



## Secondary School Students' Conceptual Understanding of Image and Image Formation By A Plane Mirror

Aysel KOCAKÜLAH\* and Neşet DEMİRCİ

Balıkesir University, Balıkesir, TURKIYE

Received: 03.03.2009

Accepted: 03.03.2010

---

*Abstract* – This study aims to reveal last year secondary school students' conceptual understanding of image and image formation by plane mirrors before and after traditional teaching. Case study method, which is one of the survey models, is utilized in this study and the sample consists of randomly selected 147 students from six secondary schools in Balıkesir. A conceptual understanding test involving open-ended questions was designed by the researcher and administered before and after teaching and semi-structured interviews were conducted with four students during the data collection process. It was found that students confused the image formation with shadow and illumination phenomena. Moreover, students had difficulty drawing the image of the object placed in front of a plane mirror and proposed interesting ideas about differentiating real and virtual images during the interviews. Implications concerning teaching of the image formation by plane mirrors were drawn.

*Key words:* Conceptual understanding, geometric optics, image formation in plane mirrors.

### Summary

**Introduction:** People can perceive the objects easily and quickly by seeing of which cannot be perceived by touching and tasting. Accordingly, it is inevitable that students come to the class with some experience and background knowledge as the phenomena of seeing and light are strongly related to everyday life. This fact has impelled the science educators to reveal the children's alternative ideas concerning geometric optic. Moreover, the studies based on the topic of optics are especially related to the concepts of light and vision and few studies have been conducted about image formation (Galili, 1996; Colin & Viennot, 2001; Tao, 2004; Hubber, 2005) and teachers or pre-service teachers (Palacios, Cazorla & Cervantes, 1989; Lawrance & Pallrand, 2000). Studies about the conceptual understanding of students show that most of misconceptions emerge as a result of individuals' interaction with their surroundings in effort to understand and to interpret the events occurring around themselves. It is therefore important to reveal the form of ideas of the children who come to each class

---

\* Corresponding author: Aysel Kocakulah, Assistant Professor in Science Education, Balıkesir University, Faculty of Necatibey Education, 10100, Balıkesir, TURKIYE  
E-mail: [ayselko@balikesir.edu.tr](mailto:ayselko@balikesir.edu.tr)

with different experiences and conceptual frameworks before teaching in order to be able to arrange relevant teaching strategies in restructuring non-scientific ideas of the children. In addition, studies in the literature outline the fact that some misconceptions arise from the language used by teachers or textbooks during teaching of topics containing abstract concepts. This study aims to reveal last year secondary school students' conceptual understanding of image and image formation by plane mirrors before and after traditional teaching.

**Methods:** Case study method, which is one of the survey models, is utilized in this study and the sample consists of randomly selected 147 students from six secondary schools in Balıkesir. A conceptual understanding test involving open-ended questions was designed by the researcher and administered before and after teaching and semi-structured interviews were conducted with four students during the data collection process. It has been reported that it is not appropriate to allocate the students' response to predetermined response categories during coding due to the open-ended nature of the conceptual understanding test questions. Consequently, the response categories identified during the analysis of data were composed of students' explanations given in response to the conceptual understanding test questions.

**Results and Conclusions:** The findings obtained from this study indicated that secondary school students had many misconceptions relating to the meaning and formation of image based on either their previous experiences prior to teaching or emerging conceptions after teaching.

While the students mostly explained the concept of image by using the formation of image in plane mirrors, they described the image as "a reflection of an object in a plain mirror". Moreover, it was found that students confused the image formation with phenomena of illumination and shading. However, the rate of students, who confused image formation with the phenomenon of shading, increased after teaching.

It was observed that students had in considerable difficulty in drawing images and they were unable to portray a correct image during the interviews about image formation in plain mirrors. It was also revealed that students did not develop the concept of light rays and they entirely depicted the phenomena as they observed. Additionally, students preferred drawing images by rote taking the advantage of having equal distances of the object and image to the mirror rather than using reflected rays.

Discussions on the properties of an image in plain mirror showed that students indicated the place of the image formed either on or in the mirror. They asserted several ideas in differentiating real and virtual images. Students reasoned that an image formed in a plain mirror was real and based such an idea to the fact that the image observed was not different from the real object. Thus, it is clear that students use the concept of virtual image in the meaning of the situations in which the image appears different than its real object.

Students drew an image by joining the extensions of incident rays as they asked to draw the image of an object in a plain mirror during the interviews. This shows the students' confusions of drawings about images in plain mirrors with drawings about images in convex lenses. Conjoining the incident rays rather than reflecting rays and drawing an image in a plain mirror as in the case of drawing an image in a convex lens suggests that students were unable to apply their ideas in different situations even though they know that the phenomena of reflection and refraction occur in mirrors and lenses respectively.

**Implications:** As image formation is the result of such ray events as reflection and refraction, it should be well debated in which conditions these events occur and should be verified by related experiments. The results of this study suggest that the students have severe difficulty drawing the images of related objects for a given optical system. Therefore, teachers should warn the students that drawings made do not mean copying the picture of experimental set up into a paper. In this respect, teachers should put every effort to be better grasped the concept of ‘light-ray’ by students. The students use the concept of virtual image as ‘the situations appear different than they are’. The word ‘virtual’ is often used as ‘not existing in reality’ or ‘not being like its reality’ also in everyday life. Therefore, the students consider that a virtual image cannot be seen. It is suggested that the term ‘only-visible’ can be used instead of ‘virtual’ during teaching which may eliminate this kind of concept confusions. If a desired product in terms of learning outcomes is aimed at the end of teaching then students’ pre-conceptions should be revealed and teaching methods and strategies should be planned by taking account of those conceptions before teaching as a necessity of constructivist learning theory. Therefore, teachers should start teaching with an awareness of possible misconceptions existing in their students and they should have a qualification of designing or developing fruitful activities which may remedy those detected misconceptions.

## Ortaöğretim Öğrencilerinin Görüntü ve Düzlem Aynada Görüntü Oluşumuna İlişkin Kavramsal Anlamaları

Aysel KOCAKÜLAH<sup>†</sup> ve Neşet DEMİRCİ

Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir, TÜRKİYE

Makale Gönderme Tarihi: 03.03.2009

Makale Kabul Tarihi: 03.03.2010

*Özet* – Araştırmanın amacı; ortaöğretim son sınıf öğrencilerinin görüntü ve düzlem aynada görüntü oluşumu üzerine geleneksel öğretim öncesi ve sonrası kavramsal anlamalarını belirlemektir. Araştırma, örnek olay tarama modelinde bir çalışma olup örneklemini, Balıkesir’de bulunan ve rasgele seçilen altı lisenin son sınıfında öğrenim gören 147 adet öğrenci oluşturmaktadır. Verilerin toplama sürecinde, araştırmacı tarafından geliştirilen ve açık uçlu sorulardan oluşan kavramsal anlama testi geleneksel öğretim öncesinde ve sonrasında uygulanmıştır ve dört öğrenci ile yarı-yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, öğrencilerin görüntü oluşumu ile gölge ve aydınlanma olaylarını karıştırdıkları görülmüştür. Bununla birlikte, öğrenciler görüşmelerde düzlem aynanın karşısına yerleştirilen bir cismin görüntüsünü çizmede sıkıntı yaşamışlar ve özellikle sanal ve gerçek görüntünün ayırt edilmesine yönelik ilginç fikirler öne sürmüşlerdir. Araştırma sonuçlarından düzlem aynada görüntü oluşumu konusunun öğretimi üzerine önerilerde bulunulmuştur.

*Anahtar kelimeler:* Kavramsal anlama, geometrik optik, düzlem aynada görüntü oluşumu.

