

ÜÇ AŞAMALI TANI TESTİ İLE FEN LİSESİ ÖĞRENCİLERİNİN GEOMETRİK OPTİK KONUSUNDAKİ ZİHİNSEL MODELLERİNİN BELİRLENMESİ

Süleyman AYDIN*, Sevda ÖZTEKİN**

Alındı/Received: 20.12.2018

Düzeltildi/Revised:31.12.2018

Kabul Edildi/Accepted: 31.12.2018

Özet

Bu çalışmanın amacı literatürden alınan Geometrik Optik ile ilgili üç aşamalı tanı testi kullanılarak fen lisesi öğrencilerinin geometrik optik konusundaki zihinsel modellerini belirlemektir. Çalışmada veri toplama aracı olarak literatürden alınan geometrik optik ile ilgili üç aşamalı tanı testi kullanılmış ve öğrencilerin geometrik optik konusundaki zihinsel modelleme seviyeleri bu üç aşamalı tanı testi ile belirlenmiştir. Araştırmanın örneklemini 2016-2017 eğitim öğretim yılı bahar döneminde Erzurum'da bir Fen Lisesi'nde öğrenim gören 50 onuncu sınıf öğrencisi oluşturmuştur. Veriler ön bilgi ve akıl yürütme stratejilerinin her birinin görev içerisinde tanımlandığı, tekrarlayan, doğrusal olmayan sabit karşılaştırma yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir (Charmaz, 2006). Çalışmanın sonucunda öğrencilerin genel olarak geometrik optik ünitesinin yansıma konusunda kavramsal bilgiyi ifade etmede yeterli seviyede oldukları fakat kavramsal bilgiye ait çizimleri belirleyemedikleri belirlenmiştir. Işığın kırılması konusunda hem kavramsal bilgiyi ifade etmede hem de kavramsal bilgiye ait özel ışınlar ve görüntü oluşumunu çizmede yetersiz oldukları anlaşılmıştır. Fen lisesi öğrencilerinin ışığın doğası konusunda neden-sonuç ilişkisi kuramadıkları ve yetersiz düzeyde oldukları belirlenmiştir. Geometrik optik konusundaki konuların çoğu çizim, şekil ve görüntüden oluştuğu için fizik öğretmenlerinin derslerde görsel materyaller, animasyonlar ve çizimler kullanmaları bu çalışmanın önerileri arasındadır.

Anahtar Kelimeler: Fen eğitimi, geometrik optik, zihinsel modeller.

DETERMINATION OF SCIENCE HIGH SCHOOL STUDENTS' MENTAL MODELS WITH THREE-TIER DIAGNOSTIC TEST ON GEOMETRIC OPTICS

Abstract

The aim of this study was to determine high school students' mental models in geometric optics by using a three-tier diagnostic test related to Geometric Optics taken from the literature. In the study, a three-tier diagnostic test for geometric optics taken from the literature was used as data collection tool and the students' mental modeling levels on geometric optics were determined by this three-tier diagnostic test. The sample of the study consisted of 50 tenth grade students attending a Science High School in Erzurum in the spring term of 2016-2017 academic year. The data were analyzed using an iterative, nonlinear, constant comparison method in which prior knowledge, reasoning strategies were identified within each task (Charmaz, 2006). As a result of the study, it was determined that students were generally able to express the conceptual information about the reflection in the geometric optics unit, but they could not determine the drawings belong to this conceptual information. It is understood that students were insufficient in expressing both conceptual information and in the formation of special rays and image formation of this conceptual knowledge. It was determined that science high school students cannot establish a cause-effect relationship and they were insufficient about the nature of light. Since most of the subjects on geometric optics consist of drawing, shapes and images, using visual materials, animations and drawings in lessons is among the suggestions of this study for physics teachers.

Keywords: Science education, geometric optics, mental models.

* Dr. Öğretim Üyesi, Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, yupul@hotmail.com

** Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, sevda_gs_49@hotmail.com

1. GİRİŞ

Çağımızda gelişmiş ülkeler, gelecekte güçlü ve söz sahibi olmanın ancak fen alanında yetişmiş insanlarla mümkün olabileceği düşüncesiyle fen öğretimine çok büyük önem vermektedirler (Gürses vd. 2004). Çünkü ülkeler, geleceklerini “garanti altına almak, ekonomik ve teknolojik yarışta geride kalmamak için fen bilimine önem vermek zorundadır. Bilim ve teknolojinin hızla gelişmesi, bu gelişmelerin sağladığı buluş ve yenilikler, toplumları büyük ölçüde etkilemekte ve hayatın akışı bunlarla düzenlenmektedir” (Dişikitli 2011). Fen, fiziksel çevreyi tanımak ve tanımlamak üzere, gözlem yapma, yapılan gözlemleri açıklayabilmek amacı ile hipotezler kurma ve kurulan hipotezleri geçerli ve güvenilir yollarla test etme gibi aşamaları olan bilimsel metotların kullanılmasıdır. Fen, gözlenen doğayı ve doğa olaylarını sistemli bir şekilde inceleme, henüz gözlenmemiş olayları kestirme ve insanoğlunun doğayı anlama gayretlerinin bir ürünüdür. Fen bilimine bakıldığında olgular, kavramlar, genellemeler, ilkeler, kuramlar ve doğa yasalarından oluştuğu görülmektedir (Orhan 2007). Kaya (2013)’ e göre fen, insanın doğal çevresindeki işleyiş ve düzenlilikleri amaçlı, planlı bir çalışmayla keşfetme, test etme, onları yeni bağlantıları içinde ayırma, bütünleştirme süreci ve bu yolla elde edilmiş güvenilir bilgiler bütünüdür” şeklinde tanımlanırken Tatar (2006) fennin araştırma ve sorgulamaya dayalı disiplinler bütünü ve deneysel ölçütleri, mantıksal düşünmeyi ve sürekli sorgulamayı temel alan bir araştırma ve düşünme yolu olduğunu belirtmektedir.

Fen eğitimi araştırmalarından edinilen sonuçlara göre öğrencilerin önceki bilgi ve düşüncelerinin yeni öğrenilecek bilgileri büyük oranda etkilediği gerekçesiyle öğretim aşamasında öğrencilerin düşüncelerinin ele alınması ve buna göre öğrenimin geleneksel yöntemden farklı olarak daha uygun ve hatta çeşitli etkinliklerle zenginleştirilerek verilmesi gerekmektedir (Küçüközer ve Kocakulah, 2006; Çelik ve Karamustafaoğlu, 2016; Şimşek ve Yeşiloğlu, 2016; Uzal vd. 2016; Karşı ve Ayas, 2017; Yildirim ve Haşiloğlu, 2018; Haşiloğlu ve Yağcıoğlu, 2017).

Eğitimde öğrencilere kazandırılmak istenen bilgi kaynaklarının durumu, araştırmacılar tarafından her zaman ilgi konusu olmuştur. Öğrencilerin herhangi bir konuda zihinlerinde oluşturdukları şemalar, modeller onların bilgiyi nasıl yapılandırdıkları hakkında bilgi sahibi olunmasını sağlamaktadır (Sözcü vd. 2016).

“Fen öğretimi dersinde birçok teorik ve betimsel kavram yer almaktadır. Kavramlar, bir varlıktan ya da olgudan söz edildiğinde, insanların zihninde oluşan çağrışımlardır” (Çepni 2005). Zihinde canlanan bilgi birikimleri kavramları oluşturmaktadır. Kavramlar düşünce ve düşünce sisteminde bulunan nesne ve terimlerin genel adıdır. *Kavramlar somut eşya, olaylar veya varlıklar değil onları belirli gruplar altında topladığımızda ulaştığımız soyut düşünce birimleridir. Kavramlar gerçek dünyada değil düşüncelerimizde vardır. Gerçek dünyada ancak örnekleri bulunabilir”* (Ayas vd 2003). Kavramlar hakkında düşünerek fizik *“konularında makul zihinsel modeller oluşturabilen öğrenciler, karşılaştıkları çeşitli problemleri çözmede sahip oldukları kavramları kullanabilirler ve kavramlar arasında ilişkiler kurarak anlamlı öğrenmeyi gerçekleştirebilirler* (Atasoy vd 2007).

Öğrenciler öğrenme ortamlarına genellikle önceden formal ya da formal olmayan yollardan edindikleri kısmen doğru, yanlış, ilişkili veya tutarsız bilgilerle gelirler. Öğrencilerin nesne ve terimlere yükledikleri kavramlarda farklı olur. Öğrenme öğrencilerin edindikleri bilgilerin düzeltilmesi ve yeniden düzenlenmesi yoluyla gerçekleşir. *“Son yıllarda yapılan çalışmalar fen eğitimi alanında da öğrencilerin kavramsal düzeyde sınıfa bilimsel olarak kabul gören kavramlardan farklı ön bilgilerle geldiklerini ve bu ön bilgilerin değişime dirençli olduklarını göstermektedir”* (Küçüközer ve Kocakulah, 2006; Yakışan vd. 2007; Çelik ve Karamustafaoğlu, 2016; Meriç ve Tezcan, 2016; Hasiloglu ve Eminoglu, 2017).

