-40.45	Ö2	Ya da burası.
40.45-40.46	Ö3	He evet işte orası oluyor.
40.46-40.48	A	Önceki örneklere bakalım.
40.49-40.50	Ö2	Böyle. (şekil çiziyor.)
40.50-40.56	A	Orası mı? İki yüzeyi ayıran (Eliyle işaret parmağıyla hareket yapıyor.) çizgiye dik.
40.53-40.54	Ö3	Burası.
40.56-41.02	A	Bak iki yüzey var, (kağıt üzerinde gösteriyor) hava, prizma. Ona dik. (Eliyle normal yapıyor.) Burada nasıl olur?
41.00-41.05	Ö3	Hocam o zaman bunu hava bunu prizma düşünsek, normalden uzaklaşıyor o zaman.
41.07-41.10	Ö2	Böyle olursa (çizerek gösteriyor) o zaman böyle gelecek
41.10-41.20	A	Normalde nasıl gitmeliydi, böyle. şimdi burası daha yumuşak. Önce bu tekerlek mi giriyor, önce bu girecek, bu daha mı hızlı olacak o zaman?
41.20-41.21	Ö3	Evet.
41.21-41.23	Ö2	O zaman bu tarafa doğru. (Öğretmen sözünü kesiyor.)
41.22-41.26	A	Ya hızlı olan daha çok döndürmüyor mu? Çok döndüğu için bu tarafa doğru.
41.26-41.28	Ö3	Evet bu tarafa doğru dönüyor.
41.28-41.29	A	Ö1 sen ne diyorsun?
41.30-41.32	Ö2	Yaklaşıyor mu?
41.36-41.37	Ö3	Uzaklaşıyor. Ö3 tekrar kendi kendine yapıyor. Kafam karıştı.
41.45-41.46	Ö3	Kafam karıştı.
41.49-41.51	A	Ben bir gideyim, bir daha tartışın.
41.56-41.58	Ö1	Oğlum kesin yön değiştirecek de.
41.57-42.00	Ö3	Ben yine yukarı doğru olur diyorum.
42.01-42.13	Ö2	İşte tamam yukarı doğru da uzaklaşıyor mu yaklaşıyor mu? Bir bu taraftan düşünmek var buraya yaklaşıyor bir de bu var uzaklaşması var.
42.13-42.19	Ö3	Yüzeyin normali burası değil mi? E böyle gidince bu çizgiye yaklaşıyor mu uzaklaşıyor mu?
42.19-42.21	Ö2	Böyle gittiği zaman burasıysa (Ö3 sözünü kesiyor.)
42.21-42.26	Ö3	Düz giderse normaline göre daha uzaklaşıyor.
42.27-42.35	Ö2	Öyleyse buradan geldiği zaman böyle buna doğru yaklaşıyor. Ama bunu geçince yapıyorsa uzaklaşıyor işte.
42.41-42.43	Ö3	Bana uzaklaşıyor gibi geliyor ama bilmiyorum.
42.46-42.48	Ö1	Yakınlaşıyor oğlum
42.58-43.07	Ö3	Ya dinle bir. Normal böyle tamam mı? Araba normalde böyle gidiyor. Araba böyle gitmesi gerekirken araba böyle gidiyor. Ben farklı anladım.
43.08-43.10	Ö1	Ben farklı anladım.
43.12-43.34	Ö3	Ya yüzey normaline şey giriyor, uzaklaşıyor bence. Ya yüzeyin normali bu ya. Yüzeyi ikiye bölüyor ya, ama araba burada kırıldığı için böyle gidiyor.
43.38-43.40	Ö1	Senin çiziminde yaklaşıyor.
43.40-43.41	Ö3	Benimkisi de işte böyle.
43.42-43.47	Ö1	Seninkisi yaklaştırıyor işte. Baksana böyle çizmişsin. Ö3 siliyor kağıdındaki.
43.51-43.48	Ö3	Araba normalde böyle gidecek değil mi? Araba burada kırıldığı için az daha değişecek.
44.07-44.09	A	Normali bulmaya çalışın yüzeyde. grup tartışmıyor.
44.20-44.24	Ö3	Ö1 sen aşağı doğru mu diyorsun?
44.24-44.30	Ö1	Oğlum bence yukarı doğru gider ama normale yaklaşır.
44.35-44.40	Ö3	Araba doğrultusunu değiştirmez mi diyorsun? E kırılma olacak mecbur doğrultusunu değiştirecek.
44.43-44.45	Ö1	İşte ben ilk böyle yaptım ama.
44.45-44.50	Ö3	Bir şey söyleyeceğim, prizmada da nasıl oldu, yine doğrultusunu değiştirdi değil mi? E bu da değiştirecek işte.
44.51-45.06	Ö1	E tamam yaklaşacak. Aa uzaklaşacak niye biliyor musun, bak burada alttan

		geliyor.
45.06-45.08	Ö3	Ama yukarı doğru gidiyor.
45.08-45.13	Ö1	Tamam işte burdan daha artıyordu ya onun için uzaklaşacak.
45.13-45.14	Ö3	Uzaklaşıyor abi.
45.21-45.24	Ö2	Ben kararsızım. Benim hiçbir fikrim yok.
45.24-45.47	Ö3	Ya bak arabanın normalde böyle gitmesi gerekiyor değil mi? Bak hangisi daha yakın? Yani böyleyken böyle oluyor. Doğrultusunu değiştirdiği için bence normalden uzaklaşıyor. Çünkü hiç, düz yüzey olarak şey yapsak, normalin yakınında.
45.47-45.59	Ö1	Şundan düşün işte (İkisi de Ö2 ya anlatıyor.) Araba burada altta değil mi? Alttan bırakınca artmıyor mu burada?(Ö2 gülümsüyor) Artıyor işte. Artınca uzaklaşıyor normalden.
46.14-46.15	Ö1	Anladım mı Aybikçeğim? Ö2 kafasını sallıyor. Ö3la Ö1 rahatladı ama Ö2 rahatlmış görünmüyor.
49.15-49.16	Ö3	Hocam ortak karardayız.
49.17-49.20	A	Ortak karar mı? Evet dinleyelim Ö3'u.
49.22-49.21	Ö3	Arkadaşlar, bence yukarı doğru mesela araba, teker yukarı doğru dönecek sürtünmeli ortamdaki sürtünmesiz ortama geçen ilk teker diğerine göre daha hızlı olacak yavaş teker kendine doğru döndürecek hızlı gidene o yüzden yukarı doğru yönelecek.
49.21-49.46	Ö5	Peki bir soru sorabilir miyim? İlk giren tekerlek daha hızlı olmayacak mı?
49.46-49.47	Ö3	Tamam işte.
49.47-49.49	Ö5	Yavaş tekerleği geri itmeycek mi sence?
49.49-50.00	Ö3	Hayır ilk sert yüzeyden yumuşak yüzeye girerken nasıl olmuştur yavaşlayan teker hızlı tekeri kendine döndürmemiş miydi? Tamam aynı şey.
50.01-50.02	Ö5	Tamam.
50.03-50.05	A	Peki normale yaklaşacak mı uzaklaşacak mı?
50.05-50.08	Ö3	Hocam, normalden uzaklaşacak.
50.08-50.10	A	Normalden uzaklaşacak diyorsun, peki Ö9 sen ne diyorsun?
50.16-50.43	Ö9	Bir arabayı haliya sürdürdüğümüz zaman diyelim sürdük kaldırdık arabanın altındaki tekerlekler hızla dönmeye başlayacak. Halının üzerinde sürtmeye çalışırsak arabaya kuvvet uyguluyoruz, halıyı zor da olsa bitirir. Masaya geçtiğinde yönünü değiştirerek şey yapabilir. Ee yönünü değiştirerek ilerleyebilir.
50.44-50.48	A	Yönü hangi tarafa doğru yani normale daha yaklaşacak mı uzaklaşır mı?
50.47-50.48	Ö9	Uzaklaşır.
50.49-50.50	A	Uzaklaşır diyorsun. Ö10 sen ne diyorsun?
50.51-51.26	Ö10i	Benim düşüncem de uzaklaşır hocam çünkü, ben ilk başta hani bu şekilde uzaklaşır dedim sonrasında işte aşağıdaki tekerlek, diğer tekerlek yavaş olduğu için iki tekerlek kayabilir olarak düşündüm. Bir de gerçek hayatımızdan örnek verebilirim mesela tır kazalarında tır mesela şey yola girdiğinde ilk başta şey bir tekerlek giriyor ya işte mesela diğer bu taraftaki tekerlek hareket etmiyor, yan taraftaki de hızlıca dönünce kayıyor araba ben de o şekilde düşündüm.
51.26-51.31	A	Evet olabilir son bir kişiden daha yorum alacağım Ö4 sen ne diyorsun?
51.32-52.06	Ö4	Hocam ben şimdi ilk önce araba böyle giderken sağ tekeri düz yüzeye daha önce giriyor. Düz yüzeyde sürtünme daha az olduğu için daha hızlı hareket ediyor tekerlek, diğerinden daha hızlı dönüyor, daha hızlı döndüğü için diğerine de kuvvet uyguluyor, diğer tarafa itiyor. Bu da daha yukarı doğru gitmesine sebep oluyor.
52.06-52.07	A	Peki böyle düşünen var mı?
53.03-54.35	A	Evet şimdi arabayı izleyelim. Araba hatırlasınız sert düz bir yüzeyden yumuşak bir yüzeye geçiş yapmıştı. Ama aynı zamanda yumuşaktan da sert bir yüzeye geçiş yapmıştı. Hatırlıyor musunuz? (videoyu izletiyor) Bak şimdi dikkat et Önce hangi tekerlek giriyor burada? sınıftan sesler : üstteki
54.35-54.37	Ö3	Bizimkinde alttaki girdiğine göre üste doğru gidecek.
54.38-54.39	A	Önce hangisi giriyor?
54.39-54.40	Ö3	Üstündeki
54.42-55.00	A	Bu açığa göre bizim açımız aynısı mı değil. Tam tersi. Onunla kıyaslatmayın. Şimdi önce giren tekerleğe dikkat et. Hangi tarafa döneceğine dikkat edeceğiz. Önce hangisiydi üstteki mi? (sınıftan evet sesleri) Hızlanacak mı üstteki? (evet) Peki bu durumda ne olmasını bekliyorum?
55.02-55.03	A	Ö3?
55.03-55.12	Ö3	Hocam yavaş tarafın hızlı tarafı kendine doğru çekmesini bekliyoruz. Çünkü yani hızlı teker daha çok dönüyor. Yavaş teker ondan biraz daha yavaş döndüğü için hızlı teker dönüyor.
55.12-55.14	A	Yavaş tekerleğe doğru dönüyor sonunda.
55.14-55.15	Ö3	Evet.

