

İLKÖĞRETİM 5. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN GÖRÜNTÜ KAVRAMI VE DÜZLEM AYNADA GÖRÜNTÜ OLUŞUMU İLE İLGİLİ KAVRAMSAL ANLAMALARI

Aysel KOCAKÜLAH

Balikesir Üniversitesi, Necatibey Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü, Balikesir/TÜRKİYE

Geliş Tarihi: 01.08.2006

Yayına Kabul Tarihi: 29.08.2006

ÖZET

Bu çalışmada ilköğretim 5. sınıf öğrencilerinin görüntü ve düzlem aynada görüntü oluşumu üzerine konunun geleneksel öğretim öncesi ve sonrası sahip oldukları kavramsal anlamalarını ortaya koymak amaçlanmıştır. Araştırmanın örneklemini Balikesir merkez ilköğretim kurumlarından rasgele seçilen 203 öğrenci oluşturmuştur. Verilerin toplanması sürecinde, araştırmacı tarafından geliştirilen ve açık uçlu sorulardan oluşan kavramsal anlama testi öğretim öncesinde ve sonrasında öğrencilere uygulanmıştır. Ayrıca kavramsal anlama testinden elde edilen verileri desteklemek amacıyla öğretim sonrasında 4 öğrenci ile yarı-yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır.

Elde edilen sonuçlara göre öğretim sonrasında, öğrencilerin bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtlarının yüzdesinin geleneksel öğretim öncesine göre az da olsa artış gösterdiği ortaya çıkmıştır. Bununla birlikte, öğrencilerle yapılan görüşmelerde öğrencilerin düzlem aynanın karşısına yerleştirilen bir cismin görüntüsünü çizmede pek çok bilimsel karmaşa yaşadıkları ve özellikle sanal ve gerçek görüntünün ayırt edilmesine yönelik ilginç fikirler öne sürdükleri görülmüştür. Ayrıca öğrencilerin görüntü oluşumu ile gölge ve aydınlanma olaylarını karıştırdıkları görülmüştür. Araştırmadan elde edilen sonuçlara dayanarak düzlem aynada görüntü oluşumu konusunun öğretimi üzerine bazı önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Kavram yanılgısı, kavramsal anlama, geometrik optik ,düzlem aynada görüntü oluşumu.

PRIMARY SCHOOL 5th GRADE STUDENTS' CONCEPTUAL UNDERSTANDING OF THE CONCEPT OF IMAGE AND IMAGE FORMATION BY A PLANE MIRROR

ABSTRACT

The aim of this study was to reveal primary school 5th grade students' conceptual understanding of image and image formation by a plane mirror before and after traditional teaching of the topic. The sample of the study was constructed by randomly selected 203 students from primary schools in the central area of Balikesir. A conceptual understanding test, which consisted of open-ended questions, was designed by the researcher and administered before and after teaching in the data collection process. In addition, semi-structured interviews were conducted with 4 students after teaching so as to support the findings from conceptual understanding test.

Findings of the study pointed out that the percentage of students' scientifically acceptable responses after teaching increased to some extent compared to before teaching. However, the analysis results of the interviews showed that students struggled to draw the image of the object which was placed in front of the plane mirror and proposed interesting ideas about differentiating real and imaginary object. Moreover, it was found out that students mixed up the image formation and shadow and illumination phenomena. Finally, implications concerning teaching of the image formation by a plane mirror were drawn in the light of the results of this study.

Key words: Misconception, conceptual understanding, geometric optics, image formation in plane mirrors.

1. GİRİŞ

Fen eğitimcileri, öğrencilerin birtakım fen konularına özgü fikirlerini derinlemesine incelediklerinde okuldaki başarılarının aksine kavramsal açıdan oldukça zayıf olduklarını ve okulda öğrenilen bazı kavramların sadece bilgi boyutunda kaldığını ortaya koymuşlardır (Gilbert ve Watts, 1983). Öğrencilerin bilimsel olarak kabul edilemeyen bu fikirleri; kavram yanılgıları (Novak ve Gowin, 1984), alternatif kavramlar (Driver ve Easley, 1978), çocukların bilimi (Gilbert, et al., 1982; Kellys, 1955), vb. isimlerle literatürde yer almıştır.

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 kolayca ve bir kerede algılayabilirler. Dolayısıyla, bu konu günlük yaşamla da içiçe olduğundan öğrencilerin sınıf ortamına pek çok deneyim ve ön bilgilerle gelmeleri kaçınılmaz bir sonuçtur. Bu nedenle bilişsel öğrenme yaklaşımlarının bir sonucu olarak her biri sınıfa farklı deneyimler ve kavramsal çevrelerle gelmiş olan öğrencilerin sahip oldukları düşünce biçimlerinin öğretim öncesinde ortaya konması, öğrencilerin bilimsel olmayan fikirlerinin yeniden yapılandırılmasına

yönelik uygun öğretim stratejilerinin düzenlenebilmesi için oldukça önemlidir.