Eğitimde önemli olan bilgidен çok onun kullanılabilirliğinin ve kolay elde etme yollarının sağlanmasıdır. Çağımızın eğitim anlayışı, öğrencilere bilginin hazır verilmesinden ziyade, doğruya ulaşmanın en kolay yollarını öğretmektir. Her öğrenci kendi içinde bir dünyadır ve öğrenmeyi yapılandırmaları birçok yoldan olabilir. Önemli olan bu yolu bulmasında öğrenciye etkili rehberlik yapmaktır (Emrahoğlu ve Bülbül 2010). Öğrencilerin yeni öğrendikleri bir bilgi, durum veya olayı öğrenme dereceleri, öğrencilerin sahip oldukları zihinsel model hakkında araştırmacıya bilgi verebilir. Sınıf içinde yapılan etkinlikler sonucu öğrencilerin doğru sonuçlara varıp varmadıkları, bu zihinsel modelin bir yolla öğrenci tarafından geri bildirim haline getirilmesiyle anlaşılabilir. Geri bildirim araçları olarak; öğrencinin zekâ alanına göre kavram haritası, şema, maket, yazım, resim, oyun vb. kullanılabilir. Öğretmen bu geri bildirimleri alarak öğrencilerin sahip olduğu bilgilere, kavramlara ulaşabileceği gibi, zihinsel modellerini de ortaya koyabilir (Çakır 2011). Genellikle soyut, doğrudan gözlenemeyen bazen de somut bir şekilde gözlemlendiği halde ölçeklendirilmeye gereksinim duyulan durumlarda kullanılan işlemler bütününe modelleme denir ve modelleme sonucunda elde edilen ürüne de model denir (Harrison ve Treagust, 2000a akt: Ulutaş 2010). Zihinsel model, öğrencilerin bilişsel faaliyetleri esnasında oluşturdukları özel bir çeşit zihinsel temsildir. Zihinsel modeller, fiziksel bir olgunun nedensel açıklamasını yapmak ve fiziksel dünyanın koşulları hakkında varsayımda bulunmak için zihinsel olarak ayarlanabilen, dinamik ve üretilmiş temsillerdir (Vosniadou, 1994 akt: Güneş vd. 2004).

Zihinsel modelleme; düşünerek ve hayal ederek kişinin soyut kavramları zihinde canlandırma biçimidir. Eğitim alanında uzun yıllardır model ve modelleme üzerine çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmalara genel olarak bakıldığında fen ve matematik alanlarında model kullanımının ve geliştirilmesi gerektiğinin önemi vurgulanmaktadır.

Fizik, soyut kavramların sıklıkla kullanıldığı bir disiplindir. Bu nedenle soyut kavramların somutlaştırılmasında zihinsel modellere ihtiyaç duyulmaktadır. “Örneğin, soyut bir kavram olarak manyetik alan kuvvet çizgileri öğrencilerin etkileşim içinde buldukları bir kavram değildir. Bu şekildeki problemler fen ve matematik öğretim elemanlarını kavramların öğretilmesi için farklı çözümler üretmeye zorlamaktadır. Yani, fizikte elektrik ve manyetik alan şiddetlerinin çizgi grupları biçiminde ya da kimyada atomik yapıların açıklanmasında kullanılan kimyasal bağların çubuk, atomların ise küçük toplar halindeki temsilleri düşünüldüğünde, model ve modellemenin fen öğretimi ve öğrenimindeki önemi ortaya çıkmaktadır” (Güneş vd. 2004). Fizik aynı zamanda öğrencilerin zorlandıkları bir alan olması sebebiyle, zihinsel modeller yardımıyla öğrencilerin zorlandıkları durumlar ortaya çıkarılabilir. Çünkü zihinsel modellerin kavram, şema ve çizim gibi alt öğelerden oluşması sebebiyle fizikteki anlaşılması zor olan konuların açığa çıkarılmasında ve kolaylaştırılmasında oldukça önemlidir.

“Fizik bilgisi, evreni ve evreni oluşturan varlıkların davranışını anlama ve ileriye dönük tahminlerde bulunma adına ortaya koyduğu kavramlar, modeller, kuramlar ve aralarındaki ilişkilere karşılık gelir. Fizik dersi öğretim programı için hedeflenen bilgi kazanımları temel ve ileri olmak üzere iki düzeyde tanımlanmıştır. Temel düzeyde fizik bilgisi 9 ve 10. sınıfları kapsamakta, ileri düzeyde fizik bilgisi ise 11 ve 12. sınıfları kapsamaktadır. Temel ve ileri düzeyde fizik bilgisi Madde, Kuvvet ve Hareket, Elektrik ve Manyetizma, Optik ve Modern Fizik olmak üzere beş temel konu altında toplanmıştır. 9 ve 10. sınıfları kapsayan fizik dersi öğretim programı, fizik bilimi içinde yer alan temel kavramları içermektedir. Bu programın kapsamında öğrencilerin fizik bilimi ile ilgili kavramsal ve işlemsel bilgiyi edinerek bilgi ve becerilerini çeşitli ve yeni durumlara uygulayabilmesi hedeflenmektedir. 10.sınıf fizik derslerinde öğrenciler yaşamlarında sıklıkla karşılaştıkları olayları ve problemleri bilimsel bilgiler ışığında açıklayabilmeli, yorumlayabilmeli ve çözümler üretebilmelidir. 10. sınıf fizik derslerinde öğrencilerin detaylı matematiksel işlemlere girmeden fizik bilimi içinde yer

alan basınç, kaldırma kuvveti, elektrik, manyetizma, dalgalar ve optik ile ilgili temel kavramları anlamlandırmaları hedeflenmektedir. Temel düzey fizik derslerinde öğrencilerin sadece zihinsel alanda bir gelişim sağlamları değil, aynı zamanda duyuşsal ve psikomotor alanlarda da ilerlemeleri sağlanmalıdır. Fiziğin günlük hayatla ilişkisi kurularak fiziğin sınıf dışına taşınabileceği ve etrafımızda gerçekleşen olayları açıklayan bir bilim dalı olduğu anlayışı geliştirilmelidir” (MEB, 2017).

Optik ünitesinde;” ışık ve görme olayını birbiriyle ilişkilendirerek, farklı ortamlarda ve optik araçlarda ışığın davranışı ve görüntü oluşumu üzerine çıkarımlar yapması amaçlanmıştır. Bu süreçte öğrenciler ışığın davranışı ve görüntü arasındaki ilişkiden yola çıkarak, gözlük, teleskop, mikroskop, fotoğraf makinesi gibi optik araçların çalışma mekanizmalarını ve gökkuşağı, serap gibi günlük hayatta karşılaşılan olayları sorgulayabilmeli, araştırabilmeli, tartışabilmeli ve farklı tasarımlar geliştirebilmelidir”(MEB, 2017). Optik ünitesinde kavramlar soyut veya somut olabilir. Öğrenmede kullanılan benzetmeler, gösterimler, verilen örnekler zihinde canlandırma oluşmasına neden olmaktadır. Zihinde oluşan modeller doğru ve anlamlı bir şekilde aktarılırsa öğrenmeye kolaylık sağlayacaktır. Optik ünitesi görseller üzerinde oluşan konulardan oluştuğu için anlamlı ve kalıcı öğrenmeyi sağlamak amacıyla öğrencilerin zihinsel modelleri belirlemek oldukça önemlidir.

Bu çalışmanın amacı; Literatürden (Aydın, 2007) alınan ve geometrik optik konusunda hazırlanan üç aşamalı tanı testi ile fen lisesi öğrencilerinin geometrik optik konusundaki mental modellerini belirlemektir.

1. YÖNTEM

1.1. Araştırmanın Modeli

Yapılan araştırma, betimsel bir çalışma olup özel durum yöntemi kullanılarak yürütülmüştür. Bu yöntem, “özel bir konu veya bir durum üzerinde derinlemesine inceleme yapma ve yoğunlaşma imkânı vermektedir. Üstelik bu yöntemde, nitel ve nicel veri toplama teknikleri kullanılabilir” (Çepni 2007).

Bu çalışmada özel durum yönteminin seçilme nedeni Fen Lisesi öğrencilerinin zihinsel modellerini belirlemek ve derinlemesine incelemektir.