55.16-55.18	A	Ne tarafa yukarı mı dönecek aşağı mı?
55.18-55.19	Ö3	Aşağı.
55.19-55.20	A	Bakalım.
55.23-55.29	A	Bakın yörüngesi de aynı şekilde öyle değil mi? Aşağı doğru dönüyor. Çünkü bizimki de onun tam tersi.
55.29-55.32	Ö3	Bizimki, tam tersini yaparsak yukarı doğru.
55.32-55.34	A	Evet, diğerlerine de bakalım.
55.45-57.53	A	Peki şimdi yani bu şekilde hareket ediyor değil mi? Peki şimdi sudan havaya geçiş gibi düşüneceğiz. Bizim yaptığımız deneyde de böyleydi. Normale yaklaştı mı normalden uzaklaştı mı? (Şekil üzerinde gösteriyor) Şimdi önce normal neresi ona dikkat edelim. Şu iki yüzeyi ayıran bir çizgi var mı? (evet) Cam burası, burası hava. Değil mi? İki yüzeyi ayıran çizgiye dik olan çizgiye normal deniyor. Kağıtlarınızda hemen normali gösterin. Bak şimdi ışık ışını her hiç doğrultusunu değiştirmesi gerekmeseydi nasıl geçmesi gerekiyordu? (etkileşimsiz otoriter/ bazı yerlerde etkileşimli) Şöyle değil mi? Şöyle geçmesi gerekmiyor muydu? Hiç kırılmasa (evet hocam) Peki ne olmuş burada? Daha fazla açılmamış mı? (evet) Normalden daha çok uzaklaştığını görebiliyor muyum? (evet) Evet. Peki burada durum nasıl? Havadan prizmaya geçerken nasıl? Böyle gitmesi gerekirken ne olmuş? Normale daha çok yaklaşmamış mı? (Evet) Ama prizmadan havaya çıkarken ne oluyor? Normalden uzaklaşıyor. Biz de ikinci deneyde böyle gözlemedik mi? (evet) Normalden uzaklaşıyor. Buraya kadar tamam mı? Kafanız karışmadı değil mi? O zaman size bir kavram öğreteceğim ben. Kırıcılık kavramı. Bu birebir örtüşmesi bile yoğunluk kavramıyla benzerlik taşıyor. Yani bir maddenin kırıcı olmasıyla yoğun olmasını düşünebilirsiniz. Işığı daha çok kırıyorsa eğer daha kırıcı ortam diyoruz. Az kırıyorsa az kırıcı ortam diyoruz. Prizma havaya göre daha kırıcı bir ortam. Aynı şekilde su havaya göre daha kırıcı bir ortam.
57.53-57.54	Ö3	Halı sert yüzeye göre
57.56-58.13	A	Evet. Halı da sert yüzeye göre masaya göre daha kırıcı bir ortam. Şimdi bu durumda, bütün öğrendiklerimizi genellemeye çalışalım. İlk yaptığımız deneyde nereden nereye ışığı tuttuk?
58.14-58.15	Ö6	Havadan prizmaya.
58.15-58.19	A	Havadan prizmaya peki, kırıcılık olarak kıyaslayalım.
58.25-58.27	Ö4	Hocam prizma havadan daha fazla kırıyor.
58.27-58.31	A	Evet o zaman ben birinci deneyde ışını nerden nereye gönderdim?
58.32-58.34	Ö4	Havadan prizmaya
58.34-58.39	A	Yani az kırıcıdan çok kırıcıya. Bu durumda ışık ışınları ne oldu?
58.39-58.40	Ö3	Kırıldı.
58.40-58.42	A	Nasıl kırıldılar ama? Normale göre cevap verin. Uzak
58.44-58.54	A	Normalden uzaklaştı mı? Havadan prizmaya geçerken?
58.54-58.55	Ö3	Daha yakın oldu.
58.56-58.56	A	Normale yaklaştı mı? Evet.
58.57-59.00	A	Peki, prizmadan havaya gönderdiğim zaman? Normalden daha mı uzaklaştı? Evet
59.04-59.13	A	Evet peki bunu nasıl genellerim? Ö5?
59.13-59.33	Ö5	Işık az kırıcı ortamdaki çok kırıcı ortama geçince yüzey normaline yaklaşır kırılma açısı, ışık çok kırıcı ortamdaki az kırıcı ortama geçince de kırılma açısı büyür.
59.33-1.00	A	Evet biz bunu her durumda denedik değil mi? Üç farklı açı kullandınız. Prizmadan havaya tuttunuz, her durumda normalden uzaklaşmadı mı? Daha büyük açılar çıktı. Ama birinci deneyde, havadan prizmaya tuttuk her durumda gelme açısından daha küçük çıktı değil mi? Evet böyle bir genelleme yapabiliyorum. Az kırıcı ortamdaki çok kırıcı ortama geçerken normale yaklaşıyor, çok kırıcıdan az kırıcıya geçerken de normalden uzaklaşıyor ışık ışınları. Bu nedenle prizmada hocam ne oldu, niye böyle oldu diyorsunuz ya işte çok kırıcı bir ortam bu prizma hava daha az kırıcı bir ortamdır ve normalden uzaklaştırır o ışık ışınlarını.
1.00.15-1.00.19	Ö5	bir şey söyleyebilir miyim? Öğretmenim orada hafif bir ışık yansımış gib olmuş. O ne peki hocam?
1.00.20-1.00.52	A	bu bizim yaptığımız deney gözlemlerinde de vardı aynı şey. Bu yüzeylerin bir kısmı ayna benzeri bir davranış gösteriyorlar. Ve yansıtıyor. Siz de cama baktığımız zaman hem kendinizi görürsünüz hem dışarıyı görürsünüz değil mi? İşte benzer durum. Işık ışınları hem içeriye giriyor. Hem de içeriden gelen ışık ışınlarını yansıtıyor. Dersi burada bitirelim.

