

Ortaöğretim Öğrencilerinin Aynalar Konusundaki Kavramsal Anlamalarının Analizi

An Analysis of The Conceptual Understanding of Secondary School Students About the Topic of Mirrors

Dr. Özgür ANIL¹, Prof. Dr. Hüseyin KÜÇÜKÖZER²

¹ Sorumlu Yazar, Milli Savunma Üniversitesi, Türkiye, ozguranyl@mynet.com

² Balıkesir Üniversitesi, Necatibey Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Türkiye, hkucuk@balikesir.edu.tr

Geliş tarihi: 30.03.2017

Kabul Tarihi: 17.06.2017

ÖZ

Araştırmanın amacı, ortaöğretim öğrencilerinin aynalar konusundaki kavramsal anlamalarının analizini yapmaktır. Bu kapsamda; "Öğrencilerin kavramsal değişim süreci nasıl gerçekleşmektedir?" sorusuna yanıt aranmıştır. Araştırmanın örneklemini, Balıkesir il merkezinde bulunan bir lisenin 10. sınıfları arasından küme örnekleme yöntemi yardımı ile seçilen, iki şubedeki toplam 46 öğrenci (24 kız, 22 erkek) oluşturmuştur. Veri toplama sürecinde; "Kavram Testi", "Görüşmeler", "Kamera Kayıtları", "Öğrenci Kılavuzları" ve "Anlam Çözümleme Tabloları" kullanılmıştır. Verilerin analizi sürecinde, "Durum Analiz Kategorilerinden" yararlanılmıştır. Öğrencilerin kavramsal değişim süreçleri; "Anlaşılabilirlik", "Akla Yatkınlık" ve "Yararlılık" boyutları çerçevesinde analiz edilmiştir. Kavramsal değişim durumlarının analizinden elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde; öğrencilerin çoğunluğunun öğretim sürecine taşıdıkları mevcut kavramlar ile ilgili hoşnutsuzluk duydukları, gerçekleştirdikleri deney ve etkinlikler yardımı ile ulaştıkları yeni kavram ve açıklamaları "anlaşılır", "akla yatkın" ve "yararlı" buldukları için olası yeni (bilimsel) kavramları içselleştirerek anlamlı ve kalıcı bir öğrenme gerçekleştirdikleri söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Kavramsal değişim, durum analiz kategorileri, öğrenci kılavuzları, anlam çözümleme tabloları, anlamlı öğrenme.

ABSTRACT

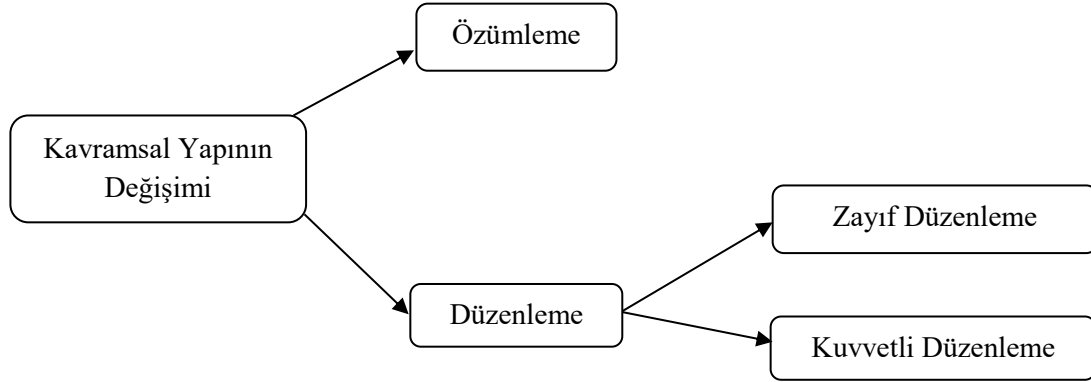
The purpose of the research was to analyze the conceptual understanding of secondary school students about the topic of mirrors. In this context, an answer was sought to the question, "What is the process of the students' conceptual change?" The sample for the research comprised a total of 46 students (24 girls, 22 boys) in two 10th-grade classes in a high school in the city of Balıkesir, chosen by the cluster sampling method. A "Concept Test," "Interviews," "Camera Recordings," "Student Guidebooks" and "Meaning Analysis Tables" were used in the data collection. The data analysis process made use of "Situation Analysis Categories." The students' conceptual change process was analyzed within the framework of the dimensions of "Intelligibility," "Plausibility" and "Fruitfulness." In the evaluation of the results of the analysis of the students' state of conceptual change, it may be said that most of the students had been unsatisfied with the concepts they had carried into the learning process and that with the help of the experiments and activities they performed, they found the new concepts and explanations "intelligible," "plausible" and "fruitful" and were then able to internalize the new scientific concepts and achieve meaningful and permanent learning.

Keywords: Conceptual change, situation analysis categories, student guidebooks, meaning analysis tables, meaningful learning.

GİRİŞ

Günümüzde eğitimin yeni hedefi; bilgiyi nasıl ve nerede kullanacağını bilen, öğrenme yöntemlerini tanıyıp etkili bir biçimde kullanan ve yeni bilgiler üretmede önceki bilgilerinden yararlanan insan modeli oluşturmaktır (Abbott ve Ryan, 1999). Bu aşamada, anlamlı bir öğrenme gerçekleştirebilmek için öğrencilerin öğretim ortamına getirdikleri kavram yanlışlarını saptamak ve kavramsal değişim sürecine hizmet eden bir öğretim ortamı tasarlamak gerekir (Aydoğan, Güneş ve Gülçiçek, 2003). Bu nedenle günümüzde, kavram yanlışlarını belirlemeye yönelik çalışmaların yerini kavramsal değişim süreci ve yapısına ilişkin çalışmalar almaktadır.

Kavramsal değişim süreci ile ilgili olarak ortaya atılan en önemli teori Posner, Strike, Hewson ve Gertzog (1982) tarafından geliştirilen *kavramsal değişim teorisi* (CCM)'dir. Söz konusu teoride iki olgu ön plandadır; özümleme ve düzenleme. Özümleme; yeni bilgilere ulaşmada mevcut bilgilerden yararlanmayı ifade etmektedir. Düzenleme; öğrencilerin var olan kavramları yeni bir olayı açıklamakta yetersiz kaldığında, bu kavramların öğrenci tarafından yeniden organize edilmesi şeklinde açıklanmaktadır. Zayıf düzenleme; mevcut kavram ve düşünceler üzerinde gerçekleştirilen sınırlı bir düzenlemeyi, kuvvetli düzenleme ise mevcut kavram ve düşüncelerin yapısında gerçekleştirilebilecek kapsamlı ve radikal bir düzenlemeyi ifade etmektedir (Cooper, 1993). Kavramsal değişim aşamaları şekil 1'de sunulmuştur (Asan ve Gönül, 2000).



Şekil 1. Kavramsal Değişim Aşamaları

Kavramsal değişim aşamalarını kuramcılar farklı biçimlerde yorumlamışlardır (Tyson, Venville, Harrison ve Treagust, 1997). Vosniadou (1994) özümleme sürecini, mevcut kavramların ilave bilgilerle zenginleştirilmesi olarak görmektedir. Thagard (1992) özümleme sürecinde öğrencilerin düşüncelerinin yenilenmesi gerektiğini savunmakta; bu aşamada mevcut kavramın gelişmesine imkan sağlayan örnek olaylar ile kurallar bütününden yararlanmayı önermektedir.

Kuramcıların düzenleme sürecine ilişkin görüşlerini ise şu şekilde özetlemek mümkündür. Hewson ve Hewson (1992) zayıf düzenleme sürecini, “kavramsal ele geçirme” bir başka ifadeyle “kavramı genişleterek yeniden yorumlama” olarak, kuvvetli düzenleme sürecini ise “kavramlar arası değişim aşaması” olarak isimlendirmiştir. Vosniadou (1994) zayıf düzenleme aşamasını; mevcut kavram ve düşüncelerin bilimsel seviyelerinde gerçekleştirilecek yeniden yapılandırma süreci olarak ifade etmektedir. Kuvvetli düzenleme aşamasını ise mevcut kavram ve düşüncelerin yapısında gerçekleştirilebilecek kapsamlı ve radikal bir yeniden yapılandırma süreci olarak tanımlamaktadır.

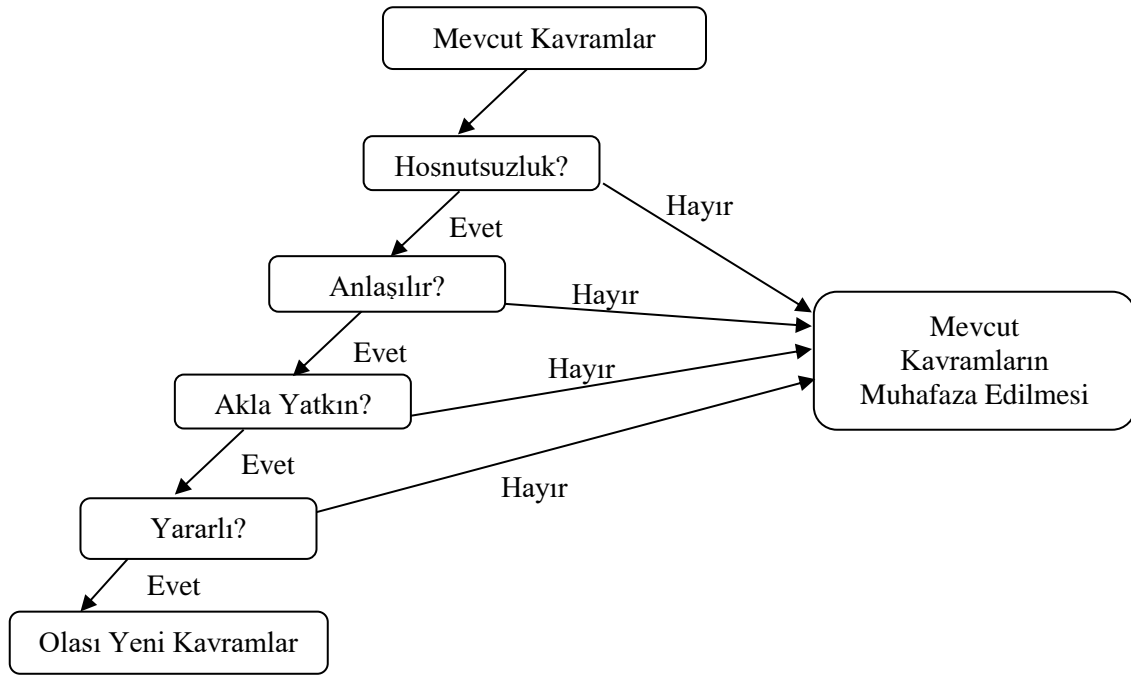
Schwedes ve Schmidh (1992) zayıf düzenleme sürecini; ana kavramın çevresinde yer alan kurallar ve fikirlerde gerçekleşen değişiklikler veya bu kural ve fikirlerin ana kavram ile ilişkilendirilme süreci olarak ifade etmektedir. Kuvvetli düzenleme sürecini “ana kavramın bütünüyle başka bir kavram ile değiştirilmesi” şeklinde yorumlamaktadır. Sunulan bu farklı

düşünceler, araştırmacıların kavramsal değişim aşamalarını farklı teorik perspektiflerden ele alıyor olmasından kaynaklanmaktadır.

Vosniadou'nun (1994, sf. 3) da ifade ettiği gibi;

“Günümüzde, kavramsal değişimin nasıl gerçekleştirileceği ve sürece ilişkin koşulların nasıl belirleneceği kavramsal psikolojinin temel problemleri arasındadır. Kavramsal değişim teorisi, çok amaçlı öğrenmenin açıklanmasında ön koşuldur ve eğitim süreci için önemli içeriklere sahiptir.”

Kavramsal değişim sürecinde mevcut kavramlarda gerçekleşmesi olası değişimler ise Şekil 2’de sunulmuştur (Posner, Strike, Hewson ve Gertzog, 1982).



Şekil 2. Kavramsal Değişim Teorisi

Kavramsal değişim teorisine ilişkin bu aşamalı süreç kavramsal değişim için gerekli koşulları şu şekilde ifade etmektedir (Posner, Strike, Hewson ve Gertzog, 1982).

- Öğrenci mevcut bilgilerine karşı *hoşnutsuzluk* içerisinde olmalıdır ve bu hoşnutsuzluğun neden olduğu sorunları bilimsel kavramların çözebileceğini düşünmelidir.
- Yeni kavram *anlaşılır* olmalıdır. Anlaşılır olmayan kavram öğrenci tarafından içselleştirilememekte ve doğru anlamlandırılmamaktadır.
- Yeni kavram *akla yatkın* olmalıdır.
- Yeni kavram *yararlı* olmalıdır. Yeni kavramın problemleri çözümedeki verimliliği öğrencinin eski bilgiyi terk etmesini çabuklaştırmaktadır. Bir başka ifadeyle yeni kavramın işgörüsü olmalıdır.

Kavramsal değişim sürecini anlamak; eğitimcilere, kavramsal değişim sürecine ilişkin stratejiler geliştirmelerinde yardımcı olacaktır. Stratejiler belirlenirken; içerikler arası bilgi transferini sağlamaya yardımcı olan bir öğretim ortamı oluşturmak hedeflenmelidir. Belirlenen strateji, seçilen konu ile ilgili öğrenme sürecinin tümüne rehberlik edebilmelidir. Bu süreçte; öğrencinin aktif bir biçimde öğretim sürecinde yer alarak mevcut bilgilerini yeniden yapılandığı, paylaşımcı, derinlemesine bir fen eğitimini amaçlayan ve üst düzey düşünmeyi ölçen yapılandırmacı yaklaşımın kavramsal değişim sürecine yardımcı olacağı düşünülmektedir.

Araştırmanın Amacı ve Önemi

Aynalar konusunda kavram yanlışlarının belirlenmesine yönelik çalışma sayısı oldukça fazladır. Bu çalışmalarda öğrencilerin; ışığın yayılması, yansıma ve görüntü oluşumu, görüntü özellikleri, görme süreci, optik araçların görüntü oluşumuna etkisi, görüş alanı, ayna – nesne ve ayna – gözlemci ilişkisi konularında kavram yanlışlarına sahip oldukları görülmektedir. (Andersson ve Karrqvist, 1983; La Rosa, Mayer, Patrizi ve Vincentini, 1984; Galili, Goldberg ve Bendall, 1991; Chen, Lin ve Lin, 2002; Şen, 2003; Kocakulah, 2006; Uzun, Alev ve Karal, 2013; Djanette ve Fouad, 2014; Taşlıdere ve Eryılmaz, 2015).

Aynalar konusunda kavram yanlışlarının giderilerek, kavram öğretiminin gerçekleştirilmesine yönelik çalışmalar ise sınırlı sayıdadır. Bu çalışmalarda, kavram yanlışlarının giderilmesi ve kavramsal değişimin sağlanması amacıyla; bilgi ve iletişim teknolojileri, kavramsal değişim ve kavramsal çatışma etkinlikleri, aktif öğrenmeye dayalı laboratuvar uygulamaları, kavram haritaları, benzetim tabanlı öğretim modelleri ve yapılandırmacı kurama dayalı öğretim stratejileri kullanılmıştır (Fetherstonhaugh ve Treagust, 1992; Perales ve Nievas, 1995; Galili, 1996; Galili ve Hazan, 2000; Hubber, 2005a; Hubber, 2005b; Aydın, 2007; Tekos ve Solomonidou, 2009, Masters ve Grove, 2010, Kroothkaew ve Srisawasdi, 2013).

Galili (1996) geometrik optik konuları ile ilgili olarak gerçekleştirdiği çalışmasında; öğrencinin aktif olarak katıldığı ve “gözlemci” kavramının dikkate alınarak aynalara ilişkin kavramsal değişim etkinliklerinin tasarlandığı bir öğretim modelinden yararlanmıştır. Uygulanan modelin kavramsal değişim sürecini olumlu yönde etkilediği görülmüştür.

Hubber (2005a) öğrencilerin geometrik optik konusu ile ilgili kavramsal değişim sürecini, geleneksel ve yapılandırmacı öğretim kuramları çerçevesinde incelemektedir. Öğretmen tarafından bilgi aktarımının ağırlıkta olduğu ve öğrencinin pasif bir biçimde yer aldığı geleneksel öğretim metoduna dayalı öğretim sürecinde içerik bağımlı bir kavramsal değişimin gerçekleştiği ve bu metodun bilgilerin uzun süreli kalıcılığına olumsuz etkide bulunduğu sonucuna ulaşılmıştır. Yapılandırmacı kurama dayalı öğretim metodunun uygulandığı öğrenme çevrelerinde ise öğrencilerin bilimsel (yeni) kavramların ortak yanlarının farkına varabildiği ve bu durumun anlamlı ve kalıcı bir öğrenmenin gerçekleşmesine olumlu katkı sağladığı görülmüştür.

