



Amasya Üniversitesi  
Eğitim Fakültesi Dergisi  
3(1), 50-97, 2014

<http://dergi.amasya.edu.tr>

## **Fikirler Arası Çatışmaya Dayalı Öğretimin Öğrencilerin İnce Zarda Girişim Konusundaki Kavramsal Anlamalarına Etkisi\*\***

**Mehmet Kural<sup>1,\*</sup> ve M. Sabri Kocakulah<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Milli Eğitim Bakanlığı, Türkiye

<sup>2</sup> Balıkesir Üniversitesi, Türkiye

Alındı: 07.11.2013 - Düzeltildi: 18.02.2014 - Kabul Edildi: 27.02.2014

### **Özet**

Kavramsal değişim stratejilerinden fikirler arası çatışmaya dayalı olarak tasarlanan ışığın ince zarda girişimi konusuna ait öğretimin, öğrencilerin kavramsal anlamaları üzerinde olumlu bir etkisi olup olmadığı, ön test son test kontrol gruplu yarı deneysel desenin uygulandığı bu araştırma ile belirlenmeye çalışılmıştır. Araştırmada veri toplama aracı olarak; hazır bulunuşluk testi, kavramsal anlama testi ve yarı yapılandırılmış görüşmeler kullanılmıştır. Verilerin analizi sonucunda, öğretim öncesinde, öğrencilerin ince zarda girişimi büyük oranda geometrik optik bilgilerini kullanarak beyaz ışığın içeriğindeki yedi rengin farklı kırılması sonucu renklerine ayrılmasına dayandırdıkları bulunmuştur. Öğretim sonrasında ise kontrol grubu öğrencileri sabun köpüğündeki renklenmeyi açıklamak için geometrik optik ile ışığın dalga modelini bir arada kullanarak hibrit model geliştirmişlerdir. Bu öğrenciler köpüğün renklenmesi olayını ışığın köpük üzerinde girişim yapması, aydınlıkların yapıcı girişim, karanlıkların bozucu girişim sonunda meydana gelerek dalga modeli ile açıklarken, renklenmenin nedenine inildiğinde öğretim öncesi fikirlerini kullanarak geometrik optik bilgilerine

\*Sorumlu Yazar: E-posta: mehmet\_kural1@hotmail.com

\*\*Bu çalışma ilk yazarın "Yapılandırmacı yaklaşımın temel alındığı ışığın dalga modeli öğretiminin öğrencilerin kavramsal değişimleri üzerindeki etkisinin incelenmesi" başlıklı yüksek lisans tezinin bir bölümüdür.

ISSN: 2146-7811, ©2014

dönüp ışığın kırılması ile farklı renklerin görüleceğini belirtmektedirler. Kontrol grubu öğrencilerinin aydınlık karanlık saçakların zar üzerindeki dizilimlerini açıklama konusunda zorlandıkları gözlenmiş ve karanlık saçığın sadece zarın en ince kısmında oluşacağı şeklinde daha önce alan yazında görülmeyen kavram yanlışlığına rastlanmıştır. Öğretim sonrasında kavramsal değişim stratejisinin benimsendiği deney grubundaki öğrenciler zar üzerinde neye göre renklemenin olduğunu ve zar kalınlığının girişime etkisini tam olarak açıklayarak kontrol grubundaki öğrencilere göre kavramsal anlamalarının üst düzeyde olduğunu göstermişlerdir.

*Anahtar Kelimeler:* Kavramsal Değişim, İnce Zarda Girişim, Fizik Eğitimi, Fikirler Arası Çatışma

---

## **Giriş**

Öğrenciler fiziksel dünya ile sürekli etkileşim halindedir ve sınıfa bu etkileşimden kaynaklanan kavramları ile gelirler. Öğrenciler, yeni bir olayla karşılaştıklarında bu var olan kavramlarını kullanmaktadırlar. Bu durum kavramsal değişimin ilk fazıdır ve bu faz “özümleme” (assimilation) olarak isimlendirilir. Ancak bazı durumlarda öğrencilerin var olan kavramları, yeni olayı başarılı bir şekilde anlamasına izin vermez. Bu durumda öğrenci var olan kavramını değiştirmek ya da yeniden organize etmek ihtiyacı duyar. Bu durum da kavramsal değişimin ikinci fazı olan “yerleşme” (accomodation) fazıdır (Posner, Strike, Hewson ve Gertzog, 1982).

Kavramsal değişimin gerçekleşebilmesi için gerekli durumlar aşağıda verilmiştir.

1. Var olan kavramla çatışan bir durum olmalıdır. Öğrenci var olan kavramının problemi çözemeyeceğine inanmalı, ortada bir anormallik olduğunun farkında olmalıdır. Bu durumdan rahatsızlık duymalıdır.

2. Yeni kavram akılcı olmalıdır. Öğrenci yeni kavramın, karşılaştığı problemin çözümüne yardımcı olacağına inanmalıdır. Burada kavramın akılcı hale gelmesinde mecazlar (metafor) ve benzetmeler (analoji) kullanılabilir.

3. Yeni kavramın mantıklı olması gerekir. Öğrenci yeni kavramın problemi çözeceğini görmelidir. Zihninde bu zamana kadar yapılandığı bilgilerle uyum içinde olmalıdır.

4. Yeni kavram öğrencide yeni ufuklar açabilmelidir. Yeni araştırmaları cesaretlendirmeli, genişleme potansiyeline sahip

olmalıdır. (Hewson, 1981; Hewson ve Hewson, 1983; Hewson ve Thorley, 1989; Posner ve ark., 1982)

Kavramsal değişime dayalı öğretimlerde kullanılmak üzere alan yazında birçok öğretim stratejisi önerilmiştir. Bunlar (1) *Çelişkili olay (Discripant Event)*, (2) *fikirler arası çatışma (Conflict between ideas)* ve (3) *fikirlerin geliştirilmesi (Development of ideas)* olarak gruplanabilir.

*Çelişkili olay* stratejisine dayanan öğretim modellerinde, öğrenciler olayla karşı karşıya getirilir. Grup içinde tartışarak kendi kavramsal yapılarının ve diğer arkadaşlarının yapılarının farkına varırlar. Kavramsal çatışma çelişkili olay açıklanarak oluşturulur. Bilişsel değişim (accommodation) için rehberlik edilir. Öğrenciler bilimsel görüşün kabul ettiği kavramsal modellerini kurarlar (Nussbaum ve Novick, 1982).

*Fikirler arası çatışma* stratejisine dayalı öğretim yaklaşımlarında iki tür çatışma eğitimine dikkat çekilmektedir. Birincisi aynı gerçeğe ilişkin iki farklı bilişsel yapı arasında üretilen çatışma, diğeri de fiziksel gerçek ile öğrencinin bilişsel yapısındaki bu fiziksel gerçek arasındaki çatışmadır (Stavy ve Berkowitz, 1980).

Çatışma stratejilerinde çoğunlukla öğrencilerin çeşitli kaynaklardan (akranlar, öğretmen, yazılı kaynaklar, vs.) edinilen fikirler arası farklılığı çözümlenmeleri istenir. Bu amaçla Cosgrove ve Osborne (1985) *Öğretimin Üretken Modeli* adlı öğretim yaklaşımını önermiştir. Champagne, Gunstone ve Klopfer (1985) tarafından geliştirilen bu stratejide öğrenciler ortaklaşa bir fiziksel olay hakkında tahminlerde bulunurlar. Her öğrenci kendi tahminin destekleyecek analizler yapar ve sınıfa sunar. Öğrenciler kendi görüşlerinin doğru olduğuna tartışarak birbirlerini ikna etmeye çalışırlar. Öğretmen bilimsel kavramları kullanarak fiziksel durumu açıklar. Öğrencilere kendi görüşleriyle, yeni olanı karşılaştırma fırsatı verilir.

*Fikirlerin geliştirilmesi* stratejine dayanan öğretim modellerinde öğrencilerin var olan kavramlarının geliştirilerek bilimsel olana yaklaştırılması amaçlanır. Bu amaçla Brown ve Clement (1989) Benzetimli Öğretim modelinde bilimsel görüşe yakın sezgisel inançların arttırılarak, hatalı inançların azaltılmasını amaçlamıştır. Genel olarak öğrenci kavramları onlara sunulan kilit soru (anchoring example) ile açık hale getirilmekte ve arkasından yapılan köprü stratejisi (bridging

strategy) ile bu öğrencilerin bilimsel görüşe daha kolay ulaşmaları hedeflenmektedir.

Niedderer (1987)'a göre; öğrencilerin fikirlerini, bilimsel çevrelerin kabul ettiği görüşe doğru değiştirmek için aşırı çaba sarf etmek anlamsızdır. Niedderer (1987)'in benimsediği öğretim stratejisinde öğrencilerin kendi fikirlerinden haberdar olmaları sağlanmalı ve öğretim ortamında kendi fikirleri ile bilimsel görüş arasındaki benzerlikleri ve farklılıkları öğrenmelerine çalışılmalıdır. Kısacası bu öğretim stratejisinde öğrenci kavramlarındaki değişim öğrencinin kendisine bırakılmalıdır.

### **Kavramsal Değişime Yönelik Eleştiriler**

Birçok çalışmada kavramsal değişime dayalı yapılan öğretimlerin öğrenme üzerindeki olumlu etkileri ortaya çıkarılmıştır (Dreyfus, Jungwirth, & Eliovitch, 1990; Tsai, 2000; Vosniadou, 1999). Ancak bazı araştırmacılar, kavramsal değişimin sınırlılıkları olduğunu belirtmektedirler. Eleştirilerden ilki, kavramsal değişimin bilişsel yapıyı dikkate alan ancak bireyin duyuşsal özelliklerini ve bireyin içinde bulunduğu kapsama bağlı özelliklerini dikkate almayan yapısına yöneliktir (Duit ve Treagust, 2003; Lee ve Anderson, 1993; Limon, 2001; Pintrich, Marx ve Boyle, 1993; Vosniadou ve Ioannides, 1998). Kavramsal değişimin sadece bilişsel unsurlara yaptığı vurgu Pintrich ve ark (1993) tarafından *soğuk kavramsal değişim* olarak adlandırılmıştır. Eleştirinin temelinde, bireye ilişkin motivasyonel unsurların dikkate alınmayışı yer almaktadır. Bu durum, kavramsal değişim modelini sınırlandırdığından Pintrich ve ark (1993) kavramsal değişim süreci ve motivasyonla ilgili bileşenlerin ilişkilendirilmesi önerisinde bulunmaktadır. Araştırmacılara göre bu bileşenler öğrencilerin bir işi yapmayı seçme nedenleri (*değer bileşenleri: amaç yönelimi, ilgi ve önem*) ve bir işi yapabilme kapasiteleriyle ilgili inançlarıdır (*beklenti bileşeni: öz yeterlilik, yüklemeler ve kontrol inançları*).