1.2. Evren ve Örneklem

Araştırma 2016-2017 eğitim öğretim yılının bahar döneminde Erzurum İbrahim Hakkı Fen Lisesi’nde öğrenim gören 50 onuncu sınıf öğrencisi oluşturmuştur.

1.3. Veri Toplama Araçları

Araştırmada öğrencilerin optik ünitesine yönelik zihinsel modellerini belirlemek için Aydın (2007) tarafından geliştirilen “Üç Aşamalı Tanı Testi” kullanılmıştır. Üç aşamalı testin birinci aşamasında sorular yazılı ifadelerle, ikinci aşamasında aynı ifadeler şekil üzerinde gösterilerek ve üçüncü aşamada da birinci ve ikinci aşamalarda verilen cevaplardan emin olup olmadığını belirleyecek biçimde hazırlanmıştır. 19 sorudan oluşan testin Cronbach alpha katsayısı hesaplanmış ve güvenilirlik değeri 0,69 bulunmuştur. Araştırmacı tarafından da Cronbach alpha katsayısı hesaplanmış ve güvenilirlik değeri 0,67 bulunmuştur.

1.4. Verilerin Analizi

Öğrencilerin geometrik optik konularında zihinsel modellerini belirlemek için verilen cevapların yüzde ve frekansları ile genellemeler yapılmıştır. Veriler, ön bilgi ve akıl yürütme stratejilerinin her birinin görev içerisinde tanımlandığı, tekrarlayan, doğrusal olmayan sabit karşılaştırma yöntemi (Charmaz, 2006) kullanılarak analiz edilmiştir.

Zihinsel model belirleme sürecinde Vosniadou ve Brewer (1992, 1994) tarafından önerilen zihinsel modellerden yararlanılmıştır. Bu modeller ilkel, sentez ve bilimsel modellerdir. İlkel model, bilimsel bilgilerle örtüşmeyen öğrenci cevaplarını içermektedir. Bu modelde değerlendirilen öğrenci cevapları hedef kavramlarla ilgili okul bilgisinden uzaktırlar. Sentez model, bilimsel bilgilerle kısmen örtüşen veya örtüşmeyen öğrenci cevaplarını içermektedir. Bu modelde sınıflandırılan öğrenciler okul bilgisini kısmen edinmiş olmalarına rağmen bilimsel olmayan bilgilere de sahiptirler. Bilimsel model, hedef kavramlarla ilgili bilimsel öğrenci cevaplarını içermektedir. Bu bilgilere dayanarak öğrencilerin bilimsel, sentez ya da ilkel modellerden hangisine sahip olduğu tespit edilmeye çalışılmıştır. Çalışmada verilen cevapların uygun olduğu model, sorular tek tek incelenerek ve yorumlanarak analiz edilmiştir. Vosniadou ve Brewer (1992, 1994) modelleme önerisine uygun olarak üç aşamalı tanı testinde birinci ve ikinci aşamaya doğru cevap veremeyen öğrencilerin ilkel modele, birinci ve ikinci aşamalardan herhangi birine doğru cevap veren öğrencilerin sentez modele, her iki aşamaya da doğru cevap veren öğrencilerin cevaplarından emin ve kesinlikle emin iseler bilimsel modele değil isler sentez modele, iki aşamalı 12. ve 13. Sorularda doğru cevap verip cevabından emin ve kesin emin olanların bilimsel modele, doğru cevaplayıp cevabından emin olamayanların sentez modele ve son olarak doğru cevaplayamayanların ilkel modele sahip olduğu kabul edilmiştir.

3. BULGULAR

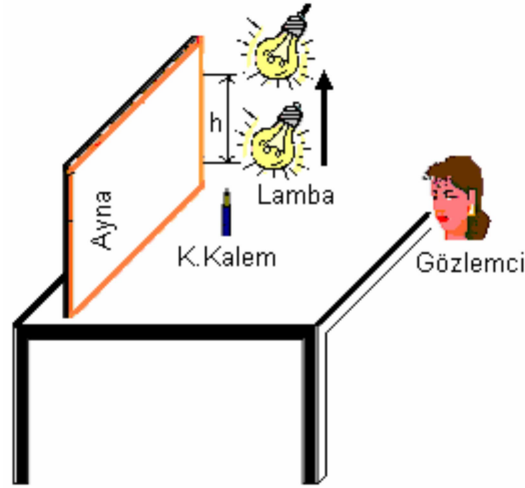
Araştırmacı üç aşamalı tanı testinden elde edilen bulguların incelenmesini ışığın yansıması, ışığın kırılması ve ışığın doğası şeklinde incelemiştir. Öğrencilerin 19 soruluk üç aşamalı tanı testinde verdiği cevapları her sorunun her seçeneği için 1. 2. ve 3. aşamaların frekansları bulunup bu frekanslara göre yüzdeleri hesaplanmıştır. Soruların doğru şıkları yanlarında yıldız(*) ile belirtilmiştir. Birinci aşamanın doğru şıkkı bir yıldız(*), ikinci aşamanın doğru şıkkı iki yıldız (**), her iki aşamanın da aynı doğru şıkkı için üç yıldız (***) kullanılmıştır. Öğrenciler, sayısal olarak %50 ve üstü doğru cevap vermeleri durumunda akademik bilgiye sahip olma, bilgiyi uygulayabilme ve dolayısıyla zihinsel modelleme yapabilme yeterliliğine sahip olduğu varsayılmıştır. Elde edilen sonuçlar çalışmanın amacına paralel olarak aşağıdaki tablolarda sunulmuştur.

Tablo 1. Işığın Yansımasından Elde Edilen Bulgular

Sorular	Seçenek	1. Aşama (Kavram)		2. Aşama (Çizip gösterme)		3. Aşama (Emin Olma)		Zihinsel Model	
		Frekans(f)	Yüzde(%)	Frekans	Yüzde(%)	Frekans	Yüzde (%)	Frekans	Yüzde (%)
1	A	8	16,0	11	22,0	9	18,0		
	B***	28	56,0	25	50,0	19	38,0	Bilimsel	50
	C	12	24,0	12	24,0	19	38,0	Sentez	6
	D			2	4,0	3	6,0	İlkel	44
	E	2	4,0						
2	A***	15	30,0	31	62,0	6	12,0	Bilimsel	30
	B	13	26,0	14	28,0	14	28,0	Sentez	32
	C	22	44,0	3	6,0	24	48,0	İlkel	38
	D			2	4,0	6	12,0		
3	A	5	10,0	29	58,0	2	4,0	Bilimsel	22
	B	29	58,0	8	16,0	22	44,0	Sentez	6

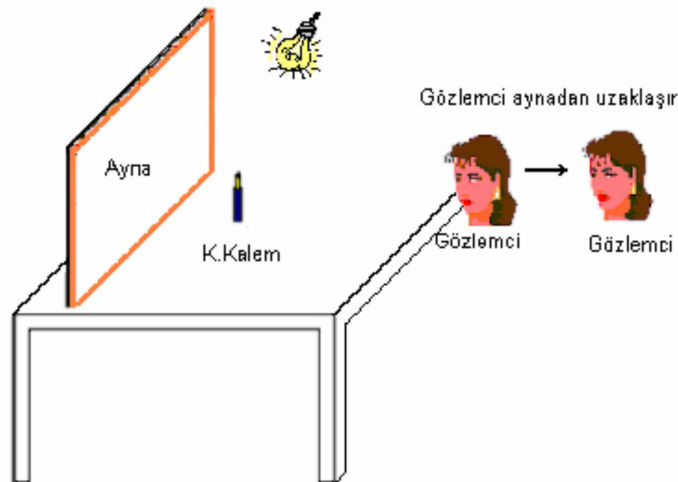
	C***	14	28,0	11	22,0	20	40,0	İlkel	72
	D	2	4,0	2	4,0	6	12,0		
4	A	20	40,0	26	52,0	4	8,0		
	B	5	10,0	8	16,0	12	24,0	Bilimsel	18
	C***	23	46,0	9	18,0	26	52,0	Sentez	30
	D	2	4,0	6	12,0	8	16,0	İlkel	52
	E			1	2,0				
5	A*	44	88,0	3	6,0	2	4,0		
	B**	6	12,0	24	48,0	17	34,0	Bilimsel	38
	C			15	30,0	27	54,0	Sentez	50
	D			6	12,0	4	8,0	İlkel	12
	E			2	4,0				
6	A	5	10,0	2	4,0	14	28,0		
	B	8	16,0	1	2,0	17	34,0	Bilimsel	62
	C***	34	68,0	42	84,0	14	28,0	Sentez	26
	D	3	6,0	1	2,0	5	10,0	İlkel	12
	E			2	4,0				
	F			2	4,0				
7	A	5	10,0	9	18,0	16	32,0		
	B	6	12,0	3	6,0	16	32,0		
	C	8	16,0	1	2,0	14	28,0		
	D-E*	31	62,0	3	6,0	4	8,0	Bilimsel	48
				2	4,0			Sentez	14
	F			1	2,0			İlkel	38
	G			5	10,0				
	H			2	4,0				
	I**			24	48,0				
8	A	1	2,0	3	6,0	11	22,0		
	B	11	22,0	6	12,0	16	32,0	Bilimsel	54
	C*	32	64,0	3	6,0	18	36,0	Sentez	20
	D**	6	12,0	37	74,0	5	10,0	İlkel	26
	E			1	2,0				
9	A			3	6,0	8	16,0		
	B**	11	22,0	29	58,0	16	32,0	Bilimsel	48
	C*	33	66,0	5	10,0	18	36,0	Sentez	18
	D	6	12,0	10	20,0	8	16,0	İlkel	34
	E			3	6,0				
10	A	4	8,0	1	2,0	6	12,0		
	B	17	34,0	4	8,0	17	34,0	Bilimsel	26
	C***	27	54,0	27	54,0	20	40,0	Sentez	28
	D	2	4,0	16	32,0	7	14,0	İlkel	46
	E			2	4,0				
11	A**	7	14,0	6	12,0	3	6,0		
	B*	11	22,0	8	16,0	13	26,0	Bilimsel	12
	C	11	22,0	21	42,0	23	46,0	Sentez	10
	D	16	32,0	13	26,0	11	22,0	İlkel	78
	E	5	10,0	2	4,0	6	12,0		
15	A	2	4,0	5	10,0	18	36,0		
	B*	36	72,0	10	20,0	16	32,0	Bilimsel	54
	C**	12	24,0	27	54,0	10	20,0	Sentez	18
	D			8	16,0	6	12,0	İlkel	28

