



YAPILANDIRMACI KURAMA DAYALI 5E ÖĞRETİM MODELİNDE ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME Özgür ANIL¹ ve Hüseyin KÜÇÜKÖZER²

Öz

Çalışmanın amacı; 5E öğretim modeli çerçevesinde, öğrencilerin kavramsal değişim sürecindeki gelişimini takip edebilmek amacıyla ölçme araçları (kavram testleri, öğrenci kılavuzları, anlam çözümleme tabloları, görüşme formları) geliştirmektir. Ölçme araçları “aynalarda görüntü oluşumu ve görüntü özellikleri” konusunun öğretimi sürecinde kullanılmıştır. Kavramsal değişime yönelik olarak tasarlanan değerlendirme faaliyetleri öğretim modelinin “deneysel işlem” ve “uygulama sonrası” aşamalarını kapsamaktadır. Değerlendirme süreci için tasarlanan ölçme araçları; öğrencilerin önceki düşüncelerinden farklı ne tür yeni (bilimsel) düşünceler oluşturduklarını belirlememize yardımcı olmuştur. Kullanılan ölçme araçları; öğretmene öğrencilerin kavramsal değişim düzeylerini belirleme fırsatı, öğrencilere ise yeni kavramları geliştirmelerine yardımcı olacak deneyimler sunmuştur.

Anahtar Kelimeler: *5E Öğretim Modeli, Değerlendirme, Öğrenci Kılavuzu, Aynalar*

Measurement and Evaluation with the 5E Instructional Model Based on Constructivist Theory

Abstract

The purpose of the study was to develop measuring instruments (concept tests, student guidebooks, meaning analysis tables, interview forms) to be used in monitoring the progress of students' processes of conceptual change within the framework of the 5E instructional model. The measuring instruments were used in teaching the topic of "the formation and characteristics of images in mirrors." The evaluation process designed

¹ Dr, Milli Savunma Üniversitesi, Kara Harp Okulu, Temel Bilimler Bölüm Başkanlığı, Fizik Öğretim Elemanı

² Prof. Dr., Balıkesir Üniversitesi, Necatibey Eğitim Fakültesi, OFMA Eğitimi Bölümü Fizik Eğitimi Ana Bilim Dalı.

to trace conceptual change encompassed the stages of "experimental process" and "post-application process" of the instructional model. The measuring instruments designed for the evaluation process helped us to discover what kind of new (scientific) ideas students formed in their minds that were different from their prior thoughts. The measuring instruments provided the teacher with the means to identify the level of conceptual change students achieved and provided the students with experiences that helped them develop the new concepts.

Keywords: 5E Instructional Model, Evaluation, Student Guidebooks, Mirrors

GİRİŞ

Günümüzde öğrenme-öğretme süreçleri; öğrencilerin düşünme ve plan yapma yeteneğini geliştirmeli, bireysel deneyimleri öne çıkararak sorgulama, keşfetme, yansıtma ve tartışma uygulamalarını desteklemeli, bireyin kendi bilgisini kurması ve geliştirmesine fırsat vermelidir (Marlowe ve Page, 1998; Wheatley,1991).

Öğrenme-öğretme süreçlerinin geliştirilmesi aşamasında; tüm öğrenme etkinliklerinin geniş bir görev ya da probleme bağlandığı, anlamlı öğrenmeyi gerçekleştirmek üzere özgün öğrenme görevlerinin tasarlandığı ve gerçek yaşamın karmaşıklığını yansıtacak öğrenme ortamlarının oluşturulduğu, “yapılandırmacı yaklaşıma dayalı öğretim ortamları” ön plana çıkmaktadır (Yurdakul, 2005).

Anlamlı bir öğrenme sürecine katkı sağlayabilecek bir öğretim ortamının tasarlanması sürecinde; Karplus (1977) tarafından geliştirilen ve bugün fen eğitiminde yaygın bir şekilde kabul edilen, yapılandırmacı öğrenme kuramına dayalı Öğrenme Halkası modeli kullanılabilir. Colburn ve Clough (1997) araştırmalarında, Öğrenme Halkası'nın öğrencinin bilimi tanıması, içeriğini anlaması ve bilimsel süreçleri uygulaması açısından en etkili yol olduğunu ifade etmişlerdir.

Öğrenme Halkasının etkili kullanımı; öğretmenlere öğrencilerin geçmiş bilgilerini görme fırsatı, öğrencilere ise yeni kavramları geliştirmelerine yardımcı olacak deneyimler sağlamaktadır. Öğrenciler davranışlarını ve tepkilerini yeni durumlara uygulayarak öğrenmektedir. Öğrenme Halkasında; öğrenciler yeni terimleri ya da yeni düşünme tarzlarını diğer örneklere uygulamaktadırlar (Lawson, Abraham ve Renner,

1989; Odom ve Kelly; 2001; Nuhoğlu ve Yalçın, 2006; Köseoğlu ve Tümay, 2010; Dikici, Türker ve Özdemir, 2010; Qarareh, 2012).

Yapılandırmacı öğrenme kuramına dayalı Öğrenme Halkası'nın öğretim sürecinde uygulanan en kullanışlı formlarından biri, Biological Science Curriculum Study (BSCS)'nin öncü isimlerinden Bybee tarafından geliştirilen 5E öğretim modelidir (Bybee, 1997). 5E öğretim modeli; araştırma merakını artırıp, öğrenci beklentilerini tatmin eden, bilgi ve anlama için aktif bir araştırmaya odaklandırıan beceri ve etkinlikleri içermektedir. 5E öğretim modelinin öğrencileri kendi kavramlarını oluşturmaları yönünde desteklediği ve farklı öğretim yöntem ve tekniklerinin uygulanmasına yardımcı olduğu görölmektedir (Martin, 2000; Van Hook ve Huziak-Clark, 2007; Ürey ve Çalık, 2008; Vincent, Cassel ve Milligan, 2008; Şahin, Çalık ve Çepni, 2009; Yalçın ve Bayrakçeken, 2010).

5E öğretim modelinin değerlendirme süreci ise öğretim sürecinin her aşamasını kapsamakta; bu süreçte öğretmen gözlemleri, öğrenci görüşmeleri, kavram haritaları, anlam çözümüleme tabloları, anketler, günlükler ve öğrenci dosyaları kullanılabilir (Pintrich, Marx ve Boyle, 1993). 5E öğretim modelinin farklı aşamaları için değerlendirme amacıyla kullanılacak yöntemler Tablo 1'de sunulmuştur (Marek ve Cavallo, 1997).

