

FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ GÖRÜNTÜ OLUŞUMU HAKKINDAKİ KAVRAMSAL ANLAMALARI

Yrd. Doç. Dr. Aysel Kocakulah
Balıkesir Üniversitesi
Necatibey Eğitim Fakültesi
İlköğretim Bölümü, Fen Bilgisi Eğitimi ABD
ayselko@balikesir.edu.tr

Arş. Gör. Metin Şardağ
Van 100. Yıl Üniversitesi
Eğitim Fakültesi
İlköğretim Bölümü, Fen Bilgisi Eğitimi ABD
metin-sardag@hotmail.com

Özet

Fen konuları günlük yaşamla iç içe olduğundan öğrencilerin sınıf ortamına pek çok deneyim ve ön bilgi ile gelmeleri kaçınılmaz bir sonuçtur. Bu sonuç fen eğitimcilerini öğrencilerin sahip oldukları alternatif fikirleri ve bu fikirlerin kaynağını ortaya çıkarmaya itmiştir. Yapılan çalışmalar, öğrencilerde var olan ve alan yazında daha çok kavram yanlışları şeklinde ifade edilen bu fikirlerin; kullanılan dil, günlük deneyimler ve konuların öğretimi sırasında öğretmen kaynaklı olduğunu göstermektedir. Bundan dolayı öğretmen adaylarının kavram yanlışlarını ortaya koyacak çalışmalar ayrı bir önem kazanmaktadır. Bu çalışmada, 2011-2012 eğitim-öğretim yılında Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi öğretmenliği üçüncü ve dördüncü sınıfta öğrenim gören toplam 111 öğrencinin geometrik optik konuları içerisinde yer alan 'görüntü oluşumu' ile ilgili fikirleri detaylı bir biçimde incelenmiştir. Araştırmada veri toplama aracı olarak altı tane açık uçlu sorunun bulunduğu kavramsal anlama testi kullanılmıştır. Araştırmanın sonucunda öğrencilerin farklı geometrik araçların kullanıldığı düzeneklerde görüntünün oluşumu ile ilgili çeşitli kavram yanlışlarına sahip olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Görüntü oluşumu, Kavram, Kavram yanlışlığı, Öğretmen adayları.

PROSPECTIVE PRIMARY SCIENCE TEACHERS' CONCEPTUAL UNDERSTANDING OF IMAGE FORMATION

Abstract

The fact that science topics is intertwined with everyday life cause students to come up with a lot of experience and prior knowledge to the classroom as an inevitable result. This result forced science educators to uncover the alternative ideas of the students and the source of those ideas. Studies have shown that such student ideas, which are called mostly as misconceptions in the literature, originate from teachers; due to the use of language, daily experiences and teaching of the topics. Therefore, studies which will put forward misconceptions of teacher candidates have gained a distinct importance. In this study, students' ideas about image formation, which is one of the topics of geometrical optics, was examined in a detailed manner. A total of 111 students, who registered to the third and fourth year of primary science education department for the academic years 2011-2012 at Balıkesir University, Necatibey Education Faculty, took part in the study. A conceptual understanding test, which includes six open-ended questions, was used as data collection instrument. Analysis results show that students have various misconception about the image formation of images that are established in different geometrical instruments.

Key Words: Image formation, Concept, Misconception, Teacher candidates.

GİRİŞ

Kavramlar soyut düşünce birimleri olup, zihinde yapılandırılmaktadır. Yapılan çalışmalar sonucunda öğrencilerin öğrenme ortamına gelmeden önce sahip olduğu yanlış ön bilgiler ve çevrelerinde meydana gelen olayları yanlış yorumlamalarına bağlı olarak zihinlerinde bazı kavram yanlışları oluşturdukları bilinmektedir. Öğrencilerde var olan kavram yanlışlarının anlatılan konunun anlaşılmasını olumsuz yönde etkilediği gibi, konunun öğretilmesinden sonra da birçok durumda devam ettiğini göstermektedir (Hewson ve Hewson, 1984). Bu nedenle kavram yanlışları öğrenmeyi etkileyen en önemli faktörlerden birisini oluşturmaktadır (Atav ve ark., 2004).

Kavram yanlışları üzerine yapılan araştırmalar sadece öğrencilerin değil aynı zamanda öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının da fen kavramlarına ilişkin yanlışları olduğunu göstermektedir (Enochs ve Gabel, 1984; Demirci ve Küçüközer, 2005; Yalcin, Altun, Turgut ve Aggöl 2009). Bazı araştırma bulguları, öğrencilerde öğretim öncesi olmayan bir kavram yanlışının öğretim sonrasında ortaya çıkabildiğini bunun da öğretim sürecinde oluştuğunu göstermiştir (Wandersee, Mintzes ve Novak, 1994). Ayrıca araştırmalar, öğretmenlerin öğrencileri ile ortak kavram yanlışlarına sahip olabildiklerini bunun sonucunda da öğretim sırasında bunun öğrencilere bilimsel bir doğru gibi aktarıldığını ortaya çıkarmaktadır (Enochs ve Gabel, 1984; Kruger, 1990; Çalık, ve Ayas, 2005). Dolayısıyla kavram yanlışlarına sebep olan faktörlerden birinin öğretmen veya öğretim süreci olması, öğretmen adayları ya da öğretmenlerle yapılan araştırmaların öğretmen yetiştirme sürecinde de oldukça önem kazandığını ortaya koymaktadır.

Alan yazın incelendiğinde mekanik ve elektrik konularında öğrencilerin kavram yanlışlarını araştıran pek çok çalışma olmasına rağmen, geometrik optik konusunda öğrencilerin kavram yanlışını araştıran çalışmaların azlığı dikkati çekmektedir (Pfundt ve Duit, 2005). Geometrik optik konusundaki kavram yanlışları çalışmalarının da, özellikle öğrencilerin ışığın doğası ve görüntünün anlaşılmasında zorluklara sahip olduklarını göstermektedir (Kutluay, 2005). Işık konusu somut ve soyut düşünmenin yanında, öğrencilerin konuları yeterince kavrayabilmeleri için hem çizim hem de yorum yeteneğinin geliştirilmesi gerekmektedir (Alptekin ve Yılmaz, 2007). Bu nedenle geometrik optik konusu üzerine yapılan çalışmaların her iki beceriyi ölçebilen çalışmalar olacak şekilde tasarlanması önemlidir. Bu bağlamda çalışmanın amacı; Fen Bilgisi öğretmen adaylarının geometrik optik konuları içerisinde yer alan 'görüntü oluşumu' kavramsal anlamalarını betimleyerek varsa kavram yanlışlarını ortaya koymaktır.