Tablo 1'den Işığın yansıması konusunda öğrencilerin zihinsel modellerinin ortalama %38,5 bilimsel model, %21.5 sentez model ve %40 ilkel model düzeyinde oldukları saptanmıştır. Öğrenciler ışığın yansıması konusunda genel olarak bilimsel bilgiye ve aynı zamanda bilimsel bilgiyi uygulamaya geçirme yeterliliğine sahiptirler. Öğrenciler sadece 3. 4. ve 11. sorularda hem bilimsel bilgiyi hem de uygulamayı yeteri olarak yapamamışlardır. 3. Soruda: Şekildeki gibi Lambadan başka bir ışık kaynağının olmadığı karanlık bir odada masanın üzerine yerleştirilmiş bir kurşun kalemin, ışık kaynağı belirli bir miktar yukarı kaldırıldığında düzlem aynadaki görüntüsünün konumundaki etkisi sorgulanmaktadır ve öğrencilerin bu soruya verdikleri cevaplar öğrencilerin hem bilimsel bilgiyi hem de uygulamayı yapamadıklarını göstermektedir.



Şekil 1. Masa üzerinde bir düzlem aynanın önüne yerleştirilmiş bir kurşun kalemin, ışık kaynağı belirli bir miktar yukarı kaldırıldığında düzlem aynadaki görüntüsü

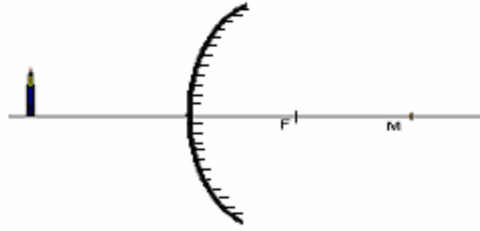
Öğrencilerin %28'i (14 kişi) üçüncü sorunun birinci aşamasına doğru cevap vermişlerdir. Öğrenciler görüntü ve ışık kaynağının yeri konusunda yeterli kavramsal bilgiye sahip olmadıkları görülmektedir. Birinci aşamada doğru cevap verenler ikinci aşamada %22 (11 kişi) oranında doğru şıkkı işaretlediklerinden dolayı uygulama aşamasında da yeterli düzeyde bilimsel bilgiye sahip değildiler.



Şekil 2. Bir düzlem aynanın önüne konulan kurşun kalemin görüntüsünün, gözlemci uzaklaşırken durumu.

Öğrenciler dördüncü sorunun birinci aşamasına %46 (23 kişi) oranında doğru cevap vermişlerdir. Öğretmen adaylarının görüntü ve gözlemcinin yeri ile ilgili soruda yeterli kavramsal bilgiye sahip olmadıkları görülüyor. Birinci aşamada doğru cevap verenler ikinci aşamada %18 (9 kişi) oranında doğru şıkkı işaretlediklerinden bilimsel bilgiyi uygulamada zayıf düzeyde oldukları söylenebilir. Şekil 2'deki gibi bir düzlem aynanın önüne konulan kurşun kalemin görüntüsünün, gözlemcinin konumuna bağlı olarak değişimi sorgulandığı dördüncü soruya öğrencilerin verdikleri cevaplar öğrencilerin hem bilimsel bilgiyi hem de uygulamayı yapamadıklarını göstermektedir.

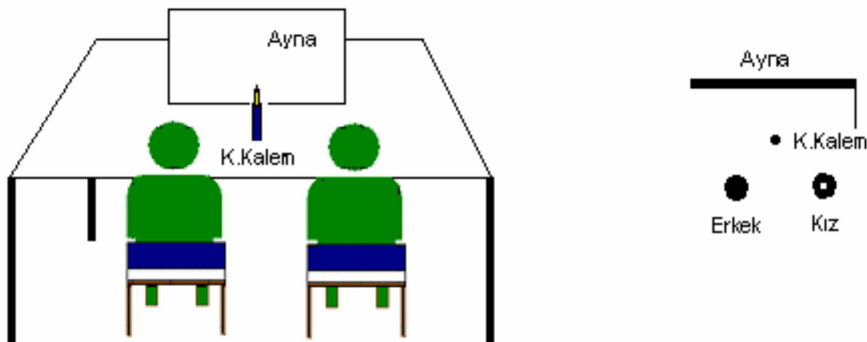
Bir ışık kaynağından çıkıp çukur aynanın tepe noktasına düşen ışık ışınının izlediği yol ile ilgili olan altıncı sorunun birinci aşamasına öğrenciler %34 (17 kişi) oranında doğru cevap vermişlerdir. Ancak sorunun ikinci aşamasında cevabın doğru çizimini yapabilen öğrenci oranı (21 kişi) %42'dir. Öğrenciler hem bilişsel bilgi olarak hem de uygulama aşamasında yeterli değildiler.



Şekil 3. Tümsük aynanın önüne konulan kurşun kalemin görüntüsü.

Öğrenciler 11. sorunun birinci aşamasına %22 (11 kişi) oranında doğru cevap vermişler ve yeterli kavramsal bilgiye sahip değildiler. 1. aşamada doğru cevap veren öğrenciler ikinci aşamada %12 (6 kişi) oranında doğru cevap vermişler ve bilimsel bilgiyi uygulamada yeterli seviyede değildiler. Şekil 3'teki gibi bir tümsük aynanın önüne konulan kurşun kalemin görüntüsünün sorgulandığı 11. soruya öğrencilerin verdikleri cevaplar öğrencilerin hem bilimsel bilgiyi hem de uygulamayı yapamadıklarını göstermektedir.

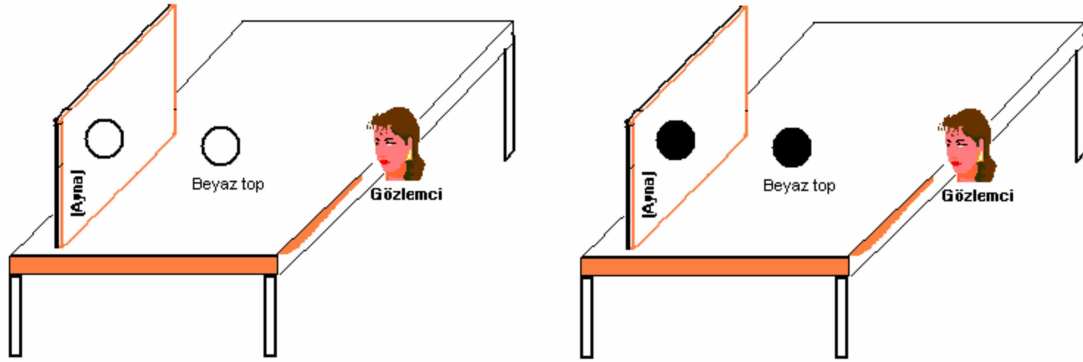
Sorunun ilk aşamasındaki bilimsel bilgiye yönelik soru öğrencilerin çoğunluğu tarafından doğru cevaplandırılmamıştır. Fakat ikinci basamağı öğrencilerin çoğunluğu doğru cevaplandırdığından dolayı, bu soru için öğrencilerde bilgi yeterliliği yok ama uygulama da yeterliliğe sahip oldukları söylenebilir.