Tablo 1. 5E öğretim modelinin farklı aşamaları için değerlendirme yöntemleri.

Aşamalar	Değerlendirmenin Amacı	Değerlendirmenin Türü
Giriş-Katılım	Kavram yanlışlarını belirlemek ve önceki bilgileri harekete geçirmek.	Kavram testleri, grup tartışması, görüşmeler.
Keşif	Öğrencilerin bireysel ve grup halinde nasıl çalıştıklarını saptamak. Problem çözme sürecindeki öğrenci yaklaşımlarını belirlemek.	Öğrencinin gözlemlenmesi, derinleştirici sorular sorma, günlükler tutma.
Açıklama	Kavramsal anlayışı değerlendirmek.	İzleme testleri, kavram haritaları, tartışmalar, görüşmeler ve yazılı denemeler.
Genişletme- Derinleştirme	Kavramsal anlayışın yeni durumlara uygulanışını	Laboratuvarında uygulamalı çalışmalar ve yeni problemler

	değerlendirmek.	çözme.
Değerlendirme	Öğretimin etkililiğine karar vermek.	Öğretimin hedeflerine ulaşip ulaşmadığını saptamak için tasarlanmış; formal testler, kavram haritaları, görüşme formları ve anketler.

Bu bilgiler ışığında araştırmada, “5E Öğretim Modeli” tercih edilmiştir. Kavramsal değişime yönelik olarak tasarlanan değerlendirme faaliyetleri, öğretim modelinin “deneysel işlem (uygulama)” ve “uygulama sonrası” aşamalarını kapsamaktadır. Değerlendirme sürecinde kullanılan veri toplama araçları (*kavram testi, anlam çözümleme tabloları, öğrenci kılavuzları vb.*); öğretmenlere özellikle de Fizik ve Fen ve Teknoloji öğretmenlerine öğrencilerinin kavramsal değişim düzeylerini belirleme fırsatı, öğrencilere ise yeni kavramları geliştirmelerine yardımcı olacak deneyimler sunması açısından önem taşımaktadır.

YÖNTEM

ARAŞTIRMA MODELİ

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

Araştırma deseninin tasarımı sürecinde, öğrenme sarmalına uygun olarak tasarımı yapılan 5E öğretim modeli yardımıyla bir öğretim planı oluşturulmuş ve öğretim sürecinin sonunda öğrencilerin mevcut bilgi yapılarında meydana gelen değişimler incelenmiştir. Bu süreç; uygulama öncesi, deneysel işlem (uygulama) ve uygulama sonrası olarak 3 farklı aşamadan oluşmaktadır. Uygulama öncesi, konuya ilişkin kavram

yanılgılarının belirlendiği aşamadır. Deneysel işlem süreci; 5E Öğretim Modeli çerçevesinde yapılandırılan ve kavramsal değişimi gerçekleştirmeye yönelik öğretim uygulamalarını kapsayan bir aşamadır. Deneysel desenin son aşaması olan uygulama sonrası süreç ise öğrencilerin kavramsal değişimlerinin incelendiği değerlendirmeye yönelik bir aşamadır.

ÖRNEKLEM

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

Örnekleme dahil edilen öğrencilerin bir seçme sınavı ile alınması ve bu nedenle seviyelerinin birbirine yakın olması, seçilen örneklemin rastgele alınmasından kaynaklanabilecek olumsuzlukları en aza indirmiştir. Örnekleme de yer alan öğrencilerin dağılımı Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Öğrencilerin dağılımı.

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

VERİ TOPLAMA ARAÇLARI

Çalışmada; “deneysel işlem” ve “uygulama sonrası” süreçte kullanılan veri toplama araçları Tablo-3’de sunulmuştur.

Tablo 3. Veri toplama araçları.

Deneysel İşlem (Uygulama)	Uygulama Sonrası
- Öğrenci Kılavuzları	- Kavram Testi
-Anlam Çözümleme Tabloları	- Yarı Yapılandırılmış Görüşme (Aynalar)

5E öğretim modeli ve aynalar konusu ile ilgili olarak alan yazında yer alan çalışmalardan yararlanılarak araştırmacılar tarafından düzenlenen ve konunun uzmanları tarafından incelenerek son hali verilen veri toplama araçları ile ilgili bilgiler aşağıda verilmiştir.

KAVRAM TESTİ

Geliştirilen kavram testinin amacı; 5E öğretim modelinin öğrencilerin kavramsal değişimlerini nasıl etkilediğini değerlendirmektir. Driver ve Erickson (1983), öğrencilerin düşünce biçimlerini ortaya koymada kullanılan yaklaşımları kavramsal (conceptual) ve olgusal (phenomenologically) çerçeve olarak iki farklı boyutta ele almıştır. Kavramsal çerçevenin kullanıldığı yaklaşımlarda; öğrencilerden, verilen herhangi bir kavram ile ilgili açıklama yapmaları veya bunu herhangi bir yazılı testte bir ya da birden fazla cümle içinde kullanmaları istenmektedir. Olgusal çerçeve temelli yaklaşımlarda ise öğrencilerden, incelenen kavramla ilgili fiziksel bir sistem ya da bir olay sunularak bir sonuca ulaşmaları ve bu sonucu doğrulamaları istenmektedir. Kavram testi (Ek-A); ilgili alan yazındaki çalışmalardan ve üniversitelerin internet sayfalarında yer alan optik konusuna ait sorulardan faydalanılarak oluşturulan soru bankası içerisinden, 10.sınıf fizik müfredatına uygun olgusal temelli soruların seçilmesi ile oluşturulmuştur. Kavram testinde yer alan soruların hazırlık sürecinde yararlanılan kaynaklar Tablo – 4’de sunulmuştur.

Tablo 4. Yararlanılan kaynaklar.