YÖNTEM

Araştırmanın Türü

Araştırma, tarama modeli türlerinden biri olan örnek olay tarama modelidir. Bu çalışmada 2011-2012 eğitim öğretim yılında fen bilgisi öğretmenliği üçüncü ve dördüncü sınıf öğrencilerin görüntü oluşumu hakkındaki fikirleri detaylı bir biçimde incelenmiştir. Fikirlerin detaylı bir biçimde ortaya konmasında kavramsal anlama testi kullanılmıştır.

Çalışma Grubu

Bu çalışma Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi'nde 2011-2012 eğitim öğretim yılında İlköğretim Bölümü Fen Bilgisi Öğretmenliği ABD üçüncü sınıfındaki 64 ve dördüncü sınıfındaki 47 öğrenciden oluşmaktadır. Tablo 1'de araştırmaya katılan 111 öğrencinin sınıflara ve cinsiyetlerine göre dağılımları verilmiştir.

Tablo 1: Öğrencilerin Sınıflara Ve Cinsiyete Göre Dağılımları

Öğrenci Grupları	Erkek	Kız	Toplam
3. Sınıf	17	47	64
4. Sınıf	17	30	47

Veri Toplama Aracı ve Verilerin Analizi

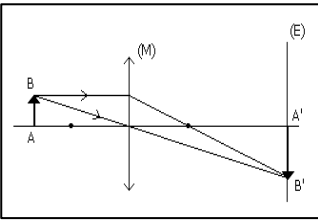
Araştırmada, veri toplama aracı olarak amaca uygun olacak şekilde içerisinde açık uçlu soruların bulunduğu kavramsal anlama testi geliştirilmiştir. Geliştirilen bu testte toplamda sekiz soru bulunmaktadır ve bu çalışma için altı tanesi değerlendirilmiştir. Testte yer alan soruların dört tanesi araştırmacılar tarafından geliştirilmiş olup diğer dördü Kocakulah' ın (2006) çalışmasından alınmıştır. Test asıl uygulama öncesinde fizik öğretmenliği bölümünde öğrenim göre 25 üçüncü sınıf öğrencisine uygulanarak gerekli düzenlemeler yapılmıştır.

Açık uçlu soruların analiz edilmesinde; öncelikle tam yanıtı belirleme (nomothetic) ve verilen açıklamaları uygun tema isimleri vererek belli kategoriler altında toplama (ideographic) yaklaşımları kullanılmaktadır (Kocakulah, 1999). Bu çalışmada da kullanılan kavramsal anlama testi açık uçlu sorulardan oluştuğundan aynı yaklaşım kullanılmıştır. Verilerin analizi sırasında öğrencilerin her bir soru için verdiği yanıtlar incelenerek bilimsel olarak kabul edilebilir, bilimsel olarak kabul edilemez ve yanıtız olarak üç ana kategoriye ayrılmıştır. Bilimsel olarak kabul edilebilir kategorisinde öğrenci eksiksiz ve doğru cevap vermişse tam yanıt, vermiş olduğu cevap doğru fakat eksikleri var ise de kısmi yanıt başlığı altında ele alınmıştır. Öğrencilerin vermiş olduğu yanıtlar hatalı ise bilimsel olarak kabul edilemez başlığı altında, yanıt verilmemiş veya verdiği yanıtlar okunamaz durumda olanlar ise yanıtız kategorisi altında toplanmıştır.

BULGULAR

Bu bölümde öğretmen adaylarının görüntü oluşumuna ilişkin kavramsal anlama testi sonuçları verilmiştir. Şekil 1'de verilen testin 1. sorusunda, öğrencilerin merceğe ya da başka bir optik sistemin nasıl bir görev üstlendiği konusunda ne düşündüklerini ve görüntü oluşumu ile ilgili hangi şartların gerektiği konusunda fikirlerinin ne olduğunu araştırmak amaçlanmıştır.

Soru 1:



Soldaki şekilde, AB ışıklı bir cisim ve (M) ince kenarlı bir mercektir. AB cisminin (E) ekranındaki görüntüsü A'B' olarak verilmiştir. (M) merceği kaldırılırsa ekran üzerinde ne gözlenir? Lütfen yanıtınızı bir şekil üzerinde çizerek açıklayınız.

.....

.....

Şekil 1. Kavramsal Anlama Testindeki Birinci Soru

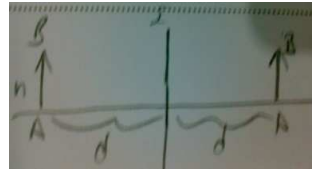
Tablo 2'de öğrencilerin birinci soruya verdikleri yanıtlar ve bu yanıtların yüzdeleri verilmiştir.

Tablo 2: Öğrencilerin Birinci Soruya Verdikleri Yanıtlar

YANIT TÜRLERİ	N	%
A. Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Yanıtlar		
1. Tam Yanıt	19	17.12
2. Kısmi Yanıt	8	7.21
Toplam	27	24.33
B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar		
1. Herhangi bir optik araç olmadan görüntü oluşacağı düşünülüyor	70	63.06
2. Ekran düzlem ayna gibi düşünülüyor	9	8.11
3. Ekranında cismin gölgesinin oluşacağı düşünülüyor.	3	2.7
Toplam	82	73.87
C. Yanıtız	2	1.8
Toplam	111	100

Bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtlar incelendiği zaman araştırmaya katılan öğrencilerin % 17.12'si 'mercek kaldırılınca ışıklı cisim ekran üzerinde parlak bir bölge oluşturur ve ışınları bir noktada toplayacak herhangi bir mercek olmadığından görüntü oluşmaz' şeklinde cevap vermişlerdir. Öğrencilerin %7.21'i ise AB ışıklı cismin ekranı aydınlatacağını ifade ederek kısmi yanıt vermişlerdir.

Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlara bakıldığında üç ana kategorinin ortaya çıktığı görülmektedir. Bunlardan birincisi öğrencilerin %63.06'sının herhangi bir optik araç olmadan görüntü oluşabileceğini düşündükleri durumdur. Bu kategorideki öğrencilerin %49.55'i 'mercek kaldırılrsa da cismin görüntüsünün oluşacağını ve oluşan görüntünün cismin boyuna eşit ve düz olarak meydana geleceğini' belirtmişlerdir. Bu türden yanıt veren öğrencilerden Öğrenci 11'in soruya ilişkin yaptığı çizim Şekil 2'de görülmektedir.



Şekil 2: Öğrenci 11'in Birinci Soruya Verdiği Yanıt Şekil 3: Öğrenci 26'nın Birinci Soruya Verdiği Yanıt

Bu soruda ortaya çıkan bir başka bilimsel olarak kabul edilemez yanıt kategorisinde ise öğrencilerin %8.11'i ekranı düzlem ayna gibi düşünmektedirler. Bu kategorideki öğrencilerin %5.41'i 'mercek kaldırılrsa ışıklar kırılmayıp cismin görüntüsü cismin boyuyla aynı ve düz/ters şekilde görünür' açıklamasını yapmaktadırlar. Bu şekilde düşünerek cevap evren öğrencilerden Öğrenci 26'nın çizimi Şekil 3'de görülmektedir.