EK C.7 Ders 5 Tahmin-Gözlem-Açıklama Aşamaları Kamera Kayıtları Transkripsiyonu

Zaman	Konuşmacı	Diyalog
00.05-00.20	A	Evet, şimdi geçen ders neler öğrendik, kısacık hemen bir tekrar istiyorum sizden. Ö6?
0.20-0.24	Ö6	Hocam, arabanın bir yüzeyden başka bir yüzeye geçişini yapmıştık.
0.24-0.33	A	Evet, başka? Ö4?
0.33-0.50	Ö4	Hocam ışık ışınlarının saydam bir maddeden başka bir saydam maddeye geçerken az kırıcı, çok kırıcı madde, normale uzaklık/yakınlık öğrenmiştik.
0.50-0.52	A	Güzel. Ö5?
0.52-1.03	Ö5	Hocam arkadaşımızın dediği gibi ışığın az kırıcıdan çok kırıcıya geçerken gözlemlemiştik.
1.03-1.14	A	Evet güzel. Peki hatırlıyor musunuz, mesela çok kırıcıdan az kırıcıya geçerken nasıl davranıyordu? Çok kırıcı bir ortam düşünelim. Ne olabilir?
1.16-1.17	Ö1	Normale yaklaşıyordu değil mi? (Sessizce Ö2'ya soruyor.)
1.18-1.20	Ö3	Hocam halı olabilir, su olabilir, yağ olabilir.
1.21-1.24	A	Güzel. Az kırıcı bir ortam?
1.24-1.25	Ö6	Hava.
1.25-1.35	A	Hava olabilir. Peki çok kırıcıdan az kırıcıya doğru hareket ederse nasıl davranıyordu? Ö1?
1.35-1.37	Ö1	Hocam normale yaklaşıyordu.
1.37-1.40	A	Yaklaşıyor muydu yoksa uzaklaşıyor muydu?
1.39-1.40	Ö6	Hocam uzaklaşmıyor muydu?
1.41-1.46	A	Tam tersi uzaklaşıyordu. Az kırıcıdan çok kırıcıya, bu da tam tersi olacak. Ne oluyordu?
1.46-1.47	Ö9	Yaklaşıyordu.
1.47-2.43	A	Normale yaklaşıyordu. Şimdi yapacağımız etkinlikle bütün bu öğrendiğimiz bugüne kadar ışıkla ilgili öğrendiğimiz tüm kavramları kullanmaya çalışacağız. Şimdi öncelikle size bir çalışma kağıdı dağıtacağım. Bunu beraber okuyacağız. Sizin tahmininiz alacağım sonrasında. Evet Ö13 okur musun?
2.46-3.21	A	Görünmez para. Tahmin aşaması. Öğrenciler kağıtlarına çizim yapıyorlar.
5.17-5.18	A	Çizim yapamadınız mı? (Öğretmen grubun yanına gelip soruyor.)
5.38-5.48	A	Ö2 hayır anlamında kafasını sallıyor. Çocuklar bir şeyi hatırlayım mı? Görme olayında hani üç tane temel gereklilik vardı. Onları düşünerek çizin.
10.42-10.53	A	Herkes yazdı mı açıklama? Ben tartışmanızı istiyorum çünkü çok ilginç cevaplar geldi. Önce kendi grubunuzla tartışın.
10.56-11.00	Ö3	Bence su koyulduğunda Can parayı görebilecek.
11.00-11.02	Ö1	Tamam niçin?
11.03-11.20	Ö3	Çünkü ilk ışın suya girerken kırılıyor. Kırılınca normale yaklaşıyor. Normal de paranın biraz daha arkasında düşündüm. Paraya daha böyle yandan çarpıyor.
11.29-11.39	Ö1	Ben su dolacak ya o yüzden delicek, sonra havada biraz kırılacak Can'a doğru, oradan Can'ın gözüne gelecek ve görecektir.
11.38-11.43	Ö3	Evet. Sudan gelip havaya çıkarken yine kırılacak.
11.43-11.45	Ö1	Kırılacak işte onun için görecektir.
13.21-13.23	A	Evet sizinle başlayalım. Ö9?
13.23-13.48	Ö9	Ee ikimizin düşünceleri farklı ben evet diyorum çünkü, hani kaba su koyduktan sonra lamba ışık metal paraya çarpacaktır. Bu sayede şeyden çıktıktan sonra hani...Işık ışını buraya çarpacaktır, sudan çıkarken kırılma olacaktır. Bu da Can'ın gözüne gelebilir bence.
13.49-13.54	A	Can'ın gözüne gelmesini sağlayan şey kırılmanın hangi özelliği olacak

		sence?
		Cevap yok.
13.59-14.01	A	Yani şu an neden göremiyor?
14.01-14.03	Ö9	Çünkü kabın hani kap yüzünden.
14.04-14.06	A	Kap nasıl bir?
14.06-14.07	Ö9	Opak
14.07-14.13	A	Opak bir yapıda olduğu için. Su eklendiği zaman ne oluyor? Tam olarak biraz daha detaylı söyler misin?
14.13-14.34	Ö9	Su eklendiğinde ışık ışını şeye çarpacaktır, paraya çarpacaktır, paranın yansıması yani o da kırılacak işte. Sudan çıktuktan sonra havaya geçecektir ama kırılmış bir şekilde. Zaten geçen derste de yapmıştık. Sonra bu da Can'ın gözüne gelebileceğine düşünüyorum.
14.34-14.36	A	Normalle nasıl açıklarsın peki?
14.38-14.40	Ö9	Normal yüzeyine uzak.
14.40-14.42	A	Yani normalden uzaklaşacak mı diyorsun?
		Evet anlamında kafasını sallıyor.
14.43-14.46	A	Peki başka nasıl düşünüyoruz? Ö15?
14.46-15.08	Ö15	Ben şöyle düşünüyorum, kabın içine su koyduğumuz zaman suyun kaldırma kuvveti var fakat madeni para suyun üstünde kalmayacak. Kalmayacağı için ışığı göremiyorduk, Bu deneyde de para tekrar olduğu yerde kalacak. Suyu koysak da koymasak da bir şey farketmeyecek tekrar göremeyeceğiz diye düşünüyorum.
14.49-14.57	Ö3	Ö2 ışık dik mi geliyor, açıyla mı geliyor? (Ö2 bilmiyorum anlamında işaret yapıyor.) Dik geliyorsa bir şey değişmeyecek, kırılmayacak suya girerken, çıkarken kırılacak.
15.08-15.14	A	Suyu koymanın herhangi bir etkisi olmayacağını düşünüyorsun yani. Peki Ö4 sen ne düşünüyorsun?
15.15-15.30	Ö4	Hocam, ben birinci şekilde göremez diyorum. Çünkü ışık ışınları geliyor, sonra madeni paraya çarparak Can'ın gözüne doğru gidemiyor, kaba çarpıyor.
15.30-15.31	A	Su eklendiği zaman?
15.31-15.48	Ö4	Su eklendiği zaman birinci şekilde hava var. İkinci şekilde su havadan daha fazla kırıcı olduğu için su yukarı doğru daha fazla kırar ışını.
15.49-15.53	A	Yukarı doğru ne demek istiyorsun? Yukarı daha fazla kırar ne demek?
15.53-15.54	Ö4	Kabın dışına doğru.
15.54-15.57	A	Kabın dışına doğru, hangi tarafa doğru peki?
15.57-15.58	Ö4	Can'ın yüzüne.
15.59-16.01	A	Yani normal kavramı ile açıklamaya çalışırsan?
16.04-16.07	Ö4	Normale daha u...Uzaklaşıyor.
16.07-16.11	A	Normalden uzaklaşarak Can'ın gözüne mi gelir diyorsun?
16.10-16.11	Ö4	Evet.
16.11-16.12	A	Ö10?
16.13-16.36	Ö10	Hocam Ö11 ile bizim fikrimiz aynıydı. İlk başta kap boşken Can'ın parayı göremeyeceğini düşündük. Çünkü ışık geldiğinde kaba çarpacaktır. Su eklendikten sonra hocam deneyler yapmıştık mesela havadan gönderdiğimizde aynı doğrultuda gidiyordu. Ama böyle suya gönderdiğimizde kırılıyordu.
16.15-16.21	Ö3	Bir şey söyleyeceğim Ö2, ilk çıkarken hani şey yapıyor ya ilk bu taraf mı giriyor, bu taraf mı giriyor? Bilmiyorum anlamında işaret yapıyor.
16.24-16.25	Ö1	Can'ın gözüne gelmiş.
16.25-16.26	Ö3	Evet, Can'ın gözüne geliyor.
16.36-16.38	A	Havadan gönderince doğrultusu değişmiyor muydu?
16.39-16.52	Ö10i	Pardon, dik gönderdiğimizde doğrultusu değişmiyordu. Buradan gönderildiğinde, Can'ın gözüne ulaşacağını düşünüyorum kırılan ışının.
16.53-16.57	A	Kırılacak ve göze yaklaşacak diyorsun. Ö13 sen ne düşünüyorsun?
16.57-17.14	Ö13	Bence Can'ın gözüne ışık ışınları gelir çünkü suya belirli bir açıyla gönderildiğinde su kırıcı olduğu için ışık ışınları kırılır, paranın üzerine geldiği için paradan yansıyıp Can'ın gözüne gelir.
17.15-17.30	A	Paradan doğrudan yansıyacak mı? Orada herhangi bir değişiklik olur mu? Paradan yansıyan ışıkta herhangi bir değişiklik olmayacak mı, olur mu olmaz mı? Yani paradan yansıyan ışık dosdoğru gözüne mi gelecek?
17.31-17.33	Ö13	Hayır, belirli bir açıyla gelecek.
17.33-17.35	A	Neden belli bir açıyla gelecek diyorsun?
17.35-17.40	Ö13	Şey su kırıcı olduğu için kırılacak,
17.40-17.44	A	Ne tarafa doğru kırılabilir peki? Yani normale göre açıklayabilir misin?