### Giriş

Fen eğitiminin temel amaçlarından biri, öğrencilere bilimsel olarak kabul edilebilir fikirler kazandırarak bunları yeni alanlara uygulayabilmelerini sağlamaktır. Fen eğitimcileri, öğrencilerin bir takım fen konularına özgü fikirlerini derinlemesine incelediklerinde kavramsal açıdan oldukça zayıf olduklarını ve özellikle de fizik kavramlarına özgü bir çok kavram yanılgısına sahip olduklarını ortaya çıkarmışlardır (Pfundt & Duit, 2005; Demirci & Efe, 2007). Optik konuları ile ilgili yapılan araştırmaların ise özellikle ışık ve görme kavramları ile ilgili olduğu, görüntü oluşumu konularına ilişkin oldukça az sayıda çalışmanın yapıldığı görülmektedir (Pfundt & Duit, 2005).

<sup>†</sup> İletişim: Aysel Kocakulah, Yrd. Doç. Dr.,  
Balıkesir Üniversitesi, Necatibey Eğitim Fak., Fen Bilgisi Eğitimi ABD, 10100, Balıkesir, TÜRKİYE  
E-mail: [ayselko@balikesir.edu.tr](mailto:ayselko@balikesir.edu.tr)

Beş duyumuzdan biri olan görme duyusu, büyüme ve gelişme döneminde bireyin çevresi hakkında bilgi edinmesini sağlamada çok önemli bir paya sahiptir. Çünkü insanlar dokunarak ya da tadararak algılayamadıkları nesnelere, görerek çok kolay ve bir kerede algılayabilirler. Bu nedenle, ilk çağlardan itibaren bilim insanları bu konuyu ele alarak “nasıl görürüz?” sorusuna yanıt aramışlardır. Eski Yunanlılar özellikle de Öklid optikle ilgili ilk bilgileri ortaya koymuş ve bir doğru boyunca iletilen görüntülerin görünümü üzerine bir teori geliştirmiştir. O dönemde pek çok filozofun ortak görüşü “görmek için gözlerimiz tarafından bir ışın yollandığı” şeklindedir. Bu teoriye göre ise, objelere ulaşan ışın yeterli olduğunda beyin nesneyi algılar veya ışın görüntüyü de beraberinde taşıyarak gözümüze geri gelir ve görüntü oluşmuş olur. (Selley, 1996). Uzun bir süre görme olayının açıklanmasında bu teori kabul görürken, 11. yüzyılda Modern Optiğin kurucusu olarak kabul edilen Arap bilgini İbn-el Heysem yayınladığı *Kitâb el-Menâzır* adlı eserinde görme olayının nasıl gerçekleştiğini bugünkü kabul gören haliyle ortaya koymuştur (Topdemir, 2007). Bu kuram, hem Doğu hem de Batı’da 17. yüzyıla kadar tam anlamıyla otorite haline gelmiş ve ışık ışınlarının görme olayındaki rolünü açıklamıştır. Günümüzde de görme olayının açıklanmasında kabul gören bu teori, ışık ışınlarının görüntü oluşumundaki fonksiyonunu belirtirken, ışık diyagramlarının özelliklerinin ne kadar karmaşık olduğunu da ortaya koymuştur. Bu nedenle ışık ve geometrik optik konusu tıpkı ilk çağlardaki bilim insanları gibi bugün de öğrencilerin anlamakta zorlandıkları ve kavram kargaşasının sıkça görüldüğü fizik konularındandır.

Goldberg ve McDermott (1987), çalışmalarında bireysel görüşme yöntemiyle bir kısmı optik dersi almış rastgele ve gönüllü olarak seçilen 80 fizik öğrencisinin gerçek görüntü oluşumu ile ilgili anlamalarını araştırmışlardır. Bu görüşmeler süresince öğrencilere ince kenarlı mercek ve çukur ayna kullanılarak bir dizi gösteri deneyi hazırlanmış ve bunlarla ilgili sorular yöneltilmiştir.

Goldberg ve McDermott (1987)’ un elde ettiği sonuçlara göre optik dersini almamış öğrenciler; ışıklı cisimler boşlukta ilerleyen paralel ışınlar oluşturur, görüntü optik bir sistemden geçerken büyüklüğünde değişim olur, merceklerin amacı görüntüyü ters çevirmek ya da büyüklüğünü değiştirmektir, ekranın fonksiyonu görüntünün görülebilmesi için ışık ışınlarını yansıtmak ya da onları yakalamaktır ve bir görüntü boş uzayda görülemez, bir yüzeye bağlıdır şeklinde açıklamalarda bulunmuşlardır. Optik dersini almış olan öğrencilerin tüm performansları değerlendirildiğinde ise çukur ayna ve ince kenarlı merceklerle ilgili verilen görevlerin hiçbirinde tamamen başarılı olamadıkları görülmüştür. Görüşmelerde, öğrenciler ayna ya da merceklerin görüntü oluşturmadaki önemini farkına varmamış

olmasından dolayı pek çok hata yapmışlardır. Bu durum öğrencilerin “ayna ya da mercek olmadan görüntü oluşturulabilir” açıklamasıyla ortaya konmuştur. Havada görüntünün varoluşu ile ilgili olarak kafası karışan öğrenciler, ekranın görüntüyü yansıtması ya da geçirmesi için bulunması veya gözün bunu görmek için uygun bir yerde olmasının bu görüntünün oluşmasıyla ilişkisiz olduğunu anlayamamışlardır.

Galili, Goldberg & Bendall (1993), çalışmalarında lise öğrencilerinin görüntü oluşumu konusundaki bilgilerini araştırmışlardır. Öğrencilerin ön bilgileri bireysel görüşmeler ve çizdikleri şekillerle ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Görüşmeler boyunca öğrencilerden geometrik optik ile ilgili konulardan birkaç farklı durum için görüntü oluşumu sürecini açıklamaları ve resimler çizmeleri istenmiştir. Elde edilen çizimlerde nesneden ayrılan tekli ışınların çizildiği görülmüştür. Pek çok doğrultuda nesneden ışığın yayılmasının gerçek olduğunu anlamada zorlandıkları görülmüştür. Öğrencilerin bir çoğu görüntü oluşumunu gösterirken ışınları doğru çizememişlerdir. Düzlem aynada görüntü oluşumu çiziminde ise, kaynaktan ve gözden aynaya doğru ışınlar çizilmiştir. Elde edilen sonuçlara bakıldığında öğrencilerin kavramları anlamada öğretim öncesi ön bilgilerinin çok önemli olduğu ve buradaki sahip oldukları fikirlerin yanlış da olsa öğretim sonrası devam ettiği görülmüştür.

Palacios, Cazorla ve Cervantes (1989), geometrik optik ile ilgili yanlış kavramları ortaya çıkarmak ve bunların bilişsel, akademik ve sosyal değişkenlerle ilişkilerini tanımlamayı amaçladıkları çalışmalarında 44 aday öğretmenle çalışmışlar ve geometrik optik konularını içeren, beş bölümden oluşan bir test geliştirmiştir. Testin birinci bölümünde yer alan dokuz kavram (ışık, ışık ışını, yansıma, kırılma, ayna, mercek, prizma, dağınım ve görüntü) ile ilgili olarak özellikle dağınım ve görüntü kavramlarına verilen yanıtların farklılığı ve karmaşıklığı göze çarpmaktadır. Bu duruma dağınım kavramının fen programlarında sık yer almaması ve kolayca gözlenen bir olay olmaması sebep olarak gösterilmiştir. Çoktan seçmeli sorulara verilen yanıtlar öğrencilerin %16' sının görelilik teorisinden haberdar olmadığını ve ışığın hızının “ışığın kaynaktan çıkış hızından bağımsız olduğunun” farkında olmadıklarını göstermektedir. Öğrencilerin %21' i yansıma ve kırılma olaylarını ışığın birbirinden bağımsız iki olayı olduğunu ve birinin diğerinin oluşmasına engel olduğunu düşünmektedir. Öğrencilerin %42' si düzlem aynanın mükemmel yansıtıcılar olduğunu, %24' ü sadece cam ya da metalik yüzeylerde yansımanın olduğunu, %32' si düzlem aynada gerçek görüntünün oluştuğunu düşünmektedir. Öğrencilerin %11' i ışığın sahip olduğu enerjinin merceğin içinden geçince arttığını belirtmişlerdir. %42' si prizmaların üçgen olması gerektiğini düşünmektedir. %39' u ışığın dağınım veya kırılmasının prizmaya ulaşmasına

bağlı olduğunu ve %11' i ışığın renklere ayrılmasını sağladığını düşünmektedir. Öğrencilerin %16' sı ise görme sırasında ışınların gözlerden gönderildiğine inanmaktadırlar. Araştırma sonuçları önteste verilen yanıtların öğrencilerin geometrik optikle ilgili önceki akademik deneyimleri ile yüksek oranda ilişki olduğunu ortaya koymuştur.