Öğrencilerin % 2.7'si ise ekran üzerinde sanal görüntü oluşacağını ve görüntünün düz ve cisimle aynı boyutta olacağını düşünmektedirler. Bu ifade biçimi de ekranın düzlem ayna olarak düşünüldüğünü göstermektedir. Ayrıca öğrencilerin %2.7'si 'ışıklı cisimden çıkan ışık ışınlarının ekrana çarparak düzgün yansıma gerçekleştireceğini ve cismin ekrana uzaklığına göre ekran üzerinde nokta halinde gölge oluşturacağını' belirtmişlerdir.

Kavramsal anlama testindeki ikinci soru a ve b kısımlarından oluşmaktadır. Genelde görüntü çizimine ilişkin sorularda bilinen özel ışınlar kullanılarak sonuca gitmek tercih edilen bir yoldur. Ancak burada verilen her iki durumda da merceğin önüne engel konulduğu zaman bu özel ışınlardan sadece bir tanesi mercekten geçerek kırılabilir. Böyle bir durumla karşılaşan öğrencilerin nasıl bir tavır sergilediklerini görmek ve öğrendiklerinin ne kadarını farklı durumlara uyarlayabileceklerinin belirlenmesi amacıyla bu soru kullanılmıştır. Sorunun "a" seçeneği Şekil 4' te yer almaktadır.

Soru 2: (a)

Şekil 1

Şekil 2

Şekil 1'deki sistem, AB cisminin görüntüsü A'B' olacak şekilde kuruluyor. Daha sonra şekil 2'de görülen karton daire merceğin merkezine yerleştiriliyor. Bu karton, mercek ve AB cisminin küçük olup, Şekil 3'te görüldüğü gibi ışınların merceğin merkezinden geçmesini engellemektedir.

Şekil 3

Şekil 4

Düzenek üzerinde başka bir değişiklik yapmadan (cisim ya da merceğin yerini değiştirmeden) Şekil 3'teki gözlemci ekran üzerinde ne görebilir? Yanıtınızı önceki durumla karşılaştırarak ve Şekil 3 üzerinde çizerek açıklayınız.

Şekil 4: Kavramsal Anlama Testindeki İkinci Sorunun "a" Seçeneği

Tablo 3'te öğrencilerin üçüncü sorunun "a" seçeneğine verdikleri yanıtlar ve bu yanıtlara dair kategoriler görülmektedir.

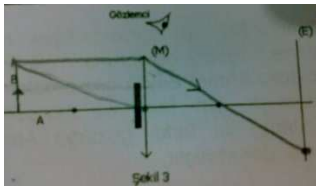
Tablo 3: Öğrencilerin İkinci Sorunun 'a' Seçeneğine Verdikleri Yanıtlar

YANIT TÜRLERİ	N	%
A. Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Yanıtlar		
Tam Yanıt	0	0
Kısmi Yanıt	1	0.90
Toplam	1	0.9
B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar		
1. Ekran üzerinde herhangi bir görüntü oluşmayacağı düşünülüyor.	28	25.23
2. Tek bir ışın çizerek görüntünün oluşabileceğini düşünülüyor.	21	18.92
3. Işık kaynağından sadece özel ışınların çıktığı düşünülüyor.	31	27.93
4. Ekran üzerinde gölge oluşacağı düşünülüyor.	15	13.51
5. Görüntünün nokta şeklinde olacağı düşünülüyor.	9	8.11
6. Herhangi bir değişiklik olmayacağını düşünenler.	1	0.9
Toplam	106	95.50
C. Yanıtsız	2	1.8
D. Kodlanamaz	3	2.7
Toplam	111	100

İkinci sorunun "a" seçeneğine verilen yanıtlar analiz edildiğinde tam yanıt veren öğrenci bulunmazken, sadece 1 (% 0.9) öğrencinin kısmi yanıt olarak 'görüntü oluşur fakat net bir şekilde gözlenmez çünkü gelen ışık sayısında azalma olmuştur' şeklinde açıklama yaptığı ama şekil çizerek bunu gösteremediği görülmüştür.

Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlara bakıldığında ise altı ana kategorinin ortaya çıktığı görülmektedir. Bunlardan birincisi öğrencilerin ekran üzerinde herhangi bir görüntü oluşmayacağını düşündükleri durumdur. Bu kategorideki öğrencilerin %25.23'ü cismin üst kısımdan çizilen ışınların geçip alt kısmından çizilen ışınların geçemeyeceğini ve ekran üzerinde herhangi bir kesişme olmayacağı için gözlemcinin oluşan bir şekil göremeyeceğini düşünmektedirler.

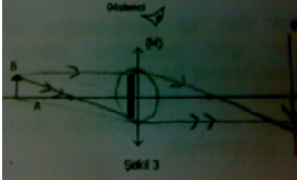
Bilimsel olarak kabul edilemez bir diğer yanıt türü ise öğrencilerin tek bir ışın çizerek görüntünün oluşabileceğinin düşünüldüğü durumdur. Bu kategoride öğrencilerin %18.92'si, 'AB cisminin sadece B (ok kısmının) görüntüsü oluşur. Çünkü karton ışınların geçmesini engeller' şeklinde açıklama yapmaktadırlar. Ayrıca öğrenciler yaptıkları çizimlerde Şekil 5' te örnek olarak verilen 81 numaralı öğrencinin yaptığı gibi sadece asal eksene paralel ışının geçtiğini, optik merkeze ya da birincil odak noktasına gönderilen ışınların merceğe ulaşmadığını göstermişlerdir. Ancak tek bir ışın kullanarak görüntü oluşabileceğini ifade etmeleri oldukça düşündürücüdür.



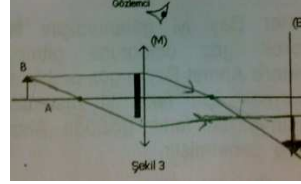
Şekil 5: Öğrenci 81'in İkinci Sorunun "a" Seçeneğine Verdiği Yanıt

Bilimsel olarak kabul edilemez üçüncü bir yanıt türü de öğrencilerin %27.93'ünün ışık kaynağından sadece özel ışınların çıktığını düşünerek çizim yapmaya çalıştıkları durumdur. Bu kategoride öğrencilerin %16.22'si merceğe

gelen ışık ışınlarını doğrusal çizilmeyip (zorlama ile) ekran üzerinde cisim ile aynı boyda ters bir görüntü oluşturmuştur. Öğrencilerin %11.17'si ise merceğe gelen ışık ışınlarını doğrusal çizilmeyip (zorlama ile) ekran üzerinde cisimden daha küçük ve asal eksen ile temas etmeyen ters görüntü çizmişlerdir. Şekil 6 ve Şekil 7' de öğrencilerin bu kategorilere ilişkin yanıtları örnek olarak verilmiştir. Öğrenci 38 ve 44' ün çizimleri incelendiğinde, öğrencilerin en az iki ışınla görüntü çizimi yapılabileceğini bildiklerinden ikinci ışını zorlama yoluyla mercekten geçirdikleri görülmektedir.