17.45-17.47	Ö13	Normalden uzaklaşır.
17.47-17.50	A	Uzaklaşır diyorsun. Peki Ö3 sen ne diyorsun?
17.50-18.10	Ö3	Hocam bence ilk ışık ışını madeni paraya çarpacak su varken. Dik gönderdiğimiz için kırılma olmayacak girerken. Çıkarken ama ilk üst taraf degecek, yani ilk üst taraf degeceği için, araba gibi düşünürsek, daha az kırıcı bölgeye ilk üst taraf girecek. Daha çok sürat alacak.
18.11-18.13	A	Neden daha çok süratlenecek?
18.13-18.16	Ö3	Hocam çünkü sürtünme azalıyor diğerine göre.
18.16-18.18	A	Az kırıcı olduğu için diyorsun.
18.18-18.27	Ö3	Evet hocam, sonra o daha çok döneceği için yavaş taraf onu kendine doğru yani Can'ın gözüne doğru çevirecek. Can'ın gözüne gelecek.
18.27-18.30	A	Bu şekilde görme olayı gerçekleşecek diyorsun. Evet Ö6 son.
18.31-18.56	Ö6	Hocam ben kapla Can'ın arasındaki mesafe yüzünden ışınlar direkt kaba çarpacak, daha sonra Can'a yansıyacak, Can öyle görecek. Bu yüzden kabın içini göremeyeceğiz.
18.56-19.00	Ö1	Biz gözden çıkardık onlar paradan çıkarmış (Ö3'a söylüyor.)
19.00-19.01	Ö3	Paradan mı çıkartmış?
19.30-19.45	A	Peki şu fikirler arasından an akla yatkın hangisi geldi size? Ö1?
19.46-19.51	Ö1	Hocam, biz ışını paradan çıkardık, çoğu kişi gözden çıkarmış.
19.51-19.53	A	Ne diyorsunuz gözden mi ışık çıkıyor, paradan mı?
19.53-19.56	Ö5	Ampulden çıkıp, cisimden göze hocam.
19.55-19.57	Ö6	Evet hocam bu konuyu çok tartıştık.
19.57-19.58	A	Neden böyle dedin Ö5?
19.58-20.13	Ö5	Öğretmenim, çünkü hani bir deney yapmıştık biz. Öğretmenim eğer gözden, madeni paraya giderse imkansız olur zaten. Öyle bir şey olamaz. Mesela ampulden madeni paraya, madeni paradan göze gelir.
20.13-20.23	A	Görme olayının gerçekleşmesi böyleydi diyorsunuz. Peki bence şimdi deneyelim ve görelim istiyorum. Öğretmen malzemeleri dağıtmaya başlıyor.
24.48-24.49	Ö2	Şu an görüyor musun?
24.49-24.50	Ö3	Hayır.
24.51-24.52	Ö2	Başlıyorum.
24.53-25.02	Ö3	Dök, dök, dök..Oo görüyorum. Ö2 parayı çıkarıyor. Bu kez Ö3 suyu döküyor.
26.15-26.17	Ö3	İlk başta yarım gözküyor sonra tam oluyor. (Ö1'a söylüyor.)
26.44-26.47	Ö1	İlk gözükmüyor, sonra az çıkıyor, gittikçe büyüyor.
26.47-26.48	Ö2	Nasıl çıkıyor ki?
26.48-26.52	Ö3	Kırılıyor işte. Işık kırılıyor, gözüüyor.
26.53-26.54	Ö1	Gittikçe büyüyor.
26.55-26.56	Ö2	Müthiş.
27.16-27.20	A	Evet, şimdi o zaman gözlem formlarınızı doldurabilirsiniz.
27.31-27.33	Ö1	Su arttıkça gözüüyor.
28.25-28.30	Ö2	Fark var mıydı, eğer varsa açıklayın diyor. Yoktu bir şey yazmadım.
29.28-29.29	Ö1	Farklı değildi ki.
31.26-31.28	Ö2	Çıkarken kırılıyor.