Fizik ile ilgili ve öğrencilerin kavramsal anlamaları üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde genellikle mekanik ve elektrik konuları üzerine yoğunlaştığı ardından ısı ve optik konularının geldiği görülmektedir (Pfundt ve Duit, 2000; Pfundt, ve Duit 2005). 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.

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 yansıtma 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 olmadıkları görülmüştür. Görüşmelerde, öğrenciler ayna ya da merceklerin görüntü oluşturmadaki öneminin farkına varmamış olmasından dolayı pekçok 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 at al. (1993), çalışmalarında lise öğrencilerinin görüntü oluşumu konusundaki bilgilerini araştırılmışlardır. 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. Düz 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.

Bu çalışmada, görüntü kavramı ve görüntü oluşumu ile ilgili yapılan araştırmaların azlığı ve özellikle de ilköğretim çağındaki öğrencilerle böyle bir çalışmaya rastlanılmamış olması nedeniyle özellikle bu konulara odaklanılmıştır. Bu doğrultuda araştırmanın amacı; ilköğretim 5. sınıf öğrencilerinin görüntü ve düzlem aynada görüntü oluşumu üzerine geleneksel öğretim öncesi ve sonrası sahip oldukları kavramsal anlamalarını ortaya koymaktır

2. MATERYAL VE YÖNTEM

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 ve Manion, 1994) ve bu araştırma da nitel yöntemler kullanılarak dizayn edilmiştir.

Araştırmaya Balıkesir ilinde yer alan ilköğretim kurumları arasından rasgele seçilen 3 okulun 5. sınıfından 203 öğrenci katılmıştır.

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 5 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 38 kişilik farklı bir öğrenci grubuna ön deneme (pilot) çalışması olarak uygulanmıştır. Sorularla ilgili olarak birkaç düzletmenin yapılmasından sonra soruların açıklığı, netliği ve anlaşılabilirliği konusunda 15 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 203 ilköğretim 5. sınıf öğrencisine uygulanmıştır. Aynı zamanda öğrencilerin kavramsal anlamaları ile ilgili daha deyatlı bilgi edinebilmek amacıyla, gönüllülük esasına göre seçilen 4 öğrenci ile yaklaşık 45 dakika süren yarı-yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır.

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. 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.

3. BULGULAR

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

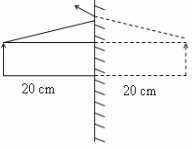
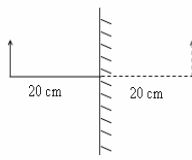
3.1 Görüntü oluşumu sorusuyla ilgili elde edilen bulgular

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. Öğrencilerin bu soruya ön testte ve son testte verdikleri bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtlar Tablo 3.1’ de görülmektedir.

İlköğretim öğrencilerinin verdikleri yanıtlara bakıldığında bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtların yüzdesi geleneksel öğretim öncesinde %36.45, öğretim sonrasında ise %61.58’ dir. Öğretim sonrasında artan bu oran, geleneksel öğretimin öğrencilerin yanıtlarına olumlu bir etki yaptığını göstermektedir. Bu

kategorideki yanıtlara bakıldığında öğrencilerin büyük bir çoğunluğunun, hem öğretim öncesi hem de öğretim sonrasında görüntü oluşumunu düzlem ayna ile açıkladıkları görülmektedir. Bu oran öğretim öncesinde %26.6 iken öğretim sonrasında %36.45’ e çıkmaktadır. Öğretim öncesinde öğrenciler %26.11’i görüntü oluşumunu “bir cismin düzlem aynadaki yansıması” şeklinde tanımlarken öğretim sonrasında bu oran %28.57’ ye çıkmaktadır. Görüntüyü düzlem aynada ışınları kullanarak açıklamaya çalışan öğrenciler öğretim sonrasında %3.94’ lük orana sahipken, öğretim öncesinde bu tür açıklama yapan öğrenci yoktur. Öğrencilerin sadece %0.49’ u cisim ve görüntü uzaklıklarının eşit olmasından faydalanarak görüntüyü açıklamaya çalışırken, öğretim sonrasında böyle çizim yapan öğrencilerin oranı %3.94 olmuştur.

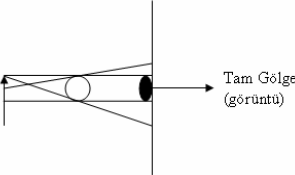
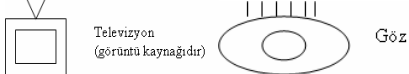
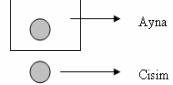
Tablo 3.1 “Görüntü nedir?” sorusuna öğrencilerin verdikleri bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtlar

YANIT TÜRLERİ		ÖN TEST		SON TEST	
A. Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Yanıtlar		N	%	N	%
1. Görüntü oluşumunun görme olayı ile açıklandığı durum					
Şekillerden yansıyan ışığın göze gelip beyne ulaşınca algıladığımız şeye görüntü denir.		20	9.85	48	23.64
2. Görüntü oluşumunun düzlem ayna ile açıklandığı durum					
Bir cismin düzlem aynadaki yansımasıdır		53	26.11	58	28.57
		0	0	8	3.94
		1	0.49	8	3.94
3. Görüntü oluşumunun çukur ayna veya merceklerle açıklandığı durumlar					
<ul style="list-style-type: none"> • Çukur bir ayna önünde odak ile tepe noktası arasındaki cismin görüntüsü sanal, aynanın arkasında, düz ve cisimden büyük olur. • Cisimlerin ışınlarının ayna ile yansıması, mercek ile kırılmaları görüntü oluşumudur. 		0	0	2	0.98
		0	0	1	0.49
Toplam		74	36.45	125	61.58

Bu kategoride yer alan yanıt türlerinden bir diğeri görüntü oluşumunun görme olayından yararlanılarak açıklandığı durumdur. Bu kategoride öğretim öncesi öğrencilerin %9.85'i, öğretim

sonrasındaysa %23.64' ü yer almaktadır. Görüntü oluşumunu çukur ayna ve mercekleri kullanarak açıklayan öğrenciler sadece öğretim sonrasında olup oranları %1.47' dir.

Tablo 3.2 “Görüntü nedir?” sorusuna öğrencilerin verdikleri bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlar

YANIT TÜRLERİ	ÖN TEST		SON TEST	
B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar				
1. Aydınlanma olayı ile görüntü oluşumunun karıştırıldığı durum				
Bir nesnenin ışınlarının ekran ayna gibi yüzeylere çarparak oluşturdukları ışın demetine görüntü denir.	3	1.48	10	4.93
2. Görüntü oluşumunun gölge olayı ile karıştırıldığı durum				
 <p>Tam Gölge (görüntü)</p> <p>Bir ışık kaynağından çıkan ışınlar bir cismin üzerine düşer. Cismin gerisinde oluşan cismin görüntüsüdür.</p>	3	1.48	10	4.93
3. Sezgisel Yanıtlar				
 <ul style="list-style-type: none"> • Her yere ağaçlar dikerek manzaralar yaparak görüntüyü oluşturabiliriz. Manzara gibi bir şeyi görmeye görüntü denir. • Bir cismin ya da maddenin kendisidir. Her cismin ve canlının görüntüsü vardır. • Gözlerimizle birşeyi algılayarak görüntüsünü görmemizdir. 	15	7.39	11	5.42
	3	1.48	3	1.48
	14	6.89	2	0.98
	31	15.27	16	7.88
	28	13.79	15	7.39
Toplam	112	55.17	67	33.00
C. Kodlanamaz Yanıtlar	7	3.45	4	1.97
D. Yanıtsız	10	4.93	7	3.45
	203	100	203	100

Tablo 3.2’ de verilen bilimsel olarak kabul edilemez yanıtların oranlarına bakıldığında öğretim sonrasında öğrencilerin yanıt yüzdelerinin azaldığı görülmektedir (%33). Bu grupta yer alan öğrencilerin %44.82’ si öğretim öncesinde %23.15’ i de öğretim sonrasında sezgisel yanıtlar vermişlerdir. Bu kategoride özellikle öğrencilerin %13.79’ u öğretimden önce %7.39’u da öğretimden sonra bir ayna üzerine bir cisim ve hemen

karşısına bir cisim çizerek görüntüyü açıklamışlardır. Bu türden çizim yapan öğrenciler, günlük yaşamdaki gözlemlerini birebir kağıda yansıtarak düşüncelerini ifade etmektedirler. Herhangi bir ışın kullanmaksızın aynada oluşan görüntüyü çizmişlerdir. Öğretim sonrasında hala bu türden çizimler yapan öğrencilerin olması geleneksel öğretimin bir takım düşünceleri ve yargıları tamamen değiştirmekte yetersiz kaldığını göstermektedir. Ayrıca

öğrencilerin %7.39' unun öğretim öncesinde, %5.42' sinin de öğretim sonrasında televizyonu veya gözü görüntü kaynağı olarak belirtmiş olmaları ilginç bir bulgudur.

Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtların diğer bir ilgi çeken kategorisi de öğrencilerin görüntü oluşumunu gölge oluşumu ile karıştırdıkları durumdur. Öğrencilerin %1.48' i öğretim öncesinde, %4.93' ü ise öğretim sonrasında görüntü oluşumunu gölge oluşumu ile karıştırmışlar ve gerek çizimle gerekse açıklamalarıyla bu düşünce biçimlerini ortaya koymuşlardır. Özellikle öğretim sonrasında bu oranın artmış olması, öğretim sırasında iki ışık olayı arasındaki oluşum farklarının çok belirgin bir biçimde ortaya konmadığının bir göstergesi olabilir. Ayrıca öğrencilerin %1.48' i öğretim öncesinde, %4.93' ü de öğretim sonrasında aydınlanma olayı ile görüntü oluşumunu karıştırmaktadırlar.