Kavramsal değişimin ani değişim gerektiren klasik yapısı da bazı araştırmacılar tarafından eleştiri almaktadır (Vosniadou, 1994; Vosniadou ve Ioannides, 1998). Öğrencilerde beklenen ani değişimlerin yerine yeni kavramın aşamalı olarak gelişimsel bir yolla öğrenilmesi gerektiğine vurgu yapılmaktadır. Vosniadou (1994)'ya göre değişim, kavramı *zenginleştirme* ve

önceki kavramların *yenilenmesi* aracılığıyla gerçekleşir. Zenginleştirme, var olan kavramsal yapıya yeni bilginin eklenmesiyle, yenilenme ise zihinsel yapıdaki veya inanıştaki değişimle gerçekleşebilir. Clement, Brown ve Zietsman (1989) kavramsal zenginleşmede öğrencilerin bilimsel olarak kabul edilen kavramlarının önemine vurgu yapmaktadır. Bu araştırmacılar, pek çok öğrencinin durgun cisimlerin bir kuvvet uyguladığı fikrine karşı çıktığını buna karşın bu öğrencilerin bir yay sıkıştırıldığında, sıkıştıran ele karşı bir tepki kuvveti uygulayacağına inandıklarını örneklemektedirler. Bu nedenle, yaylarla ilgili öğrencilerin sahip olduğu bu inanış *köprü* olarak kullanılabilir. Böylece, ön kavramlarla yeni öğrenilecek kavram arasında bir bağlantı kurularak, önceki kavram zenginleştirilebilir.

Duit ve Treagust (1998) ve Tytler (2002), günlük deneyimlerle kazanılan inanışların kavramsal değişimin gerçekleşmesine engel olacağını belirtmektedir. Özetle, kavramsal değişimde önceki araştırmaların bireyin bilişsel yapısındaki değişime odaklandığı, ancak sonraki araştırmalara göre, kavramsal değişim modeline yeni bileşenlerin eklenmesi gerektiği anlaşılmaktadır. Bireyin öğrenme sürecinin bir bütün olarak incelenmesi için, öğrenmeyi etkileyen hem bilişsel hem de sosyal unsurların dikkate alınması gerekmektedir.

### **Kavramsal Değişim ile Motivasyon İlişkisi**

Bilişsel ve motivasyonel etkenlerin etkileşim içinde olup öğrencilerin öğrenmelerini ve akademik başarılarını etkiledikleri Pintrich ve Schunk (2002) tarafından ileri sürülmektedir. Bu araştırmacılara paralel olarak Scott, Asoko ve Driver (1992) öğrencinin kavramsal değişimi gerçekleştirmek için istekli olması ve bunun için çaba harcaması gerektiğini, Limon (2001) ise anlamlı bilişsel çatışmanın sağlanabilmesi için öğrencilerin motive edilmesi ve konunun ilginç yanlarından haberdar olmalarının sağlanmasını vurgulamaktadırlar. Abak, Eryılmaz ve Fakıoğlu (2007) da çalışmalarında motivasyon değişkeninin fizik başarısına olumlu etki yaptığını vurgu yapmaktadırlar.

Öğrenci motivasyonu üzerine oluşturulan *başarı hedefi* kuramına göre öğrencilerin kişisel hedefleri (öğretmen ya da arkadaşların beğenisini kazanma), akademik hedefleri (öğrenme hedefleri) ve performans hedefleri (kendi yeteneklerini ortaya

koyarak diğer arkadaşlarından daha yüksek not almak) vardır. Bu hedeflerden akademik hedefler diğerlerine göre kalıcı öğrenme açısından daha yararlıdır (Ames, 1992; Kaplan ve Maehr, 1999; Pintrich, 2000; Urdan ve Maehr, 1995).

Birçok sınıf tekniği akademik hedefleri artırmaya yönelik olarak düzenlenmiştir. Bu ilkedен yolan çıkan Ames (1992), sınıf içi görevleri öğrencilerin yaşamları ile ilgili konulardan seçmiş ve bu durumun konunun anlaşılmasında etkili olduğunu gözlemiştir. Öğrencilere birlikte karar vermeleri, sınıfta gerçekleştirilecek etkinlikleri seçmeleri ve kendi ürünlerini ortaya koyma fırsatlarının yaratıldığı bu çalışmada öğrencilerin bir yarışma içine sokulmasından uzak durulmuştur.

### **Problem**

Kavramsal değişime dayalı yapılan öğretimlerin öğrenme üzerindeki olumlu etkileri birçok çalışmada (Dreyfus, Jungwirth, & Eliovitch, 1990; Tsai, 2000; Vosniadou, 1999) ortaya konmuş ve geleneksel yöntemlerle karşılaştırıldığında daha etkili olduğu ortaya çıkarılmış (Duit ve Treagust, 2003) olmasına rağmen başka çalışmalarda da kavramsal değişimin motivasyonel unsurları dikkate almayan yapısı (Pintrich ve ark, 1993), ani değişim gerektiren yapısı ve bu değişimin farklı deneyimlerle kalıcı hale getirilememesi (Vosniadou, 1994) ve kavramsal değişime dayalı öğretim modellerinde öğrencilerin var olan bilimsel bilgiyle uyumlu kavramlarının yeni kavramların öğrenilmesinde fırsat olarak kullanılmaması (Clement, Brown ve Zietsman, 1989) eleştirilmiştir. Eleştirilerden belki de en önemlisi kavramsal değişimi gerçekleştirecek olan öğrencilerin içeriğe yeterince motive edilememesidir (Limon, 2001). Böylelikle öğrencilerin motivasyon düzeyini yükselterek, kavramsal değişimi hedefleyen daha etkili bir öğretim modeli nasıl geliştirilebilir sorusu ortaya çıkmaktadır.

Alan yazındaki çalışmalarda; ısı ve sıcaklık, elektrik akımı, Newton'un Hareket yasaları, kuvvet gibi fizik konuları üzerinde birçok çalışmanın yapılmış olduğu apaçiktir. Ancak ışığın dalga modeli–ince zarda girişim gibi bir konuda yurt içi ve yurt dışında yok denecek kadar az çalışmaya rastlanmaktadır. Kavramsal değişim stratejisine dayalı öğretimin öğrencilerin daha önceden fikir sahibi olmaları ihtimalinin düşük olduğu

ayrıca oldukça soyut olan ince zarda girişim konusunun öğretiminde ne derece etkili olacağı merak uyandırmaktadır.

Sonuç olarak, kavramsal değişim stratejilerinden fikirler arası çatışmaya dayalı olarak tasarlanan ince zarda girişim konusu öğretiminin öğrencilerin kavramsal anlamaları üzerinde etkili olup olmadığı bu çalışmanın problemini oluşturmaktadır.

### Kavramsal Değişim İçin Yeni Bir Model

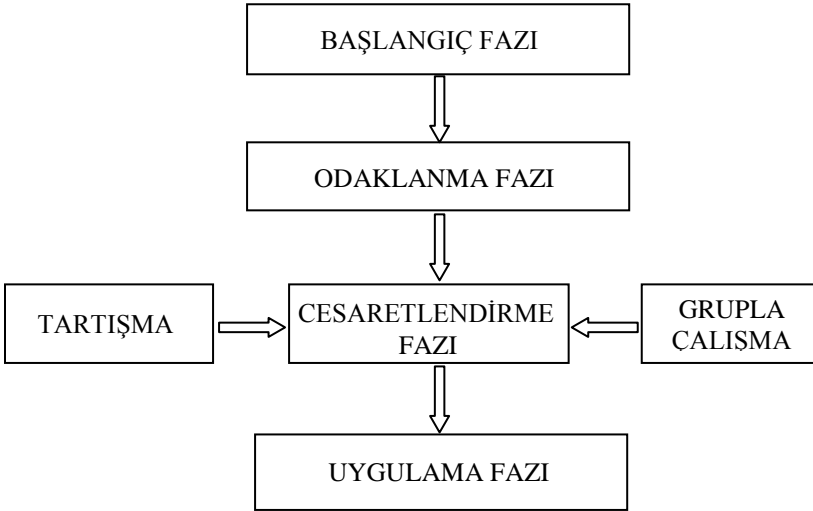
Cosgrove ve Osborne (1985) tarafından önerilen ve kavramsal değişim stratejilerinden fikirler arası çatışmaya dayanan model bu çalışmanın öğretim aşamaları için odak noktayı oluşturmaktadır. Öğretimin Üretken Öğrenme Modeli (Generative Learning Model of Teaching) olarak adlandırılan öğretim modeli aşağıdaki dört aşamayı içermektedir (Şekil 1).

*Başlangıç fazı:* Öğretmen bilimsel görüşün, öğrencilerin görüşünün ve kendi görüşünün sentezini yapar.

*Odaklanma Fazı:* Öğrenci kendi görüşünü sınar. Sahip olduğu kavramın içeriğini test eder.

*Öğrencileri Cesaretlendirme Fazı:* Öğrenciler görüşlerinin olumlu ve olumsuz yanlarını tartışır ve öğretmen bilimsel görüşü tanıtır.

*Uygulama Fazı:* Yeni düşüncenin başka durumlara uygulanması için öğrencilere fırsat verilir.



Şekil 1. Motivasyon artırıcı stratejiler ile desteklenmiş fikirler arası çatışmaya dayalı kavramsal değişim için öğretim modeli

Limon (2001)'a göre anlamlı bir kavramsal değişimin sağlanabilmesi için öğrencilerin ön bilgileri aktive edilmelidir. Ayrıca kavramsal değişime dayalı yapılan çalışmalara bakıldığında genel olarak ön bilgilerin ortaya çıkarılması ve bilişsel çatışmanın oluşturulması mantığına dayalı oldukları gözükmektedir (Chan ve ark, 1997). Limon (2001)'a göre anlamlı bilişsel çatışmanın sağlanabilmesi için öğrencilerin motive edilmesi ve konunun ilginç yanlarından haberdar olmaları esastır. Bu nedenle bu araştırmada kullanılacak olan öğretim modelinin ilk basamağı olan *başlangıç fazına* öğrencilerin içeriğe motive edilmeleri kısmı eklenmiştir. Bu bölümde öğrencilere ilginç deneyler yaptırılıp heyecan verici sorular sorularak merak duygusu oluşturulmaya çalışılır. Böylelikle öğrencilerin konuya motive olmaları sağlanacaktır. *Odaklanma fazında* öğretmen sorduğı sorular ile öğrencilerin kendi görüşünü sınaması ve sahip olduğı kavramların içeriğini test etmesi için onlara fırsat verir.

Zhou (2010) sınıfta tartışma yönteminin kullanılmasının motivasyonu arttıracığı ve kavramsal değişimin oluşumunda olumlu katkı yapacağını vurgulamıştır. Limon (2001)'a göre tartışma ve akranları ile çalışma öğrencinin bilişsel çatışmayı daha etkin hale getirmesini sağlayabilmektedir. Güngör (2010) yaptığı çalışmada öğrencilerin motivasyonlarını etkileyen öğretim uygulamalarını ortaya çıkarmıştır. Öğrenciye somut materyaller sunmanın, araştırmayı desteklemenin, konuyu öğrencilerin deneyimleri ile ilişkilendirmenin ve sonuca ulaşmalarında yeterince zaman verip onların olumlu sonuçlarını dikkate almanın öğrencilerin duyuşsal karakterlerini olumlu etkilediğı ve motivasyonlarını arttırdığı sonucuna ulaşmıştır.