Perales ve Nievas (1995) çalışmalarında; geometrik optik konularının kavramsal değişim sürecini yapılandırmacı kurama dayalı öğretim modeli yardımı ile incelemiştir. Öğretim sürecinin sonunda öğretim modelinin; aynalar konusundaki kavramsal değişim sürecini ve elde edilen bilimsel fikirlerin kalıcılığını olumlu yönde etkilediği sonucuna varılmıştır. Hubber (2005b) öğrencilerin geometrik optik konusu ile ilgili kavramsal değişimlerini incelemiştir. Bunun için öncelikle öğrencilerin geometrik optik ile ilgili öğretim öncesi kavramsal anlamaları ortaya çıkarılmıştır. Öğrencilerin kavram yanlışları hedef alınarak “yansıma, kırılma, görüntü oluşumu ve görüş alanı” konularını içeren yapılandırmacı kurama dayalı bir öğretim tasarlanmıştır. Öğretim sürecinin sonunda; öğrencilerin yeni (bilimsel) kavramlara yönelik bilimsel olarak doğru açıklamalarda buldukları belirlenmiştir.

Kavramsal değişim teorisini temel alarak kavram öğretiminin gerçekleştirilmesini hedefleyen çalışmaların sınırlı sayıda olması, araştırmacıları “Kavramsal değişim süreci nasıl gerçekleştirilmektedir?” sorusuna yanıt aramaya yöneltmiştir. Bu kapsamda araştırmada; kavramsal değişim teorisini temele alan “durum analiz kategorileri” ile öğrencilerin aynalar konusundaki kavramsal durumlarının analizini yaparak kavramsal değişimin ne düzeyde gerçekleştiğini belirlemek amaçlanmıştır.

Aynalar konusu ile ilgili öğrencilerin fikirlerini dikkate alması, bu fikirlerden bilimsel fikirlere doğru gelişimini sağlayabilecek etkinliklere öğretimde yer vermesi ve bu süreçte öğretmenlere öğrencilerin geçmiş bilgilerini görme fırsatı, öğrencilere ise yeni kavramları

geliştirebilmelerine yardımcı olacak deneyimler sağlayan 5E öğretim modelinden yararlanılması gibi nedenlerle araştırmanın, kavramsal değişim sürecine yönelik araştırmalara önemli katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Öğretim sürecinde öğrencilerin, aynalar konusuna ilişkin düşüncelerinde gerçekleşen değişimlerin farklı ölçme araçları (kavram testi, görüşme, yansıtıcı günlük, öğrenci kılavuzu vb.) ile izlenmesi ve elde edilen verilerin “kavramsal değişim” ve “anlamli öğrenme” sürecine ilişkin kapsamlı bilgiler sunması, çalışmanın önemini vurgulayan diğer noktalar olarak görülebilir.

YÖNTEM

Araştırma Modeli

Araştırmada örnek olay yönteminin iç içe geçmiş tek durum deseni kullanılmıştır. Yin (1984) örnek olay yöntemini; güncel bir olguyu kendi gerçek yaşam çerçevesi içinde çalışan, olgu ve içinde bulunduğu içerik arasındaki sınırların kesin hatlarıyla belirgin olmadığı, birden fazla kanıt veya veri kaynağının mevcut olduğu durumlarda kullanılan bir yöntem olarak ifade etmektedir. Çalışmada yararlanılan iç içe geçmiş tek durum deseni örnek olay yönteminin desenleri arasında yer alan ve okulu oluşturan alt birimleri (örneğin ilk kısım, orta kısım gibi ya da her kısım içinde zümreler gibi) analiz ünitesi olarak incelemeye fırsat tanıyan bir desendir (Yıldırım ve Şimşek, 2004).

Araştırma deseninin tasarımı sürecinde, öğrenme sarmalına uygun olarak tasarımılanan 5E öğretim modeli yardımıyla bir öğretim planı oluşturulmuş ve öğretim sürecinin sonunda öğrencilerin mevcut bilgi yapılarında meydana gelen değişimler kavramsal değişim teorisini temele alan “durum analiz kategorileri” yardımı ile incelenmiştir. Bu süreç; uygulama öncesi, deneysel işlem (uygulama) ve uygulama sonrası olarak 3 farklı aşamadan oluşmaktadır. Uygulama öncesi, konuya ilişkin kavram yanılgılarının belirlendiği aşamadır. Deneysel işlem süreci; 5E Öğretim Modeli çerçevesinde yapılandırılan ve kavramsal değişimi gerçekleştirmeye yönelik öğretim uygulamalarını kapsayan bir aşamadır. Deneysel desenin son aşaması olan uygulama sonrası süreç ise öğrencilerin kavramsal değişimlerinin incelendiği değerlendirmeye yönelik bir aşamadır.

Örnekleme

Örnek olay yönteminin uygulanacağı desen; tek bir durumu (okul, kurum vb.) veya bu durum içerisinde yer alan alt tabaka veya birimleri (kısım, şube vb.) kapsamına alabilir. Temel yapıların (kurum, okul vb.) altında yer alan ve çok sayıdaki alt birimden oluşan yapılar (kısım, zümre vb.) “içi içe geçmiş üniteler” olarak tanımlanmaktadır. İç içe geçmiş bu üniteler, temel yapının içerisinde “örnekleme” veya “kümeleme” teknikleri yardımıyla seçilebilir (McClintock, 1985). Bu doğrultuda çalışmanın örnekleme belirlenirken küme örnekleme yöntemi tercih edilmiştir. Çalışmanın evrenini; Balıkesir il merkezinde bulunan bir lisenin 10. sınıfları oluşturmaktadır. Örnekleme ise 10.sınıflar arasından küme örnekleme yöntemi yardımı ile seçilen iki şubeden oluşmaktadır.

10-A ve 10-C şubelerinin kavram testinin ilk uygulamasından elde ettikleri puanların karşılaştırılmasından elde edilen bulgular Tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo 1. 10-A ve 10-C Şubelerinin Kavram Testi Puanlarının Karşılaştırılması

Şube	Öğrenci Sayısı (n)	X	t	p
10-A	22	2.32	0.74	0.28
10-C	24	2.48		

Tablo 1’de 10-A sınıfının kavram testinden elde ettikleri puanların ortalaması 2.32, 10-C sınıfının ise 2.48 olduğu görülmektedir. Bağımsız gruplar için uygulanan t-testi sonuçları dikkate alındığında, kavram testinin ilk uygulamasından elde edilen puanlar arasında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmektedir ($p=0.28>0.05$). Sonuçlar incelendiğinde, 10-A ve 10-C

sınıflarının akademik başarı ve kavrama düzeyi açısından denk olduğu söylenebilir. Örnekleme yer alan öğrencilerin dağılımı ise Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Öğrencilerin Dağılımı

Şube	Öğrenci Sayısı (n)	Yaş aralığı	Kız	Erkek
10-A	22	15-16	13	9
10-C	24	15-16	11	13

Veri Toplama Araçları

Öğretim sürecinde (uygulama, deneysel işlem, uygulama sonrası), öğrencilerin mevcut bilgi yapılarında gerçekleşen değişimleri ayrıntılı bir biçimde takip edebilmek için farklı ölçme araçlarından (kavram testi, görüşme, öğrenci kılavuzu vb.) yararlanılmıştır. Bu şekilde; kavramsal değişim sürecine ilişkin geniş bir veri kaynağına ulaşılmaması amaçlanmıştır.

Kavram Testi

Çalışmada kullanılan kavram testinin amacı; kavram yanlışlarının giderilmesinde uygulanan öğretim modelinin öğrencilerin kavramsal değişimlerini nasıl etkilediğini ortaya çıkarmaktır. Driver ve Erickson (1983), öğrencilerin düşünce biçimlerini ortaya koymada kullanılan yaklaşımları kavramsal ve olaysal çerçeve olarak iki farklı boyutta ele almıştır. Kavramsal çerçevenin kullanıldığı yaklaşımlarda; öğrencilerden, verilen herhangi bir kavram ile ilgili açıklama yapmaları veya bunu herhangi bir yazılı testte bir ya da birden fazla cümle içinde kullanmaları istenmektedir. Olaysal çerçeve temelli yaklaşımlarda ise öğrencilere, incelenen kavramla ilgili fiziksel bir sistem ya da bir olay sunulurken bir sonuca ulaşmaları ve bu sonucu doğrulamaları istenmektedir (Driver ve Erickson, 1983; Kocakulah, 2006).

Araştırmada; görsel olması, öğrencilerin ilgisini çekmesi ve daha kapsamlı veriler elde edilmesine imkân vermesi nedeniyle olaysal temelli sorular tercih edilmiştir. Bu doğrultuda; optik konusuna ilişkin olarak daha önce yapılmış araştırmalarda ve kaynak kitaplarda yer alan sorulardan bir soru bankası oluşturulmuştur. Soru bankası içerisinde kapsama uygun olarak seçilen sorular ile kavram testine son hali verilmiştir. Kavram testinde yer alan soruların seçiminde, konu ile ilgili olarak daha önce yapılan çalışmalarda kullanılan sorulardan faydalanılması, kavram testinin iç geçerliğinin sağlanmasına katkıda bulunulmuştur. Kavram testinin pilot uygulaması 310 öğrenci üzerinde yapılmıştır. Kavramsal anlama testlerinde yer alan soruların analizinde araştırmacıdan kaynaklanabilecek bir takım yanlışların giderilmesi amacıyla aynı alanda çalışan bir başka araştırmacı tarafından elde edilen verilerin kodlanması gerekmektedir (Kabapınar, 2003). Bu süreçte öncelikle ikincil araştırmacı ile birlikte kavram testinde yer alan sorular ile ilgili kategori tabloları (görüntü oluşumu, görüş alanı, görüntü özellikleri vb.) oluşturulmuştur. Çalışma grubunun teste verdikleri yanıtlar Tablo 3’de verilen sayısal değerlendirme ölçütü yardımıyla değerlendirilmiştir (Kocakulah, 1999).

Tablo 3. Dereceli Puanlama Anahtarı

Sayısal Değer veya Kavramın Öğrenilmiş Olma Derecesi		Değerlendirmede Kullanılan Ölçüt
Yanıt yok	0 Puan	Kavram hiç yok.
Kodlanamaz Yanıt	1 Puan	Verilmesi istenen yanıtın tamamen tersi cevaplar veya yanlış kavramlar var.
Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıt	2 Puan	Hatalar ve kavram yanlışları var.
Kısmi Yanıt	3 Puan	Kavram kısmen öğrenilmiş.
Tam Yanıt	4 Puan	Kavramın tüm parçaları var, cevap bilimsel olarak kabul edilebilir.

Son aşamada araştırmacının ve uzmanın değerlendirmeleri karşılaştırılmış ve her bir soru için tutarlılık yüzdesi aşağıdaki bağıntıya göre hesaplanmıştır (Kocakulah, 1999).

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

p: Tutarlılık yüzdesi

N_a : İki kodlamada aynı şekilde kodlanan öğrenci sayısı

Kavram testinde yer alan soruların araştırmacı ve ikincil araştırmacı tarafından değerlendirilmesi sonucu elde edilen tutarlılık yüzde sonuçları Tablo 4’de verilmiştir.

Tablo 4. Araştırmacı ve İkincil Araştırmacı Tarafından Yapılan Değerlendirmelere İlişkin Tutarlılık Yüzdeleri

Soru Numarası	p (Tutarlılık Yüzdesi)
1	0.92
2	0.85
3	0.90
4	0.66
5	0.82
6	0.80
7	0.94
8	0.92
9	0.86
10	0.92
11	0.96
12	0.62

Tablo 4’de görüldüğü gibi 2 sorunun (4 ve 12.soru) tutarlılık yüzdeleri düşüktür. Bu iki soru ölçmek istenen hedef davranışları belirlemede yetersiz kaldığı için testten çıkarılmıştır. Diğer soruların tutarlılık yüzdelerinin ortalaması % 88,9’dur. Bu durumda; kavram testinden elde edilen sonuçların araştırmacının kendi görüşlerinden ziyade elde edilen verilere dayandığı söylenebilir. Testte düzlem aynalara yönelik 5, çukur aynalara yönelik 2, tümsek aynalara yönelik 2 ve görüntü çeşitleri ile ilgili 1 adet olmak üzere toplam 10 adet olaysal temelli soru yer almaktadır (EK-A). Soruların 9 tanesi açık uçlu, 1 tanesi ise çoktan seçmeli soru tipindedir. Çoktan seçmeli soruda, öğrencilerden işaretledikleri yanıtların nedenini de yazmalarının istendiği ayrı bir bölüm yer almaktadır.

Görüşmeler

Kavramsal değişim sürecini anlamaya yönelik olarak, yarı yapılandırılmış görüşme tekniği yardımıyla görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Kavram testinde yer alan ifadelerinde; kavramların “*anlaşılabilirlik*”, “*akla yatkınlık*” ve “*yararlılık*” boyutlarını vurgulayan öğrenciler (7 öğrenci) ile görüşmeler yapılmıştır. Araştırmanın iç geçerliğini sağlamak için görüşülen bireylerden doğrudan alıntılara yer verilmiş ve daha sonra bu veriler yorumlanmıştır. Görüşme formunda yer alan sorular; öğrencilerin kavram testinin ilk ve son uygulamasına vermiş oldukları yanıtlar incelenerek oluşturulmuştur.

Kamera Kaydı

Öğrencilerin kavramsal değişim sürecini takip edebilmek ve bu süreçteki düşünce biçimlerini net olarak ortaya koymak amacıyla kamera kayıtlarından yararlanılmıştır. Öğretim sürecinde; 3 öğrenciden oluşan iki farklı öğrenci grubunu (2 adet) ve tüm sınıfı kayıt altına alan (1 adet) toplam 3 kameradan yararlanılmıştır. Toplam kayıt süresi 300 dakikadır. Araştırma

sürecinde gerçekleştirilen tüm kamera kayıtları izlenmiş ve kavramsal değişim sürecinde yararlanılabileceği düşünülen öğrenci ifadeleri yazılı dokümana dönüştürülmüştür.

Öğrenme Planı ve Öğrenci Kılavuzları

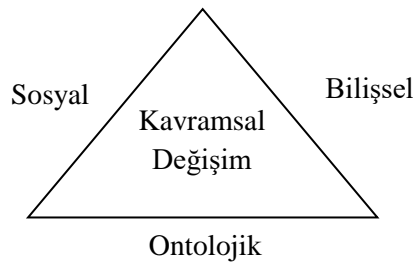
Öğretim sürecinde; öğretim modelinin uygulamasına yönelik olarak öğrenme planları oluşturulmuştur. Öğrenme planının tasarlanması sürecinde 5E Öğretim Modelinin Aşamaları (Giriş, Keşfetme, Açıklama, Derinleştirme, Değerlendirme) ayrı incelenmiş, her aşama için farklı uygulamalar geliştirilmiştir. Öğrenme planı öğretmenin bir ders saati içerisinde; hangi faaliyetleri ne amaçla gerçekleştireceğine, aşamalar arası geçişte hangi noktalara dikkat edeceğine yönelik ayrıntılı bilgiler içermektedir. Düzlem, çukur ve tümsek ayna konuları için hazırlanan öğrenme planlarında; dersin hedefleri ve öğrenme materyalleri hakkında bilgilere yer verilmekte, “Öğrenme Etkinliği” başlığı altında 5E öğretim modelinin aşamalarına ait etkinlikler, kavram açıklamaları ve günlük yaşamdan örnekler yer almaktadır. Öğrenme planlarında yer alan etkinliklerin aşamalılık ilişkisini ayrıntılı olarak ifade edebilmek ve öğrenciler tarafından anlaşılmasını kolaylaştırmak amacıyla öğrenci kılavuzları oluşturulmuştur (EK-B). Öğrenci kılavuzlarında; öğretim modelinin farklı aşamalarında kullanılmak üzere hazırlanan toplam 20 etkinlik yer almaktadır. Öğrenciler öğretim sürecine ilişkin düşüncelerini ve etkinliklerden elde ettikleri sonuçları bu kılavuzlara aktarmışlardır.

Anlam Çözümleme Tabloları

Öğretim sürecinde gerçekleştirilen uygulamaların yeterliliğini ölçmek ve öğrencilerin kavramsal değişim düzeylerini belirleyebilmek amacıyla anlam çözümleme tablolarına yer verilmiştir. Kavramların analizine yönelik olarak iki boyutlu bir tablo şeklinde geliştirilen bu aracın; bir boyutunda özellikleri çözümlenecek kavramlar, diğer boyutunda ise özellikler yer almaktadır. Anlam çözümleme tablolarında yer alan soruların seçiminde, konu ile ilgili olarak daha önce yapılan çalışmalarda kullanılan sorulardan faydalanılarak iç geçerliğinin sağlanmasına katkıda bulunulmuştur.