Şekil 4. Bir düzlem aynanın önüne konulan kurşun kalemin yan yana duran iki gözlemci tarafından gözlemlenen görüntüsünün konumu.

Şekil 4'teki gibi bir düzlem aynanın önüne konulan kurşun kalemin yan yana duran iki gözlemci tarafından gözlemlenen görüntüsünün konumunu sorguladığı ikinci soruya öğrencilerin verdikleri cevaplar öğrencilerin bilimsel bilgiyi yapamadıklarını fakat uygulamayı yapabildiklerini göstermektedir. Öğrenciler ikinci sorunun birinci aşamasına %30 (15 kişi) oranında doğru cevap vermişlerdir. Bu bakımdan öğrenciler gözlemci ve görüntünün yeri konusunda kavramsal bilgi düzeylerinin yetersiz olduğu görülmektedir. Birinci aşamada doğru cevap veren öğretmen adayları ikinci aşamada %62 (31 kişi) oranında doğru şıkkı işaretlemişlerdir. Yetersiz kavramsal bilgiye sahip olan öğretmen adaylarının görüntü ve gözlemcinin yerlerini belirlemede yeterli düzeyde oldukları anlaşılmaktadır.

Beşinci ve yedinci sorularda öğrenciler akademik bilgi yeterliliği olduğu halde bilgiyi uygulamaya geçirmede aynı şekilde yeterliliğe sahip olmadıkları ve dolayısıyla zihinsel modelleme yapamadıkları görülüyor.

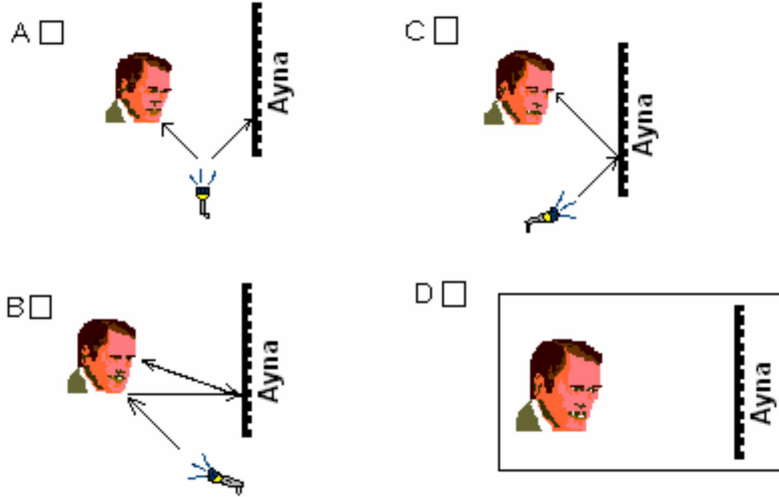


Şekil 5. Bir düzlem aynanın önüne konulan siyah ve beyaz iki topun görüntüleri

Şekil 5'teki gibi bir düzlem aynanın önüne konulan siyah ve beyaz iki topun görüntülerinin sorguladığı beşinci sorunun birinci ve ikinci aşamaları kavramsal bilgiyi ölçmeye yönelik sorulardır. Öğrenciler birinci aşamada %88 (44 kişi) ikinci aşamada %48 (24 kişi) oranında doğru şıkkı işaretlediklerinden öğretmen adaylarının birinci aşama için kavramsal bilgide yeterli, ikinci aşama için kavramsal bilgi bakımından zayıf düzeyde oldukları söylenebilir.

Öğrenciler çukur aynaya aynanın merkezi doğrultusunda gelen ışık ışının yansıması ile ilgili yedinci sorunun birinci aşamasında %62 (31 kişi) oranında yeterli kavramsal bilgiye sahiptirler. Birinci aşamada doğru cevap veren öğretmen adayları ikinci aşamada da %48 (24 kişi) oranında doğru şıkkı işaretlemişlerdir. Katılımcı öğrenciler çukur aynada özel ışınlar hakkında bilimsel bilgiyi uygulamada yetersiz ve kavramsal bilgiye sahip olma bakımından yeterli seviyededirler.

Öğrenciler karanlık bir odada çenesini aynada çok açık görebilmesi için feneri tutması gereken doğrultunun sorguladığı birinci sorunun birinci aşamasına %56 (28 kişi) oranında doğru cevap vermişlerdir. Birinci aşama görme olayı ile ilgili kavramsal bilgiyi sorguladığından öğrenciler düzlem aynada görüntü ile ilgili ışık kaynağının yönü konusunda yeterli kavramsal bilgiye sahiptirler. Birinci aşamaya doğru cevap veren öğretmen adayları ikinci aşamada %50 (25 kişi) oranında doğru şıkkı işaretlediğinden kavramsal bilgiye sahip olanların çoğu uygulamada yeterli seviyededirler denilebilir. Birinci soru için öğrenciler bilimsel bilgi ve bilimsel bilgiyi uygulayabilme yeterliliğine sahiptirler.



Şekil 6. Karanlık bir odada çenesini aynada çok açık görebilmesi için feneri tutması gereken doğrultu

15. soruda; bir çukur aynanın tam odak noktasında bulunan bir kurşun kalemin görüntüsünün bulunması için üç aşamalı bir soru sorulmuştur. Öğrenciler 15. sorunun birinci aşamasında %72 (36 kişi) oranında doğru cevap vermişlerdir. Öğrenciler çukur aynada görüntü oluşumu ile ilgili yeterli kavramsal bilgi düzeyindedirler. Birinci aşamada doğru cevap veren öğrenciler ikinci aşamada %54 (27 kişi) doğru şıkkı işaretlemişlerdir. Bu durumda öğrenciler çukur aynada görüntü oluşumu ile ilgili bilimsel bilgiyi uygulamada da yeterli seviyede oldukları anlaşılabilir. Öğrenciler 15.soru için hem bilimsel bilgiye hem de kavramsal bilgiyi uygulamaya geçirme yeterliliğine sahiptir denilebilir.

Öğrenciler genel olarak yansıma konusunda bilimsel bilgiye uyumlu olan uygulamalar belirtmişlerdir. Öğrenciler de bilimsel bilgiye uygun olabilecek zihinsel modeller ortaya çıkmıştır. 1., 2., 3., 4., 6., 7., 8., 9., 10., 11. ve 15. Soruların ikinci aşamalarında toplamda 11 soru uygulama ilgili sorulardır. 1., 2., 3., 4., 5., 6., 7., 8., 9., 10., 11., ve 15 soruların birinci aşamaları ile beşinci sorunun ikinci aşamasında toplamda 13 soru kavramsal bilgi ile ilgilidir. Yansıma konusunun kavramsal bilgi ile ilgili soruların 11 soruya, öğrencilerin %50 ve üzerinde doğru cevap verdiği sekiz soru vardır. Bilimsel bilgiyi uygulamada ise 13 sorudan yedi soruya öğrencilerin çoğu doğru cevap vermiştir. Yansıma ile ilgili olarak öğrenciler hem bilimsel bilgiye hem de bilimsel bilgiyi uygulamaya geçirmede yeterli düzeyde oldukları söylenebilir.

Tablo 2. Işığın Doğası ile İlgili Sorulardan Elde Edilen Bulgular

Sorular	Seçenek	1. Aşama (Kavram)		2. Aşama (Emin Olma)		Zihinsel Model	
		Frekans	Yüzde(%)	Frekans	Yüzde (%)	Frekans	Yüzde (%)
12	A*					Bilimsel	
	B	4	8,0	5	10,0	Sentez	8
	C	29	58,0	20	40,0	İlkel	-
	D	2	4,0	11	22,0		92
13	A*	15	30,0	14	28,0		
	B	27	54,0	5	10,0	Bilimsel	48
	C	9	18,0	19	38,0	Sentez	6
	D	12	24,0	18	36,0	İlkel	46
		2	4,0	8	16,0		

Tablo 2'den Işığın doğası ile ilgili olarak öğrencilerin %8'i ışığın fiziksel özellikleri konusunda bilimsel modele, % 92' sinin ilkel modele sahip oldukları ve bu konuda bilişsel düzeylerinin çok düşük olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca ışığın hızı ile ilgili olarak da %48 bilimsel modele, %6'sının sentez modele ve %46'sının ilkel modele sahip oldukları saptanmıştır.