EK C.8 Ders 6 Tahmin-Gözlem-Açıklama Aşamaları Kamera Kayıtları Transkripsiyonu

Zaman	Konuşmacı	Diyalog
0.05-00.27	A	Şimdi gözlem sonuçlarımızı kaydettik. Orada en son bir şey istiyordu sizden. Kırıcılık kavramını, normale yaklaşma/uzaklaşma kavramını kullanarak açıklayınız diyordu. Grup arkadaşınızla tartıştınız mı? O zaman sınıf içi tartışmaya geçelim. Ö10 ne diyorsun?
00.27-00.42	Ö10	Diyorum ki su eklendikten sonra ortamın kırıcılığı arttı ve normalden daha çok uzaklaştı. Biraz büyüdü yani görüntü büyüdü.
00.45-00.54	A	Normalden daha uzaklaştı. Bu nedenle gözümüze geldi, görüntü büyüdü diyorsun. Ö10'e katılan var mı? Ne diyorsun Ö2?
00.55-1.08	Ö2	Bence çok kırıcı ortamdaki az kırıcı ortama geçerken normalden uzaklaşıyor. Bu nedenle gözüne geliyor. Yani sudan havaya geçerken kırılıyor.
1.08-1.09	A	Burada çok kırıcı hangisi?
1.10-1.18	Ö2	Çok kırıcı su oluyor. Hava da az kırıcı oluyor. Oradan geçerken normalden uzaklaşıyor. Bu nedenle gözümüze gelmesini sağlıyor.
1.18-1.21	A	Peki Ö15, sen ne diyorsun siz hayır demiştiniz, değişmez demiştiniz.
1.21-1.40	Ö15	Biz değişmez demiştik ama şimdi şöyle diyorum. Işık ışınları suya girerken biraz kırılıyor paraya gelinceye kadar, paradan sonra suya tekrar çıkmak için kırılıyor ve normalden uzaklaşıyor. Bu sefer de gözümüze daha kolay geliyor.
1.40-1.48	A	Aksini düşünen var mı şu an? Yok ama farklı şekillerde ifade etmek istiyorsunuz herhalde. Ö5?
1.48-2.10	F	Hocam ben de Ö2 arkadaşımıza katılıyorum. Öğretmenim şimdi ışık az kırıcı ortamdaki çok kırıcı ortama geçince çok kırılır, normalden uzaklaşır. Bu yüzden de ışık su sayesinde yani çok kırıcı ortam sayesinde gözümüze gelebilir.
2.13-2.15	A	Tamam Ö5, başka Ö6?
2.16-2.24	Ö6	Ayrıca hocam çok kırıcı bir ortamdaki az kırıcı ortama geçtiği için normalden uzaklaşıyor.
2.24-2.33	A	Peki o zaman bu konuyu son kez bir kişi toparlasın. Kim toparlamak ister? Ö11'nin sesini hiç duymadık bugün. Ö11'yı dinleyelim.
2.33-2.37	Ö11	Işık ışınları normalden uzaklaşır bu şekilde görmemizi sağlar.
2.38-2.49	A	Peki ışık ışınları baştan görünmüyordu çünkü ışık nasıl yayılır? Işığın hareketi nasıldır eğer ortam değiştirmiyorsa nasıl hareket ederler?
2.50-2.52	M	Dümdüz, doğrultu değiştirmeden.
2.52-3.48	A	Güzel. Doğrusal hareket eder. Peki burada suyu eklemeyen önce doğrusal hareket ettiği için gözüme gelmiyordu değil mi ışık ışınları? Kaba çarpıyor oradan başka bir yere gidiyordu. Ya da soğuruluyordu. Peki şimdi ne oldu? Su eklediğimiz zaman yine paradan ışık ışınları geliyor. Tabii önce bir ışık kaynağından paraya geliyor. Paradan yansıyor çünkü görme olayı böyle gerçekleşir değil mi? Kap boşken de aynı şey oluyor. Bir ışık ışını paraya geliyor, paradan yansıyor kaba çarpıyor. Göremiyorum. Su eklediğim zaman ışık kaynağından madeni paraya geliyor. Paradan yansıyor. Sudan havaya çıkarken normalden daha çok uzaklaştığı için Can'ın gözüne rahatlıkla geliyor ve parayı görebiliyoruz. Ve biraz boyutunu büyük görüyoruz. Peki bir şeye daha dikkat ettiniz mi? Yeri hakkında ne dersiniz madeni paranın? Ona dikkat eden var mı? Ozan?
3.53-3.54	Ö7	Yükselmiş gibi gözüküyordu hocam.
3.54-3.56	A	Peki gerçekte yükselmiş miydi? Hayır cevabı geliyor sınıftan.
3.56-4.05	A	Suyun içinde yüzmüyor aslında ama nasıl görüyorum biraz daha yakınlaşmış mı görüyorum? Evet cevabı.
4.06-4.12	A	Acaba niye böyle oluyor? Neden yakınlaşmış görüyor olabilirim? Ö4?
4.12-4.15	Ö4	Hocam su orada biraz büyüteç görevi görüyor.

4.15-4.19	A	Büyüteç görevi gördüğü için olabilir. Başka? Ö8?
4.20-4.34	Ö8	Suyu dökünce para daha net gözükmeye başlıyor.
4.34-4.41	A	Yani görünür hale geliyor. Peki mesela daha önce bunu hiç gözlemlediniz mi? Buna benzer bir şey?
4.41-4.45	Ö6	Hocam denizde mesela böyle daha büyük gözüküyor.
4.46-4.47	A	Daha büyük gözüküyor. Başka?
4.48-4.55	Ö9	Öğretmenim deniz deyince aklıma geldi denizdeki kum tanecikleri de hani baktığımızda belirli bir açıdan baktığımızda daha hani yüksek gözüküyor.
4.55-4.56	F	Yerin içi yüzeye daha yakın gözüküyor.
4.56-5.00	A	Yüzeye de daha yakın gözüküyor. Ö13?
5.01-5.14	Ö13	Hocam, daha az su olunca kırılma az oluyor. Bence daha dipte oluyor su, ee kaba çarpıyor, daha çok su koyunca da daha fazla görüyoruz.
5.14-5.16	F	Suyun miktarına bağlı yani hocam.
5.15-5.30	A	Miktar arttıkça aslında gelen ışının doğrultusunda değişim meydana geldiği için yoksa kırıcılığı değişmiyor. Suyun kırıcılığı aynı çünkü suyun yapısı değişmiyor. Gelen ışın daha çok kırılmaya başlıyor.

Zaman	Konuşmacı	Diyalog
1.30-1.38	A	Evet şimdi kim haklı kim haksız doğru mu yanlış mı bunu tartışacaktık. Ö9 ile başlayacaktık.
1.39-2.10	Ö9	Ben Kerem'e katılıyorum. Çünkü hani sizin dediğiniz gibi bir örnek verirsem sudan örnek vereceğim. Suyun altından lazeri tutarsak havaya kırılmış bir şekilde...Daha doğrusu şey, havadan çıktığında kırılmış bir şekilde diyebiliriz, burada da zaten doğrusunu Kerem demiş ki doğrultu değiştirdiğini öğrendik demiş. Zaten hani gözlemlediğimiz şeyde de değiştirdiğini görmüştük bu yüzden.
2.10-2.12	A	Yani Azra doğru söylemiyor mu diyorsun?
2.13-2.15	A	Evet anlamında başını sallıyor.
2.16-2.45	Ö2	Kerem doğru söylüyor diyorsun. Başka? Ben şeyi düşündüm. İlk parayı koymuştuk hani ilk baktığımızda görememiştik ama suyu koyduğumuzda o geçtiği için hani o kırdığı için gözümüze ulaşabilmişti. Hani oradan geçip gözümüze geldiği için normalde göremiyorduk ama suyun üzerine eklediğimizde geçtiği için sudan yani burada cama denk geliyor, kırıldığı için gözümüze geliyordu görebiliyorduk.
2.45-2.50	A	Yani bu nedenle her durumda geçer diyorsun? Peki Ö6 sen ne diyorsun?
2.50-2.52	Ö6	Hocam, ben Azra'ya katılıyorum.
2.52-2.53	A	Neden?
2.53-3.11	Ö6	Mesela cam bir aynadır ama mesela biz cama ışığı tuttuğumuzda yansıma olayı gerçekleşir. Ya da hocam hani burada cam diyor ya biz prizmada denemiştik onu. Normal bir camda mesela ben şeylere tuttuğumda böyle sürekli o an yansıma olayı gerçekleştiğini görmüştüm.
3.11-3.13	A	Sen yansıdığını gördün.
3.13-3.14	Ö6	Evet.
3.14-3.16	A	Buna benzer bir görüntü yakalayan?
3.15-3.21	Ö3	Bir dakika, hocam benim arkadaşım bizim eve lazer tutuyordu, bizim tavanda gözüküyordu.
3.22-3.24	Ö6	Ama şey camdan mı tutuyordu?
3.24-3.36	Ö3	Yok balkondan tuttu (espri yapıyor) camdan tuttu tabi. Hocam şimdi o bizim karşı binada, bakkalın önünde lazer var elinde bizim binaya tutuyor, bizim cama, pencereye şey bizim evin içinde gözüküyor.
3.37-3.39	A	Yani buradan ne anlamalıyız?
3.39-3.41	Ö3	Hocam, camdan ışık geçiyor.
3.41-3.42	A	Camdan geçiyor.
3.56-3.58	Ö6	Mesela hocam, bardak da bir cam. Ama hocam mesela bardakları aldık koyduk, birine tuttuğum zaman sanki birden fazla lazer tutmuş