Verilerin Analizi

Kavramsal değişim sürecini değerlendirebilmek amacıyla, alan yazında bu amaç doğrultusunda kullanılan “Çok Boyutlu Kavramsal Değişim Yapısından” yararlanılmıştır. “Ontolojik”, “Bilişsel” ve “Sosyal” olarak üç farklı alandan oluşan yapı Şekil 3’te verilmiştir (Tyson, Venville, Harrison ve Treagust, 1997).



Şekil 3. Çok Boyutlu Kavramsal Değişim Yapısı

Çalışmada; öğrencilerin dış dünyaya ilişkin algılarını nasıl ifade ettikleri, kavramlara ilişkin ne tür teoriler, düşünceler ve yargılar geliştirdikleri ile ilgilenen “bilişsel bakış açısı” ön plana çıkmaktadır. Bu bakış açısı; Posner ve arkadaşları (1982) tarafından geliştirilen ve kavramsal değişim sürecini “özümleme” ve “düzenleme” olguları ile açıklayan “Kavramsal Değişim Teorisi”ni temel almaktadır. Kavramsal değişim teorisi; öğrencilerin öğretim sürecinin sonunda yeni (bilimsel) kavramı “anlaşılır”, “akla yatkın” ve “yararlı” bulmasının kavramsal değişimin ön şartı olduğunu ifade etmektedir. Veri analiz süreci; Thorley (1990) tarafından geliştirilen ve kavramsal değişim teorisini temele alan “Durum Analiz Kategorilerinden”

yararlanılarak tasarlanmıştır. Durum analiz kategorileri ve bu kategorilere ait alt kategoriler Tablo-5’de verilmiştir.

Tablo 5. Durum Analiz Kategorileri

Kavramların Durumları	Alt Kategoriler (Üst Aşama)
Anlaşılrlık	- Görüntü (Kavramların sunumunda grafik ve resimlerden yararlanabilme.) - Örnek Verme (Günlük yaşama ilişkin örnekler verebilme.) - Dil (Sözle veya semboller ile kavramı ifade edebilme.)
Akla Yatkinlık (Makul Olma)	- Diğer Bilgi (Diğer bilgi ve kavramlar ile tutarlılık) - Laboratuvar Deneyimi (Laboratuvar deneyimleri ve gözlemler ile olan tutarlılık) - Geçmiş Deneyimler (Kavram ile ilgili geçmişte yaşanan özel olaylar) - Bilişsel Yapı (Bilişsel veriler ile olan tutarlılık) - Doğa Ötesi (Nesne ve düşüncelerin ontolojik durumlarına başvurmak) - Akla Yatkin Benzetmeler (Diğer kavramların yardımına başvurmak) - Gerçek İşleyiş (Nedensel işleyişin yardımına başvurmak.)
Yararlılık (Verimlilik)	- Güç (Kavramın geniş bir uygulama alanına sahip oluşu) - Umut Verici İfadeler (Kavram ile ilgili beklentiler, yeni kavram ile neler yapılabileceği.) - Rekabet (Kavramları yarıştırmak, karşılaştırmak.)

Durum analiz kategorileri çerçevesinde gerçekleştirilen veri analizi sürecinde; öğrencilerin görüşmelere ve kavram testine verdikleri yanıtlardan, öğrenci kılavuzlarında ve anlam çözümleme tablolarında yer alan öğrenci ifadelerinden ve kamera kayıtlarından yararlanılmıştır. Veri toplama araçlarında yer alan ve kavramsal değişim sürecinde yararlanılabileceği düşünülen öğrenci ifadeleri yazılı dokümana dönüştürülmüştür. Elde edilen veriler ile öğrencilerin kavramsal durumlarının analizine ilişkin bulgulara ulaşılmıştır.

BULGULAR

Kavramsal değişim süreçleri; “Anlaşılrlık”, “Akla Yatkinlık” ve “Yararlılık” boyutları çerçevesinde analiz edilmiştir.

Anlaşılrlık

Kavramsal değişim sürecinde; bilimsel olmayan kavramların yerini bilimsel kavramların alabilmesi için sağlanması gereken koşullardan birisi yeni kavramın “anlaşılır” olmasıdır. Anlaşılır olmayan kavram öğrenci tarafından içselleştirilemez ve doğru anlamlandırılmaz (Bransford, Brown ve Cocking, 2000). Kavramsal değişim süreci “anlaşılrlık” kategorisi kapsamında değerlendirilirken 3 farklı alt kategoriden yararlanılmıştır. Tablo 6’da bilimsel kavramların “anlaşılrlık” düzeyi ile ilgili alt kategorilerin (görüntü, örnek verme, dil) gözlemlenme derecelerine ait veriler sunulmuştur.

Tablo 6. “Anlaşılrlık” Düzeyinin Alt Kategorilerine ait Veriler

Alt Kategoriler	Kavramların Anlaşılrlığı						
	Öğ. 1	Öğ. 2	Öğ. 3	Öğ. 4	Öğ. 5	Öğ. 6	Öğ. 7
Görüntü	+	+		+			+
Örnek Verme		+	+		+	+	
Dil	+	+	+	+	+	+	+

+ : Alt kategoriye ait davranışın öğretim süreci sonunda gözlemlendiğini ifade etmektedir.

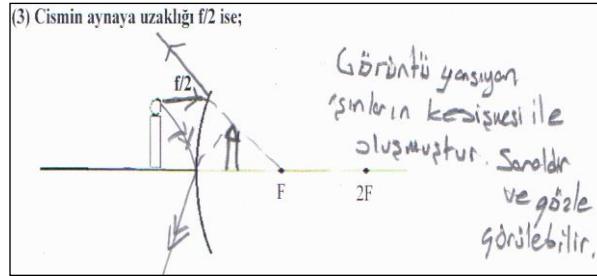
+* : Alt kategoriye ait davranışın öğretim sürecinin öncesinde ve sonrasında gözlemlendiğini ifade etmektedir.

Görüntü

Bu kategori, anlaşılabilirlik düzeyinin “**grafik ve çizimleri içeren alt kategorisi**” olarak sunulmuştur. Öğrencilerin yeni kavrama ilişkin olarak “**grafik ve resimler yardımı ile yaptıkları açıklamalar**” yeni kavramı “**anlaşılır**” bulduklarını ortaya koymaktadır. Bu alt kategoriye örnek olarak öğrenci 2'nin öğretim öncesinde ve öğretim sonrasında uygulanan “kavram testine” vermiş olduğu yanıtlar aşağıda sunulmuştur. Öğrenci 2 öğretim süreci öncesinde kavram testine vermiş olduğu yanıtlarda (soru 1) sanal kavramı ile ilgili olarak;

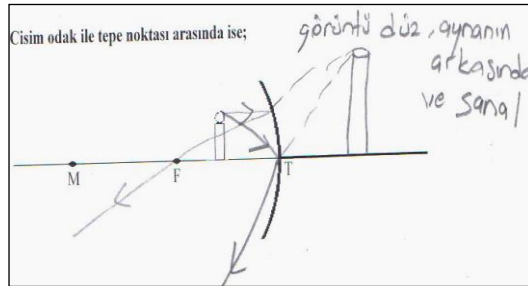
“*Sanal görüntü düzdür ve cisimle aynı boydadır. Görüntünün gerçek olduğunu ise ters olmasından anlarız*” düşüncesine sahiptir. Öğretim süreci sonunda sanal kavramı ile ilgili olarak;

“*Görüntü türleri aynadan yansıyan ışınların kesiştiği yer ile ilgilidir. Örneğin gerçek görüntü yansıyan ışınların aynanın önünde kesişmesi ile oluşmaktadır. Sanal görüntü ise yansıyan ışınların uzantılarının aynanın arkasında kesişmesi ile oluşur ve gözle görülebilir*” şeklinde bir açıklama getirmiştir. Bu düşüncesini; öğrenci kılavuzunda yer alan (etkinlik 14) ve şekil 4'de verilen tümsek aynada görüntü oluşumu ile ilgili çizimi ile desteklemektedir.



Şekil 4. Öğrenci 2'ye ait Tümsek Aynada Görüntü Çizimi

Öğrenci 4 ise öğretim süreci öncesinde kavram testine (soru – 10) vermiş olduğu yanıtlarda; “*Çukur aynalarda oluşan görüntüler gerçektir*” düşüncesine sahiptir. Öğretim süreci sonunda ise görüntülerin türleri ile ilgili olarak; “*Çukur aynalarda gerçek ve sanal görüntüler oluşabilir. Görüntünün aynanın önünde olduğu durumlarda görüntü gerçektir. Görüntü aynanın arkasında oluşması durumunda ise görüntü sanaldır.*” şeklinde bir açıklama getirmiştir. Bu düşüncesini; öğrenci kılavuzunda yer alan (etkinlik-11) ve şekil 5'de verilen çukur aynada görüntü oluşumu ile ilgili çizimi ile desteklemektedir.



Şekil 5. Öğrenci 4'e ait Çukur Aynada Görüntü Çizimi

Örnek Verme

Öğrenciler bilimsel kavramların sunumu sürecinde “**günlük yaşama ilişkin örneklerden**” yararlanmaktadırlar. Bu aşamada öğrenciler; arkadaşları, aileleri ve çevreleriyle olan etkileşimleri sonucunda ortaya çıkan günlük yaşama ilişkin deneyimlerini aktararak bilimsel kavram ve düşünceleri “**anlaşılır**” bulduklarını ifade etmektedirler. Öğrenciler ile gerçekleştirilen görüşmelerde;

Öğrenci 3, “Günlük yaşamda aynaların kullanıldığı alanlar nelerdir?” sorusuna;

“Bu derslerden sonra çevremde gördüğüm aynaları daha fazla inceledim. Örneğin; alışveriş merkezinde gördüğüm bir ayna vardı. Bu aynada görüntümün nasıl oluştuğunu kendim açıklamaya çalıştım. Tümsek bir aynaydı. Oluşan görüntüler düz ve küçüktü.” yanıtını vermiştir.

Öğrenci 6 ise aynı soruya;

“Günlük yaşamda birçok alanda küresel aynaları kullanıyoruz. Örneğin; çukur aynalar var makyaj yapmak için kullanılan. Yollarda, göremediğimiz bölgeleri gösteren büyük tümsek aynalar var. Önceden bu kadar dikkat etmiyordum bu tür şeylere; derste öğrendiklerimden sonra daha çok dikkatimi çekiyor” yanıtını vermiştir.

Görüldüğü gibi öğrenciler yeniden yapılandıkları kavramlara ilişkin olarak günlük yaşam ile ilgili birçok örnek verebilmektedir. Bu açıklamalar öğrencilerin bilimsel kavram ve düşünceleri “anlaşılır” bulduklarına ilişkin veriler sunmaktadır.

Dil

Öğrenciler bilimsel kavramların sunumu sürecinde “söz ve sembollerden” yararlanmaktadır. Bu aşamada öğrenciler; bilimsel kavram ve düşünceleri kendi ifadeleri ile açıklamaya çalışmışlardır. Öğrenciler ile gerçekleştirilen görüşmelerde öğrenci 5; “Çukur aynalarda görüntünün yeri ve özellikleri hakkında ne söyleyebiliriz?” sorusuna;

“Çukur aynalarda birçok görüntü oluşur. Bazı görüntüler cisimden büyüktür, bazıları ise küçüktür. Örneğin; cisim F (odak) ile T (tepe noktası) arasında ise görüntü cisimden büyüktür. Cisim M'nin (merkez) dışında ise oluşan görüntü cisimden küçüktür” yanıtını vermiştir.

Görüldüğü gibi öğrenci 5 kavramları açıklama sürecinde sözlü ifadelerin yanı sıra sembollerden de yararlanmıştır. Öğrenci 6 ise “Tümsek aynalarda görüntünün yeri ve özellikleri hakkında ne söyleyebiliriz?” sorusuna;

“Tümsek aynalara ne kadar uzaktan bakarsak bakalım görüntü cisimden küçüktür. Görüntü her zaman aynanın arkasında ve F (odak) ile T (tepe noktası) arasında oluşur. Büyük alışveriş merkezlerinde de bu tür aynalardan gördüm. Onlar da cisimleri olduğundan daha küçük gösteriyordu” şeklinde yanıt vermiştir.

Öğrenci 6; bilimsel kavram ve düşünceleri kendi ifadeleri ile açıklamış, bu açıklamada sembollerden ve günlük yaşama ilişkin deneyimlerden de yararlanmıştır.

Akla Yatkinlik

Kavramsal değişim sürecinde; bilimsel olmayan kavramların yerini bilimsel kavramların alabilmesi için sağlanması gereken koşullardan birisi yeni kavramın “akla yatkin” olmasıdır. Kavramsal değişim süreci “akla yatkinlik” kategorisi kapsamında değerlendirilirken 7 farklı alt kategoriden yararlanılmıştır. Tablo 7’de bilimsel kavramların “akla yatkinlik” düzeyi ile ilgili alt kategorilerin (diğer bilgi, laboratuvar deneyimi, geçmiş deneyimler, bilişsel yapı, doğa ötesi, akla yatkin benzetmeler) gözlemlenme derecelerine ait veriler sunulmuştur.

Tablo 7. “Akla Yatkinlik” Düzeyinin Alt Kategorilerine ait Veriler

Alt Kategoriler	Kavramların Akla Yatkinliği						
	Öğ. 1	Öğ. 2	Öğ. 3	Öğ. 4	Öğ. 5	Öğ. 6	Öğ. 7
Diğer Bilgi		+	+		+	+	+
Lab. Deneyimi	+		+	+			
Geçmiş Deneyimler		+		+	+	+	+
Bilişsel Yapı	+	+				+	
Doğa Ötesi		+		+			
Akla Yatkin Benzetmeler	+			+			+
Gerçek İşleyiş	+	+	+	+	+	+	

+ : Alt kategoriye ait davranışın öğretim süreci sonunda gözlemlendiğini ifade etmektedir.

+* : Alt kategoriye ait davranışın öğretim sürecinin öncesinde ve sonrasında gözlemlendiğini ifade etmektedir.

Diğer Bilgi

Öğrenciler bilimsel kavramların sunumu sürecinde; “**yeniden yapılandırılan kavramın diğer bilgi ve kavramlar ile olan tutarlılığından**” yararlanmışlardır. Bilimsel kavramın diğer kavramlarla olan ilişkisini ifade ederek, yeni kavramı “*akla yatkın*” bulduklarını vurgulamışlardır. Öğrenciler ile gerçekleştirilen görüşmelerde;

Öğrenci 3, “Aynalarda görüntü türü (sanal veya gerçek) nelere bağlıdır?” sorusuna;

“Görüntü türü, yansıyan ışınların aynanın önünde veya arkasında kesişmesi ile ilişkilidir. Görüntülerin düz veya ters olması ile görüntü türü arasında ilişki yoktur. Bu durum aynanın çeşidine bağlıdır. Örneğin çukur aynalarda görüntünün yönü ile cismin yönü farklı olabilir. Tümsek ve düzlem aynalarda ise cisim düz ise görüntü düz, cisim ters ise görüntü ters olarak oluşur” şeklinde yanıt vermiştir.

Öğrenci 3 yanıtında; “görüntünün yönü”, “aynanın türü” ve “görüntünün türü” kavramları arasındaki ilişkiye değinerek, kavramlar arasındaki tutarlılık durumunu vurgulamıştır. Öğrenci 5 ise aynı soruya;

“Aynaya baktığımda görüntüyü aynanın arkasında görebiliyorsam o görüntü sanaldır. Tümsek aynalara baktığımda da görüntüyü aynanın arkasında görebildiğim için görüntü sanal bir görüntüdür. Çukur aynalarda oluşan görüntüleri aynanın önünde gözlemleyebiliyorum. Bu tür görüntüler ise gerçek görüntüdür” şeklinde yanıt vermiştir.

Görüldüğü gibi öğrenci 5; görüntü çeşidi ile aynanın türü arasında ilişkiyi açıklamış ve bu kavramlar arasında bağlantı kurarak bilgiler arasındaki tutarlılığı vurgulamıştır.

Laboratuvar Deneyimi

Öğrenciler bilimsel kavramların sunumu sürecinde “**laboratuvar deneyimlerinden ve gözlemlerinden**” yararlanmışlardır. Bilimsel kavrama ilişkin olarak deney ve gözlemler ile elde edilen veriler; öğrenilen bilginin akla yatkınlığını açıklamak amacıyla kullanılmıştır. Öğrenciler ile gerçekleştirilen görüşmelerde;

Öğrenci 1, “Bu yöntemle işlediğiniz dersler ile daha önceki fizik derslerinizi karşılaştırınız. Farklılıklar ve benzerlikler nelerdir?” sorusuna;

“Çukur ayna ile ilgili yaptığımız etkinlikte (etkinlik 11) cismin ve görüntünün yerini değiştirebiliyorduk, bu çok eğlenceliydi. Bundan hoşlandım. Daha önce bu görüntüleri kitaplarda görüyordum, fakat laboratuvarında görüntüleri ben oluşturdum. Bence bu şekilde öğrenmek daha iyi.” şeklinde yanıt vermiştir.