Işığın doğasıyla ilgili olan 12. ve 13. Sorular sadece bilimsel bilgiyle ilgili aşamalardan oluşmuştur. Öğrencilerin yarısından fazlası 13. Soruya doğru cevap vermiştir. 12. Soruya ise yarısından azı cevap verdiği için ışığın doğasıyla ilgili öğretmen adaylarında bilimsel bilgi yeterliliği olmadığı sonucu çıkarılabilir. Ortam değiştiren bir ışık ışınının fiziksel özelliklerinin nasıl değiştiğinin sorgulandığı 12. Soru, kırılma ve ışığın doğası ile ilgili kavramsal bilgiyi sorgular niteliktedir. Öğrenciler bu soruda %8 (4 kişi) oranında doğru cevap verebilmişler ve ışığın kırılması sırasında ışığın doğası ile ilgili yeterli bilimsel bilgi düzeyinde değildirlir.

13. Soru, ışık dalgasının havadan gelip başka bir saydam ortamı geçerek tekrar havaya çıktığında hızındaki değişimleri sorgulamaktadır. 13. Soru ışığın doğası ile ilgili kavramsal bilgiyi sorgulamak üzere oluşturulmuştur. Öğrenciler %54 (27 kişi) oranında doğru cevap vermişlerdir. Öğrencilerin ışığın doğası ile ilgili yeterli bilimsel bilgiye sahip olduğu söylenebilir.

12. ve 13. Soruların birinci aşamaları aşağıdaki gibidir.

12.1. Işık ışınları saydam bir ortamdan diğerine geçerken aşağıdakilerden hangisi değişmez? Neden?

A) Dalgaboyu değişmez.

Çünkü;

B) Frekansı değişmez.

Çünkü;

C) Hızı değişmez.

Çünkü;

D) Şiddeti değişmez.

Çünkü;

13.1. Havada ilerleyen bir ışık dalgası 3×10^8 m/s hızla cam bloğa geçtiğinde hızı aniden 2×10^8 m/s civarına düşer. Işık cam ortamından tekrar hava ortamına geçtiğinde hızı,

A) yine 3×10^8 m/s olur.

Çünkü;

B) merminin tahta bloğu delip geçerken hızının azalmasına benzer olarak hızı azalır ve 2×10^8 m/s olur.

Çünkü;

C) birdenbire artar ancak 3×10^8 m/s 'den daha düşük olur.

Çünkü;

Tablo 3. Işığın Kırılması ile İlgili Sorulardan Elde Edilen Bulgular

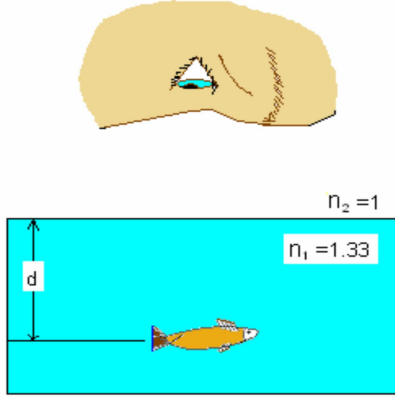
Sorular	Seçenek	1. Aşama (Kavram)		2. Aşama (Çizip gösterme)		3. Aşama (Emin Olma)		Zihinsel Model	
		Frekans	Yüzde(%)	Frekans	Yüzde(%)	Frekans	Yüzde (%)	Frekans	Yüzde (%)
14	A	6	12,0	18	36,0	7	14,0		
	B	39	78,0	23	46,0	19	38,0	Bilimsel	10
	C***	5	10,0	5	10,0	23	46,0	Sentez	-
	D			4	8,0	1	2,0	İlkel	90
16	A***	15	30,0	19	38,0	3	6,0		
	B	19	38,0	14	28,0	19	38,0	Bilimsel	30
	C	16	32,0	17	34,0	19	38,0	Sentez	8
	D					9	18,0	İlkel	62
	E								
17	A	14	28,0	9	18,0	4	8,0		
	B	14	28,0	25	50,0	17	34,0		
	C**	15	30,0	14	28,0	17	34,0	Bilimsel	6
	D*	3	6,0	2	4,0	12	24,0	Sentez	22
	E	4	8,0					İlkel	72
18	A	15	30,0	13	26,0	2	4,0		
	B***	27	54,0	27	54,0	17	34,0	Bilimsel	38
	C	8	16,0	7	14,0	19	38,0	Sentez	22
	D			3	6,0	12	24,0	İlkel	40
19	A	19	38,0	14	28,0	1	2,0		
	B*	21	42,0	17	34,0	16	32,0	Bilimsel	10
	C	9	18,0	14	28,0	23	46,0	Sentez	32
	D**	1	2,0	5	10,0	10	20,0	İlkel	58

Tablo 3'ten ışığın kırılması ile ilgili olarak öğrencilerin ortalama %18.8'inin bilimsel modele, %16.8'inin sentez modele, %64.4'ünün ilkel modele sahip oldukları saptanmıştır. Tablo 3'te ayrıca ışığın kırılmasıyla ilgili öğrenciler 14, 16, 17 ve 19. sorulardan bilimsel bilgi aşamasına da uygulama aşamasında doğru cevap vermemişlerdir. Sadece 18. soruda hem bilimsel bilgiyi doğru belirtmişler hem de uygulamaya aktarabilmişlerdir.

Öğrenciler 14. sorunun 1. aşamasına %10 (1 kişi) oranında doğru cevap vermiştir. Ayrıca cevapla örtüşecek çizimi belirtebilen öğrenci %10 (1 kişi) oranındadır. Akvaryumdaki bir balığa dik doğrultuda bakan gözlemcinin balığın görüntüsünün konumunun sorgulandığı 14. Soruya öğrencilerin verdikleri cevaplar öğrencilerin hem bilimsel bilgiyi hem de uygulamayı yapamadıklarını göstermektedir.

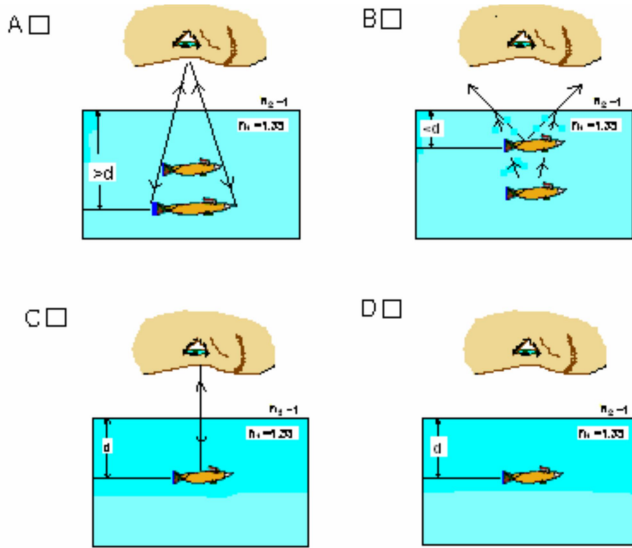
14.1. Bir gözlemci şekildeki gibi bir akvaryumun içinde bulunan balığa dik doğrultuda bakmaktadır. Buna göre aşağıdaki seçeneklerden hangisi doğrudur?

(Aşağıdaki seçenekler dışında görüşünüz varsa lütfen D seçeneğine yazınız.)



- A) Gözlemci, balığı balığın bulunduğu konumdan daha uzakta görür.
 B) Gözlemci, balığı balığın bulunduğu konumdan daha yakında görür.
 C) Gözlemci, balığı balığın bulunduğu gerçek konumunda görür.
 D)

14.2. Aşağıdaki ışık diyagramlarından hangisi 14.1. sorusuna verdiğiniz cevabınızı en iyi açıklar? (Aşağıdaki seçenekler dışında görüşünüz varsa lütfen D seçeneğine çiziniz.)



Öğrenciler 16. sorunun 1. aşamasına %30 (15 kişi) oranında doğru cevap vermişlerdir. İnce kenarlı mercede merceğe herhangi bir doğrultuda gelen ışık ışını ile ilgili 16. soruda öğrenciler yeterli kavramsal bilgiye sahip değildiler. 1. aşamada doğru cevap verenler 2. aşamada %38 (19 kişi) oranında doğru şıkkı işaretlemişlerdir. Bu durumda bilimsel bilgiyi uygulamada da yeterli seviyede değillerdir.

Öğrenciler kalın kenarlı merceğin yarı odak uzaklığı doğrultusunda kalın kenarlı merceğe gelen ışık ışınlarının mercede kırıldıktan sonra izlediği yol ile ilgili olan 17. sorunun 1. aşamasında %6 (3 kişi) oranında soruya doğru cevap vermişlerdir. Öğrencilerin kalın kenarlı mercede ışık

ışınlarının davranışı ile ilgili soruda yeterli kavramsal bilgiye sahip olmadıkları anlaşılmaktadır. 1. aşamada doğru cevap verenler 2. aşamada %28 (14 kişi) oranında doğru şıkkı işaretlemişlerdir. Öğrenciler bilimsel bilgiyi uygulamada da yeterli seviyede olmadıkları anlaşılmaktadır.