		gibi görüyoruz.
3.59-4.00	A	Hiç böyle bir şey gördün mü?
4.00-4.02	Ö6	Gördüm. Yani onun için diyorum zaten.
4.02-4.03	A	Ne zaman denemiştin bunu?
4.03-4.18	Ö6	Biz önceki deneylerde öylesine tutuyordum şu camlardan birine. Birden bire hepsinin üstündeydi. Hepsi hareket ediyordu.
4.18-4.22	A	Hımm hepsinin hareket ettiğini gözlemledin. Bunun üzerine fikir yürüten var mı?
4.22-4.23	Ö1	Ya hocam belki eli titremiştir.
4.24-4.25	A	Eli titremiş olabilir diyorsun.
4.25-4.33	Ö6	Ben hareketini gördüm. Hareketini görmesem bile dağıldığını gördüm.
4.33-4.35	Ö1	Hocam orada yüzlerce cam var.
4.36-4.42	A	Ama o sadece bir tek yere tutmuş. Ona rağmen yansıdığını gördüm diyor. Ö4 sen ne diyorsun?
4.43-4.44	Ö4	Hocam belki camın yüzeyindedir.
4.45-4.46	A	Nasıl yani?
4.46-4.51	Ö4	Yani cam düz değil oradaki camlar o yüzden olabilir.
4.51-4.54	A	Bu eğrisel yüzey nasıl bir etki yapıyor?
4.54-4.57	Ö4	Dağılmasına sebep oluyordur.
4.57-4.58	A	Yani geçirmiyor olabilir mi demek istiyorsun?
4.58-4.59	Ö4	Yoo geçirir.
5.01-5.03	A	Hem geçirir hem dağıtır mı nasıl oluyor?
5.10-5.11	Ö4	Daha çok kırılır herhalde.
5.11-5.12	A	Peki, Ö15?
5.13-5.20	Ö15	Bir de şu var eğer ışık camdan havaya geçmeseydi bizim şu ana kadar öğrendiğimiz kırılma diye bir şey olmazdı.
5.24-5.28	A	Hımm, evet böyle farklı bir düşünce çıktı. Ö5?
5.30-5.48	Ö5	Hocam, şimdi birincisi, ışığı cama tutduğumuz zaman yansıma oluyor. Ama hocam dikkatli bakınca camın sanki yüzde ellisi yansımış, yüzde ellisi içeriye geçmiş gözüküyor. Bir tane daha örnek vereceğim. Eğer camdan içeriye hava giremeseydi biz dışarıyı nasıl görecektik?
5.48-5.56	A	Işık girmeseydi diyorsun. Ama yüzde elli ilk söylediğin kısım neye örnek? Neyi destekliyorsun yani şu an?
5.56-6.03	Ö5	Mesela Ö6 dedi ya hani şey yapıyorsun, yansıyor ama hocam bir kısmı da içeri giriyor.
6.04-6.06	Ö6	Ama sonuçta yine yansımıyor mu?
6.06-6.09	A	Bir kısmı yansıyor, bir kısmı içeri giriyor yani kırılıyor demek istiyorsun galiba.
6.10-6.17	Ö5	Hocam yani camdan içeri ışık hani girip çıkmasa hocam biz göremeyiz camın arkasını.
6.17-6.19	A	Yani sana göre Azra'nın dediği doğru mu?
6.19-6.21	Ö5	Hayır ben Kerem'i tutuyorum.
6.21-6.30	A	Kerem'i tutuyorsun ama bir kısmı yansıyor diyorsun? Ama her durumda yine de çoğunluğu geçer mi diyorsun?
6.29-6.30	Ö5	Geçer evet.
6.31-6.32	A	Peki Ö1?
6.32-6.40	Ö1	Arkadaş yansır diyor hepsini gördüm diyor hocam, o zaman şu başa tutsun yansıdığını göremez zaten.
6.40-6.43	Ö6	Lazerimizi olsaydı şimdi böyle göstermek isterdim.
6.45-6.49	A	Birazdan peki deneyeceğiz zaten bunu. Başka Ö3 ne diyorsun?
6.49-7.00	Ö3	Hocam bence o neden bir sürü şeyde gözükte. Birine tuttuğu zaman ondan kırıldı, hani kırıldı başka bir tanesine geçti. Yine aynı şekilde kırıldı doğrultusu.
7.00-7.06	A	Olabilir, bu da bambaşka bir açı. Yani yansımada kırılarak geçti diyorsun. Ama her durumda geçti diyorsun.
7.06-7.07	Ö3	Evet.
7.07-7.08	Ö5	Katılıyorum Ö3'a.
7.09-7.11	A	Ö2 sen ne diyorsun parmak kaldırıyordun?
7.11-7.29	Ö2	Ben de Ö5'in dediği gibi hani, dışarıdan bir ışık geçmeseydi eğer çünkü hani bir boşluk yok şu an. Cam veya başka bir şey saydam. Hani dışarıdan geçmesi gerekiyor gözümüze gelmesi için hani gelmeseydi zaten biz de göremezdik dediği gibi.

7.29-7.37	A	Peki aksini düşünen var mı? Ö10?
7.37-7.42	Ö10	Öğretmenim ben şey Azra'yı tutuyorum. Çünkü bazen olabilir engelle hava arasında.
7.44-7.48	A	Engel dediğin nasıl bir şey? Bazı engeller olabilir derken neyi kastediyorsun?
7.48-7.53	Ö10	Mesela, pürüzlü olabilir cam.
7.53-7.58	A	Pürüzsüzse peki? Bir engel yoksa, normal bir camsa?
7.59-8.00	Ö10	Normal geçer.
8.01-8.02	A	Peki devam et.
8.03-8.08	Ö10	Ee yansımış olabilir. Geri gelebilir.
8.08-8.09	Ö4	Ama cam saydam madde.
8.12-8.19	A	Cam saydam. Hiçbir zaman ışığı yansıtma mi demek istiyorsunuz yani? Evet Ö5?
8.20-8.36	Ö5	Ö10 yanıtızsız kaldı. Öğretmenim mesela ışığı görmemiz için bir ışık kaynağı lazımdı. Temas etmesi gereken cisim vardı. Bir de gözlemci vardı. Hocam şimdi buradan ışık, cam ışık geçirmese, buranın içindekileri hiç göremeyiz biz. Değil mi?
8.37-8.48	A	Evet, görünmezdi. Ö10 sen bir daha söyler misin?
8.48-8.50	Ö10	Ama orada her zaman diyor.
8.54-8.58	Ö5	Her zamanki olur hocam onu gece de. Yeter ki ışık olsun.
8.58-8.59	A	Evet Ö6?
8.59-9.19	Ö6	Hani çift camlar oluyor ya mesela hocam onlardan birine lazer tuttuğumuzda sanki birden fazla lazer tutmuşuz gibi. Sanki hocam orada yüz tane cam olsa yüzünde de yansıma olacağını düşünüyorum.
9.19-9.23	A	Buna benzer bir şey gördünüz mü? Birinci cam, ikinci cam? Ö15?
9.25-9.40	Ö15	Şimdi bu çift cam derken bir cam burada bir cam buradaysa o zaman ışığı buradan tuttuğumda ışık camdan havaya geçerken kırılıyor sonra tekrar ışık cama geliyor ve camdan geçerken tekrar kırılıyor. Yansıma olmuyor.
9.40-9.49	A	Kırıldığı için her yerde görülebiliyor diyorsun. Peki deneyelim mi bunu? En iyisi gözlemleyelim.
16.18-16.20	A	Öğretmen malzemeleri dağıtıyor. Ve sonra grubun yanına geliyor.
16.21-16.22	Ö3	Tam şu orta noktaya.
16.23-16.24	Ö1	Gözüküyor ki.
16.21-16.26	Ö2	15.
16.27-16.28	Ö1	16.
16.28-16.30	Ö3	15 ya.
16.31-16.41	Ö2	15'in tam üstüne geliyor.
16.51-16.53	Ö3	Sizin yazın. Yaz benimkini. 15'ten şu yanına yaz hemen. Al. (Lazeri Ö3'a veriyor.)
16.53-16.55	Ö1	Kaçtan tutacağız şimdi?
16.59-17.00	Ö2	Normale yaklaştı değil mi?
17.01-17.07	Ö3	Cevap vermediler.
17.09-17.12	Ö2	30'a tut. (Ö3'a söylüyor.)
17.14-17.15	Ö3	10,20, 30 burada. Göremiyorum...Görüyorum şimdi.
17.15-17.24	Ö2	20. 19-20.
17.24-17.25	Ö3	20 çıkıyor 20.
17.25-17.26	Ö2	Hep 10 az çıkıyor. Bir bıraksana. (Şaka olarka bağırıyor. Elinden optik daireyi aldı Ö3'un. Alıp Ö1'a veriyor.) Ö1 tut.
17.31-17.35	Ö3	Kaç çıktı?
17.40-17.42	Ö2	20.
17.46-17.48	Ö1	Aybike, onar onar azalıyor.
17.50-17.53	Ö3	Sen 45'ten tutacaksın. (Ö1'a veriyor, lazeri)
17.53-17.54	Ö2	Tamam, 30, 45.
17.55-17.56	Ö3	Aa 30 çıktı. 60'tan 30 çıktı değil mi?
17.56-17.57	Ö2	Hayır,
17.58-18.02	Ö1	Kaçtan?
18.02-18.05	Ö2	Bir saniye.
18.05-18.12	Ö1	45'ten tutacaksınız. 40'tan değil.
18.12-18.14	Ö3	30, 45. 35 yaptın 35 bu. (Ö2 yardım ediyor. Ona söylüyor.)
18.14-18.16	Ö2	10, 20, 30, 40.
18.20-18.21	Ö2	Ya bak, 30, 60, 90 değil mi? Tamam işte bak, 40 diyorum.
	Ö3	20 çıkıyor.
	Ö2	30 çıkıyor.
	Ö2	60 bir de. (Ö2 tutuyor, 60 dereceyi.)