Öğrencinin yanıtında da açık bir şekilde vurgulandığı gibi laboratuvar deneyimleri, öğrencilerin bilimsel kavramı “*akla yatkın*” bulmalarında etkin bir role sahiptir.

Öğrenci 4 ise aynı soruya;

“Laboratuvarında yaptığımız bir uygulama (etkinlik 6) vardı. Aynalar arasındaki açı değerlerini değiştirerek, oluşan görüntülerin sayısını buluyorduk. Daha önce görüntü sayısını formülle buluyordum, ezberliyordum yani. Bu etkinlikte ise farklı açı değerleri için aynalarda oluşan görüntüleri gözlemleyebildim” şeklinde yanıt vermiştir.

Görüldüğü gibi öğrenci 4 kavramların “*akla yatkınlığını*” açıklarken, laboratuvarında gerçekleştirilen deney ve etkinliklerin önemine vurguda bulunmuştur.

Geçmiş Deneyimler

Öğrenciler bilimsel kavramların sunumu sürecinde “geçmiş deneyimlerinden” yararlanmışlardır. Bilimsel kavrama ilişkin olarak öğretim öncesinde ve sonrasında sahip oldukları düşünceleri; kavramın akla yatkınlığını açıklamak amacıyla kullanmışlardır. Öğrenciler ile gerçekleştirilen görüşmelerde;

Öğrenci 2, “Bu yöntemle işlediğiniz dersler ile daha önceki fizik derslerinizi karşılaştırınız. Farklılıklar ve benzerlikler nelerdir?” sorusuna;

“Daha önce bazı şeyleri ezbere biliyordum. Mesela odak noktasının yerini, ışınların nasıl yansıdığını... Bu derslerde; “odak noktasının nasıl bulunduğunu”, “yansıma kurallarını” kendim deneyler yaparak daha iyi öğrendim. Örneğin; “sanal görüntüyü” daha iyi anlayabildim, önceden bu kavrama tam olarak anlam veremiyordum.” şeklinde yanıt vermiştir.

Öğrenci; geçmiş deneyimlerinde doğru bir şekilde anlamlandıramadığı kavramları öğretim sürecinde “akla yatkın” bulmaya başlamıştır. Öğrenci 2’nin yer aldığı grubun “kamera kayıtları” incelendiğinde ise öğrencinin grupta yer alan arkadaşı ile ışınların yansıması ve odak noktasının belirlenmesi konuları ile ilgili konuştuğu görülmektedir.



Şekil 6. Kamera Kaydına İlişkin Görüntü (Öğrenci 2)

Öğrenci 2: Işınlar hep aynı noktadan geçiyor.

Öğrenci 7: Evet.

Öğrenci 2: Bu nokta odak noktası değil mi?

Öğrenci 7: Paralel ışınlar odaktan geçecek şekilde yansır.

Öğrenci 2: Sende bir paralel bir ışın göndersene... İkimizin ışınları nerede kesişecek bakalım?

Öğrenci 7: Bak bu noktada kesişiyor.

Öğrenci 2: Bu nokta odak noktası değil mi?

Öğrenci 7: Evet.

Öğrenci 2: Aynaya paralel gelen ışınların toplandığı yer aynanın odak noktası oluyor, değil mi?

Öğrenci 7: Evet

Öğrenci 2: Bak bunu bilmiyordum, şimdi anladım.

Öğrenci 2, geçmiş deneyimlerinde doğru bir şekilde anlamlandıramadığı odak noktası kavramını arkadaşı ile birlikte gerçekleştirdiği etkinlik sonunda anlayabildiğini ifade etmektedir. Öğrenci; bilimsel kavrama ilişkin olarak öğretim öncesinde ve sonrasında sahip olduğu düşüncelerini ifade ederek (geçmiş deneyimler alt kategorisi) kavramın “akla yatkınlığına”, bilimsel kavram ve düşünceleri kendi ifadeleri ile açıklayarak (dil alt kategorisi) kavramın “anlaşılabilirliğine” vurguda bulunmaktadır.

Öğrenci 6 ise öğrenci kılavuzlarında yer alan “Bu yöntemle işlediğiniz dersler ile daha önceki fizik derslerinizi karşılaştırınız. Farklılıklar ve benzerlikler nelerdir?” sorusuna;

“Ortaokulda aynalar konusunu görmüştük. O zaman tahtaya yazılanlar ve formüller aklıma yatmıyordu. Öğrendiklerimin nasıl gerçekleşebileceğini zihnimde canlandıramıyordum. Ama laboratuvarında yaptığım deneylerden ve etkinliklerden sonra aynalar ile ilgili bir şey söylendiğinde, öğrendiğim bilgiler gözümde canlanıyor. Öğrendiklerim aklıma daha çok yatıyor.” şeklinde yanıt vermiştir.

Öğrenci geçmiş deneyimleri ile şimdiki deneyimlerini karşılaştırmış (geçmiş deneyimler alt kategorisi); laboratuvar sürecinde gerçekleştirdiği uygulamalar (laboratuvar deneyimi alt kategorisi) ile bilimsel kavramları “akla yatkın” bulduğunu vurgulamıştır.

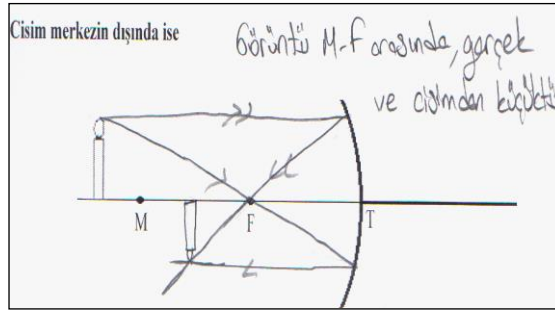
Bilişsel Yapı

Thorley (1990) bilişsel yapı kavramı ile “**bilimsel veriler ile olan tutarlılığı**” ifade etmeye çalışmaktadır. Bu süreçte çoğu kez bilimsel teorilerin deneysel kanıtlarının önemi vurgulanmaktadır. Öğrenci 2, öğrenci kılavuzunda yer alan “Bu yöntemle dersi işlemek sizi araştırma yapmaya teşvik etti mi?” sorusuna;

“Derste; kendimiz gözlem yaptığımız için daha iyi anlıyoruz. Daha önce öğretmen anlatıyordu, biz dinliyorduk. Şimdi bilgiye biz ulaşıyoruz. Örneğin; lazerleri kullanarak yaptığım deneyde, çukur aynalardaki özel ışınların yansımalarını gözlemleyebildim.” yanıtını vermiştir.

Öğrenci; bilimsel kavramların deneysel kanıtlarını ifade ederek, kavramın “**akla yatkınlığına**” vurguda bulunmaktadır. Derste ulaştığı bilginin bilimsel veriler (çukur aynalarda özel ışınların yansıma kuralları) ile olan tutarlılığını deneysel süreç içerisinde kendisi ispatlamıştır.

Öğrenci 6 ise ulaştığı bilginin bilimsel veriler ile olan tutarlılığını “**öğrenci kılavuzunda**” yer alan çizimi ile desteklemektedir. Şekil 7’de yer alan çizimde, öğrencinin çukur aynalarda görüntü oluşumu sürecine ilişkin deneysel veriler yer almaktadır.



Şekil 7. Öğrenci 6’ya ait Çukur Aynada Görüntü Çizimi

Öğrencinin öğretim sürecinde gerçekleştirdiği uygulamalar yardımı ile öğrenci kılavuzuna yapmış olduğu çizim; çukur aynalarda “görüntü oluşumu”, “görüntü türü” ve “görüntü özelliklerine” ilişkin olarak elde edilen deneysel verilerin, bilimsel gerçekler ile olan tutarlılığını ispatlar niteliktedir. Bu durum; öğrencinin bilimsel kavramların “**akla yatkınlığını**” açıklayabilmesi sürecine olumlu katkı sağlamaktadır.

Doğa Ötesi

Doğa ötesi kavramı; nesne ve inanışların ontolojik (öğrenciler tarafından algılanma şekli) konumları ile ilişkilidir (Thorley; 1990). Çok az öğrenci de “doğa ötesi” alt kategorisinde değerlendirebileceğimiz ifadelerle rastlanmıştır. Öğrenciler ile gerçekleştirilen görüşmelerde; öğrenci 4, “Çukur aynalarda görüntü nasıl oluşur?” sorusuna;

“Görüntü aynaya gelen ışınların yansımaları ile oluşur. Yansıyan ışınlar kesişmek isterler. Aynanın önünde kesişebilirlerse görüntü gerçek olur. Aynanın önünde kesişemezlerse arkasında kesişmeye çalışırlar. Arkada kesişirlerse bu görüntü de sanal olur.” şeklinde yanıt vermiştir.

Görüldüğü gibi öğrenci; ışınları düşünen ve bazı istekleri olan varlıklar gibi betimlemektedir. Öğrenci 4 ışınları bu şekilde algılamakta ve bu düşünüş şekli bilimsel kavramları “*akla yatkın*” bulmasına yardımcı olmaktadır. Öğrenci 2 ise aynı soruya;

“Çukur aynada cisim sonsuz ile odak arasında hareket ederken görüntü odak ile sonsuz arasında hareket eder. Görüntü ve cismin buluşma noktası merkezdir. Burada ikisinin büyüklüğü birbirine eşit olur. Görüntü ve cisim buluşma noktası (merkez) dışında birbirlerinden ayrıldıklarında aynaya uzak olanın büyüklüğü diğerinden fazla olmaktadır.” yanıtını vermiştir.

Öğrenci 2; cisim ve görüntüyü ontolojik konuları ile değerlendirmekte ve onlara anlamlar yüklemektedir. Cisim ve görüntüye yüklemiş olduğu roller; bilimsel kavramların “*akla yatkınlığını*” desteklemekte ve öğrencinin çukur aynada görüntü oluşumu sürecini daha kolay anlamlandırabilmesine yardımcı olmaktadır.

Akla Yatkın Benzetmeler

Öğrenciler bilimsel kavramların sunumu sürecinde diğer bilimsel kavramların yardımına başvurarak benzetmeler yapmışlardır. Bilimsel kavrama ilişkin olarak yaptıkları benzetmeleri kavramın “*akla yatkınlığını*” açıklamak amacıyla kullanmışlardır. Öğrenciler ile gerçekleştirilen görüşmelerde; öğrenci 4, “Çukur aynada görüntünün yeri ve özellikleri hakkında ne söyleyebiliriz?” sorusuna;

“Ortaokulda mercekleri görmüştük. Çukur aynada oluşan görüntüler ince kenarlı merceğe çok benziyor. Örneğin; çukur aynada cisim merkezin dışında ise görüntü merkez ile odak arasındadır. Cisim merkeze doğru yaklaştıkça görüntü aynadan uzaklaşır. İnce kenarlı merceklerde olduğu gibi...” şeklinde yanıt vermiştir.

Burada öğrenci; çukur aynalarda oluşan görüntülerin özelliklerini sıralarken, çukur ayna ile ince kenarlı mercek arasında benzetme yapmıştır. Bu benzetme çukur ayna konusuna ilişkin görüntü özelliklerinin “*akla yatkınlığını*” destekler niteliktedir. Öğrenci 7 ise “Tümsek aynada görüntünün yeri ve özellikleri hakkında ne söyleyebiliriz?” sorusuna;

“Tümsek aynalarda görüntü her zaman ayna ile odak arasındadır. Cisimden küçüktür. Kalın kenarlı merceklerde de bu şekilde olduğunu hatırlıyorum. Görüntü her zaman mercek ile F arasındaydı. Ama mercek ışınları kırıyordu, aynalar ise yansıtır” şeklinde yanıt vermiştir.

Burada kalın kenarlı mercek ile tümsek ayna arasında bir benzetme yapılmıştır. Öğrencinin yapmış olduğu benzetme bilimsel kavramların “*akla yatkınlığını*” destekler niteliktedir.

Öğrenci 4 ve öğrenci 7; “ışığın ince ve kalın kenarlı merceklerde kırılması”, “yansıma ve kırılma olaylarının benzerlik ve farklılıkları”, “merceklerin yapısı”, “merceklerde görüntü oluşumu” ve “ince ve kalın kenarlı merceklerin kullanım alanları” konularına yönelik olarak ilköğretim sürecinde yer alan konu içeriklerine atıfta bulunarak (geçmiş deneyimler alt kategorisi) açıklamalar yapmışlardır. Öğrenci 4 ve öğrenci 7’nin görüşme sorularına verdiği yanıtlarda görüldüğü gibi; öğrenciler ilköğretim sürecinde merceklerle ilişkin olarak edindikleri bilgileri ortaöğretim sürecine taşımışlar, aynalar ve mercekler arasında “ışınlar” ve “görüntü oluşumu” konularında göze çarpan ortak noktaları “mercekler” ile “aynalar” arasında benzetme yapabilmek amacıyla kullanmışlardır.

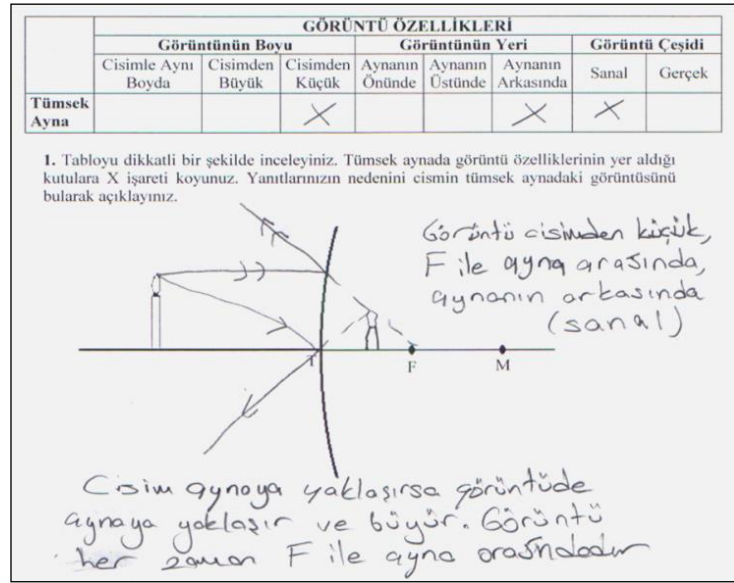
Gerçek İşleyiş

Bu kavram; bir olgu için nedensel işleyişi ifade eder. Gerçeklik boyutunda bir bakış açısıdır (Thorley; 1990). Çalışmada; bu alt kategori ile ilgili olarak öğrencilerin “*nedensel işleyişin yardımına başvurduğu*” açıklamalarına ve çizimlerine yer verilmiştir. Bu açıklamalar

ve çizimler bilimsel açıklamaları içermekte ve bilimsel kavramların akla yatkinliğini desteklemektedir. Öğrenciler ile gerçekleştirilen görüşmelerde; öğrenci 1, “Çukur aynada görüntünün yeri ve özellikleri hakkında ne söyleyebiliriz?” sorusuna;

“Derste bir deney yapmıştık. Üçgen bir cismi çukur aynaya çok fazla yaklaştırdığımda neredeyse görüntünün cisimle aynı büyüklüğe ulaştığını gördüm. Fakat uzaklaştırmaya başladığımda cismin aynadaki görüntüsünün büyümeye başladığını gördüm. Cismi çukur aynadan uzaklaştırmaya devam ettiğimde görüntü de bir bulanıklık oldu. Daha sonra ters ve büyük bir görüntü gördüm. Daha da yaklaştırdığımda görüntünün ters olduğunu, fakat cismin görüntüsünün küçülmeye başladığını fark ettim” şeklinde yanıt vermiştir.

Öğrenci yanıtında; çukur aynada oluşan görüntülerin özelliklerini cismin çukur aynaya olan uzaklığı çerçevesinde (nedensel işleyiş) açıklamaya çalışmıştır. Bu açıklamalar, bilimsel kavramların “akla yatkinliğini” öğrencinin gözlemleri ile desteklemektedir.



Şekil 8. Tümsek Aynada Görüntü Çizimi (Öğrenci 2)

Öğrenci 2 ise bilimsel açıklamalarını “anlam çözümleme tablosunda” yer alan çizimleri ile desteklemektedir. Şekil 8’de yer alan tablo ve çizimde, tümsek aynalarda görüntü oluşumu ve özelliklerine ilişkin bilimsel açıklamaların yer aldığı görülmektedir.