Hubber (2005) çalışmasında, 23 onuncu sınıf öğrencisinin geometrik optik konusu ile ilgili yapılandırmacı öğrenme anlayışına dayalı öğretim süreci öncesinde ve sonrasında kavramsal değişimlerini incelemiştir. Bunun için öncelikle öğrencilerin geometrik optik ile ilgili öğretim öncesi kavramsal anlamaları ortaya çıkarılmıştır. Öğrencilerin anlamalarının keşfi doğrultusunda alternatif kavramları hedef alınarak yapılandırmacı anlayış temelli bir öğretim dizayn edilmeye çalışılmıştır. Dokuz hafta süren öğretimde yedi temel anahtar kavram üzerine odaklanılmış ve bunlardaki değişim ortaya konmaya çalışılmıştır. Bu kavramlar özetle; görme, ışığın doğrusal yolla yayılması, yansıma, kırılma, görüntü oluşumu, renkler, sanal ve gerçek görüntünün oluşumu olarak sıralanabilir. Araştırmada veri toplama aracı olarak test, kavram haritaları, sınıf içi gözlemler, öğrenci çalışma kitapları ve yarı-yapılandırılmış görüşmeler kullanılmıştır. Çalışmada yedi temel kavram ile ilgili öğretim öncesi ve sonrası altı öğrenci ile yapılan görüşmelerden elde edilen veriler yorumlanmıştır. Elde edilen sonuçlar onuncu sınıf öğrencilerinin geometrik optik konusu ile ilgili birçok alternatif kavrama sahip olduklarını göstermiştir. Ancak uygulanan öğretim sonrasında öğrencilerin yaptıkları açıklamalar daha çok bilimsel olarak doğru açıklamalardır. Yine de özellikle aynalarda ve merceklerde görüntü oluşumu ile ilgili öğrencilerin fikirlerindeki değişim daha az olmuştur. Bu değişimin azlığı, ışık ışınının öğrenciler tarafından ışığın fiziksel bir varlığı olarak kabul etmelerine bağlanmıştır. Bu kabul ise öğrencileri ışık ışınlarını tıpkı bir tren rayı gibi düşünerek, görüntüyü boşlukta taşıyan ve görüntünün oluşturulacağı noktaya erdiren bir kavramsallaştırmaya götürmüştür.

Ülkemizde yapılan araştırmalar ise daha çok ışık ve özellikleri üzerine yoğunlaşmakla birlikte Kara, Kanlı ve Yağbasan çalışmalarında (2003), lise son sınıf öğrencilerinin ışık ve optik ile ilgili zor ve yanlış anladıkları kavramları tespit etmeyi amaçlamışlardır. Ayrıca, bunların sebeplerini rehber öğretmen, fizik öğretmenleri ve öğrencilerle yapılan görüşmelerle araştırmışlardır. Veri toplama aracı olarak araştırmacılar tarafından geliştirilen 32 sorudan oluşan bir çoktan seçmeli başarı testi 143 öğrenciye uygulanmıştır. Çalışma sonuçları soruların uygulandığı üç liseye göre ayrı ayrı değerlendirilmiş ve nedenleri açıklanmaya çalışılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre; ışığın doğru boyunca yayılması soruları öğrenciler tarafından doğru olarak yanıtlanmıştır. Aynalardan oluşan sistem sorularında zorlanmışlardır.

Düzlem aynalarda ise, geometri bilgilerini sorulara aktarmakta güçlük çektikleri için aynanın döndürülmesi sorularında başarısız olmuşlardır. Işığın kırılması ile ilgili sorularda ortamların kırılma indisleri ve ışığın bu ortamlardaki hızlarını sıralayamamışlardır. Merceklerde ışın çizimleri ve hesaplamalar doğru olarak yapılamamıştır. Değişik şekilde yerleştirilen prizmalara ışık ışınları gönderildiğinde, öğrenciler bu ışınların prizmalarda izledikleri yolları çizmekte başarısız olmuşlardır.

Alan yazın taraması sonucunda, ülkemizde görüntü kavramı ve görüntü oluşumu ile ilgili yapılan derinlemesine bir araştırmaya rastlanılamamış olması nedeniyle özellikle bu konulara odaklanılmıştır. Bu doğrultuda araştırmanın amacı; ortaöğretim son sınıf öğrencilerinin görüntü ve düzlem aynada görüntü oluşumu üzerine geleneksel öğretim öncesi ve sonrası sahip oldukları kavramsal anlamalarını ortaya koymaktır.

## Yöntem

### *Araştırma Modeli*

Araştırma, tarama modeli türlerinden biri olan örnek olay tarama modelinde bir çalışmadır. Örnek olay tarama modelleri; evrendeki belirli bir birimin (birey, okul, öğrenci, vb.) derinliğine ve genişliğine, kendisi ve çevresi ile olan ilişkilerini belirleyerek, o birim hakkında bir yargıya varmayı amaçlayan tarama düzenlemeleri olarak tanımlanabilir (Dyer, 1995; Robson, 1993). Bu model ile yapılan araştırmalar sayesinde konu ile ilgili daha ayrıntılı bilgiler elde edilebilmektedir. Bu tür çalışmalar genelde nitel çalışmalardır (Cohen & Manion, 1994) ve bu araştırmada da nitel araştırma yaklaşımı kullanılmıştır.

### *Örneklem*

Nitel araştırmalarda amaç, eldeki verilere dayanarak bir genelleme yapmak değil, çalışılan konuyu derinlemesine ve tüm olası ayrıntıları ile incelemektir (Robson, 1993). Bunun nedeni, bu tür araştırmalarda çoklu gerçekliklerin neler olduğunun ve bunun ne kadarının çalışıldığının bilinmesinin söz konusu olmamasıdır. Dolayısıyla ölçme sonuçlarının genellenebilirliğinden söz edilememesi nicel araştırmalarda olduğu gibi evren ve örneklem tayinine gidilmesi gereğini de ortadan kaldırmaktadır (Kabapınar, 2003). Bu araştırmada da aynı anlayıştan yola çıkarak bir genellemeye gitmek söz konusu olamayacağından dolayı evren tayinine gidilmemiştir. Araştırmanın örneklemini ise, Balıkesir’de yer alan ve rasgele seçilen altı lisenin son sınıfında sekiz farklı şubede öğrenim gören 147 adet öğrenci oluşturmaktadır.



### *Veri Toplama Araçları*

Araştırmada verilerin toplanması için amaca uygun olacak şekilde kavramsal anlama testi ve görüşme soruları geliştirilmiştir. Kavramsal anlama testinde görüntü kavramı, düzlem aynada, küresel aynalarda ve merceklerde görüntü oluşumu ile ilgili altı adet açık uçlu soru yer almaktadır. Ancak bu makalede görüntü kavramı ve düzlem aynada görüntü oluşumu ile ilgili iki adet soru ve yarı-yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen veriler üzerinde tartışılacaktır.