Güngör (2010), öğretim aşamaları kolaydan zora doğru sıralandığında, öğrencilere sınıfa katılımlarını arttıracak akademik görevler ile akademik ve motive edici geri bildirim vermenin motivasyonu arttıracığını bildirmektedir. Öğrencilerin sorularını değerli bulma ve yanıtlama, onlara sorular sorma, öğrencilerin hataları ve öğrenme stratejileri ile ilgili geri bildirim verme, deney yapma gibi etkinlikler öğrencilerin duyuşsal karakteristiklerini olumlu olarak etkilemektedir. Bu nedenle de öğretimin *cesaretlendirme fazında* grup ile çalışma ve grup tartışması yöntemlerine yer verilecektir. Bu fazda değişik görüşlerin olumlu ve olumsuz yanlarını tartışma ve



farklı görüşlerin test edilmesi için yeni deney ya da etkinlikler yapma söz konusudur.

Giriş bölümünde değinildiği gibi kavramsal değişime dayalı öğretimlerin en çok eleştiri alan noktalarından biri olarak kavramsal değişimin ani değişim gerektiren yapısı gösterilmiştir (Vosniadou, 1994; Vosniadou ve Ioannides, 1998). Bazı araştırmacılara göre kavramsal değişim deneyimler ve gözlemler ile birlikte aşamalı bir şekilde olmalıdır. Bu çalışmada kullanılacak olan kavramsal değişime dayalı öğretim modelindeki *uygulama fazında* problem çözme etkinliklerine yer verilecektir. Bu bölümde öğrenciler özellikle günlük hayattan seçilmesine gayret gösterilen problem durumları ile karşı karşıya kalarak öğrendikleri bilgilere ilişkin deneyimlerini arttıracaklardır.

### **Araştırmanın Amacı**

Çalışmanın amacı ortaöğretim 11. sınıf öğrencilerinin Işığın Dalga Modeli ünitesi konularından biri olan İnce Zarda Girişim konusuna ilişkin kavramsal anlamalarına, kavramsal değişim stratejisine dayalı öğretimin etkisini incelemektir.

### **Araştırma Soruları**

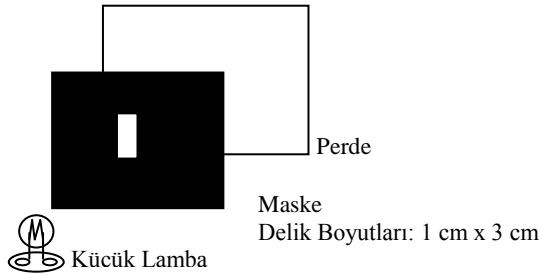
- i. İnce zarda girişim konusuna ilişkin deney ve kontrol grubu öğrencilerinin öğretim öncesindeki fikirleri nelerdir?
- ii. Öğretim sonrasında, kavramsal değişim stratejisinin benimsendiği deney grubu ile kontrol grubu öğrencilerinin kavramsal anlamaları arasında farklılık var mıdır?
- iii. Öğretim sonrasında ince zarda girişim konusuna ilişkin, ısrarla savunulan kavram yanlışları ve öğrenme eksikliği yaşanan konu ya da kavramlar nelerdir?

### **Kaynak Taraması**

Işığın dalga modeli-ince zarda girişim konusunda Newburgh ve Goodale (2009) öğrencilerin bozucu girişimi anlamakta zorluk çektiklerini belirterek durum tespitinde bulunmuşlardır. Yazarlara göre çoğu kaynakta ince zardan geçen ve yansıyan dalgaların ışın formatında gösterilmesinden dolayı öğrenciler girişimi iletilen ve yansıyan dalgalara bağlayamamaktadırlar.

Wosilait, Heron, Shaffer ve McDermott (1999) mezun ve üniversiteye yeni girmiş öğrenci grupları üzerinde çalışmışlardır. Çalışmada her iki gruptaki öğrencilerin de ışığın dalga modeli konusunun öğretimini daha önce almış oldukları ancak konu ile ilgili doğru bir kavramsal anlamaya sahip olmadıkları rapor edilmiştir. Işığın çift yarıқта girişim deseni ile su dalgalarında girişim ilişkisinin kurulduğu çalışmada öğrencilere çift yarıқта girişim deseninde yarıklardan biri kapatılınca ne olacağı sorulmuştur. Bu soruda bazı öğrencilerin geometrik ve fizik optiği birleştirerek melez bir kavram oluşturdukları, aydınlıkları geometrik optik ile karanlıkları ise fizik optikle açıkladıkları rapor edilmiştir. Çalışmada araştırma tabanlı öğretim yaklaşımının öğrencilerin girişim ve kırınım gibi soyut ve anlaması zor olan konularda bile mantıklı bir model geliştirmelerine yardımcı olduğu ortaya konulmuştur.

Şengören (2010) fizik öğretmenliği bölümünde öğrenim gören 175 üniversite öğrencisi ile yaptığı çalışmada, öğrencilerin optik olaylarını açıklarken ışığa ait hangi modeli (dalga ya da tanecik) kullandıklarını araştırmıştır. Öğrencilere ışığın kırılması, çift yarıқта girişim ve tek yarıқта kırınım ile ilgili sorular sorulmuştur. Çift yarıktan biri kapatılırsa girişim deseninde nasıl bir değişiklik olacağı sorulduğunda öğrencilerin desenin yarısının kaybolacağı, desende bir değişiklik olmayacağı ancak parlaklığın azalacağı ya da desenin tamamen aydınlık olacağı gibi kavram yanılgıları gözlemlendiği rapor edilmiştir.



**Şekil 2. Ön görüşmelerde öğrencilere yöneltilen soruya ait şekil**

Ambrose, Shaffer, Steinberg ve McDermott (1999) ileri düzeyde ve yeni üniversiteye girmiş öğrencilerinin çift ve tek yarıқта girişim desenini açıklamak için kullandıkları modelleri inceledikleri çalışmalarında öğrencilere Şekil 2'de görülen

düzeneği sunmuşlardır. Yarığın boyutlarının 1-3 cm değerleri için, lamba yakıldığında ekranda nasıl bir görünüm oluşacağı sorusuna bazı öğrenciler yarığın merkezi için geometrik optiği, yarığın uç kısımları için ise fizik optiği kullanarak deseni açıklamak için melez model geliştirmişlerdir. Öğrenciler yarık merkezine gelen ışığın yolunu gösterirken, perdeye düzgün çizgiler, yarık uçlarındaki ışık içinse dairesel dalgalar çizmişlerdir. Huygens Prensibini kullanmayan bu öğrenciler kırınım olayını yarığın uçlarında düşünmektedirler.

Ortaöğretim öğrencilerinin geometrik optik bilgileri ile fizik optik bilgilerini birleştirerek melez modeller oluşturdukları Kocakulah ve Kural (2012) tarafından da rapor edilmiştir. 11. Sınıf öğrencileri ile ışığın tek yarıқта kırınımı konusuna ait kavramsal değişimlerinin incelendiği çalışmada öğretim sonrası kontrol grubundaki bazı öğrencilerin ışığın yarığın uçlarında büküleceği ve bükülen ışınların girişim yapacağı düşüncesini korudukları rapor edilmiştir. Öğrencilerin defterleri incelendiğinde dersane öğretmeninin yarığın iki ucunu kaynak gibi göstererek kırınımı açıkladığı saptanmıştır. Çalışmada melez yanıt veren diğer öğrencilerin merkezi aydınlık saçığı geometrik optik ile diğer aydınlık-karanlık saçıkları da ışığın girişimi ile açıkladıkları ortaya çıkmıştır.

Hubber (2006)'ın araştırmasına ait sonuçlar da öğrencilerin *foton* kavramı konusunda melez model geliştirdiklerini ortaya koymuştur. Örneğin iki öğrenci çok sayıda parçacığın birlikte dalga etkisi yaptığını söylemiştir. Bilimsel görüşe göre tanecik ve dalga modelleri tümüyle farklı fikirler olup ayrı incelenmesi gerektiği halde incelenen bu çalışmalarda öğrencilerin hangi durumda hangi modelin kullanılacağını özümseyemedikleri dikkati çekmektedir.

## Yöntem

Bu çalışmada ışığın dalga modeli -ince zarda girişim-konusunda kavramsal değişim stratejilerinden fikirler arası çatışmaya dayalı öğretimin öğrencilerin kavramsal anlamalarına etkisini derinlemesine incelemek amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda basit yüzde frekans analizi ile öğretim öncesi ve sonrası toplanan verilerin karşılaştırılması için öntest-sontest kontrol gruplu yarı deneysel desen (Büyüköztürk ve ark., 2013;

Fraenkel, Wallen ve Hyun, 2012) seçilmiştir. Ancak öğrencilerin ışığın dalga modeline ilişkin kavramsal değişimlerinin derinlenmesine incelenebilmesi hedefi gözetilerek nitel veri toplama araçlarına başvurulmuştur. Bu sırada deney ve kontrol grupları arasındaki farkın belli bir güven aralığında anlamlılık derecesine bakılarak yorumlanması yerine niteliksel olarak karşılaştırılmasına önem verilmiştir. Bu anlamda örnekleme yer alan bireylerin incelenen kavramlara hangi anlamlar yüklediklerine odaklanarak sorulara ilişkin nitel tanımlamalar verilmiştir.

Araştırmada birincil veri toplama araçları olarak hazır bulunuşluk testi, kavramsal anlama testi ve yarı yapılandırılmış görüşmeler kullanılmıştır. Öğrencilere öğretim süresince günlükler tutturulmuştur. Günlükler belirli aralarda toplanıp değerlendirilmiş ve öğrencilere günlüklerinin içeriğine ilişkin dönüşler yapılmıştır. Öğretim esnasında çalışma yaprakları kullanılmış, sınıf-içi gözlem amacı ile öğretim aşamaları video ile kaydedilmiştir. Çalışma yaprakları, günlükler ve video kayıtlarından elde edilen veriler ayrıca analiz edilmemiştir. Ancak veri çeşitlemesi özelliği ile öğrencilerin öğrenmelerini değerlendirmede etkili geribildirim sağlamıştır (Black ve Wiliam, 1998).

### **Örnekleme**

Araştırmanın çalışma grubunu 2006/2007 eğitim öğretim yılında, Balıkesir ili, Edremit ilçesindeki bir Anadolu Lisesinin iki farklı 11. sınıf şubesinde öğrenim gören toplam 41 öğrenci oluşturmaktadır. İki şubenin hazırbulunuşluk testinden aldıkları puanlar arasında anlamlı bir fark olup olmadığına ilişkisiz t-testi ile bakılmış, şubeler arasında anlamlı bir fark olmadığı ( $t=.63$ ;  $p>.05$ ) görülmüştür. Rastgele bir seçim ile 11 D şubesi (12 erkek, 9 kız) deney grubu, 11 A şubesi (11 erkek, 9 kız) ise kontrol grubu olarak belirlenmiştir.