18.43-18.44	Ö3	Kaç? 35 çıkıyor.
18.47-18.49	Ö2	Evet, 35 çıkıyor.
19.22-19.30	A	Öğretmen grubun yanına geliyor. Yaptınız mı hepsini? Çizim olarak da gösterebilirsin. Şuradan tutuyorum, nasıl gidiyor şeklinde. (Öğretmen gidiyor.)
19.37-19.39	Ö2	Çiz sen ben senden sonra alacağım.
19.49-19.50	Ö2	15.
19.49-19.50	Ö3	15.
20.07-20.10	Ö2	Şuradan gönderip şuradan falan çıkaracaksın.
20.29-20.32	Ö3	Hayır, bu tam ortasına tutuyorsun.
20.32-20.33	Ö2	Tamam ortası.
20.33-20.35	Ö3	Hayır onun ortası burası.
20.35-20.39	Ö2	Himm. Hayır o şey, bu.
20.39-20.40	Ö3	O ne işte?
20.40-20.41	Ö2	Bu bu.
20.41-20.43	Ö3	Tamam onun ortasından tutuyorsun işte.
20.43-20.48	Ö2	Sen burasına mı tutuyorsun? Bak buradan böyle bak. Buradan buraya tutmuyor musun?
20.48-20.50	Ö3	Hayır. Burasına mı tutuyorsun sen?
20.50-20.51	Ö2	Buraya mı tutuyorsun sen?
20.51-20.53	Ö3	E tamam işte sen buraya tutuyor gibi çizmişsin.
20.53-20.57	Ö2	Hayır ne alaka bak orada. Ortası.
21.10-21.12	Ö2	Hocam bir bakın.
21.11-21.12	A	Bakıyorum.
21.13-21.15	Ö2	Şuradan gönderince şuraya göndermiyor muyuz?
21.16-21.18	A	Tam normalin üzerinden göndermelisin.
21.18-21.19	Ö2	Nasıl?
21.19-21.24	A	Hani ışık ve normal tam öyle olmalı ki
21.24-21.25	Ö2	Buraya mı göndereceğiz?
21.25-21.30	A	Yok, şuradan mesela şunun ortası
21.31-21.32	Ö2	Onun nasıl çizeceğiz?
21.32-21.33	A	Şöyle.
22.08-22.12	Ö2	Ö1, dünyadan koptun.
22.16-22.19	Ö2	Doğru çizdik mi? Bir bakabilir misiniz?
22.19-22.21	A	Evet, güzel.
22.21-22.22	Ö2	60'ı nasıl çizeceğiz? (Kağıtta 60 dereceyi nerede göstereceğiz anlamında.)
22.24-22.26	A	60'ı şuradan tahmini bir 60 yap. (Öğretmen gidiyor.)
22.53-22.56	Ö2	Hocam deneyebilir miyim şu deneyi? (Arkadaki camlara lazer tutuyorlar. Ö3 ile Ö2 camlara bakıyorlar.)
23.00-23.03	Ö3	Hayır dağılıyor işte görmüyor musun, bir sürü mü çıkıyor? (Zm'ya söylüyor.)
23.24-25.26	A	Evet hemen açıklama yazar mısın altına?
26.06-26.16	A	Evet tamam mı? Bir kişi özetlesin, ne yaptık? Ne gözlemledik? Ö13?
26.17-26.20	Ö13	Işık ışınlarını farklı açılarda gönderdik.
26.21-26.23	A	Hangi ortamdaki hangi ortama?
26.23-26.24	Ö13	Havadan prizmaya.
26.24-26.26	A	Havadan prizmaya gönderdiğimizde ne gördük?
26.27-26.28	Ö13	Işığın kırıldığını.
26.29-26.30	A	Her durumda geçti mi?
26.30-26.31	Ö13	Evet.
26.31-26.33	A	Her durumda geçiyor mu?
26.33-26.34	Ö13	Evet.
26.34-26.46	A	İsterseniz farklı açılar da kullanabilirsiniz. Her durumda geçiyor mu ışık ışını? Peki, şimdi ikinci bir durum yapacağız. Şimdi tam tersini yapacağız. (Öğretmen çalışma kağıdı dağıtıyor.)
26.53-26.55	Ö3	Şimdi havadan prizmaya geçireceğiz.
26.55-26.57	Ö2	Bak bence böyle tutacağız.
26.59-27.06	Ö3	Evet, hah öyle. Mesela 30'dan ölçeceksin, geçireceksin.
27.06-27.08	Ö2	Bence normalden uzaklaşacak.
27.08-27.11	Ö3	Tabi ki uzaklaşacak. Sudan havaya tutunca ne oluyordu?
27.11-27.12	Ö2	Ne oluyordu?
27.12-27.13	Ö3	Uzaklaşıyor işte.
27.18-27.20	Ö3	Hadi deneyelim.
29.26-29.28	Ö1	Ö1 deniyor. 35.