Araştırmacı tarafından hazırlanan kavramsal anlama testi örneklem grubu ile aynı özellikleri taşıyan 45 kişilik farklı bir öğrenci grubuna ön deneme (pilot) çalışması olarak uygulanmıştır. Sorularla ilgili olarak birkaç düzletmenin yapılmasından sonra soruların açıklığı, netliği ve anlaşılabilirliği konusunda sekiz öğrenci ile görüşmeler yapılmış ve öğrencilerin önerileri doğrultusunda sorular yeniden gözden geçirilerek düzenlenmiştir. Sorulara son şekli alan uzmanlarının görüşleri alınarak verilmiştir. Hazırlanan kavramsal anlama testi öğretim öncesi ve sonrasında 147 ortaöğretim son sınıf öğrencisine uygulanmıştır.

Araştırmada kullanılan diğer bir veri toplama aracı gönüllü seçilen öğrencilerle yapılan yarı-yapılandırılmış türdeki görüşmelerdir. Görüşme yapılacak dört öğrenci, öğretim öncesi uygulanan teste verdikleri yanıtlar göz önüne alınarak ve soruları yanıtlama düzeylerine göre üst, orta ve zayıf olan öğrenciler arasından rastgele seçilmişlerdir. Ayrıca öğrencilere, yapılacak görüşme ile ilgili detaylı bilgi verilerek görüşmelere katılmada gönüllülük esası temel alınmıştır. Görüşmelerde önceden hazırlanan sorular öğrencilere sorulmuş ve yine önceden belirlenen ve hazırlanan deney düzenekleri üzerine tartışmalar derinleştirilmiştir.

### *Verilerin Analizi*

Bu araştırmada uygulanan testlerde yer alan sorular, açık uçlu soru tipindedir ve bu türden soruların analizinde önceden belirlenen kategorilere göre kodlama yapmak uygun değildir (Kabapınar, 2003). Bu nedenle verilerin analizinden elde edilen tüm kategoriler öğrencilerin verdikleri cevaplardan oluşturulmaktadır. 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).

Analiz sırasında öncelikle soruya ilişkin verilmesi gereken tam doğru yanıt belirlenmiştir. Ardından öğrencilerin yanıtları tek tek incelenerek tam doğru yanıt veren öğrencilerin test numaraları “tam yanıt” kategorisi altına yazılmıştır. Öğrencilerin verdikleri

yanıtlardan doğru olan, ancak bir yönüyle tam yanıtta daha az açıklama içeren yanıtlar ise “kısmi yanıt” olarak adlandırılan kategori altında gruplandırılmıştır. Tam yanıt ve kısmi yanıtlardan oluşan bu kategorilerin genel ismi ise, bu yanıtlar doğru yanıtlar olduğundan “bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtlar” üst başlığı altında birleştirilmiştir. Bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtların dışında kalan diğer kodlanabilir türden yanıtlar ise “bilimsel olarak kabul edilemez” başlığı altında gruplandırılmıştır. Aynı düşünce biçimini ve kavram yanlışlığını içeren türde yanıt veren öğrenciler aynı kategoride gruplandırılarak her bir kategoriye uygun bir tema başlığı verilmiştir. Son olarak soruya bir yanıt veren ancak verdiği yanıtta ne yazdığı açık olmayan veya çok ilgisiz bir açıklama içeren yanıtlar kodlanamaz yanıtlar kategorisinde gruplandırılmıştır. Herhangi bir yanıt vermeyen öğrencilerin yanıtları ise, “yanıtsız” grubu içerisine dahil edilmiştir.

Araştırmanın güvenilirlik çalışması kapsamında, kavramsal anlama testlerinde yer alan soruların açık uçlu kısımlarından elde edilen verilerin analizinde araştırmacıdan kaynaklanabilecek bir takım yanlışların giderilebilmesi amacıyla aynı alanda çalışan başka bir araştırmacı tarafından verilerin kodlanması gerekmektedir (Kocakulah, 1999; Novak, 1977).

Bu aşamada öncelikle, araştırmacı tarafından her bir açık uçlu soruyla ilgili olarak ortaya çıkan genel kategori tabloları hazırlanmış ve fizik eğitimcisi uzmanı ile birlikte kontrol edilmiştir. Kodlamayı yapacak kişi her bir soruya ilişkin kategorilendirmenin nasıl yapıldığı konusunda bilgilendirilmiştir. Daha sonra, örneklemden ortalama %25’ lik kısım (40 kişi) rasgele seçilmiş ve bu öğrencilerin test sorularına verdikleri cevaplar uzman tarafından incelenmiştir. Son aşamada araştırmacının gruplandırması ile uzmanın gruplandırması karşılaştırılmış yanıt kategorilerinin tutarlılık yüzdesi %92 olarak hesaplanmıştır. Kabapınar (2003), tutarlılık yüzdesinin %80’ in üzerinde olan analizlerin güvenilir olduğunu belirtmektedir. Bu sonuçlara göre yapılan kodlama sisteminin güvenilir olduğunu söylemek mümkündür.

### **Bulgular ve Yorumlar**

Bu bölümde her iki soruya ilişkin elde edilen bulgular iki ayrı başlık altında ele alınarak tartışılmıştır.

*Görüntü Oluşumu Sorusuna İlişkin Bulgular*

Öğrencilerin görüntü oluşumu veya görüntü kavramlarıyla ilgili ne düşündüklerini ortaya çıkarmak amacıyla sorulan bu soruda, ‘görüntü oluşumu’ veya ‘görüntü’ deyince ne düşündüklerini bir şekil çizerek ya da yazarak açıklamaları istenmiştir. Şekil 1’ de sorunun metni görülmektedir.

**Soru 3. Görüntü nedir?**

‘Görüntü oluşumu’ veya ‘görüntü’ deyince aklınıza ne geliyor? Bir şekil yardımıyla ya da yazarak açıklayınız.

.....

.....

.....

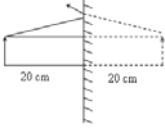
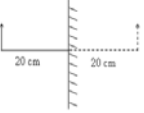
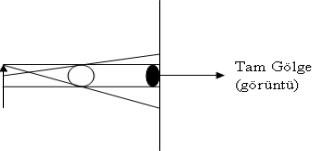
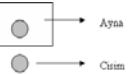
.....

**Şekil 1** Görüntü kavramına ilişkin testte yer alan soru

Ortaöğretim son sınıf öğrencilerinin “görüntü nedir?” sorusu ile ilgili olarak ön test ve son testte verdikleri yanıtların kategorileri ve bu kategorilere ait öğrenci sayısı (N) ve yüzdeleri Tablo 1’ de yer almaktadır.

Tablo 1’ den de görüldüğü gibi ortaöğretim öğrencilerinin bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtlarının oranı öğretim öncesinde %59.86 iken öğretimden sonra %72.79’ a yükselmiştir. Bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtlar üç ayrı kategori altında toplanmıştır. Bunlardan, görüntü oluşumunu görme ile açıklayan öğrencilerin oranı, öğretim öncesinde %30.61 iken öğretim sonrasında %31.97’ dir. Görüntü oluşumunu düzlem ayna ile açıklayan öğrencilerden %10.20’ si öğretim öncesinde, %9.52’ si öğretimden sonra görüntü oluşumu için “bir cismin düzlem aynada oluşan yansıması” ifadesini kullanmışlardır. Öğrencilerin %3.40’ ı ön testte düzlem aynada görüntü oluşumunu ışınları kullanarak ve tam doğru çizerken, öğretimden sonra bu oran %25.18’ e yükselmiştir. Öğretim öncesinde, ışınları kullanmaksızın sadece görüntü ve cismin aynaya olan uzaklıklarının eşit olmasından faydalanarak çizim yapan %13.60 oranında öğrenci varken, öğretimden sonra bu türden yanıt veren öğrenci görülmemiştir. Ayrıca bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtların ön testte %2.04’ ünü son testte ise %6.12’ sini, görüntü oluşumunu açıklamada çukur ayna ve mercekleri kullanan öğrenciler oluşturmaktadır.