Öğrenciler bir ince kenarlı merceğin odağı ile merkezi arasına konulan kurşun kalemin görüntüsünün konumunun sorgulandığı 18. sorunun 1. aşamasına %54 (27 kişi) oranında doğru cevap vermişlerdir. Öğrenciler yeterli kavramsal bilgiye sahiptirler. 1. aşamada doğru cevap verenler 2. aşamada %54 (27 kişi) doğru şıkkı işaretlemişlerdir.

Öğrenciler bir kalın kenarlı merceğin odağı ile merkezi arasına konulan kurşun kalemin görüntüsünün konumu ile ilgili 19. sorunun 1. aşamasına %42 (21 kişi) oranında doğru cevap vermişlerdir. Öğrenciler kalın kenarlı mercekte görüntü oluşumu ile ilgili soruda yeterli kavramsal bilgiye sahip değildirler. 1. aşamada doğru cevap verenler 2. aşamada %10 (5 kişi) oranında doğru şıkkı işaretlemişlerdir. Öğrenciler bilimsel bilgiyi uygulamada da zayıf düzeydedirler.

Işığın kırılmasıyla ilgili Öğrenciler akademik bilgi yetersizliği ve uygulamaya aktarmama zayıflığı bulunmaktadır. Öğrenciler yeterli kavramsal bilgiye sahip değildirler. Yeterli kavramsal bilgi bulunmadığı için uygulamaya aktarma da bulunmamaktadır öğrenciler kırılma konusunda modellemede zayıf düzeydedir. Bunun sebebi müfredatta kırılma konusunun sonlarda bulunması ve öğrencilerin bu konuyu yeterince işleyemediklerinden kaynaklanmış olabilir.

4. TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu bölümde öğrencilerin üç aşamalı tanı testi ile zihinsel modellerini belirleme amacıyla yapılan araştırma sonucunda elde edilen bulgulara yönelik tartışma yapılmıştır. Elde edilen bulgulara göre öğretmen adaylarının ışığın yansımaları, kırılması ve doğası ile ilgili bilgi ve uygulamada yeterliliğe sahip olup olmadıkları değerlendirilmiştir. Öğrencilerin sayısal olarak %50 ve üstü doğru cevap vermeleri durumunda akademik bilgiye sahip olma, bilgiyi uygulayabilme ve dolayısıyla zihinsel modelleme yapabilme yeterliliğine sahip olduğu varsayılmıştır.

Tablo 4. Sonuç Bölümünden Elde Edilen Veriler

	Soru	Bilgi ve uygulama var	Bilgi var uygulama yok	Bilgi ve uygulama yok	Bilgi yok uygulama var
Işığın yansımaları	1	x			
	2				x
	3			x	
	4			x	
	5				
	6	x			
	7		x		
	8	x			
	9	x			
	10	x			
	11			x	
15	x				
Işığın kırılması	14			x	
	16			x	
	17			x	
	18	x			
	19			x	

Tablo 4'e göre öğrenciler ışığın yansıması konusunda genel olarak bilimsel bilgiye sahiptirler. Fakat bilimsel bilgiyi uygulamaya aktarmada zayıf düzeyde oldukları yukarıdaki tablodan anlaşılmaktadır. Öğrenciler 1, 6, 8, 9, 10 ve 15. sorularda yeterli akademik bilgi ve akademik bilgiyi uygulamaya geçirme becerisine sahiptirler. 5.sorunun tüm aşamaları sadece bilgi düzeyinde soru barındırdığı için uygulama ile ilgili bir yorum yapılmayıp tabloda da belirtilmemiştir. 7. soruda ise öğrencilerde akademik bilgi yeterliliği olduğu halde bilgiyi uygulamaya geçirmede aynı şekilde yeterliliğe sahip olmadıkları ve dolayısıyla zihinsel modelleme yapamadıkları görülüyor.2. soruda da akademik olmadığı halde uygulama da daha çok doğru yapılmış. Ayrıca 3, 4, ve 11. sorularda öğrencilerde hem teorik bilgi hem de bilgiyi uygulamaya aktarma bulunmamaktadır.

Işığın doğasıyla ilgili olan 12. ve 13. sorular sadece bilimsel bilgiyle ilgili aşamalardan oluştuğu için tabloda belirtilmemiştir. Öğrenciler bu soruların aşamalarına verdiği cevaplara göre ışığın doğasıyla ilgili öğrencilerde bilimsel bilgi yeterliliği olmadığı sonucu çıkarılabilir.

Işığın kırılmasıyla ilgili öğretmen adayları 14, 16, 17 ve 19. sorulardan bilimsel bilgi aşamasına da uygulama aşamasında doğru cevap vermemişlerdir. Sadece 18. soruda hem bilimsel bilgiyi doğru belirtmişler hem de uygulamaya aktarabilmişlerdir. Işığın kırılmasıyla ilgili öğrencilerin akademik bilgi yetersizliği ve uygulamaya aktaramama zayıflığı bulunmaktadır. Öğrenciler kırılma konusunda modellemede zayıf düzeydedir. Bunun sebebi müfredatta kırılma konusunun sonlarda bulunması ve öğrencilerin bu konuyu yeterince işleyemediklerinden kaynaklanmış olabilir.

Öğrencilerin zihinsel modelleme düzeylerini belirlemek için üç aşamalı tanı testin her sorunun her aşamasına puan verilmiştir. Puanlama sistemi ise doğru cevap veren öğrencilere 1 (bir) yanlış cevap veren öğrencilere 0 (sıfır) puan verilerek değerlendirme yapılmıştır. Testin üçüncü aşaması eminlik durumu olduğu için bu aşamanın puanlaması hesaba katılmamıştır. Çünkü öğrenciler hem doğru yaptıkları soruya hem de yanlış cevapladıkları soruya emin olduklarını belirtmişlerdir. Yapılan değerlendirmeler aşağıdaki tabloda verilmiştir. Işığın kırılması, yansıması ve doğası ile ilgili tablodaki puanlara göre ayrı ayrı düzeyler belirlenmiştir. Düzeyler aşağıdaki gibi %'lik değere göre belirlenmiştir.

- ✓ 100-85 "üst düzey" (36-30)
- ✓ 85-70 "iyi düzey" (29-25)
- ✓ 70-56 "orta düzey" (24-20)
- ✓ 55-35 "1.zayıf düzey"(19-12)
- ✓ 35-0 "2.zayıf düzey" (11-0)

Tablo 5. Mental Modellerde Düzeyler

Düzeyler	Yüzdelerik %	Öğrenci sayısı
Üst düzey	100-85 (36-30)	-
İyi düzey	85-70 (29-25)	-
Orta düzey	70-56 (24-20)	8
1. zayıf düzey	55-35 (19-12)	33
2. zayıf düzey	35-0 (11-0)	9

Tablo 5'ten de anlaşılacağı gibi öğrenciler modelleme yapamamışlardır. 42 öğrenci zayıf düzeyde iken orta düzeyde 8 öğrenci vardır. Üst ve iyi düzeyde hiçbir öğrenci yoktur. Öğrenciler mental modellemede zayıf düzeydedirler.

Tablo 1'den Işığın yansımaları konusunda öğrencilerin zihinsel modellerinin ortalama %38,5 bilimsel model, %21,5 sentez model ve %40 ilkel model düzeyinde oldukları, Tablo 2'den Işığın doğası ile ilgili olarak öğrencilerin %8'i ışığın fiziksel özellikleri konusunda bilimsel modele, % 92'sinin ilkel modele sahip oldukları ve bu konuda bilişsel düzeylerinin çok düşük olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca ışığın hızı ile ilgili olarak da %48 bilimsel modele, %6'sının sentez modele ve %46'sının ilkel modele sahip oldukları saptanmıştır. Tablo 3'ten ışığın kırılması ile ilgili olarak öğrencilerin ortalama %18,8'inin bilimsel modele, %16,8'inin sentez modele, %64,4'ünün ilkel modele sahip oldukları anlaşılmıştır.