Yararlılık

Kavramsal değişim sürecinde; bilimsel olmayan kavramların yerini bilimsel kavramların alabilmesi için öğrencinin yeni kavramı “yararlı” bulması gerekir. Yeni kavramın problemleri çözmedeki verimliliği öğrencinin eski bilgiyi terk etmesini çabuklaştıracaktır. Bir başka ifadeyle yeni kavramın “işgörüsü” olmalıdır (Bransford, Brown ve Cocking, 2000). Kavramsal değişim sürecini “yararlılık” kategorisi kapsamında değerlendirilirken 3 farklı alt kategoriden yararlanılmıştır. Tablo 8’de bilimsel kavramların “yararlılık” düzeyi ile ilgili alt kategorilerinin (güç, umut verici ifadeler, rekabet) gözlemlenme derecelerine ait veriler sunulmuştur.

Tablo 8. “Yararlılık” Düzeyinin Alt Kategorilerine ait Veriler

Alt Kategoriler	Kavramın Yararlılığı						
	Öğ.1	Öğ. 2	Öğ.3	Öğ.4	Öğ. 5	Öğ. 6	Öğ. 7
Güç	+		+		+	+	+
Umut Verici İfadeler	+	+		+		+	
Rekabet		+	+		+		+

+ : *Alt kategoriye ait davranışın öğretim süreci sonunda gözlemlendiğini ifade etmektedir.*

+* : *Alt kategoriye ait davranışın öğretim sürecinin öncesinde ve sonrasında gözlemlendiğini ifade etmektedir.*

Güç

Bu alt kategoride; **“yeni kavramın geniş bir uygulama alanına sahip olduğu”** vurgulanmaktadır. Öğrencilerin bu yönde yaptığı açıklamalar yeni kavramın **“yararlılığını”** destekler niteliktedir. Öğrenciler ile gerçekleştirilen görüşmelerde öğrenci 5; **“Anlatılan konuları günlük yaşamla nasıl bağdaştırıyorsunuz?”** sorusuna;

“Gazetede çukur aynalar ile ilgili bir haber vardı. Çukur aynalar kullanılarak yapılan bir fırından bahsediyordu. Fırındaki ısının aynanın odağında toplanan ışınlar yardımı ile elde edildiğini yazıyordu. Yazının tamamını okuduğumda çukur aynalar ile ilgili birçok şeyi anladığımı fark ettim.” şeklinde yanıt vermiştir.

Öğrenci 1 ise öğrenci kılavuzunda yer alan **“Bu yöntemle işlediğiniz dersler ile daha önceki fizik derslerinizi karşılaştırınız. Farklılıklar ve benzerlikler nelerdir?”** sorusuna;

“Öğretmen görüntü türlerinden (sanal ve gerçek) bahsederken daha çok şey anlıyorum. Çünkü aynalarda ışınların yansımaları ile ilgili birçok etkinlik yaptım. Bu etkinlikler görüntülerin nasıl oluştuğunu ve görüntü türlerini anlamama yardımcı oldu” yanıtını vermiştir.

Görüldüğü gibi öğrenciler tarafından yapılan açıklamalar; yeni kavramın (ışığın aynalardan yansıma kuralları) geniş bir uygulama alanına (görüntü oluşumu ve görüntü türlerinin belirlenmesi) sahip olduğunu vurgulamaktadır.

Umut Verici İfadeler

Öğrenciler bilimsel kavramların sunumu sürecinde; **“yeni kavram ile neler yapılabileceğini ve kavrama ilişkin beklentilerini”** vurgulamışlardır. Bu açıklamalar yeni kavramın **“yararlılığını”** destekler niteliktedir. Öğrenciler ile gerçekleştirilen görüşmelerde öğrenci 2; **“Bu yöntemle dersi işlemek sizi araştırma yapmaya teşvik etti mi? Nasıl? Neler yaptınız?”** sorusuna;

“Özellikle, çukur ve tümsek aynalarda yaptığımız etkinlikler çok eğlenceliydi. Derste deneyler yaparak bilgiye ulaştığım için öğrendiklerim ilgimi çekti. Örneğin; aynalarda ışınların yansımalarını çok iyi anladım. Artık aynalardaki görüntüleri kendim bulabiliyorum. Çevremdeki aynalarda oluşan görüntüleri daha iyi anlayabiliyorum.” şeklinde yanıt vermiştir.

Burada öğrenci 2; yeni kavram ile neler yapabileceğini aynalar konusuna ilişkin örnekler yardımı ile açıklamaktadır. Öğrenci 6 ise öğrenci kılavuzunda yer alan; **“Bu yöntemle işlediğiniz dersler ile daha önceki fizik derslerinizi karşılaştırınız. Farklılıklar ve benzerlikler nelerdir?”** sorusuna;

“Aynalar konusunu sevmiyordum, şimdi seviyorum. Dersi daha iyi anladığımı fark ettim. Özellikle lazer ile yaptığımız etkinlikte (etkinlik 12) özel ışınları çok iyi anladım. Bu ışınların mercekler konusunda bana yardımcı olacağını düşünüyorum.” şeklinde yanıt vermiştir.

Görüldüğü gibi öğrenci 6; kavrama (özel ışınlar) ilişkin beklentilerini mercekler konusuna yönelik olarak ifade etmektedir. Öğrenci 4 ise **“Bu yöntemle dersi işlemek sizi araştırma yapmaya teşvik etti mi?”** sorusuna;

“Dersten sonra aklıma şu geldi; mesela odamızdan çeşitli aynalar yardımı ile başka bir odayı görebiliriz. Aynalardan yararlanarak, yansıma kanunları yardımı ile bunun gerçekleşebileceğini düşünüyorum. Böyle bir araştırma yapmayı çok isterdim.” şeklinde yanıt vermiştir.

Öğrenci 4 yanıtında, yeni kavramlar ile neler yapabileceğini vurgulamaktadır. Görüşme sorularına verilen yanıtlarda yer alan bu tür “*umut verici ifadeler*” yeni kavramların “*yararlılığını*” destekler niteliktedir.

Rekabet

Öğrenciler kavramların yararlılığı boyutunda; farklı kavramları birbirleri ile karşılaştırmaktadırlar. Bu kıyaslamalara ilişkin açıklamalar yeni kavramın “*yararlılığını*” destekler niteliktedir. Öğrenciler ile gerçekleştirilen görüşmelerde öğrenci 5; “Öğretim süresince gerçekleştirdiğiniz etkinliklerin size katkıları nelerdir?” sorusuna;

“Işıkların çukur aynalardan nasıl yansıdığını ezberliyordum. Soruları çözerken bu ışıkları (özel ışıklar) kullanıyordum. Ama lazer ile yaptığımız etkinlikte (etkinlik 12) çukur aynalarda “merkez” noktasının “normal” olarak kullanılabilmesini öğrendim. Artık ışıkları ezberlemiyorum.” şeklinde yanıt vermiştir.

Öğrenci 5; çukur aynalarda ışıkların yansımaları sürecine ilişkin olarak “özel ışıklar” ile “normal” kavramını karşılaştırmakta ve yeni kavramı (normal kavramı) daha yararlı bulduğunu ifade etmektedir. Öğrenci 7 ise “Öğretim süresince gerçekleştirdiğiniz etkinliklerin size katkıları nelerdir?” sorusuna;

“Düzlem aynada sağ-sol değişimi olduğunu düşünüyordum. Fakat derste farklı cisimlerin aynadaki görüntülerini incelediğimde aynada ön-arka değişimi olduğunu gördüm. Örneğin bir etkinlikte (etkinlik 9) ambulans ve itfaiye yazılarının araçlar üzerine ne şekilde yazıldığı sorulmuştu. Kâğıda yazdığım ambulans yazısına kâğıdın arka yüzünden baktığımda araçların üzerinde yazan yazıyı elde ettim. Saatin aynadaki görüntüsünün verildiği ve saatin kaç olduğunu sorulduğu soruda da (kavram testi – soru 8) ön-arka değişimini kullandım.” şeklinde yanıt vermiştir.

Görüldüğü gibi öğrenci 7; “ön-arka değişimi” kavramını “sağ-sol değişimi” kavramı ile karşılaştırmakta ve yeni kavramı (ön-arka değişimi) daha yararlı bulduğunu ifade etmektedir.

TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmaya ait bulgular incelendiğinde; öğrenciler yeni (bilimsel) kavramı “anlaşılır” bulduklarını; grafik ve resimlerden (görüntü alt boyutu) yararlanarak, günlük yaşama ilişkin örnekler vererek (örnek verme alt boyutu), bilimsel kavramların sunumu sürecinde söz ve sembollerin yardımına başvurarak (dil alt boyutu) ifade etmişlerdir.

Galili (1996) de geometrik optik konuları ile ilgili olarak gerçekleştirdiği çalışmasında; kavramsal değişim sürecine ait öğrenci fikirlerini ortaya çıkarabilmek amacıyla yazılı ve sözlü etkinliklerden yararlanmış. Öğretim sürecinin sonunda; kavramsal değişimin sağlanabilmesi için yazılı ve görsel anlatımları temele alan, özel etkinliklere dayalı bir öğretim yaklaşımına ihtiyaç duyulduğu sonucuna varmıştır. Galili’nin (1996) elde ettiği sonuçlar, yeni (bilimsel) kavramın anlaşılabilirliğinin söz ve sembollerden yararlanarak ifade edilebildiği (dil boyutu) öğretim süreçlerinin kavramsal değişime olumlu katkı sağlayacağı düşüncesini destekler niteliktedir.

Öğrenciler yeni kavramı “akla yatkın” bulduklarını; gerçeğe çok yakın açıklamalardan ve çizimlerden (gerçek işleyiş alt boyutu), nesne ve inanışların ontolojik (öğrenciler tarafından algılanma şekli) konularından (doğa ötesi alt boyutu), kavramsal değişim sürecini destekleyen benzetmelerden (akla yatkın benzetmeler alt boyutu) yararlanarak, yeniden yapılandırılan kavramın diğer bilgi ve kavramlar ile olan tutarlılığını vurgulayarak (diğer bilgi alt boyutu), etkinliklere yönelik gözlemlerini aktararak (laboratuvar deneyimi alt boyutu), deneyimleri ile öğretim sürecinde edindikleri tecrübeleri karşılaştırarak (geçmiş deneyimler alt boyutu), bilimsel kavramların sunumu sürecinde bilimsel teorilerin deneysel kanıtlarının önemine vurguda bulunarak (bilişsel yapı) ifade etmişlerdir.

Hubber (2005a) öğrencilerin geometrik optik konusu ile ilgili kavramsal değişim sürecini incelediği çalışmasında; yapılandırmacı kurama dayalı öğretim metodunun kavramsal değişim sürecini olumlu yönde etkilediği ve öğrencilerin “*geometrik optik konusuna ilişkin kavramların ortak noktalarının farkına varabildikleri*” sonucuna ulaşmıştır. Beeth (1998) çalışmasında; öğrencilerin yeni (bilimsel) kavramları nasıl tanımladıklarını ve uygulamaya nasıl yansıttıklarını belirleyebilmeyi amaçlamıştır. Çalışmanın sonunda öğrencilerin yeni kavramları “anlaşılır” ve “akla yatkın” bulduklarına ilişkin açıklamalarda buldukları ve dersteki etkinliklerde bu açıklamalardan yararlandıkları belirlenmiştir.

Hubber (2005b) 10.sınıf öğrencilerinin geometrik optik konusu ile ilgili kavramsal değişimlerini incelediği çalışmasında, yapılandırmacı kurama dayalı bir öğretim tasarlamış; “görüntü oluşumu” konusuna yönelik kavramsal değişim sürecini incelemiştir. Uygulanan öğretim sonrasında öğrencilerin yaptıkları açıklamaların büyük bir bölümünün bilimsel olarak doğru açıklamalar (gerçek işleyiş alt boyutu) olduğu görülmüştür. Yapılan araştırmalarda elde edilen bu sonuçlar; çalışmada ulaşılan, “yeni (bilimsel) kavramların sunumu sürecinde, bilimsel teorilerin deneysel kanıtlarına başvurmanın (diğer bilgi alt boyutu) ve bu kanıtları deneysel işleyişe ilişkin açıklamalar ile desteklemenin (gerçek işleyiş) kavramsal değişime katkı sağlayacağı” yönündeki düşünceleri destekler niteliktedir.

Fen laboratuvarı uygulamalarının incelendiği araştırmalarda ise yaratıcı ve eleştirel düşünme temelli laboratuvar uygulamalarının, öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin gelişimine anlamlı düzeyde katkı sağladığı ve akademik başarı düzeylerini yükselttiği sonucuna ulaşılmıştır (Hofstein, Navon, Kipnis ve Mamlok-Naaman, 2005; Koray, Köksal, Özdemir ve Presley, 2007). Kavramsal değişim sürecinde yararlanılan benzetmelerin kavramın öğrenci tarafından daha iyi algılanarak zihninde daha anlaşılır hale gelmesine, öğrencilerin asıl kavramlarla hedef kavramlar arasında bir köprü oluşturarak bilgi dağarcıklarını daha sağlam biçimde oluşturmalarına yardımcı olduğu vurgulanmıştır (Geba, Uzuntiryaki, Akçay, Kılınç ve Alpat, 1999; Blake, 2004; Çalık, Ayas ve Coll, 2009). Araştırmaların sonuçlarının; çalışmada elde edilen, “laboratuvar deneyimleri ve benzetmelerin yeni (bilimsel) kavramın akla yatkınlığını destekleyeceği” yönündeki analizler ile uyum içinde olduğu görülmektedir.

Öğrenciler; kavrama ilişkin beklentilerini ve yeni kavram ile neler yapılabileceğini (umut verici ifadeler alt boyutu), bilimsel kavramların sunumu sürecinde yeni kavramın geniş bir uygulama alanına sahip olduğunu (güç alt kategorisi) ifade etmişler, bilimsel kavramların sunumu sürecinde farklı kavramları birbirleri ile karşılaştırarak (rekabet alt boyutu) yeni (bilimsel) kavramların farklı içeriklere genellenebilirliğini onaylamışlardır.

Perales ve Nievas (1995) çalışmalarında; geometrik optik konularının kavramsal değişim sürecini, yapılandırmacı kurama dayalı öğretim modeli ile incelemişlerdir. Öğretim sürecinin sonunda yapılandırmacı kurama dayalı öğretim modelinin, elde edilen bilimsel fikirlerin kalıcılığını olumlu yönde etkilediği sonucuna varmışlardır. Perales ve Nievas tarafından gerçekleştirilen çalışmaya ait sonuçların, “*yeni (bilimsel) kavramın diğer kavramlar ile karşılaştırılması ve bu doğrultuda yeni kavramın iş görüşünün daha fazla olması (rekabet)*” boyutunda araştırma verileri ile uyum içinde olduğu söylenebilir.

Kavramsal değişim süreci kavramın statüsü boyutunda ele alındığında; kavramın statüsünün yükselebileceği veya düşebileceği görülür. Yüksek statüye sahip bir kavram “anlaşılır”, “akla yatkın” ve “yararlı” olarak ifade edilebilir. Eğer bir kavramın statüsü yükselmiş ise büyük olasılıkla düzenleme koşulları sağlanmış ve kavramsal değişim gerçekleşmiş demektir (Hewson ve Hewson, 1984; Hewson ve Thorley, 1989). Araştırmada elde edilen veriler bu çerçevede değerlendirildiğinde; öğrencilerin öğretim sürecine taşıdıkları mevcut kavramlar ile ilgili hoşnutsuzluk duydukları, gerçekleştirdikleri deney ve etkinlikler ile ulaştıkları yeni kavram ve açıklamaları “anlaşılır”, “akla yatkın” ve “yararlı” buldukları için olası yeni (bilimsel) kavramları içselleştirerek anlamlı ve kalıcı bir öğrenme gerçekleştirdikleri söylenebilir.

Kavramsal değişim sürecinin yapılandırılmasına ilişkin öneriler; “öğretim modelinin seçimi”, veri toplama araçları” ve “öğrenme ortamında kullanılan stratejiler” alt başlıkları ile ilişkilidir.

- Kavramsal değişim sürecinin planlanmasından önce öğrencilerin mevcut bilgi yapıları belirlenmeli ve bu yapıların doğruluğu ya da yanlışlığı konusunda yargıda bulunulmadan, öğrencilerin bu yapıları hangi bağlamda kurduğu ve dayanaklarını nasıl oluşturduğu sorgulanmalı ve araştırılmalıdır (Yurdakul, 2005). Elde edilen sorgulama ve araştırma sonuçları doğrultusunda, anlamlı öğrenme sürecine katkı sağlayacak bir kavramsal değişim stratejisi belirlenmelidir. Stratejinin; “bireyi sorgulamaya ve zihinsel süreç becerileri yardımı ile bilgiyi yapılandırmaya teşvik etmesi”, “öğrencilerin düşünce ve davranışlarındaki değişim sürecinin incelenmesine fırsat vermesi” ve “öğrenme hedefinin gerçekleşmesi sürecinde öğretmen ve öğrencilere etkili bir rehberlik sağlaması” öğretim programının tasarlanması sürecinde dikkate alınması gereken önemli ve vazgeçilmez hususlardır.