### **Veri Toplama Araçları**

Çalışmada kullanılan; hazır bulunuşluk testi, kavramsal anlama testi ve yarı yapılandırılmış görüşmeler aşağıda başlıklar halinde açıklanmıştır.

#### *Hazır bulunuşluk testi*

Deney ve kontrol gruplarının bilişsel düzeyleri arasında anlamlı bir fark olup olmadığını ortaya çıkarmak için geliştirilen hazır bulunuşluk testi (HBT) ortaöğretim fizik dersi öğretim programlarında yer alan ve modern fizik ünitesinden önce işlenen konular ile ilgili sorulardan oluşturulmuştur. (Kural, 2008). HBT için seçilen sorular fizik eğitimi alanında uzman bir kişi tarafından değerlendirilmiştir. Alan eğitimi uzmanı ve araştırmacılar tarafından kapsam ve görünüş geçerliği kontrol edilen ve ilk hali 28 çoktan seçmeli sorudan oluşan test, Balıkesir ili merkez sınırları içindeki özel eğitim kurumlarında öğrenim gören toplam 197, 11. sınıf öğrencisine uygulanmıştır. Madde analizi sonunda dört soru testten çıkarılmış ve testin KR-20 güvenirlik katsayısı .82 olarak hesaplanmıştır. Son hali 24 sorudan oluşan HBT kontrol ve deney gruplarına öğretimden dört hafta önce uygulanmıştır.

#### *Kavramsal anlama testi*

İkinci veri toplama aracı olan kavramsal anlama testi, ön test olarak öğrencilerin öğretim öncesinde fikirlerini incelemek, son test olarak da öğretim sonrası öğrencilerin kavramsal değişim düzeylerini ortaya çıkarabilmek için geliştirilmiştir. 11. sınıf fizik dersi öğretim programı incelenerek hazırlanan kavram haritasına göre, 8 adet açık uçlu soru yazılmış ve kavramsal anlama testi oluşturulmuştur. Kavramsal anlama testinin (KAT) deneme çalışması Balıkesir ilindeki araştırmanın örnekleme ile ilişkisi olmayan bir ortaöğretim kurumunda öğrenim gören toplam 30 öğrenci ile yapılmıştır. Deneme çalışmasından elde edilen veriler ve arkasından alınan uzman görüşü ışığında KAT' den bir soru çıkarılmış ve bazı biçimsel değişiklikler yapılmıştır. İnce zarda girişim ile ilgili olarak hazırlanan olaysal temelli (Driver ve Erickson, 1983) soru aşağıda görülmektedir.



Şekil 3. Kavramsal anlama testindeki ince zarda girişim sorusu

Şekilde görüldüğü gibi, sabun köpüğü üzerine ışık düşürüldüğünde renklenmeler oluştuğu gözlenir. Bu olayı nasıl açıklarsınız?

#### *Yarı yapılandırılmış görüşmeler*

Yarı yapılandırılmış görüşmeler, öğrencilerin öğretim öncesinde ışığın dalga modeline ilişkin fikirlerinin ne olduğu, öğretim sonrasında öğrencilerin kavramlarını bilimsel olanı ile değiştirip değiştiremediklerinin ortaya çıkarılması, öğrencilerin kavramsal değişim süreçlerinde olumlu ya da olumsuz etkiye neden olan faktörlerin ne olduğu gibi noktaları açığa çıkarmak amacı ile kullanılmıştır. Öğrencilerin HBT' den aldıkları puanlar dikkate alınarak sınıftaki öğrenciler iyi, orta ve zayıf olarak sınıflanmış, okul öğretmeninin öğrencilerin fizik dersi başarısına yönelik düşünceleri de alınarak görüşme yapılacak öğrencilere karar verilmiştir. Ön testte verdiği yanıtları araştırmacılarda dikkat uyandıran öğrencilerin de seçilmesine özellikle dikkat edilmiştir. Sınıflamadaki iyi ve orta gruptan iki, zayıf gruptansa bir öğrenci seçilmiştir. Böylelikle deney ve kontrol grubundaki beşer öğrenci ile yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Ön görüşmeler, öğretim öncesindeki iki hafta içerisinde tamamlanmıştır. KAT' nin son test olarak uygulanmasından bir hafta sonra son görüşmeler gerçekleştirilmeye başlanmıştır. Bir haftalık süre içinde görüşme yapılacak öğrencilerin son testte verdikleri yanıtlar gözden geçirilmiştir. Son görüşmeler iki hafta kadar sürmüştür.

## **Verilerin Analizi**

Ön ve son test olarak uygulanan KAT'de bulunan 8 açık uçlu sorunun analizinde içerik analizi yöntemi kullanılmıştır. İlk olarak, uzman ve araştırmacı görüşlerinin sentezi ile soruların bilimsel olarak tam doğru yanıtları belirlenmiştir. Ardından öğrencilerin yanıtları okunarak uzman görüşü ile araştırmacıların görüşleri doğrultusunda kategorilere karar verilmiştir. Bir sonraki adımda öğrencilerin ön ve son testte verdikleri yanıtlar uygun kategorilere kodlanmıştır. Her soru için öğrencilere ait yanıtlar “Bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtlar” üst kategori başlığı altında yanıtın tam verilmesi halinde “Bilimsel olarak tam doğru yanıt”, bilimsel doğruya yakın ama eksik ifadeler içermesi halinde ise “Bilimsel olarak kısmen doğru yanıt” kategorilerinde toplanmıştır.

Bilimsel doğrularla bağdaşmayan ve kavram yanılgıları içeren yanıtlar ise “Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlar” üst kategori başlığında toplanmışlardır. Bu üst kategori başlığı altındaki kategoriler öğrencilerin yanıtlarına göre belirlenmiştir. Öğrenci yanıtlarının okunmasının ardından bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlar başlığının, “Işığın dalga modeli fikrini içeren yanıtlar”, “Olayların geometrik optik ile açıklandığı yanıtlar” ve “melez (hibrit) yanıtlar” olmak üzere üç alt kategoriden oluştuğu görülmüştür. Sorudaki kavram ile ilişki göstermeyen ve sorunun aynen tekrarını içeren yanıtlar “kodlanamaz yanıtlar” kategorisine alınmıştır. Ayrıca boş bırakılan ya da “fikrim yok”, “bilmiyorum” gibi ifadeler içeren yanıtlar “yanıtsız” kategorisine alınmıştır. Kategorilerin belirlenmesinde Kocakulah (2002)’ den yararlanılmıştır.

Öğrenci yanıtlarının uygun kategoride kodlanması işleminde kodlayıcılar arası tutarlılığın ortaya çıkarılması gerekmektedir (Linn ve Gronlund, 1995; Büyüköztürk ve diğ., 2013). Özel bir eğitim kurumunda çalışan ve alanında uzman bir fizik öğretmeni ikinci kodlayıcı olarak, ön ve son testlerdeki öğrenci yanıtlarını araştırmacıdan bağımsız bir şekilde değerlendirmiş ve yanıtların hangi kategoriye alacağını belirlemiştir. Araştırmacı ile ikinci kodlayıcı arasındaki tutarlılık yüzdeleri sırasıyla ön testlerde deney grubu için % 94.6, kontrol grubu için % 93.5 ve son testlerde deney grubu için % 91.8, kontrol grubu için ise % 92.8 olarak bulunmuştur. Hesaplanan

yüzdeler, kodlayıcılar arası tutarlığın yüksek ve kodlamanın güvenilir olduğunu göstermektedir (Gazit, Yair ve Chen, 2005).

### **Deney Grubu Öğretimi Tasarımı**

Deney grubunda uygulanan motivasyonel stratejilerle desteklenmiş fikirler arası çatışmaya dayalı kavramsal değişim modeline uygun olarak tasarlanan öğretimde öğretmen önce sorular sorarak öğrencilerin fikirlerini ortaya çıkarmaya, ardından onlara fikirlerinin farkında olma ve fikirlerini grup ya da sınıf tartışması ile sınama fırsatı sunmaya çalışmıştır. Bundan sonraki aşamada öğretmen bilimsel görüşü tanıştırmış, yeni bilginin öğrencilerin ön kavramları ile uyumlu olan veya çatışan yönleri tartışma ortamında ele alınmıştır. Böylelikle öğrencilerde fikirlerine değer verildiği hissi oluşturulmuş, motivasyon düzeyi yüksek tutulmaya çalışılmıştır. Sonraki aşamada öğretmen tanıştırılan yeni bilgi ile ilgili başka uygulama alanlarına öğrencileri yönlendirmiştir. Yeni bilginin sabun köpüğünün renklenmesi olayı ile tanıştırıldığı düşünülürse, uygulama aşamasında öğretmen, ince zarda girişimle açıklanan "asfalt üzerindeki motor yağının renkli görülmesi", "arabaların camlarında kullanılan ince filmler" gibi örnekleri ortaya atmış ve öğrencileri yeni kavrama doğru yaptıkları yolculuklarında ikna etmeye çalışmıştır.

Öğretimde MEB tarafından yayımlanan Fizik Dersi Öğretim Programındaki kazanımlar ve açıklamalar dikkate alınarak konunun ışığın dalga modeli ile açıklanması üzerinde durulmuş, detaylı formüllere girilmemiştir. İnce zarda girişim konusuna ilişkin kontrol ve deney gruplarında iki ders saati (90 dak) boyunca öğretim yapılmıştır. Tablo 1’de ince zarda girişim konusunun öğretiminde ele alınan temalar ve bu temalara ayrılan süreler görülmektedir. Öğretim aşamasındaki derslerin işlenişi aşağıda açıklanmıştır.