Şekil 6: Öğrenci 38'in ikinci Sorunun "a" Seçeneğine Verdiği Yanıt



Şekil 7: Öğrenci 44'ün ikinci Sorunun "a" Seçeneğine Verdiği Yanıt

Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtların dördüncüsü ekran üzerinde gölge oluşacağını düşünüldüğü durumdur ve öğrencilerin %13.51'i kartonun gölgesinin ekrana düşeceğini düşünmektedirler. Bir diğer bilimsel olarak kabul edilemez yanıt türü ise öğrenciler görüntünün nokta şeklinde olacağını düşündükleri durumdur. Bu kategoride öğrencilerin %8.11'i görüntünün nokta şeklinde oluşacağını ve sadece ışıklı kısmın görüneceğini düşünmektedirler. Bilimsel olarak kabul edilemez son yanıt türü ise cismin görüntüsünde herhangi bir değişikliğin olmayacağını düşünüldüğü durumdur. Burada öğrencilerin %0.9'u ekran üzerinde herhangi bir değişiklik olmayacağını ve cisim ile aynı boyutta ters bir görüntünün oluşacağını düşünmektedirler. Bu soruda öğrencilerin %1.8'i yanıt vermemiştir ve %2.7 sinin verdiği yanıtlar ise kodlanamaz durumdadır.

Şekil 8'de kavramsal anlama testindeki ikinci sorunun "b" seçeneği bulunmaktadır.

Soru 2: (b)

Şekil 1

Şekil 2

Düzenek üzerinde başka bir değişiklik yapmadan (cisim ya da merceğin yerini değiştirmeden) Şekil 3'teki gözlemci ekran üzerinde ne görebilir? Yanıtınızı önceki durumla karşılaştırarak ve Şekil 3 üzerinde çizerek açıklayınız.

Şekil 1' deki sistem, AB cisminin ekran üzerindeki görüntüsü A'B' olacak şekilde kuruluyor. Daha sonra Şekil 2' de görülen karton halka merceğin merkezine yerleştiriliyor. Şekil 3'te görüldüğü gibi AB cisim, halkanın deliğinin yarıçapından daha büyüktür.

Şekil 3

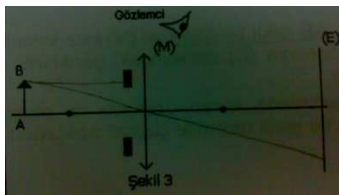
Şekil 8: Kavramsal Anlama Testindeki İkinci Sorunun "b" Seçeneği

Tablo 4'de öğrencilerin ikinci sorunun "b" seçeneğine verdikleri yanıtlar ve bu yanıtlara dair kategoriler görülmektedir.

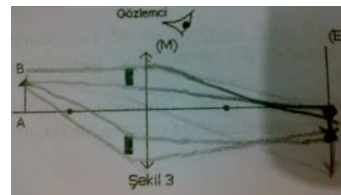
Tablo 4: Öğrencilerin İkinci Sorunun 'b' Seçeneğine Verdikleri Yanıtlar

YANIT TÜRLERİ	N	%
A. Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Yanıtlar		
Tam Yanıt	0	0
Kısmi Yanıt	1	0.9
Toplam	1	0.9
B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar		
1. Işık kaynağından sadece özel ışınların çıktığı düşünülüyor.	44	39.64
2. Görüntünün nokta şeklinde olacağı düşünülüyor.	18	16.22
3. Tek bir ışın çizerek görüntünün oluşabileceğini düşünenler.	21	18.91
4. Ekran üzerinde gölge oluşacağı düşünülüyor.	13	11.71
5. Herhangi bir değişiklik olmayacağını düşünenler	5	4.5
Toplam	101	90.99
C. Yanıtsız		
D. Kodlanamaz	2	1.8
Toplam	111	100

İkinci sorunun "b" seçeneğine verilen yanıtlar analiz edildiğinde tam yanıt veren öğrenci bulunmazken kısmi yanıt olarak öğrencilerin % 0.9'u yani bir kişi; 'görüntü oluşur fakat net bir şekilde gözlenmez çünkü gelen ışık sayısında azalma olmuştur' şeklinde açıklama yapmış ama şekil çizmemiştir. Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlara bakıldığında 'a' seçeneğindeki yanıtlara benzer bir şekilde beş ana kategorinin ortaya çıktığı görülmektedir. Bunlardan birincisini öğrencilerin %39.64'ü oluşturmaktadır ve ışık kaynağından sadece özel ışınların çıktığını düşünmektedirler. Bu kategoride öğrencilerin %14.41'i ışınların sadece merceğin merkezinden geçeceğini ve diğer ışınların kartondan geçemediklerinden dolayı gözlemcinin ekran üzerinde herhangi bir görüntü göremeyeceği, %5.41'i merceğe gelen ışık ışınlarını doğrusal çizilmeyip (zorlama ile) ekran üzerinde cisim ile aynı boyda ters görüntü oluşacağını düşünmektedirler. Şekil 9' da ve Şekil 10' da öğrencilerin bu kategorilere ilişkin yanıtları örnek olarak verilmiştir.

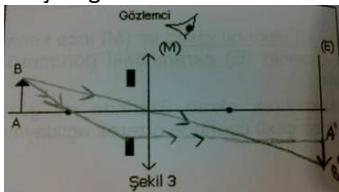


Şekil 9: Öğrenci 17'nin İkinci Sorunun "b" Seçeneğine Verdiği Yanıt

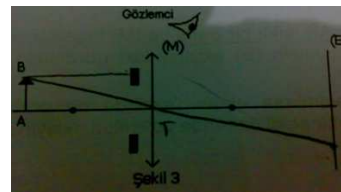


Şekil 10: Öğrenci 36'nın İkinci Sorunun "b" Seçeneğine Verdiği Yanıt

Öğrencilerin %15.32'si merceğe gelen ışık ışınları doğrusal çizilmeyip (zorlama ile) ekran üzerinde cisimden daha küçük asal eksen ile temas etmeyen ters görüntü oluşacağını düşünmektedirler. Şekil 11' de 56 numaralı öğrencinin yaptığı çizim örnek olarak verilmiştir. Öğrenci 56 iki ışını zorlama ile geçirerek cisimden küçük bir görüntünün oluşacağını ifade etmektedir.