İlköğretim öğrencilerinin “görüntü nedir?” sorusuna ilişkin verdikleri yanıtlardan da görüldüğü gibi, öğretim sonrasında bilimsel olarak kabul edilemez türden yanıt veren öğrencilerin sayısı azalsa

da, özellikle görüntü oluşumu ile gölge oluşumunu ve aydınlanmayı karıştıran öğrencilerin oranının öğretim sonrasında artış göstermesi bu kavramların öğretim sürecinde açıkça ayrımının yapılmadığını ve birbiri ile karıştırıldığını göstermektedir. Bu nedenle geleneksel öğretim bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtların artmasında başarılı görülse de, öğrencilerin kavramsal anlamaları üzerine olumsuz etkiler de oluşturabilmektedir.

3.2 Düzlem aynada görüntü oluşumu sorusundan elde edilen bulgular

Öğrencilere düzlem aynada görüntü ile ilgili olarak sorulan soru Şekil 3.1' de görülmektedir. Bu soruda öğrencilerin düzlem aynada görüntünün oluşumu ve özellikleri ile ilgili düşünce biçimleri ortaya konmaya çalışılmıştır.

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 3.1 Düzlem ayna ile ilgili kavramsal anlama testinde yer alan soru

Tablo 3.3' te ilköğretim öğrencilerinin geleneksel öğretim öncesi ve sonrası uygulanan testlerinin analiz edilmesiyle elde edilen yanıt kategorileri, öğrenci sayıları ve yüzdeleri verilmiştir. Tablo 3.3 incelendiğinde, ilköğretim öğrencilerinin öğretim öncesi %23.65' inin, öğretim sonrası ise %45.81' inin bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtlar verdikleri görülmektedir. Ancak bu oranların büyük bir çoğunluğunun kısmi yanıt kategorisine girdiği ve bunun da ön testte %17.25, son testte ise %31.03' lük bir çoğunluktan oluştuğu görülmektedir. Tam yanıt veren öğrencilerin oranı ise ön testte %6.40, son testte de %14.78' dir. Bu kategoriye genel olarak bakıldığında hem tam yanıt veren öğrencilerin yüzdesi, hem de kısmi yanıt veren öğrencilerin yüzdesi son testte artmıştır. Bu da geleneksel öğretimin çok büyük bir oranda olmasa da olumlu yönde bir etki yaptığını göstermektedir.

Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlara bakıldığında da durumun genelde

son test lehine olduğu görülmektedir. Ön testte öğrencilerin oranı %66.01 iken, son testte bu oran, %42.86' ya düşmektedir. Ancak bu grupta yer alan üç kategori ayrı ayrı incelendiğinde bazı ilginç sonuçlar ortaya çıkmaktadır. Bu kategoride öğrencilerin, %8.37' sinin öğretim öncesi, %13.30' unun da öğretim sonrasında küresel aynalarla düzlem aynaları birbirleri ile karıştırdıkları görülmektedir. Bu durum, genelde bilimsel olarak kabul edilemez yanıtların öğretim sonrası azalmasına rağmen yapılan öğretimin kavram yanılgılarını arttırabileceğini ortaya koyması bakımından önemli bir sonuçtur.

Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtların ikinci kategorisine bakıldığında ise ilköğretim öğrencilerinin saatin ters göründüğünü düşünmelerine rağmen hem ön testte hem de son testte sadece akrep ya da yelkovanın tersini alarak veya ikisinin yerlerini değiştirerek yanıt verdikleri görülmüştür. Bu türden yanıt veren öğrencilerin oranı ön testte %7.39 iken son testte %17.24' tür. Bir önceki kategoriye

benzer bir biçimde son testte bu türden yanıt veren öğrencilerin oranında bir artış olduğu ortaya çıkmıştır. Bu durum, ilköğretim öğrencilerinin düzlem aynada görüntünün simetrik olmasını tam olarak

kavrayamadıkları sonucunu ortaya koymaktadır. Bu nedenle simetri kavramının bu yaş grubu öğrencileri için soyut bir kavram olduğu söylenebilir.