**Tablo 1. Temalar ve öğretim süreleri**

<b>Tema</b>	<b>Süre (dak)</b>
Işığın farklı saydam ortamlar arası geçişlerinde yansıma ve kırılma özelliğini bir arada göstermesi	15
İnce zarda girişimin açıklanması-I	30
İnce zarda girişimin açıklanması-II	25
İnce zarın beyaz ışıkla aydınlatılması	20
İnce zarda girişimin günlük gözlemlerle açıklanması	

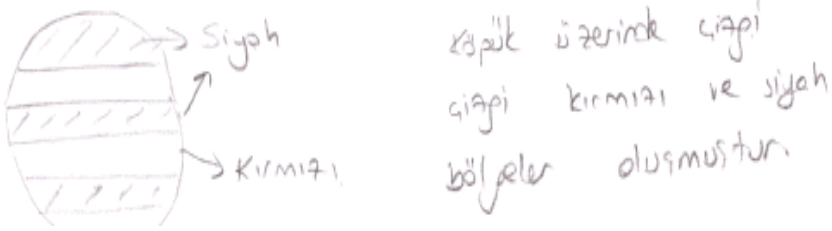
### *Ders 1*

*Başlangıç Fazı:* Öğretmen, vitrindeki oyuncaklara bakarken camda kendi görüntüsünü gören kız çocuğunun fotoğrafını göstermiştir. “Çocuğun kendini görme nedeni nedir? Su birikintisine baktığımızda kendimizi görme nedenimiz nedir? Denizin mavi görülmesindeki neden nedir?” gibi sorularla öğrencilerin fikirlerini almış ve içeriğe motive olmalarını sağlamıştır. Tüm gruplardan ışığın yüzeyden yansıma yapacağı fikri ortaya çıkmıştır. Öğrenciler cam üzerinde görüntü oluşumunu düz aynada görüntü oluşumu şeklinde açıklamışlardır. Öğretmen, az yoğun dan çok yoğun ortama geldiğinde geometrik optik kurallarına göre yansımanın olamayacağını, ancak ışığın normale yaklaşarak kırılması gerektiğinin altını çizmiştir. Çelişkili olayın verilmesi ile birlikte öğrencilere süre verilmiş ve bir grup kararı çıkarmaları istenmiştir.

*Odaklanma Fazı:* Grup 2, yansımanın olması gerektiğini söylemiş ancak, öğretmenin ortaya atmış olduğu çelişkili olayı açıklayamamıştır. Diğer gruplar ise olaya bir çözüm getirememiştir. Öğretmen tartışmayı keserek yay dalgalarını hatırlamalarını istemiştir. Öğrencilere hafif yaydan ağır yaya gelen bir atmanın ve ağır yaydan hafif yaya gönderilen atmanın nasıl davranacağı sorulmuştur. İki öğrenciden bu iki durumu tahtada göstermeleri için yardım istenmiştir.

Grup 2’deki D5 öğrencisi hafif yaydan ağır yaya geldiğinde atmanın yansıma ve iletim yaptığını ışığında böyle davranabileceğini belirtmiştir. Sınıfta birçok öğrenci D5’in söylediklerini onaylamıştır. Işığın az yoğun ortamdan çok yoğun ortama geçerken de bir miktarının yansıma yapacağını, bu olayı ancak ışığın dalga modelinin açıklayabileceği vurgulanmıştır. Işığın tanecik modeli ile açıklanamayacak bir durum olduğu da ayrıca belirtilmiştir.

**Öğrencilerin Cesaretlendirilmesi Fazı:** İçinde sıvı sabun bulunan cam kap sınıfın ortasına konulmuş ve metal halkalar öğrencilere dağıtılmıştır. Öğrencilerden, sıvı sabunu kullanarak köpük elde etmeleri ve sonrasında buna kırmızı ışık ile bakmaları istenmiştir. Bu aşamada öğretmen öğrencilere deneyi yapmak ve gözlemlerini önlerinde bulunan kağıtlara yazmak için 5 dakika süre vermiştir. Öğrenciler deneyi yaparken öğretmen gruplar arasında dolaşarak gözlemlere katılmıştır. Grupların her birinden bir öğrenci çağrılarak, grupların uzlaşarak kaydettikleri şekilleri tahtaya çizmeleri istenmiştir. Genel olarak, grupların çizimlerinin bilimsel olarak doğru olduğu ortaya çıkmıştır. Şekil 4'te grupların verdiği yanıtlardan örnekler görülmektedir.



Şekil 4a. Grup 1'e ait çizim



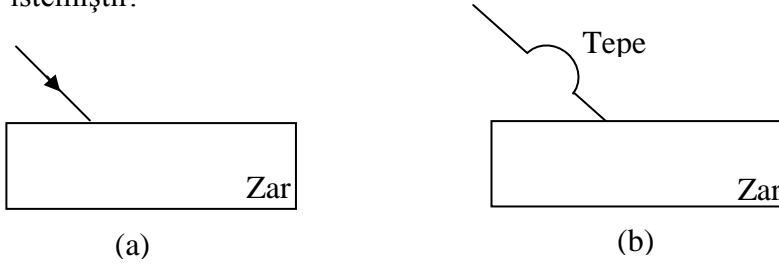
Şekil 4b. Grup 3'e ait çizim

Şekil 4. Öğrencilerin sabun köpüğünde girişime ait gözlemleri sonucu yaptıkları çizimler

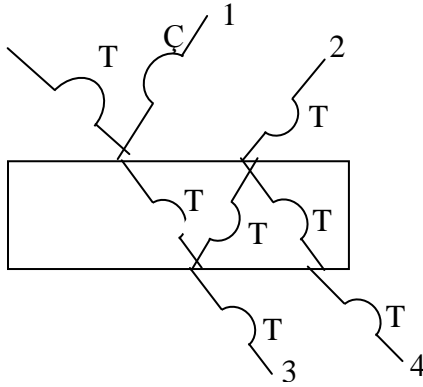
## Ders 2

Öğretmen dersin başında gruplara yeniden süre vererek bir önceki derste yaptıkları gözlemlerini açıklamalarını istemiştir. Grup 2 ve 3 aydınlık-karanlık saçakların oluşabilmesi için girişimin şart olduğunu ancak olaya tam olarak bir açıklama getiremediklerini belirtmişlerdir. Öğrencilere “su birikintisinin üzerinde kendimizi nasıl görüyorduk?” şeklinde bir soru sorarak

ışığın farkı bir saydam ortam yüzeyine geldiğinde hem yansıma yapacağı hem de kırılmaya uğrayacağını hatırlanmasını sağlamıştır. Öğrenciler bu sorunun arkasından, ışığın hem yansıma hem de kırılma özelliğinin kullanılacağını anlamış gözükmüşlerdir. Öğretmen Şekil 5a'da görülen çizimi yapmış ve öğrencilerine ışığın köpükte izleyeceği yolu göstermelerini istemiştir.



Şekil 5a. Öğretmenin ince zarda girişimin açıklanabilmesi için verdiği ipucu



Şekil 5b. Tepe olarak gelen ışığın zar içindeki ilerleyişi

Öğretmen öğrencilerine yeniden bir dakikalık süre vererek, aydınlık-karanlık saçakları açıklamalarını istemiştir.

Grup1: (D10) Tepe ve çukurlar sönmümlüyor olabilir yine.

Grup2: (D12) Üstteki tepe ve çukurun bir birini sönmümlerinden kaynaklanabilir mi?

Grup2: (D5) Bende katılıyorum, altta da tepe ve tepe üst üste gelir ve aydınlık olur.

Grup 1 ve 2'den gelen görüşlerden sonra, Grup 3 ve 4'teki öğrencilerin de bu fikirlere katıldıkları görülmüştür. Öğrencilerin bu fikrine göre üst tarafta yalnızca karanlık, alt tarafta yalnızca aydınlık oluşması gerekmektedir. Oysaki öğrenciler birden fazla aydınlık ve karanlık saçak görmüşlerdir. Öğrencilere bu durum sorulmuş ve zihinlerinde yeniden bir karmaşa ve organizasyon süreci başlatılmıştır. Öğrencilere “metal levhayı açılı bir şekilde tutmamızın nedeni nedir?” şeklinde sorular yöneltilmiştir. *Öğrencileri cesaretlendirme fazının* son bölümünde öğrencilere, sabun köpüğünü eğik tutmanın köpüğün kalınlığını değiştirerek yol farkını değiştirmek anlamına geldiği bunun da aydınlık-karanlık saçakların sıralanmasına neden olduğu belirtilmiştir.

*Uygulama Fazı:* İkinci dersin son bölümünde öğrencilerin öğrendiklerini yeni durumlara aktarmaları beklenmektedir. Öğretmen “araçlardan yol üzerine dökülmüş mazot, yağ gibi maddelerin rengarenk görüldüklerine şahit oldunuz mu?” sorusunu yöneltilmiştir. Ardından “bu sabun köpüğünü beyaz ışıkla aydınlatsak ne olur?” gibi sorular sorularak bilginin transfer edilmesine yardımcı olunmuştur. Uygulama bölümünde de öğrencilerin grupla tartışmalarına izin verilerek ince zarda girişim ile ilgili fikirleri öğrenilmiş, bilimsel görüşün vurgulanması ve öğrenilenlerin gözden geçirilmesi ile ders bitirilmiştir.

### **Kontrol Grubu Öğretimi**

Kontrol ve deney gruplarının her ikisine de Tablo 1'de görülen temalara ilişkin öğretim yapılmıştır. Kontrol grubu öğretiminde kavramsal değişim stratejisine dayalı etkinliklere yer verilmemiş, öğretmen merkezli öğretim stratejilerinden sunuş yoluyla öğretim stratejisi altında düz anlatım, gösteri ve problem çözme yöntemleri kullanılmıştır. Deney grubunda gerçekleştirilen her deney kontrol gruplarında da yapılmıştır. Öğretmen deneyi gerçekleştirirken öğrenciler sıra ile deneye bakmışlar ve bu sırada deneydeki fiziksel gerçek öğretmen tarafından açıklanmıştır. Deney grubunda kullanılan çalışma yaprakları kontrol grubuna ödev olarak verilirken bazen de öğretmen tarafından ders içinde soru çözümü amaçlı yardımcı materyal olarak kullanılmıştır. Kısacası kontrol grubu

öğrencileri deneyleri izlemişler, öğretmenin açıklamalarını ve soru çözümlerini dinleyerek pasif bir rol üstlenmişlerdir.

## Bulgular

Bu bölümünde örnekleme uygulanan üç farklı veri toplama aracından elde edilen bulgular verilmektedir. Veri toplama araçlarından elde edilen bulgular hazır bulunuşluk testinden elde edilen bulgular ve kavramsal anlama testinden elde edilen bulgular olmak üzere iki ana başlık altında verilmiştir. Ayrıca kavramsal anlama testine ait bulgular bölümü içerisinde görüşmelere ait bulgulara da yer verilmiştir.

### Hazırbulunuşluk Testinden Elde Edilen Bulgular

Her iki gruptaki öğrencilerin 24 soru üzerinden hesaplanan başarı puanları SPSS 12 paket programına girilerek, ilişkisiz t-testi yapılmıştır. Yapılan t-testi sonuçları Tablo 2’de görülmektedir.

**Tablo 2. Hazırbulunuşluk testine ait t-testi sonuçları**

Öğrenci Grupları	Öğrenci Sayısı	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma (ss)	Serbestlik Derecesi (sd)	t değeri	Anlamlılık Düzeyi (p)
Deney Grubu	21	16.95	3.55	38	0.634	0.530
Kontrol Grubu	20	16.25	3.53			

Kontrol ve deney grupları arasında anlamlı bir fark olmadığı Tablo 2’den görülmektedir. Ancak parametrik testlerde örneklemedeki gruplarda bulunan kişi sayısının en az 30 olması gerekmektedir (Ural ve Kılıç, 2005). Kişi sayısının 30’un altından olduğu durumlarda parametrik testlerin kullanılabilmesi için öğrenci puanlarının normal dağılım gösterip göstermediğini anlayabilmek adına basıklık (skewness) ve çarpıklık (kurtosis) değerlerine bakılmış ve sonuçlar Tablo 3’te aktarılmıştır.