Soru Numarası	Yararlanılan Kaynak
1	http://www.physicsclassroom.com/Physics-Interactives/Reflection-and-Mirrors
2	http://www.physicsclassroom.com/Physics-Interactives/Refraction-and-Lenses
3	http://www.physicsclassroom.com/Physics-Interactives/Reflection-and-Mirrors
4	Kocakulah, 2006
5	Heywood, 2005
6	Galili, Goldberg ve Bendall, 1991
7	Goldberg ve McDermott, 1987
8	Kocakulah, 2006

9	http://www.physicsclassroom.com/Physics-Interactives/Refraction-and-Lenses
10	http://www.physicsclassroom.com/Physics-Interactives/Reflection-and-Mirrors

Kavramsal anlama testlerinde yer alan soruların açık uçlu kısımlarının analizinde araştırmacıdan kaynaklanabilecek bir takım yanılğaların giderilmesi maksadıyla aynı alanda çalışan bir başka araştırmacı tarafından elde edilen verilerin kodlanması gerekmektedir (Kabapınar, 2003). Bu süreçte öncelikle ikincil araştırmacı ile birlikte kavram testinde yer alan sorular ile ilgili kategori tabloları (görüntü oluşumu, görüş alanı, görüntü özellikleri vb.) oluşturulmuştur. Çalışma grubunun ortalama % 50'lik kısmı (23 öğrenci) rasgele seçilmiş ve teste verdikleri yanıtlar Tablo 5'de verilen sayısal değerlendirme ölçütü yardımıyla değerlendirilmiştir (Kocakulah, 1999).

Tablo 5. Dereceli puanlama anahtarı.

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

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

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

p: Tutarlılık yüzdesi

N_a : İki kodlamada aynı şekilde kodlanan öğrenci sayısı

N_t : Kodlanan toplam öğrenci sayısı

Kavram testinde yer alan soruların araştırmacı ve ikincil araştırmacı tarafından değerlendirilmesi sonucu elde edilen tutarlılık yüzde sonuçları Tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 6. Araştırmacı ve ikincil araştırmacı tarafından yapılan değerlendirmelere ilişkin tutarlılık yüzdeleri

Soru Numarası	p (Tutarlılık Yüzdesi)	Ortalama p
1	0,92	0,889
2	0,85	
3	0,90	
4	0,96	
5	0,82	
6	0,80	
7	0,94	
8	0,92	
9	0,86	
10	0,92	

Tablo 6’da görüldüğü gibi sorulara ilişkin tutarlılık yüzdelerinin ortalaması % 88,9’dur. Bu durumda; kavram testinden elde edilen sonuçların araştırmacının kendi görüşlerinden ziyade elde edilen verilere dayandığı söylenebilir.

Araştırmacılar tarafından hazırlanan, düzenlenen ve daha sonra iki Fizik Eğitimi Uzmanı tarafından kontrol edilerek geliştirilen kavram testinin pilot uygulaması 2010-2011 eğitim öğretim yılında 252 öğrenci üzerinde yapılmıştır. 12 maddeden oluşan kavram testinde yer alan iki madde, ölçmek istenen hedef davranışları belirlemede yetersiz kaldığı için testten çıkarılmıştır. Soruların 9 tanesi açık uçlu, 1 tanesi ise çoktan seçmeli soru tipindedir. Çoktan seçmeli soruda, öğrencilerden işaretledikleri yanıtların nedenini de yazmalarının istendiği ayrı bir bölüm yer almaktadır. Testte düzlem aynalara yönelik 5 adet, çukur aynalara yönelik 2 adet, tümsek aynalara yönelik 2 adet ve görüntü çeşitleri ile ilgili 1 adet olmak üzere toplam 10 adet olaysal temelli soru yer almaktadır

Kavram testinde yer alan sorulara öğrencilerin yaptıkları açıklamalardan elde edilen veriler, tam yanıtı belirleme (nomothetic) ve açıklamaları belli kategoriler içerisinde sınıflandırma (ideographic) yaklaşımları kullanılarak analiz edilmiştir. Öğrencilerin yanıtları; “kodlanabilir”, “kodlanamaz” ve “yanıtsız” olarak kategorilendirilmiştir. Kodlanabilir yanıtlar; “bilimsel olarak doğru kabul edilebilir” ve “bilimsel

olarak kabul edilemez” başlıkları altında gruplanmıştır. Sorunun doğru yanıtının yer aldığı veya tam yanıtın daha az açıklama içeren yanıtlar “bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtlar” kategorisine dahil edilmiştir.

Bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtların dışında kalan diğer kodlanabilir türden yanıtlar “bilimsel olarak kabul edilemez” başlığı altında gruplandırılmıştır. Bilimsel olarak kabul edilemeyen yanıtlar içerisinde, aynı düşünce biçimini ve kavram yanlışlığını içeren türde yanıt veren öğrenciler farklı bir kategoride gruplandırılarak her bir kategoriye uygun bir tema başlığı verilmiştir. Bilimsel olarak kabul edilemeyen ve herhangi bir düşünce biçimi ile açıklanamayan yanıtlar ise “sezgisel yanıtlar” kategorisi altında toplanmıştır. Soruya bir yanıt veren ancak verdiği yanıtta ne yazdığı açık olmayan ve ilgisiz bir açıklama içeren yanıtlar “kodlanamaz” yanıtlar kategorisinde gruplandırılmıştır. Herhangi bir yanıt vermeyen öğrenciler ise “yanıtsız” kategorisine dahil edilmiştir (Kocakulah, 1999).

GÖRÜŞMELER

Bu çalışmada, yarı yapılandırılmış görüşme tekniği kullanılmıştır. Uygulama sonrası süreçte gerçekleştirilen görüşmeler ile öğrencilerin aynalar konusuna ilişkin düşünce biçimleri ile ilgili detaylı ve derinlemesine bilgi edinebilmek amaçlanmıştır. Görüşmede yer alan soruların bir bölümü araştırmacı tarafından geliştirilmiş, bir bölümü ise Kocakulah’ın (2006) çalışmasından yararlanarak yeniden düzenlenmiş ve iki Fizik Eğitimi Uzmanına kontrol ettirilmiş, onlardan gelen geri bildirimler doğrultusunda sorulara son hali verilmiştir.

Görüşme kayıtları, öğrencilerin verdikleri yanıtların nedenlerini derinlemesine araştırmak ve düşünce biçimlerini net olarak ortaya koymak amacıyla kullanılmıştır. Araştırma sürecinde gerçekleştirilen tüm görüşmeler (5 öğrenci) ses kayıt cihazı ile kayıt altına alınmıştır. Kayıtların tümü dinlenerek yazılı dokümana dönüştürülmüştür. Elde edilen veriler; “bilimsel olarak doğru kabul edilebilir” ve “bilimsel olarak kabul edilemez” başlıkları altında gruplanmıştır. Bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtlar ise alt konu başlıklarına (görüntü oluşumu, görüntü özellikleri vb.) ayrılmış ve öğrencilerin öğretim öncesi ve öğretim sonrasında sahip olduğu düşüncelere ilişkin zengin bir veri tabanı elde edilmiştir. Değerlendirme sürecinde; “*öğrencilerin öğretim öncesinde sahip olduğu bir kavram yanlışlığının*

öğretim süreci içerisinde nasıl bir değişime uğradığını” ayrıntılı olarak yansıtan öğrenci ifadelerine öncelik verilmiştir.