Şekil 11: Öğrenci 56'nın İkinci Sorunun "b" Seçeneğine Verdiği Yanıt



Şekil 12: Öğrenci 48'in İkinci Sorunun "b" Seçeneğine Verdiği Yanıt

Bilimsel olarak kabul edilemez ikinci bir yanıt da görüntünün nokta şeklinde olacağına düşünülüyor. Bu kategoride öğrencilerin %16.22'si, ekran üzerinde soluk bir nokta görüleceğini bunun nedeni olarak da karton halkanın ışığın geçmesine engel olacağını düşünerek açıklamaktadırlar. Şekil 12' de 48 numaralı öğrencinin yaptığı çizim örnek olarak verilmiştir.

Bilimsel olarak kabul edilemez üçüncü bir yanıt da %18.91 ile tek bir ışın çizerek görüntünün oluşabileceğinin düşünülüyor. Bu kategoride öğrencilerin %14.41'i AB cisminin sadece B (ok kısmının) görüntüsünün oluşmayacağını bunun nedeni olarak da kartonun ışınların geçmesini engelleyeceğini ve oluşan görüntünün sadece kartonun engellemediği kısmı olarak açıklamaktadır. Dördüncü bilimsel olarak kabul edilemez yanıt, ekran üzerinde gölge oluşacağını düşünülüyor. Burada öğrencilerin %11.71'i kartonun gölgesinin ekrana düşeceğini düşünmektedirler. Bu kategorideki son yanıt türü ise, cismin görüntüsünde herhangi bir değişikliğin olmayacağını düşünülüyor (%4.5). Bu soruda öğrencilerin %6.31'i yanıt vermemiştir ve %1.8'inin verdiği yanıtlar ise kodlanamaz durumdadır.

Şekil 13'de öğrencilerin geometrik optikteki gerçek ve sanal görüntü hakkındaki görüşlerinin belirlenmesi amacıyla kavramsal anlama testine konulmuş üçüncü soru bulunmaktadır.

Soru 3. Geometrik optikte sanal ve gerçek görüntü deyince ne anlıyorsunuz? Yanıtınızı aşağıdaki boşluğa açıklayınız.

.....
.....

Şekil 13: Kavramsal Anlama Testindeki Üçüncü Soru

Bu soru iki aşamada analiz edilmiştir. Öncelikle gerçek görüntü ile ilgili yanıtlar incelenmiş ardından da sanal görüntüye ilişkin yanıtlar incelenmiştir. Tablo 5' te öğrencilerin üçüncü soruda gerçek görüntü için verdikleri yanıtlara dair kategoriler görülmektedir.

Tablo 5'te görüldüğü gibi öğrencilerin gerçek görüntü ile ilgili verdikleri yanıtlara bakıldığında bilimsel olarak kabul edilemez yanıtların oranının bilimsel olarak kabul edilebilir olanlara göre oldukça fazla olduğu görülmektedir. Bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtları incelediğimiz zaman öğrencilerin %17.12'si gelen ışınların kesişmesiyle oluşan görüntüye gerçek görüntü denir şeklinde açıklama yaparak tam yanıt vermişlerdir. Öğrencilerin %9.91'inin verdiği cevaplar ise kısmi yanıt niteliğindedir. Bu yanıt türü üç alt kategoriden oluşmaktadır. Birincisi %7.21 ile ekran üzerinde oluşan görüntüye gerçek görüntü denir. İkincisi %1.8 ile gerçek görüntü çukur aynaya baktığımızda oluşan ters görüntüdür ve üçüncü olarak ise %0.9'luk oran ile ince kenarlı mercekte cisim odağın dışında ise gerçek görüntü oluşur şeklinde yanıt vermişlerdir.

Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlara bakıldığında iki ana kategorinin ortaya çıktığı görülmektedir. Bunlardan birincisi öğrencilerin %54.96'unun oluşturduğu ayna/mercekte oluşan görüntünün konumuna göre verilen yanıtlardır. Bu kategoride öğrencilerin %34.23'ü 'aynanın önünde oluşan görüntüye gerçek görüntü' denir cevabını, %6.31'i 'cismin görüntüsü aynanın arkasında ise gerçek görüntüdür' cevabını, %8.11'i 'gerçek görüntü merceğin arkasında oluşur' cevabını ve %6.31'i de 'gerçek görüntü merceğin önünde oluşur' cevabını vermiştir. Bilimsel olarak kabul edilemez olan ikinci yanıt kategorisi de %9.91 ile görüntünün boyu ve yönüne göre verilen yanıtlardır. Bu kategoride öğrencilerin %9.01'i 'gerçek görüntü ters ve küçüktür' yanıtını ve %0.9'u ise 'düz olan görüntüye gerçek görüntü denir' cevabını vermiştir. Bu soruya verilen diğer bir yanıt türü ise sezgisel olarak verilen yanıtlardır Bu kategoride öğrencilerin %1.8'i net olmayan görüntüye gerçek görüntü denir cevabını vermiştir. Bu soruya öğrencilerin %1.8'i yanıt vermezken, %4.5'nin verdiği yanıtlar ise kodlanamaz durumdadır.

Tablo 5: Öğrencilerin Gerçek Görüntü İle İlgili Verdikleri Yanıtlar

YANIT TÜRLERİ	N	%
A. Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Yanıtlar		
1. Tam Yanıt	19	17.12
2. Kısmi Yanıt	11	9.91
Toplam	30	27.03
B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar		
1. Ayna/mercekte oluşan görüntünün konumuna göre verilen yanıtlar	61	54.96
<i>Aynanın önünde oluşan görüntüye gerçek görüntü denir</i>	38	34.24
<i>Gerçek görüntü merceğin arkasında oluşur</i>	9	8.11
<i>Cismin görüntüsü aynanın arkasında oluşuyorsa gerçek görüntüdür</i>	7	6.31
<i>Gerçek görüntü merceğin önünde oluşur</i>	7	6.31
2. Görüntünün boyu ve yönüne göre verilen yanıtlar	11	9.91
<i>Gerçek görüntü ters ve küçüktür</i>	10	9.01
<i>Düz olan görüntüye gerçek görüntü denir</i>	1	0.9
Toplam	72	64.86
C. Sezgisel	2	1.8
D. Kodlanamaz	5	4.5
E. Yanıtsız	2	1.8
Toplam	111	100

Tablo 6'da öğrencilerin üçüncü soruda sanal görüntü için verdikleri yanıtlara dair kategoriler görülmektedir.