**Tablo 1**“Görüntü nedir?” sorusuna ait ortaöğretim öğrencilerinin verdikleri yanıt türleri

YANIT TÜRLERİ	ÖN TEST		SON TEST	
	N	%	N	%
<b>A. Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Yanıtlar</b>				
1. Görüntü oluşumunun görme olayı ile açıklandığı durum				
Görüntü ışık ışınlarının madde dediğimiz karanlık cisimlere çarptığında onu belli bir şekilde aydınlatıp, bizim bunu biyolojik olarak algılamamızdır.	45	30.61	47	31.97
2. Görüntü oluşumunun düzlem ayna ile açıklandığı durum				
Bir cismin düzlem aynadaki yansımasıdır.	15	10.20	14	9.52
	5	3.40	37	25.18
	20	13.60	0	0
3. Görüntü oluşumunun çukur ayna veya merceklerle açıklandığı durumlar				
Çukur bir aynada merkezdeki bir cismin görüntüsü yine merkezde oluşur.	1	0.68	5	3.40
Cisimlerin ışınlarının mercek ile kırılmaları görüntü oluşumudur.	2	1.36	4	2.72
<b>Toplam</b>	<b>88</b>	<b>59.86</b>	<b>107</b>	<b>72.79</b>
<b>B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar</b>				
1. Aydınlanma olayı ile görüntü oluşumunun karıştırıldığı durum				
Bir ışık kaynağının karanlık bir ortamı veya cismi aydınlatmasına görüntü denir.	19	12.93	12	8.16
2. Görüntü oluşumunun gölge olayı ile karıştırıldığı durum				
	17	11.57	19	12.93
3. Sezgisel Yanıtlar				
	8	5.44	0	0
<b>Toplam</b>	<b>44</b>	<b>29.94</b>	<b>31</b>	<b>21.09</b>
<b>C. Kodlanamaz Yanıtlar</b>	<b>5</b>	<b>3.40</b>	<b>1</b>	<b>0.68</b>
<b>D. Yanıtsız</b>	<b>10</b>	<b>6.80</b>	<b>8</b>	<b>5.44</b>
	<b>147</b>	<b>100</b>	<b>147</b>	<b>100</b>

Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlar üç ana kategoriden oluşmaktadır. Öğrencilerin ön testte %12.93' ü, son testte %8.16' sı aydınlanma olayı ile görüntü oluşumunu karıştırmaktadırlar. Gölge olayı ile görüntü oluşumunu karıştıran öğrencilerin %11.57' si öğretim öncesi, %12.93' ü ise öğretim sonrasında bu türden yanıt vermişlerdir. Son olarak, sezgisel yanıt veren öğrenciler öğretim öncesinde %5.44' lük bir orana sahipken öğretim sonrasında bu türden yanıt veren öğrenci çıkmamıştır.

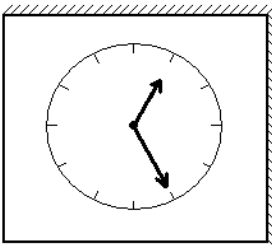
Genel olarak ortaöğretim öğrencilerinin bu soruya ilişkin yanıtlarına bakıldığında geleneksel öğretim sonrasında bilimsel olarak kabul edilebilir yanıt oranlarının arttığı görülmektedir. Özellikle görüntü oluşumu olayını düzlem ayna ile açıklayan öğrenciler, öğretim sonrasında düzlem aynada görüntü oluşumuna ilişkin yansıma kanunlarını kullanarak çizim yapma yolunu daha çok seçmişlerdir. Diğer taraftan bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlara bakıldığında, görüntü oluşumunu aydınlanma olayı ile karıştıran öğrencilerin oranı öğretim sonrasında bir miktar azalırken, gölge olayı ile görüntü oluşumunu karıştıran öğrencilerin oranı ise artmıştır. Bu durum, yapılan öğretimin öğrencilerin ön bilgilerinin göz önüne almaksızın şekillendiği sonucunu ortaya koymaktadır. Dolayısıyla geleneksel öğretim sürecinin öğrencilerin kavramsal anlamalarını geliştirmede etkisinin az olduğu söylenebilir.

### *Düzlem Aynada Görüntü Sorusuna İlişkin Bulgular*

Araştırmacı tarafından geliştirilen bu soru olaysal temelli ve düzlem aynada oluşan görüntünün özellikleri ile ilgilidir. Hikayeleştirilmiş bir olayın anlatıldığı bu soruyla, düzlem aynanın görüntüyü soldan sağa çevirmesinin, öğrenci tarafından bilinip bilinmediği ve bunun nasıl anlaşıldığının ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. Şekil 2’ de kavramsal anlama testinde yer alan soru görülmektedir.

**Soru 2. Saat kaç?**

Düzlem Ayna



Duvar saatinin aynadaki görüntüsü

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

Sizce Ali neden şaşırmış olabilir? Kısaca açıklayınız.

.....

.....

.....

Yanda, Ali'nin aynada gördüğü saatin şekli verilmiştir. Ali'nin kol saatinin kaç olduğunu bulabilir misiniz?

**Ali'nin saati:.....**

Lütfen yanıtınızı nasıl bulabildiğinizi açıklayınız.

.....

.....

.....

**Şekil 2** Kavramsal anlama testinde yer alan ‘saat kaç’ sorusu

Tablo 2’ de ortaöğretim öğrencilerinin geleneksel öğretim öncesi ve sonrası uygulanan testlerin analiz edilmesiyle elde edilen yanıt kategorileri, öğrenci sayıları (N) ve yüzdeleri verilmiştir.

**Tablo 2** “Saat kaç?” sorusuna ortaöğretim öğrencilerinin verdikleri yanıtların türleri

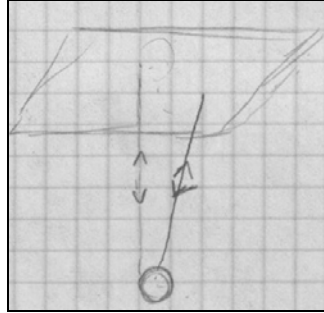
YANIT TÜRLERİ	ÖN TEST		SON TEST	
	N	%	N	%
<b>A. Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Yanıtlar</b>				
<i>1. Tam Yanıt</i>				
(11:35) Ali, kolundaki saat duvardaki saatten farklı olduğu için şaşırmıştır. Çünkü saatin aynadaki görüntüsü terstir. Düz aynalar bir cismin görüntüsünü soldan sağa çevirir. Örneğin; aynaya bakıp sol elimizi kaldırırsak görüntümüz sağ elini kaldırır.	95	64.63	103	70.06
<i>2. Kısmi Yanıt</i>				
(11:35) Ali, kolundaki saat duvardaki saatten farklı olduğu için şaşırmıştır.	18	12.24	22	14.97
<b>Toplam</b>	<b>113</b>	<b>76.87</b>	<b>125</b>	<b>85.03</b>
<b>B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar</b>				
<i>1. Küresel (çukur ve tümsek) aynalar ile düzlem aynaların karıştırıldığı durumlar</i>				
(18:55): Aynada görüntü ters oluşur.	21	14.29	16	10.88
(19:05): Görüntü terstir. Akreple yelkovanın yeri değişmiştir.	0	0	3	2.05
<i>2. Sezgisel Yanıtlar</i>				
(11:35) Ali saati yanlış veya bozuk olduğu için şaşırmıştır	4	2.72	1	0.68
<b>Toplam</b>	<b>25</b>	<b>17.01</b>	<b>20</b>	<b>13.61</b>
<b>C. Kodlanamaz Yanıtlar</b>	<b>2</b>	<b>1.36</b>	<b>1</b>	<b>0.68</b>
<b>D. Yanıtsız</b>	<b>7</b>	<b>4.76</b>	<b>1</b>	<b>0.68</b>
	<b>147</b>	<b>100</b>	<b>147</b>	<b>100</b>

Tablo 2 incelendiğinde, ortaöğretim öğrencilerinin bu soruya verdikleri yanıtların yüzdelerine bakıldığında hem ön testte hem de son testte bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtların oranlarının oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Bu oran ön test sonunda %76.87 iken son testte %85.03' e çıkmıştır. Bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtlara daha detaylı bakıldığında ise büyük bir oranının (ön testte %64.63, son testte %70.06) tam doğru yanıt kategorisinde yer aldığı görülmektedir. Ön test ve son test yüzdeleri arasındaki fark çok büyük olmasa da son test sonuçlarının lehinedir. Dolayısıyla geleneksel öğretimin öğrencilerin anlamalarına olumlu bir etki yaptığı söylenebilir.

Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlara göre öğrencilerin %17.01' i ön testte, %13.61' i ise son testte bu türden yanıtlar vermişlerdir. Öğrencilerin %14.29' u küresel aynalarla düzlem aynaları birbiri ile karıştırırken son testte bu oran %12.93' tür. Sezgisel yanıtların oranlarına bakıldığında ise öğretim sonrası bu türden yanıt veren öğrencilerin oranının azaldığı görülmektedir (%0.68). Ayrıca kodlanamayan yanıtların oranı ön testte %1.36 iken son testte %0.68' e düşmüştür. Benzer biçimde yanıtsız öğrenciler ön testte %4.76 oranına sahipken son testte %0.68' dir.

Öğrencilerin geleneksel öğretim öncesi ve sonrası fikirleri incelendiğinde olumlu yönde bir gelişim gösterdiği söylenebilir. Ancak yine de bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlara

sahip öğrencilerin de olması kavramsal değişimin tam anlamıyla gerçekleşmediğini göstermektedir. Görüşmelerden elde edilen veriler de bunu destekler niteliktedir. Şekil 3' te Öğrenci 13' ün düzlem aynada görüntü oluşumuna ilişkin çizdiği diyagram ve hemen ardından da görüntü çizimine ilişkin görüşme verileri görülmektedir.



Şekil 3 Öğrenci 13' ün çizdiği düzlem aynada görüntü oluşumu şekli

Görüşmeci düzlem aynanın yaklaşık 10 cm kadar uzağına bir cisim yerleştirir ve oluşan görüntünün özellikleri üzerine öğrenci ile görüşme yapar.

**Görüşmeci:** *Düzlem aynada gördüğün bu görüntü nasıl oluşuyor ışın diyagramını çizerek gösterir misin?*

**Öğrenci 13:** *(Çizer) Gelen ışın aynen geriye yansır.*

**Görüşmeci:** *Kendi üzerinden mi?*

**Öğrenci 13:** *Evet, çünkü düz ayna yansıtıcı bir aynadır.*

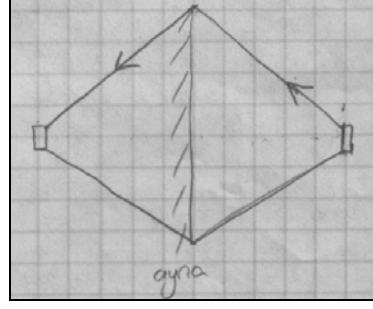
**Görüşmeci:** *Görüntünün yeri neresidir?*

**Öğrenci 13:** *Eşit uzaklıkta ve önünde oluşur.*

**Görüşmeci:** *Bunu şekil üzerinde gösterir misin?*

**Öğrenci 13:** *Yani aynanın üzerinde eşit uzaklıkta oluşur. Aynanın arkasında olma gibi bir şansı yok.*

Öğrenci 13, Şekil 3' te de görüldüğü gibi, herhangi bir yansıma ile ilgili kurala uymaksızın tamamen gördüğü biçimde olayı resmetmeye çalışmıştır. Öğrenci tarafından çizilen iki ışın da, ki bunlardan birinin belli bir açıyla aynaya geliyor olmasına rağmen, kendi üzerinden geriye yansımaktadır. Görüşme sırasında öğrenci bu durumu aynanın yansıtıcı bir ayna olmasına bağlamaktadır. Ayrıca görüntünün aynanın üzerinde oluşacağını, arkasındaysa kesinlikle oluşamayacağını vurgulayarak belirtmektedir. Yaptığı çizimde de bu durumu açıkça göstermiştir. Şekil 4' de görüşme yapılan bir diğer öğrencinin (Öğrenci 12) çizdiği düzlem aynada görüntü oluşumunun şekli görülmekte ve devamında da kendisi ile yapıyla görüşmeye ilişkin alıntılar bulunmaktadır.



Şekil 4 Öğrenci 12' nin çizdiği düzlem aynada görüntü oluşumu şekli

**Görüşmeci:** Düzlem aynada görüntü oluşumunu ışın diyagramını çizerek gösterir misin?

**Öğrenci 12:** (Çizer) Bu ayna ve cisim aynanın arkasında eşit uzaklıkta görüntü oluşur. arkasında eşit uzaklıkta görüntüsü oluşur.

**Görüşmeci:** Işıklar göndererek nasıl çizersin?

**Öğrenci 12:** Bu ışın şöyle gelip aynanın arkasına geçer.

**Görüşmeci:** Öyle mi?

**Öğrenci 12:** Evet. Bu da alttan gelir ve aynanın arkasına geçer.

Öğrenci 12 görüşme alıntısında ve şekilde de görüldüğü gibi öncelikle aynanın arkasında aynaya eşit uzaklıkta bir noktaya cisimi yerleştirerek görüntüyü çizmiştir. Ancak daha sonra, görüşmeci tarafından ışınları kullanarak çizim yapması istenince cismin alt ucundan ve üst ucundan aynaya iki ışın göndermiştir ve bu ışınların herhangi bir yansımaya uğramaksızın aynanın arkasına geçeceğini belirtmiştir. Dolayısıyla bu durum Öğrenci 12' nin ezbere bir şekilde görüntüyü aynanın arkasına yerleştirdiğini göstermektedir. Çünkü söylediklerini çizimle doğrulayamamıştır. Aşağıda görüşmenin devamında Öğrenci 12' nin sanal ve gerçek görüntü ile ilgili olarak söyledikleri yer almaktadır.

**Görüşmeci:** Görüntünün özellikleri nelerdir?

**Öğrenci 12:** Gerçek.

**Görüşmeci:** Neden gerçek?

**Öğrenci 12:** Çünkü aynaya baktığımızda kendimizi olduğumuz gibi görebiliyoruz.

**Görüşmeci:** Sanal olsaydı nasıl görecektik?

**Öğrenci 12:** Sanal olduğu zaman ışınların uzantıları, gerçek olduğunda kendileri kesişiyor. Düz aynada da kendileri kesişir.

**Görüşmeci:** Senin çizdiğin şekilde de böyle mi?

**Öğrenci 12:** Evet.



Görüşmenin bu kısmında öğrenci düzlem aynada oluşan görüntünün gerçek olduğunu ifade etmiş ve buna sebep olarak da görüntünün cisimden bir farkı olmadığını söylemiştir. Ayrıca öğrenci, sanal görüntünün oluşabilmesi için gelen ışınların uzantılarının kesişerek görüntüyü oluşturması gerektiğini ve kendi çiziminde ise ışınların kendilerinin kesiştiğini bu nedenle de görüntünün gerçek olduğunu belirtmiştir. Öğrenci 12 sanal ve gerçek görüntü ile ilgili olarak yaptığı bu ayırmda yanılmamıştır. Fakat çizdiği şekil incelendiğinde aynadan herhangi bir ışının yansımada görüntüyü oluşturabileceğini düşünmesi önemli bir noktadır. Bu nedenle söylediği doğru bile olsa çizdiği şekilden dolayı yanılığa düşmüştür ki bu da öğrencinin daha sonra çelişki yaşamasına neden olabilecek hatta doğru bildiği durumu terk etmesine bile yol açabilecektir. Bu nedenle geometrik optikte ulaşılan bilimsel çözümlerin çizimle doğrulanması aşaması gerçekten çok önemlidir. Benzer biçimde bir konuşma da Öğrenci 11 ile görüşmeci arasında aşağıdaki haliyle geçmiştir.