Öğrenci Kılavuzları

Etkinliklerin aşamalılık ilişkisini ayrıntılı olarak ifade edebilmek ve öğrenciler tarafından anlaşılmasını kolaylaştırmak amacıyla öğrenci kılavuzları oluşturulmuştur. Etkinlikler giriş, keşfetme ve derinleştirme aşamalarında uygulanmış; öğrenciler etkinlikler ile ilgili düşüncelerini, elde ettikleri değerleri ve çözümlerini bu kılavuzlara aktarmışlardır. Öğrencilerin kılavuzda yer alan ifadeleri; “bilimsel olarak doğru kabul edilebilir” ve “bilimsel olarak kabul edilemez” başlıkları altında gruplanmıştır. Bu veriler; öğretim sürecinin sonunda, diğer veri toplama araçlarındaki (kavram testi, görüşme vb.) öğrenci açıklamaları da dikkate alınarak değerlendirilmiştir. Kılavuzlardan (Ek-B) elde edilen veriler; öğretim sürecinin başından sonuna kadar geçen süreçte, öğrencilerin düşünme biçimlerinde ve konuya ilişkin bilgilerinde gerçekleşen değişimleri, öğrencilerin ifadeleri ve bakış açıları ile yansıtmaktadır.

Anlam Çözümleme Tabloları

Bu araç, Amerikan literatürüne semantik özellikler analizi (semantic features analysis) terimiyle girmiştir (Fredericks ve Cheesebrough, 1993). Kavramların analizine yönelik olarak iki boyutlu bir tablo şeklinde geliştirilen bu aracın; bir boyutunda özellikleri çözümlenecek kavramlar, diğer boyutunda ise özellikler yer alır. Araştırmada kullanılan anlam çözümleme tabloları (5 adet); öğrencilerin aynalarda görüntü oluşumu ve görüntü özelliklerine ilişkin bilgi seviyesini ölçmek amacıyla araştırmacılar tarafından geliştirilmiştir.

Öğrencilerin anlam çözümleme tablolarına verdiği yanıtlar ve çözüm aşamaları, araştırmacılar tarafından ayrıntılı olarak incelenmiş ve öğretim sürecinin “değerlendirme” aşamasına ilişkin verilere ulaşılmıştır. Anlam çözümleme tablolarında yer alan ifade ve çizimler, kavram yanlışlarına ait konu başlıkları (görüntünün oluşumu, görüntü özellikleri vb.) dikkate alınarak gruplara ayrılmıştır. Elde edilen veriler, öğrencilerin öğretimin başında sahip olduğu fikirler ile karşılaştırılmış; konunun amaçları ve öğrencilerin kazanması beklenen davranışlar doğrultusunda değerlendirilerek kavramsal değişim sürecine yönelik kapsamlı bilgilere ulaşılmıştır. Ayrıca diğer veri toplama araçları yardımıyla elde edilen

bilgilerin desteklenmesi amacıyla, anlam çözümlene tablolarında yer alan öğrenci ifadelerinden yararlanılmıştır.

BULGULAR

Kavram testi, anlam çözümlene tabloları, öğrenci kılavuzları ve görüşmeler ayrı ayrı incelenerek değerlendirme sürecine ilişkin verilere ulaşılmıştır. Bu bölümde; “deneysel işlem (uygulama)” ve “uygulama sonrası” aşamaları ile ilgili örnek bulgulara yer verilmiştir.

Kavram Testi (Örnek Değerlendirme)

Galili, Goldberg ve Bendall’ın (1991) çalışmasında yer alan ve araştırmacılar tarafından yeniden düzenlenerek kavram testine alınan “düzlem aynada görüntü oluşumu ve görüntü özellikleri”ne ilişkin soru Şekil 1’de verilmiştir.



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

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

— Buket’in görüntüsü nerede oluşur? Lütfen yanıtınızı şekil yardımıyla veya yazarak açıklayınız.

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

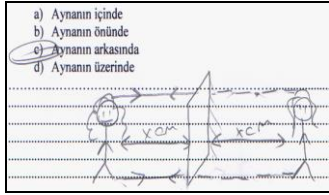
.....

Şekil 1. Düzlem ayna konusuna ilişkin olarak kavram testinde yer alan soru.

Sorunun ilk bölümünde bir çocuğun aynadaki görüntüsü verilmiş, görüntünün özellikleri sorulmuştur. İkinci bölümde, görüntünün hangi bölgede oluştuğunu seçenekler arasından işaretlemesi ve nedenini verilen boşluğa yazması istenmektedir. Bu soru ile öğrencilerin, düzlem aynada

görüntü oluşumu ve özelliklerine ilişkin düşüncelerini belirlemek amaçlanmıştır. Tablo 7’de öğrencilerin öğretim öncesinde ve sonrasında soruya verdikleri yanıtlar ile bu yanıtlara ait yüzdeler yer almaktadır. Tabloda; toplamda 10 sorunun olduğu kavram testinin 1.sorusuna ait veriler sunulmuştur.

Tablo 7. Öğrencilerin düzlem ayna sorusuna verdikleri yanıtlar.

YANIT TÜRLERİ		ÖN TEST		SON TEST	
A. Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Yanıtlar					
A1. Görüntünün yerinin açıklandığı durum		N	%	N	%
1. Bölüm	Cisimden aynaya ulaşan ışınlar yansır ve aynanın arkasında görüntüyü oluşturur.	4	8,7	8	17,4
2. Bölüm		2	4,4	6	13
A2. Görüntünün uzaklığının ve büyüklüğünün açıklandığı durum					
1. Bölüm	Düzlem aynada, görüntünün aynaya olan uzaklığı ile cismin aynaya olan uzaklığı birbirine eşittir. Cisim ve görüntü aynı boydadır.	6	13	11	24
A3. Görüntünün sanal oluşunun açıklandığı durum					
1. Bölüm	Görüntü aynanın arkasında olduğu için sanaldır.	4	8,7	8	17,4
	Görüntü yansıyan ışınların uzantılarının kesişmesi ile olduğu için sanaldır.	3	6,5	7	15,2
Toplam		19	41,3	40	87
B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar					
B1. Düzlem aynada sağ-sol değişiminin olduğunun düşünüldüğü durum					
1. Bölüm	Görüntüde sağ sol değişimi olur.	5	10,8	2	4,4
B2. Düzlem aynanın küresel aynalar ile karıştırıldığı durumlar					
1. Bölüm	Düzlem ayna cisimleri ters gösterir.	2	4,4	-	-
	Düzlem ayna cisimleri büyük gösterir.	2	4,4	-	-
	Düzlem ayna cisimleri küçük gösterir.	1	2,2	-	-
	Düzlem aynada oluşan görüntü gerçektir.	4	8,7	1	2,2
2. Bölüm	Düzlem aynada görüntü aynanın önünde	4	8,7	1	2,2