Tablo 3.3 “Saat kaç?” sorusuna öğrencilerin verdikleri yanıtların türleri

YANIT TÜRLERİ		ÖN TEST		SON TEST	
A. Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Yanıtlar		N	%	N	%
1. Tam Yanıt					
(11:15) 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.		13	6.40	30	14.78
2. Kısmi Yanıt					
(11:15) Ali, kolundaki saat duvardaki saatten farklı olduğu için şaşırmıştır. Çünkü saatin aynadaki görüntüsü terstir.		35	17.25	63	31.03
Toplam		48	23.65	93	45.81
B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar					
1. Küresel (Çukur ve Tümsek) Aynalar ile Düzlem Aynaların Karıştırıldığı Durumlar					
• (19:15): Ali saatin görüntüsünün ters olduğunu fark etmiştir.		16	7.88	21	10.35
• (19:15): Ayna çukur ayna olabilir. Bu nedenle ters bir görüntü oluşmuştur.		0	0	5	2.46
• (13:45): Aynalar tümsek ayna oldukları için büyük göstermiştir.		1	0.49	0	0
• (11:15): Aynalar tümsek ayna olduğu için ters göstermiştir.		0	0	1	0.49
2. Akrep ve Yelkovanın Bir Tanesinin Görüntüsünün Düşünüldüğü veya Birbirlerine Göre Simetriğinin Alındığı Durumlar					
• (13:15) Saatin görüntüsü aynaya ters yansıdığı için Ali şaşırmıştır.		0	0	20	9.85
• (22:15, 9:05) Düzlem aynada saat ters görünmüştür.		15	7.39	15	7.39
3. Sezgisel Yanıtlar					
(12:45)					
• Ali duvar saatinin görüntüsüne kendi saatiyle fark olup olmadığını anlamak için bakmıştır. Yanıtı şekilden buluruz.		73	35.96	24	11.83
• Ali kendi saati ve duvardaki saat farklı olduğu için şaşırmıştır.		21	10.35		
• Ayna yamuk olduğu için ters görünüyor.		3	1.48	1	0.49
• Saat yanlış olduğu için şaşırmıştır		5	2.46	0	0
Toplam		134	66.01	87	42.86
C. Kodlanamaz Yanıtlar		17	8.37	21	10.34
D. Yanıtsız		4	1.97	2	0.99
		203	100	203	100

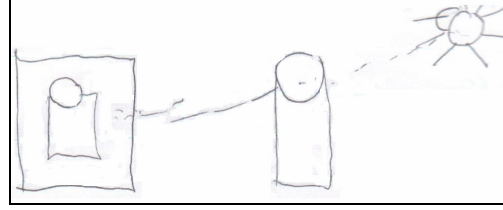
Bu grupta yer alan son kategori ise sezgisel yanıtlar denilen öğrencilerin

bilgileri ile değil de daha çok sezgileri ile açıklama yaptıkları durumları içermektedir.

Bu kategori incelendiğinde öğretim öncesinde öğrencilerin %50.25' inin öğretim sonrasında ise %12.32' sinin sezgisel yanıtlar verdiği ortaya çıkmaktadır. Sezgisel yanıtların öğretim sonrasında azalması beklenen bir durumdur. Çünkü öğrencilerin bu tür yanıtlara daha çok bilgilerinin yetersiz kaldığı durumlarda başvurdukları bilinmektedir (Driver, 1989).

İlköğretim öğrencilerinin “Saat kaç?” sorusu ile ilgili ön test ve son testlerin analiz sonuçlarına genel olarak bakıldığı, her ne kadar geleneksel öğretim sonrası bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlarında bir azalma olsa da bir takım kavram yanılgıları devam etmiş hatta bazıları artış göstermiştir. Ancak yine de herhangi bir özel kavramsal değişim stratejisini içermiyor olsa da bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtlardaki artış geleneksel öğretimin az da olsa başarılı sonuçlar ortaya koyabileceğini göstermektedir. Bununla birlikte ilköğretim 5. sınıf öğrencileri ile yapılan görüşmelerden elde edilen sonuçlar, öğrencilerin düzlem aynada görüntü oluşumuna ilişkin fikirleri ile ilgili daha detaylı bilgi edinilmesini sağlamıştır. Aşağıda böyle bir görüşmeden iki alıntı yapılmıştır. Öğrencilerden bir düzlem aynanın yaklaşık 10 cm önüne yerleştirilen bir cismin görüntüsünü ışın diyagramı çizerek açıklamaları istenmiş, sonra da görüntünün özelliklerine ilişkin sorularla görüşmeye devam edilmiştir. Öğrenci 1

tarafından çizilen ışın diyagramı Şekil 3.2' de verilmiştir.



Şekil 3.2 Öğrenci 1' in düzlem aynada görüntü oluşumuna ilişkin çizdiği şekil

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

Öğrenci 1: Işık güneşten geliyor. Cisme çarpıp aynaya yansıyor ve aynada (görüntünün) oluşmasını sağlıyor.

Görüşmeci: Nasıl oluyor da bu yansıma sonucu görüntü oluşuyor?

Öğrenci 1: Çünkü ışık bunu yansıma sayesinde sağlıyor.

Görüşmeci: Oluşan bu görüntünün yeri neresidir?

Öğrenci 1: Aynanın üzerinde yani içerisindedir. Şekilde çizdiğim gibi.

Şekil 3.2' den ve yukarıda verilen alıntıdan da görüldüğü gibi Öğrenci 1, çizdiği şekilde yansıma kanunlarını kullanmaksızın güneşten gelen ışığın önce cisme oradan da aynaya yansıdığını belirterek görüntünün oluştuğunu söylemiştir. Yansıma olayı sonucunda görüntünün nasıl oluştuğu ile ilgili herhangi bir fikir ileri sürememiştir. Ayrıca görüntünün yerinin aynanın içerisinde olduğunu belirtmiştir. Bu durumda, öğrenci aynada oluşan görüntüyü nasıl gözlemliyorsa o şekilde yanıt vermiştir. Öğrenci 1 dışında görüşme yapılan 3 ilköğretim öğrencisinden 2' si de aynı

biçimde, görüntünün aynanın üzerinde ya da içinde oluştuğunu söylemişlerdir. Aynaya gelen ışınların eşit açı yaparak yansımaları sonucu görüntünün oluştuğunu ve bu ışınların uzantılarının kesişerek aynanın arkasında bir görüntü oluşturduğu bilimsel fikrine sahip değillerdir. Görüşmenin devamında Öğrenci 1 ile oluşan görüntünün özellikleri aşağıda verilen alıntıdaki gibi tartışılmıştır.