**Görüşmeci:** Görüntünün özellikleri nelerdir?

**Öğrenci 11:** Aynı boyda, düz, simetrik ve gerçektir.

**Görüşmeci:** Neden görüntü gerçektir?

**Öğrenci 11:** Sonuçta cisim olduğu gibi aynada arka tarafa görüntüyü aktarıyor. Bir değişiklik olmuyor.

**Görüşmeci:** Yani sanal olsaydı görüntü cisimden farklı mı görünecekti?

**Öğrenci 11:** Evet boyutlarında ve şeklinde farklılık olurdu. Cisimle aynı biçimde göremezdik.

Alıntıda da görüldüğü gibi Öğrenci 11' de aynı yanılığa düşmüş ve oluşan görüntünün cisimle aynı biçimde görünüyorsa dolayısıyla gerçek olduğunu ifade etmiştir. Çünkü sanal görüntünün cisimden farklı bir biçimde oluşacağını düşünmektedir. Bu yanılığın birçok öğrenci tarafından benimsenmiş olması ve öğrencilerin ileri sürdüğü açıklamanın da kendilerince akla yatkın olarak ifade edilmesi geleneksel öğretim metotları ile bu türden yanılığın düzeltilememesinin nedenini de gözler önüne sermektedir.

## Sonuç ve Öneriler

Araştırmada elde edilen verilerden, ortaöğretim öğrencilerinin görüntü ve düzlem aynada görüntü oluşumu ile ilgili gerek öğretim öncesinde önceki deneyimlerinden elde ettiği, gerekse öğretimden sonra ortaya çıkan birçok kavram yanılığının olduğu görülmüştür. Her ne kadar bazı kavram yanılığının öğretim sonrasında bir miktar azaldığı görülse de,

öğrencilerle yapılan detaylı görüşmeler bu yanılgıların aslında oldukça kökleşmiş ve ortadan kaldırılmasının ne kadar zor olduğunu göstermiştir.

Öğrenciler görüntü kavramını daha çok düzlem aynada görüntü oluşumu ile açıklarken, görüntüyü “*bir cismin düzlem aynadaki yansıması*” olarak tanımlamışlardır. Ayrıca öğrencilerin görüntü oluşumunu aydınlanma ve gölge olayı ile karıştırdıkları ortaya çıkmıştır. Bununla birlikte görüntü oluşumunu gölge olayı ile karıştıran öğrencilerin oranı öğretim sonrasında artış göstermiştir. Düzlem aynada görüntü ile ilgili sorudan elde edilen yanıtlara göre öğrencilerin küresel aynalarla düzlem aynaları birbirleri ile karıştırdıkları ortaya çıkmıştır. Kavramların birbiri ile karıştırılması durumu çeşitli fizik konularında da sıkça görülen yanılgılardandır (Clement, 1982; Trumper, 1996; Osborne, 1983). Palacios ve diğer. (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, yansıma ile kırılma olayları yer almaktadır. Gerek özel terimlerin anlaşılmasından, gerek bir takım özel araç ve gereçlerin nasıl ve hangi amaçla kullanıldığının bilinmemesinden, gerekse kullanılan dil ile bilimsel dilin çelişmesi gibi nedenlerle bu tür yanılgılara sıkça rastlanılmaktadır. Ancak bu kategoride yer alan gölge ve aydınlanma olayları ile görüntü oluşumunun karıştırılması sadece terimlerin ya da kavramların birbirleri ile karıştırılması biçiminde değildir. Burada öğrencilerin bu olayların oluşumu sırasında ışığın nasıl farklı bir rol oynadığının ayrımını yapamadıkları ve bu nedenle bu üç ışık olayını karıştırdıkları sonucu ortaya çıkmaktadır.

Öğrencilerle düzlem aynada görüntü oluşumuna ilişkin yapılan görüşmelerde görüntü çizimlerini yaparken oldukça zorlandıkları ve doğru bir çizim yapamadıkları görülmüştür. Işık ışını kavramının öğrencilerde gelişmediği, tamamen olayları gözlemledikleri gibi resmettikleri ortaya çıkmıştır. Ayrıca öğrenciler yansıyan ışınları kullanmak yerine, cisim ve görüntünün aynaya olan uzaklıklarının eşit olmasından faydalanarak ezbere bir şekilde görüntü çizimi yapma yoluna gitmişlerdir. Öğrencilerin çok basit gibi görünen düzlem aynaya ilişkin bir çizim sırasında karşılaştıkları bu güçlükler henüz “ışın diyagramı” oluşturmak için gerekli bilgilerden yoksun olduklarını göstermektedir. Bu nedenle öğretmenler, yaş grubu özelliklerini de dikkate alarak hem görüntü çizimlerine ilişkin bolca uygulama yapmalı hem de deneysel olarak elde ettikleri durumları öğrencilerin çizerek doğrulamalarına olanak sağlamalıdır. Böylelikle gerçekte ışık ışınlarının görüntüyü oluştururken izledikleri yolu belirlenen kurallar doğrultusunda kağıt üzerinde de görecekle ve ışığın yarattığı etkinin sonuçlarını daha kolay algılayabileceklerdir.

Düzlem aynada görüntünün özellikleri üzerine yapılan tartışmalarda öğrencilerin düzlem aynada oluşan görüntünün yerini aynanın üzerinde veya içinde belirttikleri görülmüştür. Ayrıca öğrencilerin sanal ve gerçek görüntüyü ayırt etmede çeşitli fikirler öne sürdükleri ortaya çıkmıştır. Öğrenciler düzlem aynadaki görüntünün gerçek olduğunu belirtmişler ve bunu da gördükleri görüntünün gerçeğinden farklı olmamasına bağlamışlardır. Dolayısıyla öğrenciler *sanal görüntü* kavramını “*olduğundan farklı görünecek durumlar*” anlamında kullandıkları ortaya çıkmaktadır. Sanal ve gerçek görüntünün öğrenciler tarafından ayırt edilememesi Palacios ve diğer. (1989)’ nin yaptıkları çalışmada da ortaya konmuştur. Araştırmaya katılan öğrencilerin bir çoğunun düzlem aynada oluşan görüntüyü gerçek görüntü olarak tanımladıkları belirtilmiş, ancak çalışmada çoktan seçmeli sorular kullanılması nedeniyle bu yanıtın neden verildiğine ilişkin bir açıklama yapılamamıştır. Bu çalışmada ise öğrenciler, oluşan görüntüyü “gerçek” olarak ifade etmelerinin nedenini açıkça ortaya koyarak var olan yanılgılarının ardında yatan nedeni de gözler önüne sermiştir. Sanal kelimesi günlük hayatta da gerçekte var olmayan ya da gerçeği gibi olmayan manasında sıkça kullanılmaktadır. Dolayısıyla öğrenciler sanal görüntünün de görünmeyeceğini düşünmektedirler. Bu nedenle öğretim sırasında sanal kelimesi yerine “görünen” kelimesinin kullanılmasının bu türden kavramsal karmaşaları ortadan kaldırdığı düşünülmektedir. Ayrıca, gerçek ve sanal görüntünün bulunmasına ilişkin basit deney düzenekleri hazırlanarak sonuçlar sınıf ortamında tartışılırsa olumlu sonuçlar elde edilebileceği düşünülmektedir.