oluşur.					
B3. Görüntü ve cismin aynaya olan uzaklığı ile ilgili durumlar					
1. Bölüm	Görüntünün aynaya uzaklığı cismin aynaya olan uzaklığından büyüktür.	3	6,5	1	2,2
B4. Sezgisel Yanıtlar					
1. Bölüm	Düzlem aynada görüntüler nettir.	1	2,2	-	-
2. Bölüm	Aynaya yakın olan cisimlerin görüntüsü aynanın üstünde, uzak olan cisimlerin ise aynanın içinde oluşur.	3	6,5	-	-
Toplam		25	54,3	5	10,8
C. Kodlanamaz Yanıtlar					
		1	2,2	-	-
D. Yanıtsız					
		1	2,2	1	2,2
Genel Toplam					
		46	100	46	100

Öğrenci ifadeleri incelendiğinde; öğretim sürecinin sonunda öğrencilerin % 87'sinin “aynalarda görüntü oluşumu ve görüntü özellikleri” konusunda bilimsel yanıtlar verdiği görülmektedir. Bu örnek çerçevesinde; kavram testi yardımıyla öğretim sürecinin değerlendirilmesine yönelik kapsamlı bir veri elde edildiği söylenebilir.

Görüşmeler ve Öğrenci Kılavuzları (Örnek Değerlendirme)

Tablo 7 incelendiğinde; öğrencilerin % 10,8'inin “aynadaki görüntüde sağ-sol değişimi” olduğunu düşündüğü görülmektedir. Öğretim sürecinin sonunda bu düşünceye sahip olan öğrencilerin oranının % 4,4'e düştüğü görülmektedir. Bu kavram yanlılığına sahip olan öğrencilerin oranında % 6,4'lük bir azalma olmuştur.

Öğretim sürecinin sonunda; öğretim öncesinde bu kavram yanlılığına sahip olan öğrenciler ile **görüşmeler** gerçekleştirilmiştir. Öğrenci 2'nin düzlem aynada görüntünün oluşumuna ilişkin olarak sahip olduğu düşünceler aşağıda verilen **görüşme** alıntılarında tartışılmıştır.

Görüşmeci: Düzlem aynada görüntünün özellikleri nelerdir?

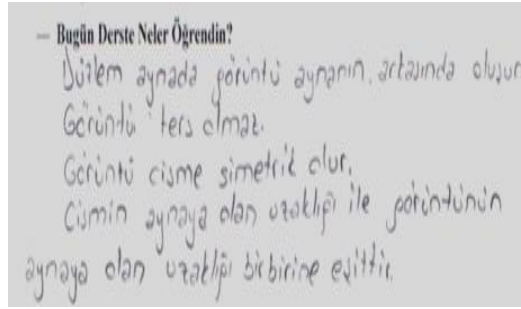
Öğrenci 2: Görüntü ile cisim birbirinin simetrisi şeklindedir. Mesela bir yazı düşünelim. Yazının aynadaki görüntüsünü belirleyebilmek için yazının bulunduğu kâğıdın arkasını çevirmemiz yeterlidir.

Görüşmeci: Bu düşünceye nasıl ulaştın?

Öğrenci 2: Örneğin; saatin aynadaki görüntüsünü bulmaya çalışırken, kâğıda çizdiğim saat resminin arka yüzüne bakmamın yeterli olduğunu gördüm. Aynada ön ile arkanın değiştiğini fark ettim.

Yukarıda verilen alıntıda görüldüğü gibi öğrenci 2; “düzlem aynalarda oluşan görüntüde ön-arka değişimi olduğunu” ifade etmiştir. Öğrenci, öğretim öncesinde sahip olduğu; “aynadaki görüntüde sağ-sol değişimi olur” düşüncesinden vazgeçmiştir.

Öğretim öncesinde öğrencilerin % 6,5’i; “Görüntünün aynaya uzaklığı cismin aynaya olan uzaklığından büyüktür” düşüncesine sahiptir. Öğretim sonunda bu kavram yanlışlığına sahip öğrencilerin oranı % 2,2’ye düşmüştür. Uygulama sonrası süreçte; öğrenci 3’ün düzlem aynada görüntü oluşumuna ilişkin **öğrenci kılavuzunda** yer alan ifadeleri Şekil 2’de verilmiştir.



Şekil 2. Öğrenci 3’ün öğrenci kılavuzunda yer alan ifadeleri.

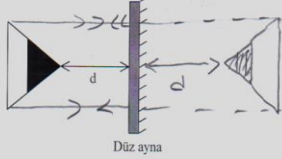
Bu ifadelerde öğrencinin öğretim sürecinin sonunda düzlem aynada görüntü özelliklerine ilişkin bilimsel bilgilere ulaştığı görülmektedir. Öğrenci öğretim öncesinde sahip olduğu “görüntünün aynaya uzaklığı cismin aynaya olan uzaklığından büyüktür” düşüncesinden vazgeçmiştir.

Anlam Çözümleme Tabloları (Örnek Değerlendirme)

Tablo 7 incelendiğinde; öğretim sürecinden önce “düzlem aynadaki görüntünün aynanın önünde oluştuğunu” ve “düzlem aynada görüntünün gerçek olduğunu” düşünen öğrencilerin oranının % 8,7 olduğu görülmektedir. Bu oran öğretim sürecinin sonunda % 2,2’ye düşmüştür.

	GÖRÜNTÜ ÖZELLİKLERİ						
	Görüntünün Boyu			Görüntünün Yeri			Görüntü Çesidi
	Cisimle Ayn Boyda	Cisimden Büyük	Cisimden Küçük	Aynanın Önünde	Aynanın Üstünde	Aynanın Arkasında	
Düz Ayna	X					X	X

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



Şekil 3. Öğrenci 5'in çizdiği düzlem aynada görüntü oluşumuna ilişkin şekil.