Görüşmeci: Görüntünün özellikleri nelerdir?

Öğrenci 1: Cisimle aynı boyda değildir. Çünkü görüntünün boyu aynanın boyuna bağlıdır. Aynı boyda olamaz.

Görüşmeci: Biraz daha açıklar mısın neden böyle düşündüğünü?

Öğrenci 1: Aynanın boyuna bağlıdır. Daha büyük bir ayna koyduğumuzda daha büyük, küçük bir ayna koyduğumuzda küçük görürüz.

Görüşmeci: Cisim aynada nasıl görünüyor?

Öğrenci 1: Daha küçük görüyorum.

Görüşmeci: Hiç denedin mi bu söylediğini?

Öğrenci 1: Hayır ama öğretmenimiz aynaların insanları daha küçük ya da büyük gösterdiğini söylemişti.

Görüşmeci: Hmm...Bu görüntü ters mi düz mü?

Öğrenci 1: Ters

Görüşmeci: Nasıl yani?

Öğrenci 1: Sağ tarafı solda sol tarafı sağda görünüyor.

Görüşmeci: Sanal mı gerçek mi görüntü?

Öğrenci 1: Sanal

Görüşmeci: Neden?

Öğrenci 1: Cismin her yerini göstermiyor. Sadece aynaya bakan kısmını gösteriyor. O yüzden sanal...

Görüşmeci: Peki gerçek görüntü olsaydı...?

Öğrenci 1: Tamamen hepsini gösterirdi. Her yerini görürdük.

Burada Öğrenci 1 cisimle görüntünün aynı boyda görülemeyeceğini iddia etmektedir ve aynadaki görüntünün küçük olduğunu söylemiştir. Öğrenci aynanın boyu büyükse cismin daha büyük, küçükse daha küçük görüneceğini düşünmektedir. Bu düşüncesinin nedenini de öğretmenlerinin derste söylediği bir söz olduğunu açıklamıştır. Öğrenci 1, düzlem aynanın görüntüyü soldan sağa ya da sağdan sola çevirdiğini bilmektedir. Ancak oluşan görüntünün tamamen gözlenmediği için sanal olduğunu düşünmektedir. Eğer cismin tamamı görünüyorsa görüntünün gerçek olabileceğini belirtmiştir. Öğrenci 1 ile yapılan görüşme öğrencilerin düzlem aynada görüntü oluşumunu tam olarak kavrayamadıklarını, ayrıca görüntünün yeri ve sanal ya da gerçek olması ile ilgili de bilimsel olarak doğru olmayan fikirlere sahip olduklarını göstermektedir. Öğrenci 2 ise sanal ve gerçek görüntü ile ilgili aşağıdaki açıklamalarda bulunmuştur.

Görüşmeci: Görüntünün özellikleri nelerdir?

Öğrenci 2: Görüntü olduğu gibi yansır, düzdür.

Görüşmeci: Görüntü sanal mı gerçek mi?

Öğrenci 2: Gerçek diye düşünüyorum.

Görüşmeci: Neden gerçek?

Öğrenci 2: Çünkü olduğu gibi görebiliyoruz.

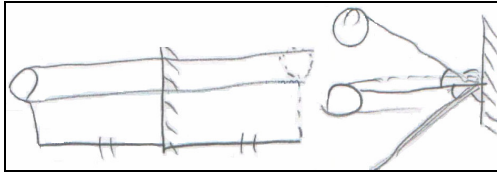
Görüşmeci: Sanal olsaydı nasıl görünecekti?

Öğrenci 2: O zaman ters görünecekti.

Görüşmeci: Nasıl yani, açıklar mısın?

Öğrenci 2: Eğer ters ise sanaldır ama olduğu gibi düz görüyorsak gerçek görüntüdür.

Bu görüşmede Öğrenci 2, düzlem aynada oluşan görüntünün gerçek bir görüntü olduğunu belirtmiş ve sanal görüntünün ters ve cismin kendisinden farklı görüneceğini ifade etmiştir. Şekil 3.3, ilköğretim 5. sınıf öğrencilerinden başka bir öğrencinin görüntü oluşumuna ilişkin çizimlerini içermektedir.



Şekil 3.3 Öğrenci 4'ün düzlem aynada görüntü oluşumuna ilişkin çizdiği diyagramlar

Bu öğrencinin yaptığı çizimde dikkat edilmesi gereken nokta öğrencinin görüntünün yerini bilerek herhangi bir ışın kullanmadan görüntüyü çizmesidir. Öğrenciden daha sonra ışınları kullanarak görüntü oluşumunu çizmesi istendiğinde başarılı bir sonuç elde edilememiştir. Bu da öğrencinin ışınları kullanmadan ezberle bir iş yaptığını göstermektedir. Aşağıda bu çizime ilişkin görüşme verileri yer almaktadır.