**Tablo 3. Gruplara ait basıklık ve çarpıklık değerleri**

Öğrenci Grupları	Basıklık	Çarpıklık
Deney Grubu	-0.824	0.148
Kontrol Grubu	-0.800	0.995

Puanların normal dağılım göstermesi için basıklık ve çarpıklık değerlerinin -1 ile +1 arasında çıkması gerekmektedir. Tablo 3'teki sonuçlar iki gruba ait puanların normal dağılım gösterdiğini ortaya koymaktadır. Puanların normal dağılım gösterdiğinin daha güvenilir bir şekilde ortaya konulabilmesi için Kolmogorov-Smirnov testi yapılmış ve anlamlılık düzeyi her iki grup için de  $p=.20$  olarak bulunmuştur. Bu değer .05'ten büyük bir değer olduğundan her iki gruba ait puanların normal dağılım gösterdiği anlaşılmaktadır. Sonuç olarak; deney ve kontrol grupları arasında hazır bulunuşluk testi başarı puanları bakımından anlamlı bir fark bulunmamaktadır.

### **Kavramsal Anlama Testinden Elde Edilen Bulgular**

Tablo 4 öğrencilerin kavramsal anlama testinde ışığın sabun köpüğündeki (ince zar, ince film v.b) girişimi sorusuna verdikleri yanıtların ön ve son testlerde ortaya çıkan kategoriler bazında dağılımını göstermektedir. Tam doğru yanıt olarak öğrencilerin bu soruda köpük üzerinde kırılan ve yansıyan ışınların girişimini ve zar kalınlığının farklılaşmasından dolayı yol farkının değişeceğini, dolayısıyla farklı zar kalınlıklarında farklı renkler oluşacağını bu yüzden de zar üzerinin renkli gözükeceğini belirtmeleri gerekmektedir.

Ön testte deney grubu öğrencilerinin yaklaşık %9.5'i, kontrol grubu öğrencilerinin %10'u ince zarda girişim ile ilgili soruya kabul edilebilir yanıtlar vermiştir. Öğrencilerin daha önceden dersane ya da özel kursta ışığın dalga modeline ilişkin öğretime katıldıkları bu nedenle ışığın dalga modeline dayalı fikirlere sahip oldukları görülmüştür. Ön testte deney grubu öğrencilerinin yaklaşık %38'i, kontrol grubu öğrencilerinin ise %35'i soruya geometrik optiğe dayalı yanıtlar vermiştir. Öğrencilerin dalga modeline ilişkin zihinsel modelleri bulunmadığından, sıklıkla kullandıkları ve derin köklere sahip geometrik optik bilgilerine dayalı yanıt vermeleri olağan bir durum olarak düşünülmelidir.

Son testte deney grubunda öğrencilerinin yaklaşık %90'ı, kontrol grubunda ise %65'i soruya bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtlar vermiştir. Deney grubu öğrencilerinin kavramlarını bilimsel olanı ile değiştirme sürecinde uygulanan fikirler arası çatışmaya dayalı öğretimin olumlu katkısı açıkça görülmektedir. Bunun dışında Tablo 4'te deney grubu öğrencilerinin kavramsal değişimlerinin, kontrol grubuna göre daha üst düzeyde gerçekleştiği de görülmektedir.

Öğrencilerin kavramsal değişimleri ile ilgili detaylı bilgiler aşağıda başlıklar halinde verilmiştir.

**Tablo 4. İnce zarda girişim sorusuna verilen yanıt türleri**

YANIT TÜRLERİ	DENEY GRUBU		KONTROL GRUBU	
	Ön Test n (%)	Son test n (%)	Ön Test n (%)	Son Test n (%)
<b>A. Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Yanıtlar</b>				
<b>1. Bilimsel Olarak Tam Doğru Yanıt</b>				
Sabun köpüğü üzerinde yansıyan ve kırılan ışınların girişimi sonunda renklenmeler meydana gelir. Farklı köpük kalınlıklarında farklı renk görülür. Bunun sebebi yol farkının sürekli değişerek farklı renkteki ışığın dalga boyunun tam katlarına eşit olmasıdır.	0	12 (57.14)	0	5 (25.00)
<b>2. Bilimsel Olarak Kısmen Doğru Yanıtlar</b>				
“Sabun köpüğünün farklı kalınlıklarından dolayı girişim saçakları oluşur. Olay sonucunda rengarenk bir görüntü oluşur.”	2 (9.52)	7 (33.33)	2 (10.00)	8 (40.00)
“Sabun köpüğündeki renklenmenin sebebi ince zarda girişim olayıdır.”				
“Bu olay ince zarda girişim ile açıklanır. Her rengin frekansı farklıdır. O yüzden farklı bölgelerde farklı renkler görülür.”				
<b>Ara Toplam 1</b>	2 (9.52)	19 (90.04)	2 (10.00)	13 (65.00)
<b>B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar</b>				
<b>1. Işığın Dalga Modeli Fikrini İçeren Yanıtlar</b>				
“Işık kırınım ve yansımaya uğrar.”				
“Kalınlığı d olan ince zar üzerine tek renkli ışık düşürüldüğünde, ışığın bir kısmı içeri girer, bir kısmı yansıyarak geldiği ortama çıkar”	1 (4.76)	1 (4.76)	4 (20.00)	2 (10.00)
“Işınlarda girişimden dolayı sabun köpüğü yüzeyinden yansıyan ışınlar renklidir”				
<b>2. Olayı Geometrik Optikle Açıklayan Yanıtlar</b>				
“İnce zarda az yoğun ortamdaki çok yoğun ortama geçen ışınlar yedi farklı renge ayrılır, yani köpük bir prizma gibi ışınları kırar ve köpük üzerinde renklenmeler görülür”				
“Bu olay ışığın yoğun ortama girdiğinde renklerine ayrılması olayıdır.”	8 (38.09)	1 (4.76)	7 (35.00)	0
“Her renk farklı açılarla kırılır, renklerine ayrılır.”				
“Sabun köpüğü çok kırıcı ortamdır. Sabun köpüğüne ışık gelirse, içindeki renkler farklı kırılırlar. Beyaz ışık içindeki renkler ayrılır ayrı				

gözükür.”

<b>3. Hibrit Yanıtlar</b>				
“Farklı kalınlıklardan dolayı sabun köpüğünde girişim saçakları oluşmuştur. Olay ince zarda girişimdir. Beyaz ışığın kırılarak renklerine ayrılmasıyla farklı renkler oluşur.”	0	0	0	5 (25.00)
“Bu olayı ışığın dalga modeli ile açıklarım. İnce zarda girişimdir. Beyaz ışık bir ortama girer ve farklı kırılarak renklerine ayrılır.”				
<b>Ara Toplam 2</b>	9 (42.85)	2 (9.52)	11 (55.00)	7 (35.00)
<b>C. Kodlanamaz Yanıtlar</b>	0	0	7 (35.00)	0
<b>D. Yanıtsız</b>	10 (47.61)	0	0	0
<b>TOPLAM</b>	21 (100)	21 (100)	20 (100)	20 (100)

### Ön Testten Elde Edilen Bulgular

Ön testte, soruya deney ve kontrol grubu öğrencilerinden bilimsel olarak tam doğru yanıt veren öğrenci bulunmamaktadır. Ön testte, deney ve kontrol grubu öğrencilerinin yaklaşık %10’u bilimsel olarak kısmen doğru yanıtlar vermişlerdir. Bu öğrenciler ile yapılan ön görüşmelerde öğrencilerin daha önce katıldıkları kurslarda ışığın dalga modeli ile tanıştıkları ancak ışığın dalga modeli ile ilgili bilimsel olarak doğru bir kavramsal anlamaya sahip olmadıkları aşağıda örneklenen görüşme diyaloglarından anlaşılmaktadır.

*Araştırmacı: Sabun köpüğümüz vardı. Üzerine beyaz ışık düşürdüğümüzde üzerinde renklenmeler görmüştük. Bu olayı nasıl açıklarsınız demiştik. “İnce zarda girişimden dolayı açıklarım” demişsiniz. Sizce ince zarda girişim ne demek?*

*D2: İnce zarda girişim dediğimiz şey öğrendiğimiz şeylere göre söylüyorum tabi. Bu Young deneyi var. İşte o. Yani orda bulunmuş bir şey. İnce zarda girişim de bu aydınlık karanlık saçakların oluşması ile ilgili bir şey. Bu sabun köpüğü de ondan dolayı renkleniyor olabilir.*

*Araştırmacı: Şunu istiyorum; bu renklenmeler nasıl oluşuyor?*

*D2: Bence güneş beyaz bir ışık ama pek çok rengi barındırıyor içinde. Bu renkler farklı frekansta farklı dalga boyunda olduklarından bu renklenmeler farklı farklı oluyor. Tam olarak ne olabilir. O da yine ışığın girişimine dayanıyor olabilir.*

*Araştırmacı: Nedir ışığın girişimi.*



D2: Işığın girişimi az önce değindiğimiz gibi o aydınlık karanlık saçakların oluşması.

Işığın dalga modeli fikrine sahip olan D2 öğrencisi sabun köpüğü üzerindeki renklenmelerin sebebini açıklayamamaktadır. Araştırmacı: “İnce zarlarda girişimden dolayı sabun köpüğüne ışık düşürüldüğünde renklenmeler görülür” demişsiniz. Öncelikle ince zarda girişim nedir?

K3: İnce zarlarda girişim bir girişim olayı. Zıt fazlı ya da aynı fazlı kaynak tarafından oluşturuluyor. İnce zarlarda girişim de öyle bir şey herhalde.

Araştırmacı: Renklenmeler neden oluşuyor?

K3: Renklenmeler yansıma sonucu oluşur. Işığın farklı renkleri farklı şekilde yansıyor. Beyaz ışık geldiğinde renklere ayrılıyor.

Araştırmacı: Yansırken renklere ayrılma nasıl gerçekleşir?

K3: Beyaz ışık kırıldığında renklere ayrışıyor.

Araştırmacı: Nerede kırılıyor peki ışık?

K3: Kaynaktan gelirken havada kırılıyor olabilir sabun köpüğünün üstüne gelince de renklenme oluyor.

Araştırmacı: Havada nasıl kırılacak ışık?

K3: Sabun köpüğü farklı bir ortam olduğu için farklı bir ortama geçerken ya normale yaklaşarak kırılır ya da uzaklaşarak. Bu ortamda kırıcılık indisi farkı var herhalde.

K3 öğrencisi testte bilimsel olarak kısmen doğru yanıt verdiği halde yapılan görüşme ile aslında “ince zarda girişim” konusuna dair doğru bir kavramsal anlamaya sahip olmadığı ortaya çıkarılmıştır. Aynı öğrenci renklenmeyi ışığın havada kırılarak renklere ayrıldığına bağlamakta ve ince zar yüzeyinin renkli gözüküğünü düşünmektedir.