Öğrenci 5'in düzlem aynada görüntü oluşumu ve görüntü özelliklerine ilişkin olarak **anlam çözümleme tablosunda** yer alan çizimi Şekil 3'de verilmiştir. Öğrenci 5; “*düzlem aynada görüntünün aynanın arkasında oluştuğunu (çizim) ve görüntü türünün sanal olduğunu (tablo)*” ifade etmektedir. Öğrenci, görüntü oluşumu sürecinde yansıma kanunlarından da yararlanmaktadır. Öğrenci; düzlem aynadan yansıyan ışınların uzantılarını çizerek görüntünün aynanın arkasında (sanal) oluştuğunu göstermiştir.

Araştırmacılar tarafından geliştirilen görüşme formları, anlam çözümleme tabloları, kavram testi ve öğrenci kılavuzları, deneysel işlem ve uygulama sonrası sürece ait veriler yardımıyla öğretimin değerlendirilebilmesine ilişkin kapsamlı bilgilere ulaşmamıza fırsat sağlamışlardır.

SONUÇ VE TARTIŞMA

Öğrencilerin kavram testlerinde, görüşmelerde, öğrenci kılavuzları ve anlam çözümleme tablolarında yer alan ifade ve çizimleri, tasarlanan öğretim aşamalarının kavramsal değişim sürecine katkı sağladığına yönelik anlamlı veriler sunmaktadır. Öğretim sürecinin başında ve sonunda uygulanan kavram testleri; incelenen kavramla ilgili fiziksel bir sistem ya da bir olay sunarak öğrencilerin bir sonuca ulaşmalarına ve bu sonucu doğrulamalarına yardımcı olmuştur.

Öğretim sürecinin başında “kavram testinden” elde edilen veriler, öğretim aşamalarının ayrıntılı bir biçimde planlanmasına (etkinlikler, kullanılacak materyaller, ölçme değerlendirme araçları vb.) katkı

sağlamıştır. Öğretim sürecinin sonunda kavram testinden elde edilen veriler ise araştırmacılara kavramsal değişim sürecine ilişkin olarak öğrencilerin sahip olduğu yeni (bilimsel) bilgileri görme fırsatı yaratmıştır. Yapılandırmacılık kuramının öğretim sürecine yönelik uygulamalarını içeren araştırmalar da, kavram testlerinin kavram yanılgılarının bilimsel bilgiler ile değiştirilmesi sürecinde etkili rol oynadığı vurgulamaktadır (Niaz, 1995; Limon, 2001).

“Öğrenci kılavuzları” ise öğrencilerin daha önceki yaşantıları yardımıyla yapılandırdıkları bilgileri zihinsel süreçler yardımıyla yeniden değerlendirebilmeleri için, kavramsal çatışmalara yol açacak günlük yaşamla ilişkili öğrenme görevleri sunmaktadır. Öğrenciler, yapılandırmacı kurama dayalı olarak oluşturulan ve gerçek durumlara dayalı etkinlikler içeren öğrenci kılavuzları yardımıyla yeni bilgiler üretmişlerdir. Bu bilgiler, öğrencilerin gelişimini değerlendirmek ve öğretim amaçlarının sağlanıp sağlanmadığını görmek açısından önem taşımaktadır. Öğretim sonrasında, öğrencilerin düşüncelerini sebepleri ile beraber derinlemesine tespit edebilmek amacıyla oluşturulan “görüşme formları” öğrencilerin kavramsal anlama düzeyinin belirlenebilmesinde önemli katkı sağlamıştır.

Öğretim boyunca devam eden değerlendirmeye yönelik faaliyetlerin (kavram testleri, görüşmeler vb.) desteklenmesine yönelik olarak “anlam çözümleme tablolarından” yararlanılmıştır. Tablolar, öğrencilerin kavramsal anlamalarının yeni durumlara uygulanabilmesine yardımcı olmuş ve bu bağlamda öğretimin etkinlik derecesinin belirlenebilmesine katkı sağlamıştır. Anlam çözümleme tablolarına öğrencilerin verdikleri yanıtların; konunun amaçları ve öğrencilerin kazanması beklenen kazanımlar doğrultusunda değerlendirilmesi ile kavramsal değişim sürecine ilişkin anlamlı verilere ulaşılmıştır.

Öğretim sürecinin birçok farklı araç (görüşme, öğrenci kılavuzu, anlam çözümleme tablosu vb.) çerçevesinde tasarlanmış olması; öğrencilerin daha önce kabul edilmiş açıklamaları kullanarak, kendi bildiği, anladığı kavram ve becerileri öğretim ortamına sunmasına ve böylece kendi açıklamalarının yeterliliğini de sorgulayabilmesine fırsat sağlamıştır.

Yapılan çalışmalar da öğretim süreçlerinde öğretmen tarafından yapılandırılan ölçme araçlarının (kavram testi, öğrenci kılavuzları, anlam çözümleme tabloları vb.); öğrencilerin gelişimini değerlendirmek ve öğretim amaçlarının sağlanıp sağlanmadığını görmek açısından önem

taşıdığını vurgulamaktadır (Trowbridge, Bybee ve Powell, 2000; Gürses, 2006; Özbudak ve Özkan, 2014). Ölçüt-dayanaklı; yani neyin başarılı olarak kabul edileceğini önceden belirleyen ve tek doğrulu sınavlardan çok, gerçek durumlara dayalı sorun çözme becerilerini ölçen performans değerlendirme yaklaşımlarının öğretimin belli aşamalarında değil tüm öğretim boyunca uygulanması gerektiği ifade edilmektedir. Değerlendirme sürecinin öğrencilerin ezberleme yeteneklerine dayalı olarak belirli bir konuya ilişkin ne bildikleri üzerine değil, daha çok performans ve düşünme süreçleri üzerine odaklanmasının yararlı olacağı düşünülmektedir. (Brooks ve Brooks, 1993; Jakubowski, 1993; Öztürk, 2008).

ÖNERİLER

Bu bölümde yer alan öneriler; kavramsal değişimi hedefleyen “öğretim süreçlerinin tasarımı” ve bu süreçlerin değerlendirilmesi amacıyla kullanılabilir “ölçme araçlarının geliştirilmesi” konularını kapsamaktadır.

- Öğrenme sürecinde öğrenenin etkin olması ve amaçlı davranması gerekir. Bu nedenle öğrenme ortamına, bireyi sorgulamaya ve zihinsel süreç becerileri yardımıyla bilgiyi yapılandırmaya teşvik edecek öğrenme görevleri sunulmalıdır. Bu görevler (etkinlik, deney, grup çalışmaları vb.); bireyin mevcut bilişsel yapısında kavramsal çatışma yaratmalı ve bu bağlamda zihinsel dengenin yeniden kurulmasına yardımcı olmalıdır. Zihinsel dengenin bilimsel kavramlar çerçevesinde yeniden kurulması, öğrenme sürecinde “içerikten bağımsız ve tutarlı bir kavramsal değişimin” gerçekleşmesine katkı sağlayacaktır.