- Bir problem çözerken veya karmaşık bir kavramsal soruya yanıt verirken, öğrenci olgunun zihinsel modelini yapılandırıp söz konusu modeli kestirim, çıkarım, yorum veya deneylemenin dayanağı olarak kullanmak zorundadır (Jonassen ve Strobel, 2006). Öğretmenler tarafından; öğrenenlerin zihinsel modellerini bilimsel bilgiler yardımı ile şekillendirebilmelerine yardımcı olmak amacıyla “*öğrenci kılavuzları*” oluşturulmalıdır. Öğrenci kılavuzları; öğretmenlerin öğrencilerin konuları nasıl anladıklarını ve önceki düşüncelerinden farklı ne tür düşünceler oluşturduklarını belirleyebilmelerine yardımcı olmalı ve bu bağlamda kavramsal değişim sürecinin yapılandırılmasında etkin bir rol oynamalıdır. Kılavuzların içeriğinde; öğrencilerin nasıl düşündüklerini yansıtmaya yönelik “etkinliklere”, “anlam çözümlene tablolarına” ve “yansıtıcı günlüklere” yer verilebilir.

- Öğrenme sürecini etkin bir biçimde takip edebilmek amacıyla; kavramsal değişim sürecine rehberlik eden bir “*öğrenme planı*” oluşturulmalıdır. Öğrenme planında; dersin hedeflerine, öğrenme materyalleri hakkında bilgilere ve öğretim modelinin tüm aşamalarına ilişkin kapsamlı açıklamalara yer verilmelidir. Kavramsal değişim sürecinde hangi faaliyetlerin ne amaçla gerçekleştirileceği ve öğretim aşamaları arası geçişte hangi noktalara dikkat edilmesi gerektiği planın içeriğinde yer alması gereken diğer önemli hususlardır.

- Öğrencilerin kavramları nasıl yapılandırdıklarını belirleyebilmek amacıyla; kavramların özelliklerini ve bu özelliklere ilişkin öğrenci düşüncelerini yansıtan “*anlam çözümlene tablolarının*” geliştirilmesi gerekmektedir. Anlam çözümlene tabloları; kavramsal anlayışın yeni durumlara uygulanabilmesine yardımcı olmalı ve bu bağlamda öğretimin etkinlik derecesinin belirlenebilmesi sürecine katkıda bulunmalıdır. Anlam çözümlene tablolarına öğrencilerin verdikleri yanıtların; konunun amaçları ve öğrencilerin kazanması beklenen kazanımlar doğrultusunda değerlendirilmesi, öğretmenlere kavramsal değişim sürecine ilişkin anlamlı veriler sağlayacaktır.

- Öğrencilerin öğretim modeline yönelik düşüncelerini belirlemek amacıyla “*yansıtıcı günlüklerden*” yararlanılmalıdır. Öğretim sürecinde kullanılan yansıtıcı günlükler; öğrencilerin öğretim sürecine yönelik beklentilerinin belirlenebilmesine yardımcı olmalı, öğretmenlere öğrenme çevresinin tasarlanması sürecine yönelik geri bildirimler sağlamalıdır.

- Öğretim sürecinin değerlendirilmesi aşamasında kamera kayıtlarından yararlanılmalıdır. Kamera kayıtları; öğretim modelinin uygulanması sürecinde öğretmen ve öğrencilerden beklenen davranışların ölçülmesinde etkin olarak kullanılabilir. Öğrencilerin bilginin yapılandırılması sürecine yönelik olarak grup çalışmalarında göstermiş oldukları davranışların ve bu bağlamda yeni (bilimsel) kavramlara ilişkin olarak öğretmen ve arkadaşlarına yapmış oldukları açıklamaların kamera kayıtları ile değerlendirilmesi; öğrencilerin öğretim sürecine ilişkin kazanımlarının bilişsel, sosyal ve duyuşsal boyutunun belirlenebilmesine katkıda bulunacaktır.

Çalışma; öğrencilerin aynalar konusuna ilişkin kavram yanlışlarına sahip olduğunu, öğretim sürecinin sonunda öğrencilerin büyük çoğunluğunun içerikten bağımsız ve tutarlı bir kavramsal değişimi gerçekleştirdiğini ortaya koymuştur. Araştırmacılar tarafından; yapılandırmacı kurama dayalı öğretim modelleri çerçevesinde, kavramsal değişim sürecine yönelik olarak gerçekleştirilecek farklı çalışmaların fizik öğretimine olumlu katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

- Abbott, R., & Ryan, T. (1999). Constructing knowledge, reconstructing schooling, *Educational Leadership*, 57(3), 66-69.
- Andersson, B., & Karrqvist, C. (1983). How Swedish pupils aged 12–15 years understand light and its properties. *European Journal of Science Education*, 5(4), 387–402.
- Asan, A., ve Gönül, G. (2000). Oluşturmacı öğrenme yaklaşımına göre hazırlanmış örnek bir ünite etkinliği. *Milli Eğitim Dergisi*, 147.
- Aydın, S. (2007). *Eliminating the misconceptions about geometric optics by conceptual change texts*. Unpublished dissertation. Atatürk University, Erzurum.
- Aydoğan, S., Güneş, B., ve Gülçiçek, Ç. (2003). Isı ve sıcaklık konusunda kavram yanlışları. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23(2), 111-124.
- Beeth, M. E. (1998). Teaching for conceptual change: Using status as a metacognitive tool. *Science Education*, 82(3), 343-356.
- Blake, A. (2004). Helping young children to see what is relevant and why: Supporting cognitive change in earth science using analogy. *International Journal of Science Education*, 26(15), 1855-1873.
- Bransford, J. D., Brown, A. L., & Cocking, R. R. (2000). *How people learn*. National Academy Press, Washington.
- Chen, C. C., Lin H. S., & Lin M. L. (2002). Developing a two-tier diagnostic instrument to assess high school students' understanding the formation of images by plane mirror. *Proceedings of the National Science Council*, 12(3), 106-121.
- Cooper, P. A. (1993). Paradigm shifts in designed instruction: From behaviorism to cognitivism to constructivism. *Educational Technology*, 33(5), 12-19.
- Çalık, M., Ayas, A., & Coll, R. K. (2009). Investigating the effectiveness of an analogy activity in improving students' conceptual change for solution chemistry concepts. *International journal of science and mathematics education*, 7(4), 651-676.
- Djanette, B., & Fouad, C. (2014). Determination of university students' misconceptions about light using concept maps. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 152, 582-589.
- Driver, R., & Erickson, G. (1983). Theories – in action: Some theoretical and empirical issues in the study of students' conceptual frameworks in science. *Studies in Science Education*, 10, 37-60.
- Fetherstonhaugh, T., & Treagust, D. F. (1992). Students' understanding of light and its properties: teaching to engender conceptual change. *Science Education*, 76, 653–672.
- Galili, I., Goldberg, F., & Bendall, S. (1991). Some reflections on plane mirrors and images. *The Physics Teacher*, 29, 471-477.
- Galili, I. (1996). Student's conceptual change in geometrical optics. *International Journal of Science Education*, 18, 847-868.

- Galili, I. & Hazan, A. (2000). Learners' knowledge in optics: interpretation, structure and analysis. *International Journal of Science Education*, 22(1), 57–88.
- Geban, Ö., Uzuntiryaki, E., Akçay, H., Kılıç, S., ve Alpat, Ş. (1999). Kavram haritalama ve benzeşme yöntemi ile mol kavramı öğretimi. *III. Ulusal Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu*.
- Hewson, P. W., & Hewson, M. G. (1984). The role of conceptual conflict in conceptual change and the design of science instruction. *Instructional Science*, 13(1), 1.
- Hewson, P. W., & Hewson, M. G. (1992). The status of students' conceptions. R. Duit, F. Goldberg and H. Niedderer (Eds.), *Research in physics learning: Theoretical issues and empirical studies* (pp. 59-73). Kiel.
- Hewson, P. W., & Thorley, N. R. (1989). The conditions of conceptual change in the classroom. *International Journal of Science Education*, 11 (Special issue), 541-553.
- Hofstein, A., Navon, O., Kipnis, M., & Mamlok-Naaman, R. (2005). Developing students' ability to ask more and better questions resulting from inquiry-type chemistry laboratories. *Journal of research in science teaching*, 42(7), 791-806.
- Hubber, P. (2005a). Secondary student's perceptions of a constructivist – informed teaching and learning environment for geometric optics. *Teaching Science*, 51(1), 26-29.
- Hubber, P. (2005b). Explorations of year 10 students' conceptual change during instruction. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 6(1), Article 1.
- Jonassen, D. H., & Strobel, J. (2006). Modeling for meaningful learning. In *Engaged learning with emerging technologies* (pp.1-27). Springer Netherlands.
- Kabapınar, F. (2003). Kavram yanılgılarının ölçülmesinde kullanılabilir bir ölçeğin bilgi-kavrama düzeyini ölçmeyi amaçlayan ölçekten farklılıkları, *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi*, 35, 398-417.
- Kocakulah, M. S. (1999). *A study of the development of Turkish first year university students' understanding of electromagnetism and the implications for instruction*. EdD thesis. The University of Leeds, School of Education, Leeds.
- Kocakulah, A. (2006). *Geleneksel öğretimin ilk, orta ve yükseköğretim öğrencilerinin görüntü oluşumu ve renklere ilişkin kavramsal anlamalarına etkisi*, Doktora Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Koray, Ö., Köksal, M. S., Özdemir, M., & Presley, A. İ. (2007). The effect of creative and critical thinking based laboratory applications on academic achievement and science process skills. *Elementary Education Online*, 6(3), 377-389.
- Kroothkaew, S., & Srisawasdi, N. (2013). Teaching how light can be refracted using simulation-based inquiry with a dual-situated learning model. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 93, 2023-2027.
- La Rosa C., Mayer, M., Patrizi, P., & Vincentini M. (1984). Commonsense knowledge in optics: Preliminary results of an investigation into the properties of light. *European Journal of Science Education*, 6(4), 387-397.
- Masters, M. F., & Grove, T. T. (2010). Active learning in intermediate optics through concept building laboratories. *American Journal of Physics*, 78(5), 485-491.
- McClintock, C. (1985). Process sampling: A method for case study research of administrative behavior, *Educational Administration Quarterly*, 21, 205-222.
- Perales, F. J., & Nievas, F. (1995). Teaching geometric optics: Research, results and educational implications. *Research in Science and Technological Education*, 13(2), 187.

- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward theory of conceptual change. *Science Education*, 66, 211-227.
- Schwedes, H., & Schmidt, D. (1992). Conceptual change: A case study and theoretical comments. In R. Duit, F. Goldberg, & H. Niedderer (Eds.), *Research in physics learning: theoretical issues and empirical studies. Proceedings of an international workshop* (pp. 188 – 202). Kiel, Germany: Institute for Science Education at the University of Kiel.
- Şen, A. İ. (2003). İlköğretim öğrencilerinin ışık, görme ve aynalar konusundaki kavram yanılgılarının ve öğrenme zorluklarının incelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25, 176-185.
- Taşlıdere, E., & Eryılmaz, A. (2015). Assessment of pre-service teachers' misconceptions in geometrical optics via a three-tier misconception test. *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 4(1), 269-289.
- Tekos, G., & Solomonidou, C. (2009). Constructivist learning and teaching of optics concepts using ICT tools in Greek primary school: A pilot study. *Journal of Science Education and Technology*, 18(5), 415-428.
- Thagard, P. (1992). *Conceptual revolutions*. Princeton, NJ: Princeton University Pres.
- Thorley, N. R. (1990). *The role of the conceptual change model in the interpretation of classroom interaction* (Unpublished doctoral dissertation, University of Wisconsin – Madison, Wisconsin).
- Tyson, L. M., Venville, G. J., Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (1997). A multidimensional framework for interpreting conceptual change events in the classroom. *Science Education*, 81, 387-404.
- Uzun, S., Alev, N., & Karal, I. S. (2013). A cross-age study of an understanding of light and sight concepts in physics. *Science Education International*, 24(2), 129-149.
- Vosniadou, S. (1994). Introduction. *Learning and Instruction*, 4, 3–6.
- Yıldırım, A., ve Şimşek, H. (2004). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*, 4.baskı, Seçkin Yayıncılık, Ankara.
- Yin, R. K. (1984). *Case study research: Design and methods*, CA: Sage, Beverly Hills.
- Yurdakul, B. (2005). Eğitimde yeni yönelimler. Ö. Demirel (Ed.), *Yapılandırmacılık*. Pegem A Yayınevi, Ankara.

EXTENDED ABSTRACT

The limited number of studies in the literature that have treated the realization of conceptual learning on the basis of the theory of conceptual change have led researchers to seek an answer to the question, "What is the process of conceptual change?" In this context, this study aimed to explore the process of conceptual change in a group of students by analyzing the state of their conceptual understanding about the topic of mirrors, using "situation analysis categories" based on the theory of conceptual change.

The research used the case study method and overlapping single situation design. In the process of designing the research, the 5E learning model appropriate to the learning spiral helped to formulate a teaching plan and at the end of the teaching process, the changes occurring in the pupils' baseline knowledge were examined, aided by "situation analysis categories." This process consisted of three different stages: the pre-application, the experimental (application) and the post-application processes. The pre-application stage is the

stage in which misconceptions about the topic are identified. The experimental process is the stage in which the teaching applications constructed within the framework of the 5E Teaching Model to elicit conceptual change are conducted. In the last stage of the experimental design, the post-application process, an evaluation is made as to the conceptual changes occurring in the students' learning.

The universe of the study consisted of the 10th grade classes of a high school in the city of Balıkesir. The sample comprised students selected from two classes from the 10th grade using the cluster sampling method (22 girls and 24 boys). Throughout the teaching process (pre-application, experiment, post-application), a concept test, interviews, camera recordings, a student guidebook and meaning analysis tables were used in order to monitor in detail the changes taking place in the student's current structure of knowledge. The goal of this was to reach a wide scope of data about the process of conceptual change.

In order to evaluate the process of conceptual change, the "Multidimensional Conceptual Change Framework" used for this purpose in the literature was employed. This framework comprises three domains that are differentiated as "Ontological," "Cognitive," and "Social" (Tyson, Venville, Harrison & Treagust, 1997). The study focused on how pupils expressed their perceptions of the outside world and their "cognitive perspective" on the theories, thoughts and impressions they developed with respect to concepts. The data analysis design was derived from the "categories of situation analysis (intelligibility, plausibility, fruitfulness)" developed by Thorley (1990) based on the theory of conceptual change.

In the process of conceptual change, one of the conditions that must hold true for any non-scientific concept to be taken over by a scientific concept is that the new concept must be "*intelligible*". Students cannot internalize concepts that are unintelligible and consequently cannot correctly assign these concepts meaningfulness (Bransford, Brown & Cocking, 2000). At the end of the teaching process, students in the study said that they found the new (scientific) concepts to be intelligible, that they were able to explain the concept "*by expressing it in language and symbols (language sub-category), representing it with the help of pictures and diagrams (image sub-category), and pointed out that they could provide examples about it from daily life*" (example sub-category)."

Another condition that must be met in the process of conceptual change for any non-scientific concept to be taken over by a scientific concept is that the new concept must be "*plausible*." The students said that they found the new (scientific) concepts plausible, that "*the newly structured concept was consistent with other knowledge and concepts (other knowledge sub-category), with their laboratory experience and observations (laboratory sub-category) and past experiences (past experiences sub-category)*." The students' statements, as expressed in the data collection instruments, showed that the students "*turned for help to other scientific concepts over the course of the presentation of the scientific concepts (plausible analogies sub-category), benefited from causal mechanisms (real mechanisms sub-category) and ontological states of objects and thoughts (metaphysical sub-category) and understood the importance of experimental evidence of scientific theories (cognitive framework sub-category)*" which supported the plausibility of the concept.

In order for scientific concepts to replace non-scientific concepts in the conceptual change process, the student needs to find the new concept "*fruitful*." Productively solving problems with the new concept will cause the student to abandon the old knowledge faster. In other words, the new concept must represent insight, the promise of looking forward (Bransford, Brown & Cocking, 2000). The students pointed to the fruitfulness of the new (scientific) concept, to "*what their expectations were regarding the concept and what they could do with the new concept (promising statements sub-category), what a wide area of application the new concept had throughout the course of the introduction of the scientific*

concepts (power sub-category)" and "how different concepts over the course of the introduction of scientific concepts could compete with one another (competition sub-category)."