Görüşmeci: Düzlem aynada gördüğün bu görüntü nasıl oluşuyor açıklar mısın?

Öğrenci 4: Yansıma olur. Yansıma düzdür ve simetrik. Cismin ve görüntünün aynaya olan uzaklıkları eşittir.

Görüşmeci: Şekil çizerek bana bunu doğrulayabilir misin?

Öğrenci 4: (Çizim yapar.) Cisim burada ayna da burada olsun. Uzaklıklar aynıdır ve görüntünün boyu cismin boyuna eşit ve düzdür.

Görüşmeci: Neden nokta nokta çizdin görüntüyü?

Öğrenci 4: Aynanın arkasında oluştuğu için...

Görüşmeci: Nasıl oluyor peki bu aynanın arkasında?

Öğrenci 4: Bu uzaklıklar eşit dedim yaa...

Görüşmeci: Biraz açıklayabilir misin?

Öğrenci 4: Yani aynanın içinde bu görüntü. Burdan (aynanın karşısından) baktığımızda görüyoruz. Aslında aynanın arkasında yansıma olmuyor. Ama arkasındadır görüntünün yeri.

Görüşmeci: Nerededir peki elinle gösterebilir misin bu görüntünün yerini?

Öğrenci 4: (Elini aynanın arkasında hareket ettirir.) Şuralarda bir yerlerde.

Görüşmeci: Şu anda orda yok ama yine de aynada görüyoruz diyorsun.

Öğrenci 4: Evet

Görüşmeci: Görüntüyü ışınları kullanarak çizebilir misin?

Öğrenci 4: (Çizer). Bu ışın gider ve aynadan yansır.

Görüşmeci: Görüntüyü nasıl oluşturur bu çizdiğin ışınlar?

Öğrenci 4: Aynanın özelliği o bence. Yansımada ışınlar arkaya geçemiyor ama bu uzaklıklar eşit olduğu için aynanın arkasında oluşuyor.

Öğrenci 4 görüntünün aynanın arkasında oluştuğunu bilmekte ama bunun nasıl olduğunu açıklayamamaktadır. Işınları kullanarak görüntüyü yeniden çizmesi istendiğindeyse ışınların normalle eşit açı yapacak şekilde yansıtacağını söylemiştir. Fakat bu ışınların görüntüyü oluşturmada nasıl bir rol oynadığı konusunda herhangi bir fikir ileri sürememiş sadece aynanın özelliğinin bir sonucu olduğunu belirtmiştir. Aşağıdaki alıntı öğrencinin sanal ve gerçek görüntü ile ilgili fikirleri hakkında ipuçları vermektedir.

Görüşmeci: Görüntü sanal mı gerçek midir?

Öğrenci 4: Gerçek değildir, simetrik.

Görüşmeci: Sanal mıdır?

Öğrenci 4: Simetrik yani sanaldır aynı şey.

Görüşmeci: Öğretmeniniz mi simetrik diye söyledi sanal görüntüyü?

Öğrenci 4: Evet

Görüşmeci: Hmm..Gerçek olsaydı nasıl görünecekti?

Öğrenci 4: Gerçek görüntü bir ekran üzerine düşürülebilen görüntüdür. Çukur aynalarda görebiliriz.

Öğrenci 4 yukarıda da görüldüğü gibi gerçek görüntünün nasıl oluştuğu hakkında doğru bir kaniye sahip olmasına rağmen ısrarla “sanal” yerine “simetrik” sözcüğünü kullanmaktadır. Bunu öğretmenin bu şekilde söylediğini ifade etmiştir. Bu durum ders sırasında kullanılan dilin ne kadar önemli olduğunu ve kullanılan sözcüklerin özenle seçilmesi gerektiğini ortaya

koymaktadır. Aksi takdirde gerçekten sınıf içerisinde başarılı bir konuma sahip öğrencilerin bile yanılabilceği apaçık ortadadır.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Araştırmada elde edilen verilerden, ilköğretim 5. sınıf öğrencilerinin görüntü ve düzlem aynada görüntü oluşumu ile ilgili gerek öğretim öncesinde önceki deneyimlerinden elde ettiği, gerekse öğretimden sonra ortaya çıkan birçok kavram yanlışlığının olduğu görülmüştür. Her ne kadar bazı kavram yanlışlarının öğretim sonrasında bir miktar azaldığı görülse de, öğrencilerle yapılan detaylı görüşmeler bu yanlışların aslında oluca 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 yansımaları” olarak tanımlamışlardır. Ayrıca öğrencilerin görüntü oluşumunu aydınlanma ve gölge olayı ile karıştırdıkları ortaya çıkmıştır ki, bu yanlışlığa sahip 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. Ayrıca öğrencilerin düzlem

aynada sağ-sol tersinmesini bilmedikleri de görülmektedir.