- Bilginin yapılandırılması sürecinin öğrenciler tarafından yürütülmesine fırsat verilmelidir. Öğrenenler; sorgulayan ve araştırmaya odaklanan bireyler olarak öğrenme ortamında sorumluluk almalı ve bu bağlamda öğrenme etkinliklerini yönlendirebilmelidir. Böylelikle öğrenenlerin planlamadan uygulamaya ve uygulamadan değerlendirmeye kadar sürecin tüm boyutlarına sahip çıkarak etkin ve özerk öğrenenler olmaları sağlanabilir (Yurdakul, 2005).

- Değerlendirme; öğretimin her aşamasında devam eden, bireyin performansına ve sorun çözme becerilerine odaklanan bir süreç olarak tasarlanmalıdır. Bu süreçte; öğrencilerin birbirleri ile olan etkileşimleri, anlama düzeyleri, kavramsal değişim sürecindeki yeterlilikleri, sorun çözme becerileri ve yeni (bilimsel) kavramlara olan uyumları değerlendirilmelidir.

• Öğretmenler değerlendirme sürecinin tasarlanmasında; bireylerin konuya ilişkin daha önceki bilgilerinin elde edilebilmesine imkân sağlayan ve bu doğrultuda bireyin üst düzey bilişsel etkinlikleri (belirlemek, karşılaştırmak, sınıflamak, çözümlmek, oluşturmak vb.) kullanmasını gerektiren ölçme araçları (kavram testi, öğrenci kılavuzları, anlam çözümlme tabloları vb.) tasarlamalıdır.

• Öğretmenler tarafından; öğrenenlerin kendi bilgilerini yapılandırmalarına yardımcı olmak ve öğrencilere anlamlı öğrenme sürecinde etkili bir rehberlik sağlayabilmek amacıyla öğrenci kılavuzları oluşturulmalıdır. Öğrenci kılavuzları; öğretmenlerin öğrencilerin konuları nasıl anladıklarını ve önceki düşüncelerinden farklı ne tür düşünceler oluşturduklarını belirleyebilmelerine yardımcı olmalı ve bu bağlamda kavramsal değişim sürecinin yapılandırılmasında etkin bir rol oynamalıdır. Kılavuzların içeriğinde; öğrencilerin nasıl düşündüklerini yansıtmaya yönelik; etkinliklere yer verilmelidir. Bu tür uygulamalar değerlendirme sürecinin öğretim süresince devam etmesine fırsat sağlayacaktır.

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

• Çalışmada öğrencilerin kavram yanılgılarının “görüntünün türü (sanal, gerçek)” ve “görüntünün özellikleri (konumu, boyu, aynaya uzaklığı)” konularında yoğunlaştığı görülmüştür. Bu konularda öğretmenler tarafından “gerçek durumlara dayalı”, “araştırma ve sorgulamaya imkân veren” etkinlikler tasarlanmalıdır. Araştırmacılar tarafından geliştirilen ve öğrenci kılavuzlarında yer alan iki farklı etkinlik “öğretim” ve “değerlendirme” süreçlerinde kullanılabilir.

Etkinlik 1: Görüntü Nerede? (Düzlem ayna, demir çubuklar, cetvel)



Görüntünün yerini belirlemeye yönelik olarak iki demir çubuk yardımıyla oldukça düşük maliyetli basit bir deney tasarlanabilir. Öğrencilerden; “düzlem aynanın önüne yerleştirilen çubuğun aynadaki görüntüsü” ile “ikinci bir demir çubuğu” karşılaştırmaları istenir. Görüntü ile ikinci demir çubuk üst üste geldiğinde “görüntünün aynanın arkasında oluştuğu (görünen) ve cisim ile görüntünün aynaya eşit uzaklıkta olduğu” ispatlanmış olur.

Etkinlik 2: Ambulans (Asetat kâğıdı, kalem, ayna)

Bu etkinlik; düzlem aynalarda görüntüde gerçekleşen değişimin (ön-arka değişimi) öğrenciler tarafından kavranabilmesine yardımcı olmak amacıyla geliştirilmiş, “öğretim” ve “değerlendirme” süreçlerinde etkin olarak kullanılmıştır. Öğrencilerden öncelikle asetat kâğıtlarına “ambulans” yazmaları istenmiştir (şekil 4). Daha sonra öğrenciler asetatların arka yüzünü çevirmişler ve burada karşılaştıkları yazı (şekil 5) ile ambulans aracının önünde yer alan yazıyı (şekil 6) karşılaştırmışlardır.



Şekil 4. Asetat kâğıdı (ön yüz)



Şekil 5. Asetat kâğıdı (arka yüz)



Şekil 6. Ambulans aracı

Bir sonraki aşamada öğrencilerden; asetatin arkasında yer alan yazının aynada oluşan görüntüsünü incelemeleri istenmiştir. Görüntüler incelendiğinde; asetatin arka yüzünde yer alan yazının aynada oluşan görüntüsünün (şekil 7), asetatin ön yüzünde yer alan yazı ile (şekil 4) aynı olduğu görülmüştür.



Şekil 7. Asetatin arka yüzünde yer alan yazının aynadaki görüntüsü

Öğrenciler bu süreçte düzlem aynalarda oluşan görüntülerde “ön - arka” değişiminin gerçekleştiği sonucuna varmışlardır.