Araştırmacı: “İnce zarda girişimden dolayı ışık kırınımına uğruyor bundan dolayı da farklı renklerde görüyoruz” demişsiniz. Nedir ince zarda girişim?

K4: İnce zarda girişim ben burada frekansları farklı diye yani bölgelerin frekansları farklı diye ondan dolayı.

Araştırmacı: Bölgelerin frekansları derken?

K4: Yani oraya gelen açıdan beyaz ışığın farklı renk alması. Normal beyaz ışığın dağılarak renklere ayrılması.

Araştırmacı: Normal beyaz ışığın renklere ayrılması olarak açıklıyorsunuz. Peki ince zarda girişim demenizdeki sebep nedir?

K4: Girişim orda ışık toplanıyordur, ondan.

Araştırmacı: Biraz daha açabilir miyiz?

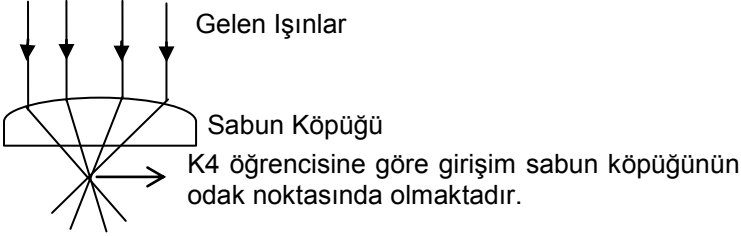
K4: Bunun odağında girişim olur, sonra ayrılır.

Araştırmacı: Odak neresi?

K4: Odak sabun köpüğünün şekline bağlı olarak ışığın toplandığı merkez ince zardaki

Araştırmacı: Yanlış anlamadıysam, sabun köpüğünü bir merceğe gibi mi düşünüyorsunuz?

K4: Evet sabun köpüğü toplar ışığı aynı merceğe gibi, girişim olur ve renklerine ayrılır.



Şekil 6. K4 öğrencisinin ince zarda girişim ile ilgili düşünceleri

K4 sabun köpüğü üzerindeki renklenmeleri ve girişimi açıklayamamış, geometrik optik bilgilerini kullanarak, küresel sabun köpüğünün ışınları odaklayacağını, ışığın farklı renklerinin farklı kırılacağını, böylelikle sabun köpüğünün renkli gözükeceğini söylemiştir. K4'ün zihninde “ince zarda girişim” kavramı var olup açıklamalarında “ince zarda girişim” kavramını koyacağı bir yer aramakta ancak ince zarda girişim ile ilgili kavramsal zemini bunu başarabilmek için yeterli değildir. K4 ön testte bilimsel olarak kısmen doğru yanıt vermiş olsa da gerçekte bilimsel olarak kabul edilemeyen fikirlere sahiptir.

Ön testte, deney grubu öğrencilerinin yaklaşık %5'i, kontrol grubu öğrencilerinin %20'si soruya bilimsel olarak kabul edilemeyen ve ışığın dalga modeli fikrini içeren yanıtlar vermişlerdir. Ön testte, deney grubu öğrencilerinin %38'i, kontrol grubu öğrencilerinin %35'i sabun köpüğündeki renklenmeyi, geometrik optik bilgilerini kullanarak ışığın kırılması ile açıklamışlardır. Bu kategoride yanıt veren öğrencilere ait görüşme diyalogları aşağıda aktarılmıştır.

Araştırmacı: Testteki soruyu “Güneş ışığının 7 renkten oluşması ışığın kırılması sonucu bu renklerin açığa çıkması” şeklinde yanıtlamışsınız. Bunu biraz daha açabilir misiniz?

*D1: Bildiğimiz gibi 7 renk güneş ışığının yani beyaz ışığın içerisinde bulunur. Mavi mor falan. Bunların her biri farklı ortama girdiklerinde farklı kırılırlar. Burada da aynı şey gerçekleşir. Sabun köpüğü içine giren ışık renklerine ayrılır ve rengarenk gözükür.*

D1 öğrencisi teste verdiği yanıtı, benimsediği öğretim öncesi yapılan görüşme ile ortaya konmuştur. D1 öğrencisi beyaz ışığın farklı bir ortama girdiğinde, renklerine ayrılacağını, dolayısıyla köpük yüzeyinin renkleneceğini düşünmektedir.

*Araştırmacı: Testte “Işıklar sabun köpüğünden geçerken ışıklar renklerine ayrışır ve kırılır.” yazmışsınız. Bu yanıt ile ilgili söylemek istediğiniz bir şey var mı?*

*D3: Ama bu çok küçük bir hava ortamı olduğu için hocamızın anlattığına göre burada da yine şu olay oluşuyormuş sanırım. Ama güneşten gelen bir ışın yine burada kırılmaya uğrayacak çünkü farklı ortama giriş yapıyor. Bir ortamdan geçiş yapıyor kırılmaya uğrayan güneşten gelen ışın da bütün renkleri barındırdığı için ışığın kırılması da renklere ayrışarak oluyor. Yani bu olay gökkuşağı olayı gibi.*

D3 öğrencisi sabun köpüğündeki renklenmeyi “gökkuşağı modeli” ile açıklamıştır. Ön teste olduğu gibi, ön görüşmede de geometrik optik bilgilerini kullanmaktadır.

Genel olarak bakıldığında ön teste, deney grubu öğrencilerinin %43’ü, kontrol grubu öğrencilerinin %55’i bilimsel olarak kabul edilemeyen yanıtlar vermişlerdir. Ön teste, kontrol grubu öğrencilerinin %35’i kodlanamaz yanıt vermişlerdir. Bu öğrenciler soruya “bu olay hava kamasıdır” şeklinde yanıt vermişlerdir. Öğrenciler, konuya ait bazı terimleri hatırlamakta ancak ince zarda girişim olayına “hava kaması” diyebilmektedirler. Ön teste, deney grubu öğrencilerinin yaklaşık %48’i soruyu yanıtsız bırakmıştır.

### **Son Testten Elde Edilen Bulgular**

Son teste deney grubu öğrencilerinin %57’si, kontrol grubu öğrencilerinin %25’i soruya bilimsel olarak tam doğru yanıtlar vermişlerdir. Bu kategoride yanıt veren öğrencilere ait görüşme bölümleri aşağıda aktarılmıştır.

*Araştırmacı: Son teste, “İnce zarda girişim olayıdır. Yansıma, kırılma ve girişim temeline dayanır. Işık ışınları sabun köpüğüne düşürüldüğünde yansıma ve kırılmaya uğrarlar ve bunun*

sonucunda girişim deseni oluşur.” yazmışsınız. Öncelikle bu yanıtı açabilir miyiz?

D2: Testte de söylediğim gibi eğer ışık zar üzerine düşürülürse, yansımalar ve kırılmalar yapar. Bu yansıyan ve kırılan ışınların girişimi sonunda girişim deseni oluşur, renkli olur. Tabii beyaz ışık düşürülürse zara, zar renkli gözükür. Mesela mavi düşürünce mavi siyah olur.

Araştırmacı: Beyaz ışık düştüğünde renkli görülmesinin nedeni nedir?

D2: Zar kalınlığı değiştiği için. Zar kalınlığı değişirse yol farkı değişir, mesela üstten bakan gözlemci için yol farkı da değişir. Yol farkı her defasında başka başka renklere denk gelmeye başlar. Mesela bir yeşilin dalga boyunun tam katı olur, yeşil gözükür, bir de kırmızınıninkine eşit olur mesela kırmızı gözükür.

Araştırmacı: Az önce “mavi düşürünce mavi siyah olur” dediniz. Bunu biraz açabilir miyiz?

D2: Tek renk yani. Beyaz gibi değil. Beyaz ışık içinde 7 rengi bulundurur. O yüzden renkli gözükür. Ancak mavi düşürülürse, başka renk olmadığı için aydınlık bölgeler sadece mavi gözükür. Karanlık bölgeler de siyah görülür.

Ön testteki yanıtı ince zarda girişim fikrini içerse de bu yanıtta doğru bir açıklama getiremeyen D2 öğrencisi öğretim sonrası yapılan test ve görüşmede fikirlerini bilimsel görüşe doğru değiştirerek sabun köpüğünün renklenmesine ilişkin tam doğru bir kavramsal anlamaya sahip olduğunu göstermiştir.

Araştırmacı: Son teste baktığımda “Bu olay ince zarda girişim olayıdır. Işık yansır ve kırılır ve girişim deseni oluşturur, zar kalınlığına bağlı olarak renkler yerleşir” şeklinde yanıtlayıp bir de şekil çizmişsiniz. Şekil ile birlikte anlattıklarınızı biraz açabilir misiniz?

D5: Bu olay yine dalga özelliğinin sonucudur. Işık tepe gelir ve çukur yansır. Burada yay dalgalarına benzettik, hani onlarda ince yaydan kalın yaya geliyorlardı. Oradaki yansıma ve iletilme olaylarına benzeterek açıkladık. Yansıyan ve kırılan ışınlar vardır. Burada şu iki ışık (Çizdiği şekil de üstte bulunan iki ışını işaret ederek) girişim yapar. Bunların arasında faz farkı vardır.

Araştırmacı: Burada renklenmeler var onları nasıl açıklıyorsunuz?

D5: Beyaz ışıktaki renkler onlar. Farklı kalınlıklarda farklı renklerin oluşması normal zaten. Burada zar kalınlığı değişim gösterdiğinden farklı yerlerde farklı renkler oluşur.

Araştırmacı: Peki neye göre renklerin zar. Bunun kuralı mı var?

D5: Zaten ben söylemiştim. Zar kalınlığı değişir. O yüzden yol farkı değişir. Ve her defasında yol farkı çeşitli renklerin dalga boylarının tam katlarına eşit olur.

Araştırmacı: Bu olayı başka bir yerde gördünüz mü ya da duydunuz mu?

D5: Motor yağında duydum. Ayrıca evde elimi sıvı sabunla yıkarken bu deneyi yapıyorum.

Ön görüşmede “ince zarda girişim” adına sadece başlığı hatırlayabilen D5’in, son testte bilimsel olarak kusursuz bir kavramsal anlamayı gerçekleştirmesi dikkati çekilmesi gereken bir durumdur. D5 öğrencisinde yaşanan kavramsal değişim, kontrol ve deney gruplarının karşılaştırılması sürecine ışık tutmaktadır.

Araştırmacı: İkinci testimize “sabun köpüğünde farklı kalınlıklar vardır, ince zarda girişim deseni meydana gelir. Beyaz ışık sabun köpüğünde renkli görüntü oluşturur” şeklinde bir yanıt almışız. Renklenmelerin oluşma sebebini biraz daha açabilir miyiz?

K3: Sabun köpüğünün üstüne ışık düşürdüğümüzde ince zarda girişim oluşuyor. İnce zarda bir girişim deseni meydana geliyor. Bu sabun köpüğünde farklı kalınlıklar yüzünden bazı bölgelerde aydınlık bazı bölgelerde karanlık değişik renkler oluşuyor.