Kavramsal anlama testindeki her iki soruya da verilen yanıtların bir kısmının, sezgisel türden olması da dikkat edilmesi gereken diğer bir noktadır. Bu yaş grubu öğrencilerin özellikle daha ön yargısız ve ilk düşündüğünü hemen söyleme ya da yazma türünden naif davranışlar sergiledikleri ve etraflarında olan biten olayların oluş biçimlerini daha çok merak ettikleri düşünüldüğünde bu yanıtların çokluğu olağan karşılanmalıdır. Bu nedenle öğretmenler öğretim sırasında hem hayatın içinden örnekler seçmeli hem de bunların sınıf ortamındaki uygulamalarına yer vermelidir. Örneğin; görüntü oluşumunu öğrencilerine kavratırken görme sürecini ve bu sürecin bir adım ötesinde yer alan fotoğraf makinelerinin de bir görüntüyü resmettiğini örnek olarak sınıf ortamına getirebilir. Ancak, daha sonra bir takım kavram yanlışlarının oluşumuna fırsat vermemek için fotoğraf makinelerinin çalışma prensibinin ve görme olayının nasıl gerçekleştiğinin çok iyi kavratılması gerekmektedir.

Öğrencilerle düzlem aynada görüntü oluşumuna ilişkin yapılan görüşmelerde görüntü çizimlerini yapamadıkları görülmüştür. Işık ışını kavramının öğrencilerde henüz oluşmadığı ve tamamen olayları gözlemedikleri gibi resmettikleri ortaya çıkmıştır. Ayrıca öğrenciler yansıyan

ışınları kullanmak yerine, cisim ve görüntünün aynaya olan uzaklıklarının eşit olmasından faydalanarak görüntü çizimi yapma yoluna gitmişlerdir. Öğrencilerin 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 durumlara ilişkin öğrencilerin sonuçları çizerek doğrulamalarına olanak sağlamalıdır.

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. Bununla birlikte, görüşme yapılan öğrencilerden biri görüntünün sanal olduğunu söylemiş ancak bunu cismin her yanının görülememesiyle açıklamaya çalışmıştır. Dolayısıyla öğrenciler *sanal görüntü* kavramını “olduğundan farklı görünecek durumlar” anlamında kullanmaktadırlar. 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.

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 yardımcılarını görevlendirilmeli ve ders saati artırılarak daha çok uygulama yapmaya fırsat yaratılmalıdır.

Öğretim sırasında oluşabilecek yanlışlara fırsat verilmemesi için ders sırasında kullanılan her bir kelime özenle seçilmeli ve öğrencilerin yaş ve ön bilgilerine uygun bir biçimde kullanılmalıdır.

Eğer öğretim sonunda öğrenme çıktısı anlamında iyi bir ürün elde edilmek isteniyorsa öğretim öncesinde öğrencilerin sahip oldukları ön bilgiler ortaya çıkarılmalı ve öğretim yöntem ve stratejileri bu doğrultuda planlanmalıdır.

5. KAYNAKLAR

- Cohen, L. ve Manion, L. (1994). Research Methods in Education. (Fourth Edition). London: Routledge.
- Driver, R. (1989). Students' Conceptions and the Learning of Science. International Journal of Science Education, 11, 481-490.
- Driver, R. ve Easley, J. A. (1978). Pupils and Paradigms: A Review of Literature Related to Concept Development in Adolescent Science Students, Studies in Science Education. 5, 61-84.
- Dyer, C. (1995). Beginning Research in Psychology: A Practical Guide to Research Methods and Statistics. Oxford: Blackwell Publishers.
- Galili, I., Goldberg, F. ve Bendall, S. (1993). The Effects of Prior Knowledge and Instruction on Understanding Image Formation. Journal of Research in Science Teaching. 30 (3), 271-301.
- Gilbert, J. K. ve Watts, M. (1983). Concepts, Misconceptions and Alternative Conceptions: Changing Perspectives in Science Education, Studies in Science Education. 10, 61-98.
- Gilbert, J. K., Osborne, R. ve Fensham, P. J. (1982). Children's Science and its

- Consequences for Teaching. Science Education, 66(4), 623-633.
- Goldberg, F. M. ve 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.
- Kabapınar, F. (2003). Kavram Yanılgılarının Ölçülmesinde Kullanılabilecek Bir Ölçeğin Bilgi-Kavrama Düzeyini Ölçmeyi Amaçlayan Ölçekten Farklılıkları. Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi, 35, 398-417.
- Kelly, G.A. (1955). The Psychology of Personal Constructs. New York: W.W. Norton.
- Novak, J.D.ve Gowin, D.B. (1984). Learning How to Learn. New York: Cambridge University Press.
- Pfundt, H. ve Duit, R. (2000). Bibliography: Students' Alternative Frameworks and Science Educaion. Kiel, Germany: Institute for Science Education at the University of Kiel Institute for Science Education.
- Pfundt, H. ve 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.