Tablo 6: Öğrencilerin Sanal Görüntü İle İlgili Verdikleri Yanıtlar

YANIT TÜRLERİ	N	%
A. Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Yanıtlar		
1. Tam Yanıt	19	17.12
2. Kısmi Yanıt	22	19.82
Toplam	41	36.94
B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar		
1. Ayna/mercekte oluşan görüntünün konumuna göre verilen yanıtlar	58	52.26
2. Görüntünün boyu ve yönüne göre verilen yanıtlar	2	1.80
Toplam	60	54.05
C. Sezgisel	3	2.7
D. Kodlanamaz	6	5.41
E. Yanıtsız	1	0.9
Toplam	111	100

Öğrencilerin sanal görüntü ile ilgili olarak verdikleri bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtlar incelediğinde %17.12'si ışınların uzantılarının kesişmesiyle oluşan görüntüye sanal görüntü denir şeklinde açıklama yaparak tam yanıt vermişlerdir. Öğrencilerin %19.82'sinin verdiği cevaplar ise kısmi yanıt niteliğinde olup bu yanıt türü beş alt kategoriden oluşmaktadır. Birincisi %8.11 ile 'sanal görüntü düzlem aynanın arkasında oluşan görüntüdür', ikincisi %5.41 ile 'sanal görüntü düz olan görüntüdür' yanıtını vermişlerdir. Üçüncü olarak

öğrencilerin %4.5'i 'kalın kenarlı mercekte görüntü odak ile mercekle arasında olduğu için her zaman sanal görüntü oluşur' şeklinde açıklama yapmışlardır. Dördüncü alt kategori de ise %0.9 ile 'sanal görüntü optik aletin üzerinde oluşur' cevabını ve son olarak da öğrencilerin %0.9'u 'sanal görüntü ince kenarlı merceklerde mercekle ile odak noktası arasında düz bir şekilde oluşur' cevabını vermişlerdir.

Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtla bakıldığında ise iki ana kategorinin ortaya çıktığı görülmektedir. Bunlardan birincisinde öğrencilerin %52.26'sı ayna/mercekte oluşan görüntünün konumuna göre yanıt vermişlerdir. Bu kategoride öğrencilerin %21.62'si 'sanal görüntü düz ve aynanın arkasında oluşan görüntüdür' yanıtını, % 9.01'i 'sanal görüntü düz ve aynanın önünde oluşan görüntüdür' cevabını, %15.32'si 'sanal görüntü düz ve merceğin arkasında oluşan görüntüdür' cevabını ve %6.31'i ise 'sanal görüntü düz ve merceğin önünde oluşan görüntüdür' yanıtını vermiştir. Bilimsel olarak kabul edilemez olan ikinci yanıt kategorisi de görüntünün boyu ve yönüne göre verilen yanıtlardır. Bu kategoride öğrencilerin %1.8'i 'sanal görüntü ters olan görüntüdür' açıklamasını yapmışlardır. Bu soruda diğerk bir yanıt türü ise sezgisel olarak verilen yanıtlardır. Bu kategoride öğrencilerin %2.7'si 'sanal görüntü nettir, cismin sanal görüntüsü mercekten kırıldıktan sonra bizim gördüğümüz görüntüdür' cevabını vermiştir. Öğrencilerin %0.9'u soruyu yanıtlamamış ve %5.41'i ise kodlanamaz yanıt vermişlerdir.

Şekil 14'de öğrencilerin gerçek görüntü ile ilgili düşüncelerini çizerek de göstermelerini sağlamak ve böylece daha detaylı bilgiler edinmek amacıyla kavramsal anlama testine konulmuş dördüncü soru bulunmaktadır.

Soru 4. İnce kenarlı (yakınsak) bir mercek kullanarak gerçek görüntü nasıl oluşturabilirsiniz? Yanıtınızı şekil çizerek açıklayınız.

.....

Şekil 14: Kavramsal Anlama Testindeki Dördüncü Soru

Tablo 7'de öğrencilerin dördüncü soruya verdikleri yanıtlar ve bu yanıtlara dair kategoriler görülmektedir.

Tablo 7: Öğrencilerin Gerçek Görüntü İle İlgili Verdikleri Yanıtlar

YANIT TÜRLERİ	N	%
A. Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Yanıtlar		
1. Tam Yanıt		
Cismi 2F uzaklığına koyarak gerçek görüntü oluşturanlar.	38	34.23
Cismi 1.5F uzaklığına koyarak gerçek görüntü oluşturanlar.	24	21.62
Cismi 3F uzaklığına koyarak gerçek görüntü oluşturanlar.	6	5.41
Toplam	68	61.26
B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar		
Gerçek görüntünün merceğin önünde oluştuğunu düşünerek çizim yapanlar.	14	12.61
İnce kenarlı mercek ile çukur aynanın karıştırıldığı durumlar.	5	4.5
Gerçek görüntünün oluşmayacağını düşünenler.	2	1.8
Farklı görüntü çizimlerinin yer aldığı durumlar.	16	14.41
Toplam	37	33.33
C. Yanıtsız	1	0.9
D. Kodlanamaz	5	4.5
Toplam	111	100

Öğrencilerin yanıtları analiz edildiğinde %61.26'sının tam yanıt verdiği ve bu başlığın üç ana kategoriden oluştuğu görülmektedir. Birinci kategoride öğrencilerin %34.23'ü cismi 2F uzaklığına koyarak gerçek görüntü

oluşturmaktadırlar. İkincisinde öğrencilerin %21.62'si cismi 1.5F ve son olarak %5.41'i de cismi 3F uzaklığına koyarak gerçek görüntü çizimi yapmışlardır.

Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtla bakıldığında dört tane kategorinin ortaya çıktığı görülmektedir. Bu kategorilerden ilkinde öğrencilerin %12.61'i gerçek görüntünün merceğin önünde oluşacağını düşünerek çizim yapmışlardır. İkincisinde öğrencilerin %4.5'i ince kenarlı mercek ile çukur aynayı karıştırarak çizim yapmışlardır. Üçüncüsünde %1.8'i gerçek görüntünün oluşmayacağını düşünmüşlerdir. Son olarak dördüncü kategoride ise öğrencilerin % 14.41'i farklı görüntü çizimleri yapmışlardır. Bu soruda öğrencilerin %0.9'u yanıt vermemiştir ve %4.4'inin verdiği yanıtlar ise kodlanamaz durumdadır.

Şekil 15'de öğrencilerin sanal görüntünün nasıl oluşacağı hakkındaki çizimlerinin belirlenmesi amacıyla kavramsal anlama testine konulmuş beşinci soru bulunmaktadır.

Soru 5. İnce kenarlı (yakınsak) bir mercek kullanarak sanal görüntü nasıl oluşturabilirsiniz? Yanıtınızı şekil çizerek açıklayınız.