Benzer bir çalışmadan elde edilen sonuçlar, öğretmen adaylarının çoğunun geometrik optik dersleri öncesinde ışık, gölge ve düzlem ayna görüntüleri ile ilgili kavramsal anlama düzeylerinin oldukça zayıf ve 12 yaygın kavram yanlışlığına sahip olduklarını göstermiştir (Taslidere & Eryılmaz, 2015). Kocakülah, & Demirci, (2010) ise yaptıkları çalışmada öğrencilerin gölgeli görüntü oluşturma ve aydınlanma konularında bir düzlem aynanın önüne konulan cismin görüntüsünü çizmede ve yerini belirlemede zorlandıklarını, görüntünün gerçek ya da sanal olduğunu belirleyemediklerini ortaya koymuşlardır. Yine bu çalışmanın sonuçları ile uyumlu olarak Demirci, & Ahçı, (2016) üniversite öğrencilerinin ışık ve optik konularında birçok kavram yanlışlığının olduğunu, kavramsal anlama düzeylerinin oldukça düşük olduğunu ve öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlıklarının onların kavramsal anlama düzeylerine çok fazla etki etmiş olduğunu belirtmektedirler.

Öğrencilerin geometrik optik konusunda zihinsel modelleri belirlenirken hayal etme becerilerine, kavramları şekillerle gösterme becerilerine ve her iki beceriyi birlikte düşünebilmelerine yönelik çalışmalar yapılabilir. Geometrik optik konusundaki konuların çoğu çizim, şekil ve görüntüden oluştuğu için öğrencilerin laboratuvar derslerinde bu konuları daha iyi pekiştirmeleri önerilebilir. Öğrencilerin ön bilgilerini ortaya çıkarmak için zihinsel modellerini belirleyecek çalışmalar yapılabilir.

KAYNAKLAR

- Atasoy, B., Kadayıfçı, H. ve Akkuş, H. (2007). Öğrencilerin Çizimlerinden ve Açıklamalarından Yaratıcı Düşüncelerinin Ortaya Konulması (Çizimler ve Açıklamalar Yoluyla Yaratıcı Düşünceler).
- Ayas, A., Köse, S. ve Taş, E. (2003). Bilgisayar Destekli Öğretimin Kavram Yanılgıları Üzerine Etkisi: Fotosentez. Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi. 2(14),106-112
- Aydın, S. (2007). Geometrik Optik Konusundaki Kavram Yanılgılarının Kavramsal Değişim Metinleri ile Giderilmesi, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi. *Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.*
- Charmaz, K. (2006). Constructing grounded theory: A practical guide through qualitative analysis. Thousand Oaks, CA: Sage Publication
- Çakır, M. (2011). Üstün Yetenekli Öğrencilerin İletkenlik ve Yalıtkanlık Kavramları Hakkındaki Zihinsel Modellerinin İncelenmesi, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Çelik, H. ve Karamustafaoğlu, O. (2016). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Fizik Kavramları Öğretiminde Bilişim Teknolojilerinin Kullanımına Yönelik Öz-Yeterlik ve Görüşleri. Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi, 10(1).
- Çepni, S. (2005). Kuramdan Uygulamaya Fen ve Teknoloji. Ankara: PegemA Yayıncılık.
- Çepni, S. (2007). Araştırma ve Proje Çalışmalarına Giriş (3.Baskı). Trabzon: Celepler Matbaacılık

- DEMİRÇİ, N., & AHÇI, M. (2016). University Students' Conceptual Understanding On The Subjects of Light And Optics. *Necatibey Faculty of Education Electronic Journal of Science & Mathematics Education*, 10(1).
- Dişikitli, A.F. (2011). İlköğretim 7. ve 8. Sınıf Öğrencilerinin Fen ve Teknoloji Dersine Yönelik Tutumları İle Fen ve Teknoloji Dersi Başarıları Arasındaki İlişki (Doctoral dissertation, Selçuk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü).
- Emrahoğlu, N. ve Bülbül, O. (2010). 9 Sınıf Fizik Dersi Optik Ünitesinin Bilgisayar Destekli Öğretiminde Kullanılan Animasyonların ve Simülasyonların Akademik Başarıya ve Akılda Kalıcılığa Etkisinin İncelenmesi. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 19(3).
- Güneş, B., Gülçiçek, Ç. ve Bağcı, N. (2004). Eğitim fakültelerindeki fen ve matematik öğretim elemanlarının model ve modelleme hakkındaki görüşlerinin incelenmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 1(1), 35-48.
- Gürses, A., Açıkyıldız, M., Bayrak, R., Yalçın, M. ve Doğar, Ç. (2004). Fen Eğitimi: Kültürel Bir Bakış. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 31.
- Hasiloglu, M. A., & Eminoglu, S. (2017). Identifying Cell-Related Misconceptions among Fifth Graders and Removing Misconceptions Using a Microscope. *Universal Journal of Educational Research*, 5(n12B), 42-50.
- Haşiloğlu, M. A., Yağcıoğlu, H. B. (2017). Ortaokul Öğrencilerinin İnsanlarda Üreme, Büyüme Ve Gelişme Konusu Dersinde Hissettiği Duyguların, Yaşadığı Sorunların Ve Düşüncelerin Belirlenmesi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 25 (5), 2057-2070. Retrieved from <http://dergipark.gov.tr/kefdergi/issue/31226/342944>
- Karlı, F., & Alipaşa, A. Y. A. S. Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Kavramsal Değişimlerine Zenginleştirilmiş Laboratuvar Rehber Materyalinin Etkisi: Buharlaştırma ve Kaynama. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(1), 529-561.
- Kocakulah, A., & Demirci, N. (2010). Secondary school students' conceptual understanding of image and image formation by a plane mirror. *Necatibey Faculty of Education Electronic Journal of Science and Mathematics Education*, 4(1), 141-162.
- Küçüközer, H., Kocakulah, S. (2006). Kavramsal Değişim İçin Öğretim: Basit Elektrik Devreleri, VII. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Özetler Kitabı, 07-09 Eylül, Ankara.
- M.E.B. Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı. (2017). Ortaöğretim 9. Sınıf Fizik Dersi Öğretim Programı.
- Meriç, G. ve Tezcan, R. (2016). Fen Bilgisi Öğretmeni Yetiştirme Programlarının Örnek Ülkeler Kapsamında Değerlendirilmesi (Türkiye, Japonya, Amerika ve İngiltere Örnekleri). *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7(1), 62-82.
- Orhan, A., T. (2007). Fen Eğitiminde Alternatif Ölçme ve Değerlendirme Yöntemlerinin İlköğretim Öğretmen Adayı, Öğretmen ve Öğrenci Boyutu Dikkate Alınarak İncelenmesi (Doğtora Tezi), Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yıldırım, S., Haşiloğlu, M. A. (2018). Analysis of Scientific Research Related Anxiety Levels of Undergraduate Students'. *Universal Journal of Educational Research*, 6, 313 - 316. doi: 10.13189/ujer.2018.060214.
- Sözcü, U., Kıldan, A. O., Aydınöz, D. ve İbret, B. Ü. (2016). Bilimsellik Değerine İlişkin Zihinsel Modellerin Değişiminin Çeşitli Değişkenler Açısından İncelenmesi. *Cumhuriyet International Journal of Education*, 5(2).
- Şimşek, Ö. ve Yeşiloğlu, Ö. (2016). Akran Öğretimi Yönteminin Elektrik Kavramlarının Öğrenimi ve Bilimsel Süreç Becerilerinin Kazanımı Üzerine Etkisi. *Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9(2), 72-94.
- Taslidere, E., & Eryılmaz, A. (2015). Assessment of Pre-Service Teachers' Misconceptions in Geometrical Optics via a Three-Tier Misconception/Öğretmen Adaylarının Geometrik Optik Konusundaki Kavram Yanılgılarının Üç-Asamalı Kavram Yanılgısı Testi ile Değerlendirilmesi. *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 4(1), 269.
- Tatar, N. (2006). İlköğretim Fen Eğitiminde Araştırmaya Dayalı Öğrenme Yaklaşımının Bilimsel Süreç Becerilerine, Akademik Başarıya ve Tutuma Etkisi. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Ulutaş, B. (2010). Kimya Eğitimi Öğrencilerinin Kimyasal Bağlar konusundaki Zihinsel Modelleri ve Bilişsel Haritaları, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Uzal, G., Erdem, A. ve Ersoy, Y. (2016). Bir Grup Matematik ve Fen Bilimleri Öğretmeninin Sınıf İçinde Gerçekleştirdikleri Öğretim Etkinliklerinin İncelenmesi. *Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, (40), 64-85.

- Vosniadou, S., & Brewer, W. F. (1992). Mental models of the earth: a study of conceptual change in childhood. *Cognitive Psychology*, 24, 535–585.
- Vosniadou, S., & Brewer, W. F. (1994). Mental models of the day/night cycle. *Cognitive Science*, 18, 123–183.
- Yakışan, M., Selvi, M. ve Yürük, N. (2007). Biyoloji öğretmen adaylarının tohumlu bitkiler hakkındaki alternatif kavramları. *Journal of Turkish Science Education*, 4(1), 60-78.