When conceptual change is reviewed in terms of the status of the concept, it is seen that the status of the concept may rise or fall. A high-status concept may be described as "intelligible" "plausible," and "fruitful." If the status of a concept has risen, it has most likely fulfilled the conditions for conceptual change and conceptual change has occurred (Hewson & Hewson, 1984; Hewson & Thorley, 1989). When the data obtained from the study are evaluated in this context, it may be said that most of the students had been unsatisfied with the concepts they had carried into the learning process and that with the help of the experiments and activities they performed, they found the new concepts and explanations "intelligible," "plausible" and "fruitful" and were then able to internalize the new (scientific) concepts and achieve meaningful and permanent learning.

With respect to the structuring of the process of conceptual change in this context, before the process is planned, an investigation must first be made into students' current framework of knowledge and then, before a judgment is made about the accuracy or incorrectness of this framework, how and in what context the students formed this framework and what grounds it is based on must be inquired and explored (Yurdakul, 2005). A conceptual change strategy that will contribute to the process of meaningful learning should be determined on the basis of the results of such an inquiry and exploration, in line with the gains in knowledge expected from the students. The important and essential elements to be taken into account when designing a teaching program are that the conceptual change strategy should encourage the individual to inquire and structure knowledge with the help of mental process skills, provide the opportunity of examining the change process in terms of students' thoughts and behaviors, and serve as an effective guide to teachers and students in the process of achieving the targeted learning goal.

In solving a problem or looking for an answer to a complex conceptual question, the student must make a mental model of the problem and then use this model as the basis of prediction, inference, interpretation or experimentation (Jonassen & Strobel, 2006). Teachers should draw up "*student guidebooks*" to help pupils shape these mental models with the help of scientific knowledge. These student guidebooks should offer guidance to teachers in discovering the scope of understanding students have about particular topics and what kind of thoughts they form in their minds that differ from their prior notions. Teachers must thus play an effective role in structuring the process of conceptual change. The content of the guidebooks may include "activities," "meaning analysis tables" and "problem-solving exercises" to explore students' thinking process.

The present study revealed that students had misconceptions about the topic of mirrors and that, following the instruction, a large majority of the students were able to achieve independent and consistent conceptual change. It is believed that researchers can make positive contributions to physics teaching by conducting studies on the conceptual change process within the framework of constructivist teaching models.

EKLER

EK – A: Kavram Testi

Bu ölçme aracı bir test olmayıp sizin aynalar, görüş alanı ve aynalarda görüntü oluşumu konularına ilişkin düşüncelerinizi öğrenmek amacıyla hazırlanmıştır. Bu konuda sizin görüşleriniz çok önemli olup yanıtlarınızın doğru ya da yanlış olması önemli değildir. Bu nedenle her bir soru için ne düşündüğünüzü, sorular için ayrılan boş satırlara **mümkün olduğunca net ve organize edilmiş bir şekilde yazınız ve gerekiyorsa şekil çizin**. Cevaplamaya istediğiniz sorudan başlayabilir, sayfalar üzerindeki boş yerleri karalama amacı ile kullanabilirsiniz.

1.



"Aynadaki görüntüm sanalda olabilir, gerçekte!" diyen Ece, sanal ve gerçek görüntü derken neden bahsediyor olabilir?

Lütfen yanıtınızın nedenini şekil yardımıyla veya yazarak açıklayınız.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

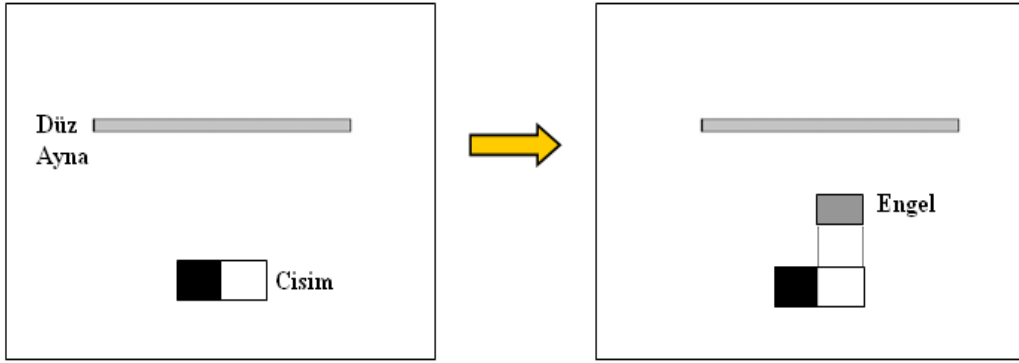
.....

2.



Şekillerde; yüzeyi ışıyı yansıtan malzeme ile kaplı çukur cisimler ile pişirme işleminin gerçekleştirildiği kaplar görülmektedir. Bu sistemin çalışma prensibi hakkında ne düşünüyorsunuz? Yanıtınızın nedenini şekil yardımıyla veya yazarak açıklayınız.

3.



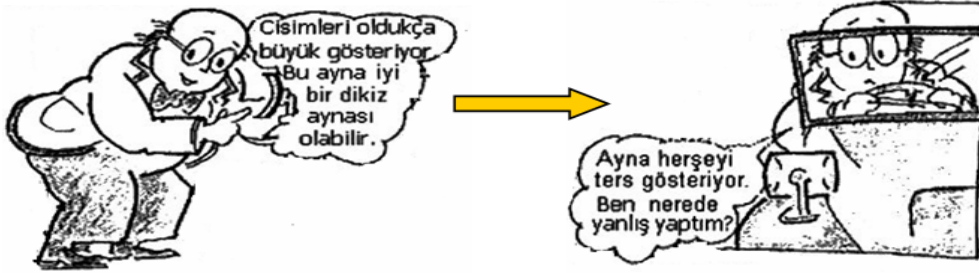
Düz aynanın önünde bir cisim yer almaktadır. Bu cismin önüne bir engel getirilmesi durumunda, cismin aynadaki görüntüsü hakkında ne söyleyebiliriz? Yanıtlarınızın nedenlerini kısaca açıklayınız.

.....

.....

4. Hangi ayna?

Lütfen karikatürü dikkatlice inceleyiniz!



Yukarıdaki karikatürde, Profesör Çokbilmiş arabasına yeni bir dikiz aynası takmak istiyor. Ancak yeni taktığı ayna cisimleri baş aşağı gösteriyor.

Acaba Profesör Çokbilmiş nerede hata yapmıştır?

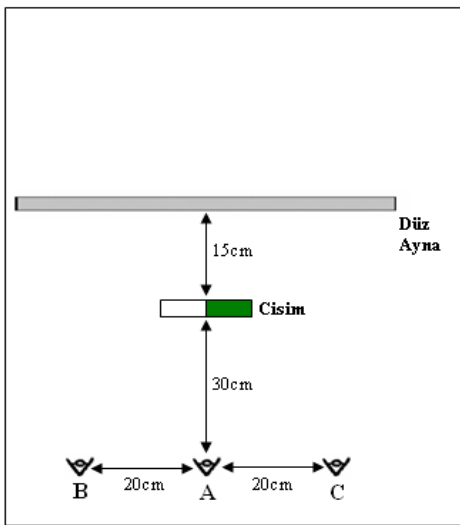
.....

.....

Profesör Çokbilmiş arabasına ne tür bir ayna takmalıydı? Yanıtınızın nedenini açıklayınız.

.....

5.



— Aynaya bakan gözlemcinin; A, B ve C konumlarında olması durumunda cismin aynadaki görüntüsü hakkında ne söyleyebiliriz? Şekil üzerinde çizerek gösteriniz. Lütfen cevaplarınızın nedenlerini kısaca açıklayınız.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



— Yandaki şekilde, Buket'in düz aynadaki görüntüsü verilmiştir. Görüntünün özellikleri hakkında ne söyleyebilirsiniz? Lütfen yanıtınızın nedenini kısaca açıklayınız.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

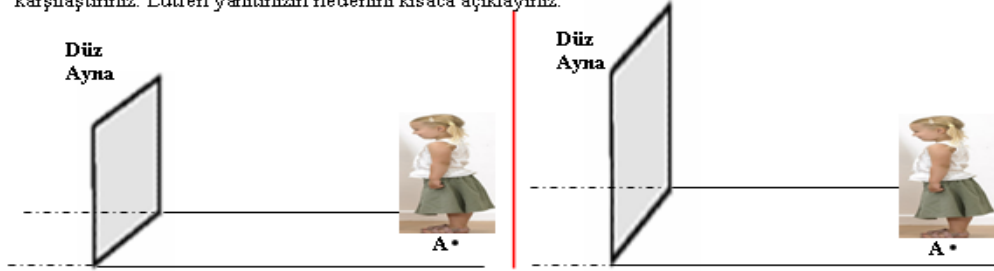
— Buketin görüntüsü nerede oluşur? Lütfen yanıtınızı şekil yardımıyla veya yazarak açıklayınız.

- a) Aynanın içinde
- b) Aynanın önünde
- c) Aynanın arkasında
- d) Aynanın üzerinde

.....

.....

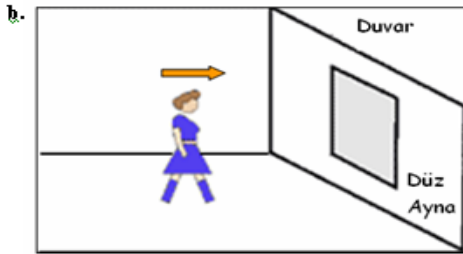
7. a.) Ece birinci resimde A noktasında durmakta ve düz aynaya bakmaktadır. İkinci resimde, Ece'nin karşısına **boyutları daha büyük bir ayna** yerleştirilmiştir. Ece'nin aynalarda gördüğü **alanın büyüklüklerin** karşılaştırınız. Lütfen yanıtınızın nedenini kısaca açıklayınız.



.....

.....

.....



Sibel düz aynaya doğru yürümektedir. Sibel'in aynada gördüğü **alanın büyüklüğünün** değişimi hakkında ne söyleyebilirsiniz? Lütfen yanıtınızın nedenini kısaca açıklayınız.

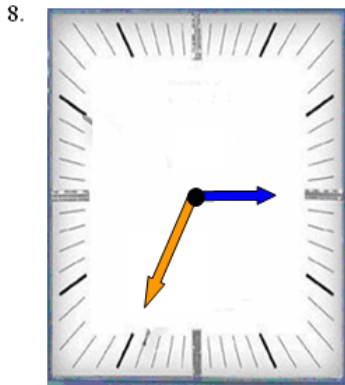
.....

.....

.....

.....

.....



Ali ve babası evlerine yeni bir duvar saati almak için saatçi dükkanına gitmişler. Dükkanın bir duvarı kocaman saatlerle dolu iken bir duvarı da boydan boya ayna kaplıymış. Ali'nin gözü bir ara duvardaki bir saatin aynadaki görüntüsüne takılmış. Şaşırarak kolundaki saatine bakmış.

— Sizce Ali neden şaşırmıştır? Kısaca açıklayınız.

.....

.....

— Yanda Ali'nin aynada gördüğü saatin şekli verilmiştir. Ali'nin kolundaki saatin kaç olduğunu bulabilir misiniz?

Ali'nin saati:.....

— Lütfen yanıtınızı nasıl bulabildiğinizi açıklayınız.

.....

9.



— Elif aynaya baktığında boyunun küçüldüğünü fark ediyor. Sizce Elif'in boyundaki değişimin sebebi ne olabilir? Lütfen yanıtınızın nedenini kısaca açıklayınız.

— Resimdeki aynanın yerine **odak uzaklığı ayn**, **fakat boyu daha büyük** bir ayna kullanılsaydı, görüntünün boyu nasıl olurdu?

10.



— Şenay aynaya baktığında elinin büyüdüğünü fark ediyor. Sizce elindeki bu değişimin sebebi ne olabilir? Lütfen yanıtınızın nedenini kısaca açıklayınız.

— Resimdeki aynanın yerine **odak uzaklığı ayn**, **fakat boyu daha büyük** bir ayna kullanılsaydı, görüntünün boyu nasıl olurdu?

EK – B: Öğrenci Kılavuzu (Düz Ayna)

Öğrencinin Adı – Soyadı :

Sınıf:

ETKİNLİK – 1 : “Düz Aynada Görüntü” Konulu Karikatür

1. Karikatürü dikkatlice inceleyiniz.

a. Sağ tarafta yer alan adam: “**Aynadaki görüntüyü de eklerseniz...**” diyerek neyi ifade etmeye çalışmaktadır? Yanıtınızın nedenini yazarak veya şekil çizerek açıklayınız.



ETKİNLİK – 2 : Boy Aynası Deneyi

Araç gereçler: Boy aynası

1. Boy aynalarında;

a. Farklı cisimlerin görüntülerini inceleyiniz. Görüntü oluşumu hakkındaki fikirlerinizi yazınız. Görüntü oluşumunu şekil üzerinde gösteriniz.

b. Görüntü özelliklerini sıralayınız.

c. Cisimlerin önüne bir engel yerleştirerek aynadaki görüntülerini yeniden inceleyiniz. Ne gözlemliyorsunuz? Yanıtınızın nedenini yazarak veya şekil üzerinde açıklayınız.

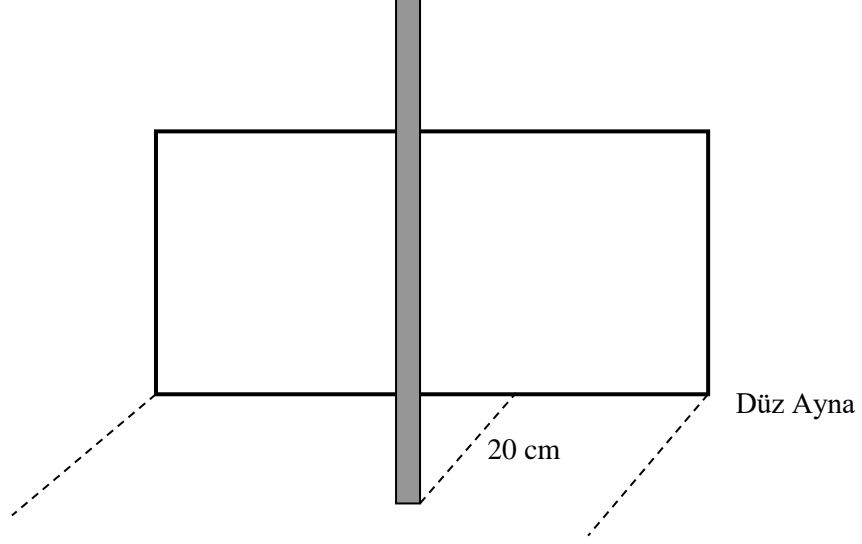
d. Cisimlerin aynadaki görüntülerini, aynanın önünde yer alan farklı noktalardan incelediğinizde görüntülerde bir değişiklik oluyor mu? Yanıtınızın nedenini yazarak veya şekil çizerek açıklayınız.

e. Cisimlerin görüntülerini farklı büyüklükteki düz aynalarda inceleyiniz. Görüntülerde bir değişiklik oluyor mu? Yanıtınızın nedenini yazarak veya şekil çizerek açıklayınız.

ETKİNLİK - 3: Görüntü Nerede?

Araç gereçler: Düz Ayna, Çubuklar, Cetvel

1. Demir çubuğun aynadaki görüntüsünü inceleyiniz. Aynanın arkasına bir çubuk yerleştiriniz. Çubuğun yerini değiştirerek görüntü ile çakışmasını sağlayınız.



a. Görüntü aynanın hangi bölgesinde oluşmaktadır? Niye bu şekilde düşünüyorsunuz?

b. Cisim ile görüntünün aynaya olan uzaklıklarını belirleyiniz. Uzaklıklar arasında nasıl bir ilişki bulunmaktadır?

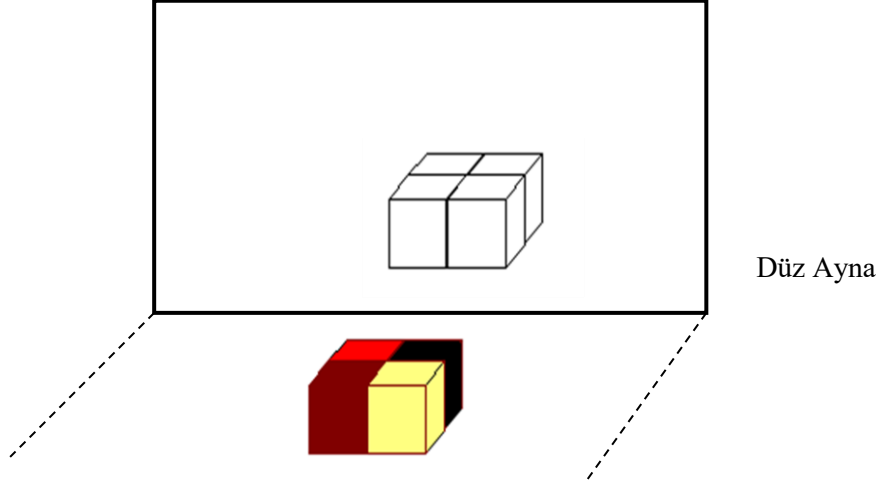
c. Yaptığımız deney sonucunda aşağıdaki ifadelerin **doğru veya yanlış** olup olmadığını cümlelerin yanında yer alan boşluğa yazınız.