Öğrenciler, görüşmelerde düzlem aynada görüntü çizimi yaparken aynaya gelen ışının uzantılarını birleştirerek görüntüyü çizmişlerdir ve düzlem aynada görüntü çizimini yakınsak merceklerle karıştırmışlardır. Öğrencilerin görüntü çiziminde yansıyan ışınları değil de, gönderilen ışınları birleştirmeleri ve düzlem aynada görüntüyü tıpkı yakınsak mercekteki gibi düşünerek çizmeleri aynalarda yansıma olayının, merceklerde ise kırılma olayının olduğunu her ne kadar biliyor olsalar bile başka durumlara uygulayamadıklarını ortaya koymaktadır. Işın diyagramlarının çizimine ilişkin karşılaşılan zorluklar geometrik optik ile ilgili alan yazında da sıklıkla görülmüştür. Kara ve diğer. (2003) ile Colin ve Viennot (2001), öğrencilerin düzlem ayna ve merceklerle ilgili çizimleri doğru yapamadıklarını; Goldberg ve McDermott (1987), ışık ışını kavramının öğrencilerde gelişmediğini ve bu nedenle de görüntü çizimlerinde özel ışınların önemini kavrayamadıklarını, Galili ve diğer. (1993), öğrencilerin tek bir ışınla görüntü çizimi yapmaya çalıştıklarını bu araştırma sonuçlarına paralel olarak ortaya koymaktadırlar.

Bu sonuçlardan yola çıkarak görüntü oluşumu ve düzlem aynada görüntü konularının öğretimine ilişkin olarak aşağıdaki öneriler sıralanabilir:

- Görüntü oluşumu; yansıma ve kırılma gibi ışık olaylarının sonucunda ortaya çıkan bir durum olduğundan öğretim sırasında bu olayların hangi koşullarda oluştuğu çok iyi tartışılmalıdır. Bunun için öğrencilerin ayna ve merceklerde ışığın nasıl davrandığı konusunu bol miktarda deney yaparak ya da çeşitli bilgisayar simülasyonları v.b. kullanarak öğrenebilmeleri için fırsatlar yaratılmalıdır.

- Görüntü oluşumu konusu günlük hayatla iç içe olduğundan her an ulaşılabilecek malzemelerle çok çeşitli deneylerin yapılabileceği bir konudur. Ancak yine de öğretmenlere zaman kazandırmak amacıyla okullarda laboratuvar yardımcıları görevlendirilmeli ve ders saati arttırılarak daha çok uygulama yapmaya fırsat yaratılmalıdır.

- Görüntü çizimlerine ilişkin uygulamalarda öğrencilerin pergel, açı ölçer gibi araçları doğru bir şekilde kullanıp kullanamamaları da oldukça önemli olduğundan, öncelikle öğretmen bu araçların nasıl kullanılması gerektiğini kısaca anlatmalıdır. Öğretmen yapılan çizimlerin deneysel olarak kurulan düzeneğin resmini kağıda geçirmek olmadığı konusunda öğrencilerini uyarmalıdır. Ayrıca görüntü çiziminde öğrencilerin ışık ışını kavramını anlamış olmaları oldukça önemlidir.

- Araştırma sonuçlarına bakıldığında en çok rastlanan yanılgılardan birinin, sanal ve gerçek görüntüyü ayırt etme ile ilgili olduğu görülmektedir. Öğrenciler sanal görüntünün gerçekte görüldüğünden farklı olacağını düşünürken, gerçek görüntüyü de cismi olduğu gibi gösteren görüntü olarak ifade etmektedirler. Buradaki karmaşanın kullanılan günlük dilden kaynaklandığı daha önce tartışılmıştı. Öğretmenler ders sırasında bu türden yanılgılara fırsat vermemek için seçtikleri kelimeleri özenle kullanmalıdırlar. Eğer günlük dildeki bir kullanımla çelişen bir durum varsa da bunu öğrencilere açıklamalıdırlar.

- Eğer öğretim sonunda öğrenme çıktısı anlamında iyi bir ürün elde edilmek isteniyorsa yapılandırmacı öğrenme anlayışı gereği, öğretim öncesinde öğrencilerin sahip oldukları ön bilgiler ortaya çıkartılmalı ve öğretim yöntem ve stratejileri bu doğrultuda planlanmalıdır. Dolayısıyla öğretmenlerin öğrencilerinde var olan kavram yanılgılarının farkında olarak derse başlamaları ve bu yanılgıları düzeltecek etkinlikler geliştirebilecek seviyede olmaları daha da önem kazanmaktadır.

**Kaynakça**

- Clement, J. (1982). Students' preconceptions in introductory mechanics. *American Journal of Physics*, 50 (1), 66-71.
- Cohen, L. & Manion, L. (1994). *Research methods in education* (Fourth ed.). London: Routledge.
- Colin, P. & Viennot, L. (2001). Using two models in optics: Students' difficulties and suggestions for teaching. *American Journal of Physics*, 69 (7), 36-44.
- Demirci, N., & Efe, S. (2007). İlköğretim Öğrencilerinin Ses Konusundaki Kavram Yanılgılarının Belirlenmesi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (EFMED)*, 1(1), 23-56.
- Dyer, C. (1995). *Beginning research in psychology: A practical guide to research methods and statistics*. Oxford: Blackwell Publishers.
- Galili, I., Goldberg, F. & Bendall, S. (1993). The effects of prior knowledge and instruction on understanding image formation. *Journal of Research in Science Teaching*. 30 (3), 271-301.
- 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.
- Hubber, P. (2005). Explorations of year 10 students' conceptual change during instruction. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 6 (1). Retrieved from <http://www.ied.edu.hk/apfslt/>
- Kabapınar, F. (2003). Kavram yanılgılarının ölçülmesinde kullanılacak bir ölçeğin bilgi-kavrama düzeyini ölçmeyi amaçlayan ölçekten farklılıkları. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi*, 35, 398-417.
- Kara, M., Kanlı, U., & Yağbasan, R. (2003). Lise 3. sınıf öğrencilerinin ışık ve optikle ilgili anlamakta güçlük çektikleri kavramların tespiti ve sebepleri. *Milli Eğitim Dergisi*, 158, 221-232.
- Kocakülah, M. S. (1999). *A study of the development of Turkish first year university students' understanding of electromagnetism and the implications for instruction*. Ed.D. thesis, University of Leeds, School of Education, Leeds, United Kingdom.

- Lawrance, M., & Pallrand, G. (2000). A case study of the effectiveness of teacher experience in the use of explanation-based assessment in high school physics. *School Science and Mathematics*, 100 (1), 36-47.
- Novak, J. D. (1977). *A theory of education*. Ithaca: N. Y. Cornell University Press
- Osborne, R. (1983). Towards modifying children's ideas about electric current. *Research in Science and Technological Education*, 1 (1), 73-83.
- 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*. Kiel, Germany: Institute for Science Education at the University of Kiel.
- Robson, C. (1993). *Real word research: A resource for social scientists and practitioner-researchers*. Oxford: Blackwell Publishers.
- Selley, N. J. (1996). Children's ideas on light and vision. *International Journal of Science Education*, 18 (6), 713-723.
- Tao, P. K. (2004). Developing understanding of image formation by lenses through collaborative learning mediated by multimedia computer-assisted learning programs. *International Journal of Science Education*, 26 (10), 1171-1197.
- Topdemir, H. G. (2007). *Işığın Öyküsü Mitolojiden Matematiğe Işık Kuramlarının Tarihsel Gelişimi*. Ankara: TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları.
- Trumper, R. (1996). A survey of Israel physics students' conceptions of energy in pre-service training for high school teachers. *Research in Science and Technology Education*, 14 (2), 179-192.