.....
.....

Şekil 15: Kavramsal Anlama Testindeki Beşinci Soru

Tablo 8'de öğrencilerin beşinci soruya verdikleri yanıtlar ve bu yanıtlara ait kategoriler görülmektedir.

Tablo 8: Öğrencilerin Sanal Görüntü İle İlgili Verdikleri Yanıtlar

YANIT TÜRLERİ	N	%
A. Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Yanıtlar		
Tam Yanıt		
Cismi odak noktası ile mercek arasına koyarak sanal görüntü oluşturanlar.	13	11.71
Cismi F/2 ye koyarak sanal görüntü oluşturanlar	23	20.72
Toplam	36	32.43
B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar		
Sanal görüntü ve gerçek görüntünün karıştırıldığı durumlar.	23	20.72
Sanal görüntünün <i>merceğin arkasında (cisim ile farklı tarafta)</i> düz olacağını düşünerek çizim yapanlar.	13	11.71
Farklı görüntü çizimlerinin yer aldığı durumlar.	12	10.81
İnce kenarlı merceğin çukur ayna ile karıştırıldığı durumlar.	8	7.21
İnce kenarlı mercek ile kalın kenarlı merceğin karıştırıldığı durumlar.	7	6.31
Sanal görüntünün oluşmayacağını düşünenler.	3	2.7
Toplam	66	59.46
C. Yanıtsız	5	4.5
D. Kodlanamaz	4	3.6
Toplam	111	100

Bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtlar incelediğinde toplamda öğrencilerin %32.43'ünün tam yanıt verdiği ve bu başlığın iki ana kategoriden oluştuğu görülmektedir. Birincisinde öğrencilerin %11.71'i cismi odak ile mercek arasında koyarak sanal görüntü oluşturmuşlardır. İkincisinde ise %20.72'si cismi F/2 ye koyarak sanal görüntü oluşturmuşlardır.

Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtla bakıldığında beş tane kategorinin ortaya çıktığı görülmektedir. Bu kategorilerden ilkinde öğrencilerin %20.72'si sanal görüntü ile gerçek görüntüyü birbirine karıştırarak çizim yapmışlardır. İkincisinde öğrencilerin %11.71'i sanal görüntünün düz olacağını düşünerek çizim yapmışlardır. Üçüncüsünde öğrencilerin % 7.21'i ince kenarlı mercek ile çukur aynayı birbirine karıştırarak sanal görüntü çizimi yapmaya çalışmışlardır. Dördüncü olarak öğrencilerin %6.31'i ince kenarlı mercek ile kalın kenarlı merceği birbirine karıştırarak sanal görüntü çizimi yapmaya çalışmışlardır. Son olarak öğrencilerin %10.48'i ise bilimsel

olarak kabul edilemez şekilde farklı görüntü çizimleri yapmaya çalışmışlardır. Bu soruda öğrencilerin % 4.5'i yanıt vermemiştir ve %3.6'sının da verdiği yanıtlar ise kodlanamaz durumdadır.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Fen bilgisi öğretmenliği üçüncü ve dördüncü sınıf öğrencilerinin görüntü oluşumu konularıyla ilgili kavramsal anlama testinden elde edilen veriler, öğrencilerin tüm sorular için bilimsel olarak kabul edilebilir yanıt yüzdelerinin oldukça düşük olduğunu ve özellikle çizim yapılması gereken sorularda yapılan çizimlerin birçok hata içerdiğini ortaya koymaktadır. Öğrencilerin verdikleri yanıtlardan ve yaptıkları çizimlerden hareketle, ortaya çıkan kavram yanlışları nedenlerine göre kategorize edilerek Tablo 9'da verilmiştir.

Tablo 9: Öğrencilerin Görüntü Oluşumu İle İlgili Sıkça Karşılaşılan Yanılgıları

Alan içerisindeki kavramların karıştırılması ile ilgili yanılgılar
Ekranın düzlem ayna ile karıştırılması
İnce kenarlı mercek ve çukur aynanın karıştırılması
İnce kenarlı mercek ile kalın kenarlı merceğin karıştırılması
Sanal görüntü ile gerçek görüntünün karıştırılması
Işın diyagramlarının çizimi ile ilgili yanılgılar
Tek bir ışın çizerek görüntü oluşabileceğinin düşünülmesi
Işık kaynağından sadece özel ışınların çıktığının düşünülmesi
Optik araçların görüntü oluşumundaki rolüne ilişkin yanılgılar
Herhangi bir optik araç olmadan görüntü oluşacağını düşünülmesi
İnce kenarlı bir mercek ile kurulu optik sistemde ince kenarlı mercek kaldırıldığında ekran üzerinde cismin gölgesinin olacağını düşünülmesi
İnce kenarlı merceğin merkezine orta kısmı boş ve dolu olan engel konulduğunda ekran üzerinde cismin gölgesinin oluşacağını düşünülmesi
İnce kenarlı merceğin merkezine orta kısmı boş ve dolu olan engel konulduğunda ekran üzerinde cismin görüntüsünün nokta şeklinde olacağını düşünülmesi
İnce kenarlı merceğin merkezine orta kısmı boş ve dolu olan engel konulduğunda ekran üzerinde herhangi bir değişiklik olmayacağını düşünülmesi
Görüntü oluşumunun doğası ile ilgili yanılgılar
İnce kenarlı mercede gerçek görüntünün oluşmayacağını düşünülmesi
İnce kenarlı mercede gerçek görüntünün cisim ile aynı tarafta oluştuğunun düşünülmesi
İnce kenarlı mercede sanal görüntünün oluşmayacağını düşünülmesi

Tablo 9 incelendiğinde öğrencilerin sahip oldukları yanılgıların; *alan içerisindeki kavramların karıştırılması, ışın diyagramlarının çizimi, optik araçların görüntü oluşumundaki rolü ve görüntü oluşumunun doğası ile ilgili yanılgılar* olmak üzere dört başlık altında gruplanabileceği görülmektedir. Alan içerisindeki kavramların birbiri ile karıştırılması durumu birçok fizik konusunda karşımıza çıkmaktadır. Burada da öğrenciler; ekran ve düzlem aynayı, ince kenarlı mercek ve çukur aynayı ve kalın kenarlı merceği ayrıca sanal ve gerçek görüntüyü de birbirleri ile karıştırmaktadırlar. Bu durum gerek özel terimlerin anlaşılmasından, gerekse bir takım özel araç ve gereçlerin nasıl ve ne amaçla kullanıldığının bilinmemesinden kaynaklanmaktadır. Palacios, Cazorla ve Cervantes (1989) yaptıkları çalışmada, bu sonuca benzer bir biçimde geometrik optik ile ilgili pek çok kavramın birbiri ile karıştırıldığını ortaya koymuşlardır. Bunların içinde aynalar ile merceklerin özellikleri ve yansıma ile kırılma olayları da yer almaktadır.