KAYNAKÇA

- Brooks, J.G. & Brooks, M.G. (1993). *In Search of Understanding: The case for constructivist classrooms*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Bybee, R.W. (1997). *Achieving Scientific Literacy*. N.H.: Heinemann, Portsmouth.
- Colburn, A. & M.P. Clough. (1997). Implementing the learning cycle. *The Science Teacher*, 64 (5), 30–33.
- Dikici, A., Türker, H. H. & Özdemir, G. (2010). 5E öğrenme döngüsünün anlamlı öğrenmeye etkisinin incelenmesi. *Çukurova Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 3 (39), 100-128.
- Driver, R. & Erickson, G. (1983). Theories – in action: Some theoretical and empirical issues in the study of students’ conceptual frameworks in science. *Studies in Science Education*, 10, 37-60.
- Fredericks, A.D. & Cheesebrough, D.L. (1993). *Science for All Children: Elementary School Methods*. Harper Collins Publishers, New York, USA.
- Galili, I., Goldberg, F. & Bendall, S. (1991). Some reflections on plane mirrors and images. *The Physics Teacher*, 29, 471-477.
- 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.
- Gürses, E. (2006). Durgun Elektik Konusunda Yapılandırmacı Öğrenme Kuramına Dayalı, 5E Modeline Uygun Olarak Geliştirilen Dokümanların Uygulanması ve Etkililiğinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Heywood, D.S. (2005). “Primary Trainee Teachers’ Learning and Teaching About Light: Some pedagogic implications for initial teacher training”, *International Journal of Science Education*, 27 (12), 1447 -1475.
- Jakubowski, E. (1993). The Practise of Constructivism in Science Education. In K.Tobin (Ed.), *Constructing Potential Learning Opportunities in Middle Grades Mathematic*. AAAS Press, Washington.
- Kabapınar, F. (2003). “Kavram yanılgılarının ölçülmesinde kullanılacak bir ölçeğin bilgi-kavrama düzeyini ölçmeyi amaçlayan ölçekten farklılıkları”, *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi*, 35, 398-417.
- Karplus, R. (1977). Science teaching and development of reasoning. *Journal of Research in Science Teaching*, 14 (2), 169-175.

- Kocakulah, M.S. (1999). *A study of the development of Turkish first year university students' understanding of electromagnetism and the implications for instruction*. EdD thesis. The University of Leeds, School of Education, Leeds.
- Kocakulah, A. (2006). Geleneksel Öğretimin İlk, Orta ve Yükseköğretim Öğrencilerinin Görüntü Oluşumu ve Renklere İlişkin Kavramsal Anlamalarına Etkisi, Doktora Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Köseoğlu, F., & Tümay, H. (2010). Temel Kimya Laboratuvarlarında Öğrenme Döngüsü Yönteminin Öğrencilerin Kavramsal Değişim, Tutum ve Algılarına Etkisi. *Ahi Evran Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11 (1), 279-295.
- Lawson, A. E., Abraham, M. R. & Renner, J. W. (1989). A theory of instruction: Using the learning cycle to teach science concepts and thinking skill. *National Association of Research in Science Teaching*, 1, 136.
- Limon, M. (2001). On the cognitive conflict as an instructional strategy for conceptual changes: A critical appraisal. *Learning and Instruction*, 36 (4-5), 357-380,
- Marek, E. A., & Cavallo, A. M. (1997). *The learning cycle: Elementary school science and beyond*. Heinemann, 361 Hanover Street, Portsmouth, NH 03801-3912.
- Martin, D. J. (2000). *Elementary Science Methods: A Constructivist Approach*. Belmont, CA: Wadsworth/Thomason Learning.
- Marlowe, B. A., & Page, M. L. (2005). *Creating and sustaining the constructivist classroom*. Corwin Press.
- Martin, D. J. (2000). *Elementary Science Methods: A Constructivist Approach*. Belmont, CA: Wadsworth /Thomason Learning.
- McClintock, C. (1985). Process sampling: A method for case study research of administrative behavior, *Educational Administration Quarterly*, 21, 205-222.
- Niaz, M. (1995). Cognitive conflict as a teaching strategy in solving chemistry problems: A dialectic – constructivist perspective. *Journal of Research in Science Teaching*, 32 (9), 959-970.
- Nuhoğlu, H., & Yalçın, N. (2006). Fizik laboratuvarı çalışmalarında öğrenme halkası modelinin öğrenci başarısına etkisi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi (TUFED)*, 6, 49-65.
- Odom, A. L., & Kelly, P. V. (2001). Integrating concept mapping and the learning cycle to teach diffusion and osmosis concepts to high school biology students. *Science Education*, 85 (6), 615-635.

- Özbudak, Z., & Özkan, M. (2014). İnsanda bazı kalıtsal özelliklerin 5E modeline dayalı etkinliklerle öğretiminin akademik başarı, tutum ve kalıcılığa etkisi. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 27 (1)*.
- Öztürk, Ç. (2008). Coğrafya Öğretiminde 5E Modelinin Bilimsel Süreç Becerilerine, Akademik Başarıya Ve Tutuma Etkisi. Yayımlanmamış Doktora Tezi. Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Pintrich, P. R., Marx, R. W., & Boyle, R. A. (1993). Beyond cold conceptual change: The role of motivational beliefs and classroom contextual factors in the process of conceptual change. *Review of Educational Research, 63 (2)*, 167-199.
- Qarareh, A. O. (2012). The Effect of using the learning cycle method in teaching science on the educational achievement of the sixth graders. *International Journal of Educational Sciences, 4 (2)*, 123-132.
- Şahin, C., Çalık, M., & Çepni, S. (2009). Using different conceptual change methods embedded within 5e model: a sample teaching of liquid pressure. *Energy Education Science and Technology Part B-Social and Educational Studies, 1 (3-4)*, 115-125.
- Trowbridge, L.W., Bybee, R.W. & Powell, J.C. (2000). *Models for Effective Science Teaching, Teaching Secondary School Science Strategies for Developing Scientific Literacy*. An Imprint of Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.
- Ürey, M., & Çalık, M. (2008, December). Combining different conceptual change methods within 5e model: a sample teaching design of 'cell' concept and its organelles. In *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching, 9 (2)*, 1-15.
- Van Hook, S. J., & Huziak-Clark, T. L. (2007). Tip-to-tail: Developing a conceptual model of magnetism with kindergartners using inquiry-based instruction. *Journal of Elementary Science Education, 19 (2)*, 45-58.
- Vincent, D., Cassel, D., & Milligan, J. (2008). Will it float?. *Science and children, 45 (6)*, 36.
- Wheatley, G. H. (1991). Constructivist perspectives on science and mathematics learning. *Science Education, 75 (1)*, 9-21.
- Yalçın, F. A., & Bayrakçeken, S. (2010). The effect of 5E learning model on pre-service science teachers' achievement of acids-bases subject. *International Online Journal of Educational Sciences, 2(2)*, 508-531.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2004). Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri, 4.baskı, Seçkin Yayıncılık, Ankara.

Yin, R.K. (1984). Case study research: Design and methods, CA: Sage, Beverly Hills.

Yurdakul, B. (2005). Eğitimde Yeni Yönelimler. In Ö. Demirel (Ed.). *Yapılandırmacılık*. Pegem A Yayınevi, Ankara.