- Düz aynada görüntü aynanın **önünde** oluşur. (.....)
- Düz aynada görüntü aynanın **üstünde** oluşur. (.....)
- Düz aynada görüntü aynanın **içinde** oluşur. (.....)
- Düz aynada görüntü aynanın **arkasında** oluşur. (.....)

ETKİNLİK – 4: Görüntüdeki Değişim

Araç gereçler: Düz Ayna, Renkli cisimler

1. Renkli cismin aynadaki görüntüsü ne şekilde oluşur. Kutuların üzerine renklerini yazarak çiziniz.



- Tahminleriniz doğrultusunda aşağıdaki ifadenin **doğru veya yanlış** olup olmadığını cümlelerin yanında yer alan boşluğa yazınız. Niye bu şekilde düşünüyorsunuz?

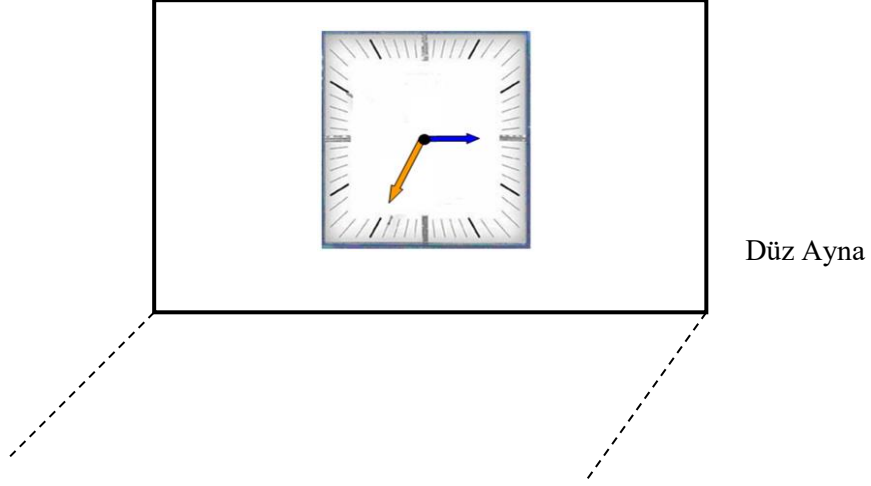
- Düz aynada oluşan görüntüde **sağ – sol değişimi** olur. (.....)
- Düz aynada görüntü oluşumunda **ön-arka değişimi** olur. (.....)
- Düz aynada görüntü **ters** oluşur. (.....)

- Cismin aynadaki görüntüsünü inceleyiniz. Görüntü ile tahminleriniz arasındaki benzerlik ve farklılıkları ifade ediniz.

ETKİNLİK - 5: Görüntüdeki Değişim

Araç gereçler: Düz Ayna, Saat

1. Duvar saatinin **aynadaki görüntüsü** verilmiştir. Buna göre, saat aslında kaç göstermektedir? Cevabınızı size verilen saatin üzerine çiziniz. Yanıtınızın nedenini açıklayınız.



- Yaptığınız deney sonucunda aşağıdaki ifadelerin **doğru veya yanlış** olup olmadığını cümlelerin yanında yer alan boşluğa yazınız.

- Sonucu aynayı ters çevirerek buldum. Aynada oluşan görüntü **terstir**. (.....)
- Sonucu aynada oluşan görüntüye kâğıdın arkasından bakarak buldum. Düz aynada görüntü oluşurken **ön – arka değişimi** olur. (.....)
- Sonucu düz aynada **sağ – sol değişimi** olmasından yararlanarak buldum. (.....)

YANSITICI GÜNLÜK

Ünite : Aynalar

Konu : Düz Ayna

Öğrencinin Adı – Soyadı :

Tarih :

— Bugün Derste Neler Öğrendin?

— Bu yöntemle işlenen ders ile daha önceki fizik derslerini karşılaştırdığında ne gibi farklılıklar gözlemledin?

— Dersin işleniş şekli ve yapılan etkinlikler ile ilgili düşüncelerin nelerdir?

ETKİNLİK – 6 : Kesişen Aynalar

Araç gereçler: Düz Aynalar, Mum, Açı Ölçer.

1. Aralarında farklı açı değerleri olan aynalar için görüntü sayılarını belirleyerek tabloya işleyiniz.

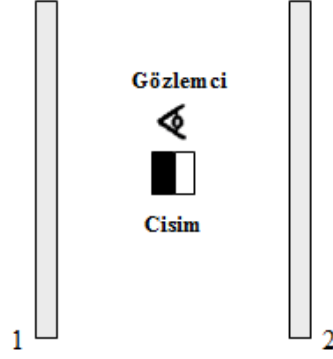
Açı Değeri	Görüntü Sayısı
60^0	
90^0	
120^0	

2. Tablodaki değerlerden yararlanarak; açı değerleri ile görüntü sayıları arasında nasıl bir ilişki olduğunu belirleyiniz.

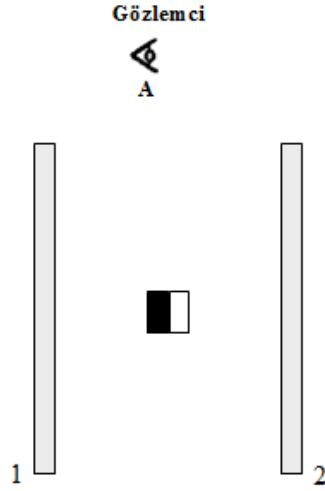
ETKİNLİK – 7 : Paralel Aynalar

Araç gereçler: Düz Aynalar

1. İki paralel düz ayna arasına bir cisim yerleştiriniz. Cismin bulunduğu yerden 1 ve 2 aynalarına baktığınızda kaç adet görüntü görüyorsunuz? Yanıtınızın nedenini şekil yardımıyla veya yazarak açıklayınız.



2. Gözlemci cismin yanından değil de A noktasından aynalara bakarsa kaç adet görüntü görür? Yanıtınızın nedenini şekil yardımıyla veya yazarak açıklayınız.



ETKİNLİK – 8: Görüş Alanı

Araç gereçler: Düz Aynalar

1. Düz aynaya doğru yürüyünüz. Aynaya yaklaştıkça görüş alanınız değişiyor mu? Yanıtınızın nedenini şekil yardımıyla veya yazarak açıklayınız.

2. Büyüklükleri **farklı düz aynalara eşit uzaklıklardan** bakınız. Görüş alanları arasında farklılık var mı? Yanıtınızın nedenini şekil yardımıyla veya yazarak açıklayınız.

3. Yaptığımız etkinlikler sonucunda; görüş alanının hangi değişkenlere bağlı olduğunu açıklayınız?

ETKİNLİK - 9: İtfaiye ve Ambulans

Araç gereçler: İtfaiye ve Ambulans Kelimelerinin Harfleri, Düz Ayna

1. Ambulans ve **itfaiye** araçlarının önünde yer alan yazıları bir kağıt üzerinde oluşturmaya çalışın. Oluşturduğunuz yazıların aynadaki görüntülerini inceleyiniz.

2. Yaptığımız deneyde aşağıdaki ifadelerin hangisinden yararlandınız.

a. Düz aynada görüntülerin **ters olduğu** bilgisinden yararlandım.

b. Düz aynada görüntüler oluşurken **ön – arka değişiminin** olduğu bilgisinden yararlandım.

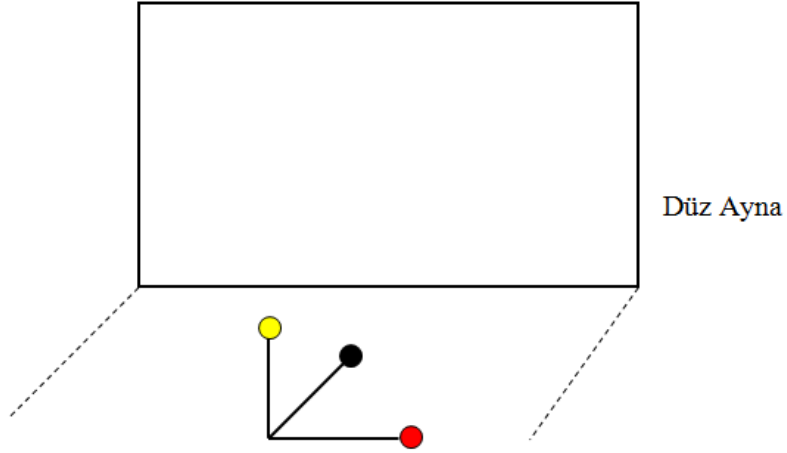
c. Düz aynada görüntüler oluşurken **sağ - sol değişiminin** olduğu bilgisinden yararlandım.

AKTİVİTE - 1 : Üç Boyutlu Cisimlerin Görüntüsü

Araç gereçler: Düz Ayna, Üç Boyutlu Cisimler

1. Düz aynalarda;

a. Üç boyutlu cisimlerin aynadaki görüntüsünü size verilen cisimler yardımıyla (aynaları kullanmadan) oluşturmaya çalışın.



b. Şimdi, cisimlerin aynadaki görüntülerini inceleyin. Aynadaki görüntüler ile tahminleriniz arasında ne gibi benzerlik ve farklılıklar var. Bu benzerlik ve farklılıkların nedenini açıklayınız.

AKTİVİTE – 2: Aynaya Yürüyen Öğrenci

Araç gereçler: Düz Ayna, Cetvel

1. Düz aynaya doğru hareket ediniz. Bu sırada, görüntünüzün hareketlerini de gözlemleyiniz.

a. Aynaya doğru ilerlerken kendinizin ve görüntünüzün aldığı yol ile bu yolu alırken geçen zamanı tabloya yazınız.

	Yol (Adım)	Zaman (s)	Hız (Adım / s)
Öğrenci			
Görüntü			

b. Tablodaki değerlerden yararlanarak; öğrenci ve görüntüsüne ait yol, zaman ve hız değerleri arasında nasıl bir ilişki olduğunu açıklayınız.

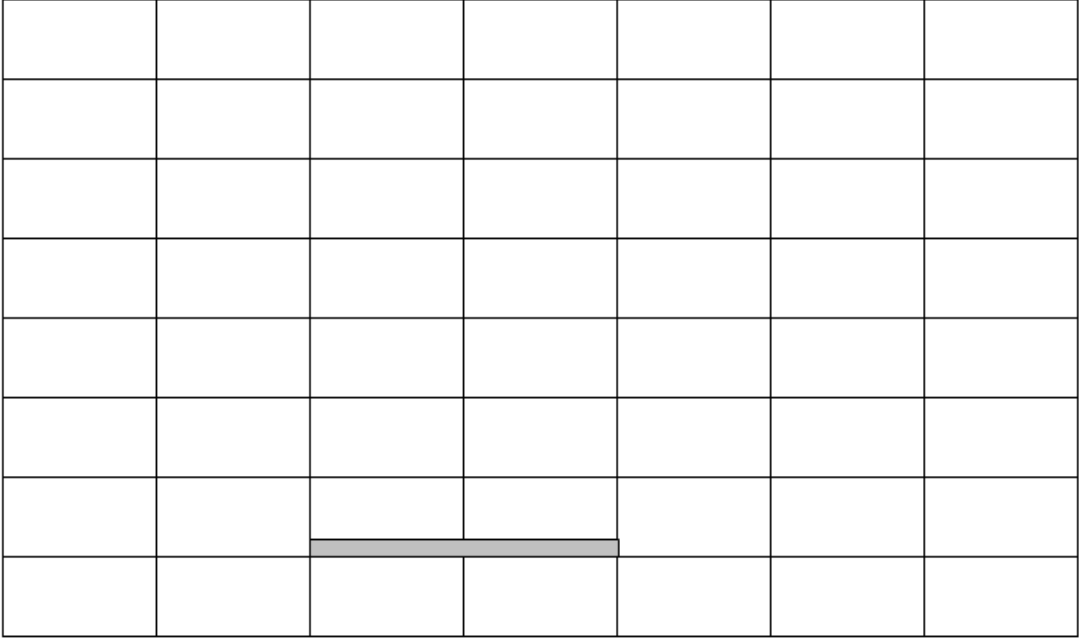
c. Ayna öğrenciye doğru hareket ettirilirse görüntünün yol, zaman ve hız değerleri nasıl değişir? Yanıtınızın nedenini kısaca açıklayınız.

	Yol (Adım)	Zaman (s)	Hız (Adım / s)
Ayna			
Görüntü			

AKTİVİTE - 3: Görüş Alanı

Araç gereçler: Düz Ayna

Şenay odanın içinde bulunan düz aynaya paralel olarak yürümektedir? A, B ve C noktaları için Şenay'ın görüş alanının büyüklüğü nasıl değişir? Yanıtınızın nedenini şekil yardımıyla veya yazarak açıklayınız. (Odanın sınırları grafik ile belirlenen bölgelerdir.)



A

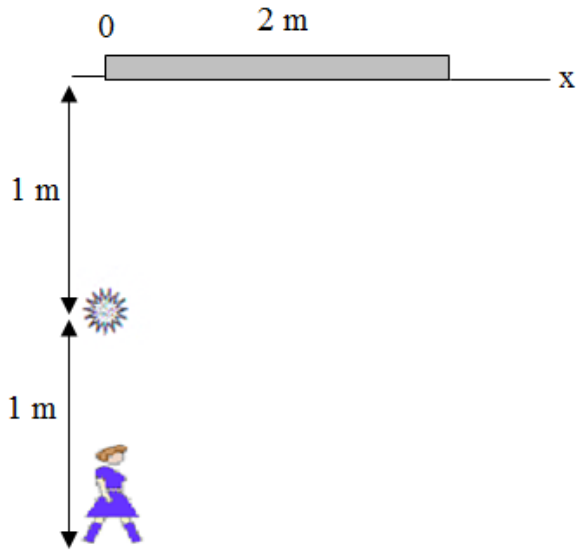


B



C

Soru 1: Odadaki lamba, duvarda bulunan aynadan 1 m uzaklıkta asılı durmaktadır. Duvardaki ayna 2 m genişliğinde olup tüm duvarı kaplamaktadır. Duvardan 2 m uzaklıktaki öğrenci aynaya paralel olarak yürümektedir. Öğrenci hangi uzaklık aralıklarında lambanın görüntüsünü aynada görebilir. (Şekilde odanın üstten görünüşü verilmiştir.)

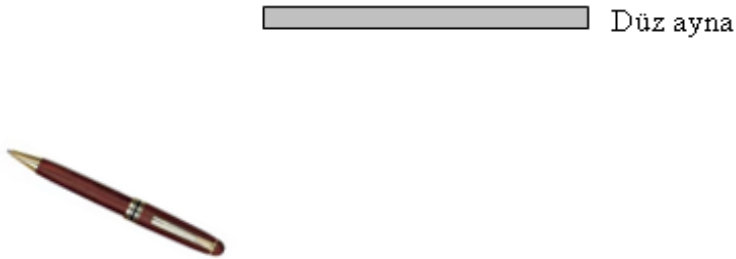


Soru 2: Düz aynanın önüne bir kalem yerleştirilmiştir.

a. Işıklar yardımıyla kalemin görüntüsünü bulunuz. Öğrenci hangi bölgede bulunursa kalemin tamamını görebilir?



b. Öğrencinin kalemin yalnızca ucunu görebileceği bölgeyi belirleyiniz.



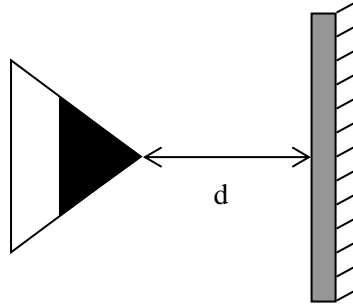
ANLAM ÇÖZÜMLEME TABLOSU

Öğrencinin Adı Soyadı :

Sınıf:

	GÖRÜNTÜ ÖZELLİKLERİ							
	Görüntünün Boyu			Görüntünün Yeri			Görüntü Çeşidi	
	Cisimle Aynı Boyda	Cisimden Büyük	Cisimden Küçük	Aynanın Önünde	Aynanın Üstünde	Aynanın Arkasında	Sanal	Gerçek
Düz Ayna								

Tabloyu dikkatli bir şekilde inceleyiniz. Düz aynada görüntü özelliklerinin doğru olarak yer aldığını düşündüğünüz kutulara **X** işareti koyunuz. Yanıtlarınızın nedenini üçgen şeklindeki cismin düz aynadaki görüntüsünü bularak açıklayınız.



Düz ayna