Tablo 9' da görülen diğer üç grup yanılğı kategorisi incelendiğinde, bu kategorilerin öğrencilerin yaptıkları çizimlerle ortaya çıktığı görülmektedir. Özellikle ikinci soruda yapılan çizimler öğrencilerin sadece özel ışınlara odaklanarak çizim yaptıklarını ve bunun sonucunda da tek bir ışınla dahi görüntünün oluşabileceğini düşündüklerini göstermektedir. Rebmann ve Chauvet (2000), öğretmen adayları ile yaptıkları çalışmada benzer sonuçları elde ettikleri görülmüştür. Bununla birlikte öğrencilerin ince kenarlı mercede gerçek ve sanal görüntü çizimlerinde oldukça zorlandıkları, bu durumun da sanal ve gerçek görüntü ile ilgili tam bir ayrıma sahip

olmadıklarından dolayı kaynaklandığı düşünülmektedir. Benzer sonuçlar Kara, Kanlı ve Yağbasan' ın (2003), lise 3. sınıf öğrencilerinin ışık ve optik ile ilgili anlamakta güçlük çektikleri kavramları araştırdıkları çalışma sonucunda da elde edilmiş ve öğrenciler mercekler ile ilgili sorularda ışığın kırıldıktan sonra izlediği yolu doğru olarak çizememişler. Ayrıca Goldberg ve McDermott (1987), yapmış oldukları bir çalışmada 80 fizik öğrencisi ile yaptıkları görüşmelerde ışık kaynağı mercek ve ekrandan oluşan bir düzenek kullanılmışlardır. Görüşmeler sonunda öğrencilerin, merceklerin amacını görüntüyü ters çevirmek ya da büyüklüğünü değiştirmek olduğunu ifade ettikleri, öğrencilerde ışık ışını kavramının gelişmediği ve bu nedenle de görüntü çizimlerinde özel ışınların kullanımının önemini de kavrayamadıkları bu çalışmadan da elde edilen sonuçlarla paralellik göstermektedir.

Bu çalışmanın örneklem grubunun fen bilgisi öğretmen adayı öğrenciler oldukları ve geometrik optik konuları ile ilgili olarak da üniversite düzeyinde aldıkları öğretim sonrası bu çalışmanın yapıldığı düşünüldüğünde elde edilen sonuçlar daha da önem kazanmaktadır. Bu nedenle üniversite düzeyinde de geometrik optik ile ilgili yapılan öğretim sürecinde bilimsel kavramsal anlamının oluşturulabilmesi için yapılandırıcılık temelli yaklaşımların ele alınması gerekmektedir. Ayrıca görüntü çizimlerinin farklı durumlara uyarlanabilmesi için daha karmaşık örnekler üzerinde uygulamalar yapılması ve yapılan deneylerin çizimlerle doğrulandığı bir yaklaşıma gidilmesi son derece önemlidir.

Not: Bu çalışma 25-27 Nisan 2013 tarihlerinde Antalya'da 28 Ülkenin katılımıyla düzenlenen " International Conference on New Trends in Education – ICONTE – 2013 "da sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

KAYNAKÇA

Alptekin, S. ve Yılmaz, A. (2007). Optik Konusunun 9. Sınıf Müfredatına Alınmasının Öğrenci Başarısına Etkisi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi (KEFAD)*, Cilt 8, Sayı 1, 157-165.

Atav, E., Erdem, E., Yılmaz, A. ve Gücüm, B. (2004). Enzimler Konusunun Anamlı Öğrenilmesinde Analogiler Oluşturmanın Etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27,21–29.

Çalık, M. ve Ayas, A. (2005). A comparison of level of understanding of eighth-grade students and science student teachers related to selected chemistry concepts. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(6), 638-667.

Demirci, N., ve Küçüközer, H. (2005). High school physics teachers' forms of thought about simple electric circuits. *23th International Physics Congress, Muğla University 13-16 September*.

Enochs, L. & Gabel, D. (1984). Preservice elementary teachers' conceptions of volume. *School Science and Mathematics*, 84, 670-680.

Goldberg, F. M. & McDermott, L. C. (1987). "An investigation of student understanding of the real image formed by a converging lens or concave mirror". *American Journal of Physics*, 55 (2), 108-119.

Hewson, P. W. & Hewson, M. G. (1984) The Role of Conceptual Conflict in Conceptual Change and the Design of Science Instruction. *Instructional Science*, 13, 1-13.

Kara, M., Kanlı, U. ve Yağbasan, R.,(2003). Lise 3. Sınıf Öğrencilerinin Işık ve Optik ile İlgili Anlamakta Güçlük Çektikleri Kavramların Tespiti ve Sebepleri. *Milli Eğitim Dergisi*, 158.

Kocakulah, A. (2006). *Geleneksel Öğretimin İlk, Orta Ve Yükseköğretim Öğrencilerinin Görüntü Oluşumu Ve Renklere İlişkin Kavramsal Anlamalarına Etkisi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.

Kocakulah, M. S. (1999). *A study of the development of Turkish first year university students' understanding of electromagnetism and the implications for instruction*. Unpublished EdD. thesis, University of Leeds, School of Education, Leeds, United Kingdom.

Kruger, C. (1990). Some primary eachers' ideas about energy, *Physics Education*, 25, 86-91.

Kutluay, Y. (2005). *Diagnosis of eleventh grade students' misconceptions about geometric optic by a three-tier test*. (Unpublished master's thesis), Available from Middle East Technical University's Catalog. (metu.b1237854).

Palacios, F. J. P., Cazorla, F. N. & Cervantes, A. (1989). Misconceptions on geometric optics and their association with relevant educational variables. *International Journal of Science Education*, 11 (3), 273-286.

Pfundt, H. & Duit, R. (2005). *Bibliography: Students' Alternative Frameworks and Science Education*. Institute for Science Education at the University of Kiel. Kiel, Germany.

Rebmann, G. & Chauvet, F. (2000) A teacher training workshop: teaching geometrical optics with computer simulation of ray diagram. *Université Denis Diderot-Paris 7, Science Teacher Training in an Information Society Progress Report: 1.2*.

Wandersee, J., Mintzes, J. J. & Novak, J. D. (1994). Research on Alternative Conceptions in Science. In Gabel, D. L. (Ed.), *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*. Broadway, NY. Macmillan Library Reference.

Yalcin, M., Altun, S., Turgut, Ü. ve Aggöl, F. (2009). First Year Turkish Science Undergraduates' Understandings and Misconceptions of Light. *Science & Education*, 18, 1083-1093.