29.46-29.51	Ö3	25 kaç çıktı. 35'mi çıktı.
30.10-30.14	Ö3	Kaç çıkıyor? 30 çıkıyor.
30.15-30.17	Ö1	35 ya.
30.19-30.20	Ö2	35 (Ölçümü Ö2 yapıyor ve o söylüyor.)
30.35-30.37	Ö2	30, 45 çıkıyor. Öğretmen grubun yanına geliyor. Bakıyor.
31.04-31.06	A	35'te misiniz şimdi?
31.06-31.07	Ö2	Hocam 45'e geldik.
31.08-31.09	Ö1	30, 45 mi oluyor?
31.10-31.11	Ö3	Evet. Bu sırada Ö2 ölçüm yapıyor. Öğretmen yanlarında Ö2 bulunduğu ölçüm karşısında şaşırıyor. Gülümsüyor. Ve şu diyalog geçiyor.
31.13-31.14	Ö2	Noldu? (Gülümsüyor.)
31.14-31.15	A	Noldu?
31.15-31.16	Ö3	Oldu işte.
31.16-31.17	Ö2	Geri döndü. (gülümsüyor.)
31.21-31.22	A	60'ı yap.
31.23-31.24	Ö3	Normalden uzaklaşıyor. Yüzlerinde bir şaşkınlık ifadesi.
31.31-31.34	Ö3	E aynısı çıkıyor? Ö2 çok şaşkın ve gülümsüyor.
31.43-31.44	Ö2	Kırılmamış. (Gülerek Ö3'a söylüyor.)
31.44-31.45	Ö3	Nasıl kırılmaz ya. (Şakalaşıyorlar aralarında)
31.46-31.48	Ö2	Sen değiştirdin benim fikrimi.
31.51-31.52	Ö2	Kırılmıyor. Azra haklı. (Ö1'a söylüyor.)
31.52-31.53	Ö3	Işık içinden geçiyor ama.
31.57-31.58	Ö3	Nasıl kırılmıyor kırılıyor ya işte.
32.00-32.01	Ö2	Kırılmıyor işte kör müsün?
32.02-32.03	Ö1	25'ten tut. 25'ten tut.
32.03-32.04	Ö3	25'ten tut.
32.05-32.06	Ö2	Onda kırılıyor.
32.06-32.07	Ö3	E tamam işte.
32.08-32.10	Ö2	Ama her durumda olmuyor değil mi?
32.10-32.11	Ö3	Evet her durumda olmuyor.
32.11-32.13	Ö1	Ama Azra haklı.
32.40-32.42	Ö3	Kaç oldu şimdi. 45'te kaç oldu? 45 oldu yine.
33.28-33.30	Ö3	Açıklamam sadece şu, bazıları farklı bazıları aynı.
33.30-33.31	Ö1	Azra doğruymuş.
33.49-33.51	Ö2	Hocam o ikisi neden geçmedi? (45 ve 60 dereceyi kastediyor.)
34.08-34.10	A	Bunun neden böyle olduğunu videolarla öğreneceğiz.

Zaman	Konuşmacı	Diyalog
00.29-00.50	A	Evet şimdi ne gözlemledik? Durumun şöyle bir genel çerçevesini çizecek biri var mı? Ö13?
0.51-1.14	Ö13	Şimdi 25 derecelik açıyla tuttuğumuzda 35 derece oldu. 30 derece tuttuğumuzda 40 derece oldu. 45 derecede ise 70 derece çıktı.
1.16-1.17	A	Emin misin?
1.17-1.28	Ö2	Hocam bence onlar şeyi saydı yine böyle hani böyle böyle saydı.
1.33-1.34	A	Peki 60'ta?
1.34-1.35	Ö13	60.
1.35-1.39	A	60'ta 60 çıktı. 45'te bir daha deneyin o zaman.
1.42-1.48	Ö2	Bizde de aynısı çıktı. Yine anlayamadım ben
1.57-2.11	A	Evet, dinle şimdi, dinler misin? Şimdi çocuklar, 25 derecede ne gözlemlerim, kaç çıktı dedin, 35. Geçti mi yani diğer ortama? Tam cevap gelmedi.

2.12-2.14	A	Prizmadan havaya geçti mi 25 derecede?
2.14-2.15	Ö2	Geçti.
2.15-2.19	A	Herkes bunu gördü mü? Peki 30 derece tuttuğum zaman?
2.19-2.20	Ö13	45.
2.26-2.27	A	Geçti mi yani her durumda?
2.27-2.28	Ö1	Evet.
2.28-2.33	A	Evet, peki 45 dereceyle gönderince ne oldu? Geçti mi?
2.33-2.34	Ö1	Hayır.
2.34-2.36	A	Havaya geçmedi. Ne oldu? Ne gözlemedim?
2.36-2.37	Ö5	Yansıma.
2.37-2.42	A	Yansıma oldu. Peki aynı açıyla mı yansıdı?
2.42-2.43	Ö6	Evet.
2.43-2.49	A	Evet. Peki 60 derece ne oldu?
2.49-2.50	Ö1	60.
2.51-3.03	A	Yine 60. Yani tam yansıma oldu. Bildiğimiz aynaymış gibi davrandı. Ve bir yansıma olayı gerçekleşti. Şimdi bir önceki deneyde böyle bir şey gözlemedik mi?
3.03-3.04	Ö2	Hayır.
3.04-3.12	A	Bakın aradaki farka bakın. Yine önceki deneyde de aynı açılar kullandım. Onda da 25, 30, 45 ve 60 kullanmadık mı?
3.12-3.14	Ö1	Hocam prizmanın şekli farklı.
3.14-3.16	A	Farklıydı ama nereden nereye gönderdik birinci durumda?
3.16-3.18	Ö5	Havadan prizmaya.
3.18-3.20	A	Havadan prizmaya geçti mi her şekilde? Sınıf: evet.
3.21-3.24	A	Evet, ama prizmadan havaya geçiş yaptı mı?
3.23-3.24	Ö1	Hayır.
3.24-3.32	A	Peki ikisi arasındaki fark nedir? Yani ortamların kırıcılıkları açısından düşünürseniz nasıl bir farklılık var? Ö15?
3.33-3.37	Ö15	Havadan prizmaya yollarken normale yakınlaştı.
3.37-3.39	A	Normale yakınlaştı evet.
3.39-3.42	Ö15	Prizmadan havaya yollarken normalden uzaklaştı.
3.42-3.48	A	Güzel. Peki ortamların kırıcılıkları nasıldır? Ö5?
3.48-3.51	Ö5	Hava az kırıcı, prizma çok kırıcı.
3.51-3.57	A	Evet, bir genelleme yapabilir miyim? Hani birinci durum için genelleme yapabilir misiniz? Evet Ö4?
3.57-4.00	Ö4	Hocam şimdi birinci durumda az kırıcı havadan prizmaya yani az kırıcıdan çok kırıcıya geçti. Normale daha da yaklaştı.
4.00-4.02	A	Peki her durumda geçti mi?
4.02-4.03	Ö4	Evet.
4.03-4.05	A	Az kırıcıdan çok kırıcıya her durumda geçti değil mi?
4.05-4.07	Ö4	Evet. İkinci durumda da yine her durumda geçti.
4.07-4.08	A	Geçti mi her durumda?
4.08-4.10	Ö4	Her durumda geçmedi pardon. Şey yansımalar oldu. Orada da normalden daha da uzaklaştı.
4.10-4.11	A	Normalden uzaklaştı. Nereden nereye geçti?
4.11-4.12	Ö4	Çok kırıcıdan az kırıcıya.
4.12-4.13	A	Evet. Burada nasıl bir genelleme yapabilirim?

4.13-4.18	Ö2	Ee az kırıcıdan çok kırıcıya geçerken her durumda ışık geçebilir ama çok kırıcıdan az kırıcıya geçerken belirli durumlarda tam olarak geçemez, yansır.
4.18-4.20	Ö15	Havadan prizmaya yollarken normale yakınlaştı.
4.20-4.28	A	Belirli açılarda geçemiyor çocuklar, evet güzel. Buna da tam yansıma deniyor. Işık ışınları az kırıcıdan çok kırıcıya her zaman geçebiliyor. Ama çok kırıcıdan az kırıcıya her zamana geçemiyor. Belirli bir kritik değer var. O kritik değer üzerinde açılarda tam yansıma oluyor. Yani geldiği ortama geri dönüyor. Geldiği ortam neresi? Prizmaydı. Prizmaya geri döndü. Buna tam yansıma deniyor. Şöyle diyebiliriz ışık ışınlarının çok kırıcı bir ortamdan az kırıcı bir ortama belirli bir açı değerinin üzerinde geldiği zaman geçemeyip geri yansımaya tam yansıma denir. Bu belirli açı değerine sınır açısı deniyor. O sınırın üzerinde gönderilen ışık ışınları tam yansımaya uğruyorlar. Bunun belli değerleri var. Sudan havaya sınır açısı 48 derece, camdan havaya da 42 derece.