Araştırmacı: Neden aydınlık ve karanlıklar oluşuyor?

K3: Yol farkından dolayı olabilir yani.

Araştırmacı: Aydınlık ya da karanlık olmasının sebebi nedir?

K3: Yine birbirini sönmüştür. Işık kaynağından gelen ışınlar sönmüştü. Sönmüştüğü yerlerde karanlıklar, farklı kalınlıklarda olan yerlerde de değişik renkler görüyoruz.

Araştırmacı: Neden farklı kalınlıklarda değişik renkler oluşuyor?

K3: Onu bilmiyorum

Araştırmacı: Mesela belli kalınlıkta sarı oluşuyor, belli kalınlıkta mavi oluşuyor gibi bir şey çıkarıyorum vermiş olduğunuz yanıtta. Bunun sebebi nedir?

K3: Yol farkı. Onun formülde yazıyorduk ama... İşte onu tam hatırlayamadım.

Kontrol grubu öğrencilerinden K3'ün bu fikirleri bilimsel olarak tam doğru fikirlendir. Ancak zar kalınlığının girişime nasıl etki edeceği, zarın üzerinde neye göre mavi renk, neye göre sarı renk oluşacağı konusunda nitelikli bir yanıt verememiştir.

*Araştırmacı: İkinci teste “sabun köpüğünün farklı kalınlıklarda girişim deseni oluşturduğu için, sabun köpüğünde renklemeler olur, girişim saçakları oluşur” yanıtını vermişsiniz. “Farklı kalınlıklarda farklı girişim deseni” nedir? Bunu açabilir misiniz?*

*K4: Burada yol farkı zarın kalınlığına bağlıdır. O yüzden farklı kalınlıklarda farklı renkler oluşur.*

*Araştırmacı: “Yol farkı zar kalınlığına bağlı” diyorsunuz. Peki, hangi kalınlıkta hangi rengin oluşacağını belirleyen şey nedir?*

*K4: Burada dalga boyu önemli. Bir de zar kalınlığı önemli. Farklı kalınlıklarda farklı dalga boyuna sahip ışık gözükür. Girişim saçakları oluşur.*

*Araştırmacı: Girişim saçakları nasıl oluşur?*

*K4: Zarın üzerinden yansıyan ve zarın içerisine giren ışınlar vardı. Tam olarak hatırlamıyorum. Burada ışınlar girişim yapıyordu. Yine tepe tepenin üst üste gelmesi olayı oluşuyor.*

*Araştırmacı: İlk görüşmemizde “ışınların köpüğün odağında toplanacağı ve burada girişim yapacakları” fikriniz vardı. Bu fikri şu an nasıl değerlendiriyorsunuz?*

*K4: Ahh. Evet hatırladım. O söylediğim o anda uydurduğum bir şeydi. Köpüğün renklenmesi o kadar basit açıklanamaz herhalde.*

K4 öğrencisi, renklemenin girişim sonucunda oluşacağını, değişik renklerin değişik yerlerde oluşmasının zarın kalınlığının değişmesinden kaynaklandığını başarı ile açıklamıştır. Aynı zamanda renklemenin oluşmasında dalga boyunun etkili olacağını da vurgulamıştır. K4 öğrencisinin fikirlerinin bilimsel görüşe doğru değiştiği açıkça görülmektedir.

Son testte, deney grubu öğrencelerinin yaklaşık %33'ü, kontrol grubu öğrencilerinin %40'ı soruya bilimsel olarak kısmen doğru kabul edilebilecek yanıtlar vermişlerdir. Aşağıda bilimsel olarak kısmen doğru yanıtlar kategorisinde yanıt veren ve öğrencilere ait görüşme diyalogları aktarılmıştır.

*Araştırmacı: İkinci testte “Bu olay ince zarda girişimdir. Zarın incelik veya kalınlığına bağlı olarak ışık zardan geçerken faz*

farkı oluşur. Bu nedenle şekildeki renklenme meydana gelir, renklenmenin nedeni beyaz ışıktır” demişsiniz. Yazdıklarınıza eklemek istedikleriniz var mı?

D3: ...Sabun köpüğünün her yerinde eşit kalınlık olmadığı için... bir yere birikiyor, bir yer inceliyor. İncelen yerlerde yani o dalga hareketi tepe olarak geliyor, çukur olarak çıkıyor işte mesela tepe-çukur çıkıyorsa karanlık görüyoruz. Ya da tepe-tepe olarak tekrar çıkıyorsa zara girdikten sonra ışın yansdıktan sonra da bölgeleri aydınlık veya karanlık olarak görüyoruz. Yani o zarın kalınlığı ile alakalı aydınlık ya da karanlık olması.

Araştırmacı: Zarda iki nokta alalım, birinci noktada diyelim mavi renk var, diğer noktada kırmızı renk var. Bu renkler neye göre orada gözleniyorlar.

D3: Dalga boylarına göre. Mesela bahsettiğiniz ilk noktada yol farkı öyle bir denk gelmiş ki, orada mesela ilk nokta mavimiydi?

Araştırmacı: Evet.

D3: Mesela o noktada mavinin dalga boyunun tam katına eşit olmuş, orada mavinin aydınlığını görmüşüz. Diğerinde de kırmızı için aynı şey olmuş.

Araştırmacı: İlk testte olayı gökkuşağına benzetmişsiniz. Bu konuda ne söyleyebilirsiniz?

D3: Bu olayın kırılma ile açıklanamayacağını öğrendik zaten. Gökkuşağında ışık renkleri farklı kırıldıkları için renkleri farklı görüyoruz. Burada ise girişim var.

D3 son testte soruya kısmi yanıt vermiştir. Ancak öğretim sonunda yapılan görüşme kendisinin bilimsel olarak tam doğru fikirleri olduğu sonucunu ortaya çıkarmıştır.

Araştırmacı: İkinci testte “sabun köpüğünün farklı kalınlıklarından dolayı girişim saçakları oluşur. Olay sonucunda rengarenk bir görüntü oluşur” şeklinde yanıt vermişsiniz. Bu yanıtınızı biraz daha açabilir misiniz?

K1: Hani deney yapmıştık, demiri (sabun köpüğü oluşturmak için kullanılan) aşağı doğru çevirdiğimizde köpük akıyordu aşağı doğru, sıfırdan başlayan ve artan bir zar oluşmuştu. Orada renkli bölgeler dizilmişti. Burada ışık girişim yapmıştı, kırmızı filtre konulunca da kırmızı ve siyah bölgeler oluşmuştu.

Araştırmacı: Neden acaba kırmızı filtre değişime yol açmış?

K1: Çünkü beyaz ışıktaki her renk var ondan. Kırmızı filtre konunca her ışık gelmiyor zara sadece kırmızı düşüyor. O

*zaman tepe-tepe ve çukur-çukur denk gelen yerler aydınlık tepe çukur gelen yerler karanlık gözüküyor.*

*Araştırmacı: Şimdi! Görüldüğü gibi bazı yerler kırmızı bazı yerler yeşil, neye göre oluyor bu? Mesela burada sarı var. Neden başka bir renk yok burada sarı oluşmuş?*

*K1: ...*

K1 öğrencisi sabun köpüğündeki renklenmenin girişim sonucunda olacağını, yapıcı ve bozucu girişim sonucunda aydınlık ve karanlık bölgelerin oluşacağını başarı ile açıklamıştır. Ancak zar kalınlığının girişime etkisi konusunda bir yanıt verememiştir. Renklerin, hangi bölgelerde neye göre oluşacağı sorusunu yanıtızsız bırakmıştır. Son teste verdiği yanıtı gibi öğretim sonrası yapılan görüşmede ortaya attığı fikirler de bilimsel olarak kısmen doğrudur.

Son testte, deney grubu öğrencilerinin yaklaşık %5'i, kontrol grubu öğrencilerinin %10'u soruya ışığın dalga modeli fikrini içeren ancak bilimsel olarak kabul edilemeyen yanıtlar vermişlerdir. Aynı testte, deney grubu öğrencilerinin yaklaşık %5'i (1 kişi) olayı geometrik optik ile açıklayan ve bilimsel olarak kabul edilemeyen yanıtlar verirken kontrol grubunda bu kategoride yanıt veren öğrenci yoktur. Aşağıda bu kategoride yanıt veren D1 öğrencisine ait görüşme diyalogu aktarılmıştır.

*Araştırmacı: İkinci teste baktığımızda “ince zarda az yoğun ortamdan çok yoğun ortama geçen ışınlar yedi farklı renge ayrılır yani köpük bir prizma gibi ışınları kırar ve köpük üstünde renklenmeler görülür” şeklinde bir yanıtınız olmuş. Biraz daha açabilir miyiz?*

*D1: Bu olay ince zarda girişimdir. Beyaz ışık gelmiş ve yedi farklı renk sabun köpüğü üzerinde oluşmuştur. Bu yedi renk farklı farklı kırıldığından dolayı.*

*Araştırmacı: İnce zarda girişim diye bir ekleme yaptınız. Neden?*

*D1: Bu olayın ismi ince zarda girişimdir, öyle öğrendik. Burada da yine bu tepe-tepe, işte tepe-çukur olayları vardı.*

*Araştırmacı: Toparlayabilir miyiz?*

*D1: Işığın prizmada renklerine ayrılması gibi.*

*Araştırmacı: Az önce değindiğiniz tepe-çukurlar ve ince zarda girişim ifadeleri bu olayın neresinde ben bunu öğrenmek istiyorum.*



*D1: Tepe çukurlarda olmalı aslında. Geliyordu yansyordu içeri giriyordu. Ama renklerine ayrılma olayı olunca ister istemez olay sanki renklerine ayrılma gibi gözüküyor. Hatta burada zar kalınlığını falan hesapladık, yol farkı aldık. İşte az önce söylediğim gibi. Tepeler vardı kuvvetlendiriyor aydınlık oluyor, sönümlüyor karanlık oluyordu. Aydınlık karanlık saçaklar oluşuyordu. Zarın üzerinde böyle çizgi çizgi aydınlık karanlık oluyordu. Hatta deneyde de yapmıştık. Kırmızı filtre koymuştuk. Kırmızı siyah gözüküyordu.*

*Araştırmacı: Şimdi ben bir toparlama istiyorum. Neden kırmızı siyah gözüküyordu? Filtre koyduk ne değişti? Neden renklendi?*

*D1: ...Şimdi kırmızı bölgeler tepe-tepe, çukur-çukur olan yerler, karanlıklar ise tepe-çukur yani sönümlenen yerler. Renklenme de, beyaz ışıpta bulunan yedi rengin ayrılması.*

D1 öğrencisi ince zarda girişime dair her şeyi hatırlamaktadır. Aydınlıkların yapıcı girişim, karanlıklarında bozucu girişim sonucu oluştuğunu vurgulamıştır. Ancak D1 köpük üzerindeki renklenmeyi ışığın farklı bir ortama girdiğinde renklerine ayrılması olarak açıklamaktadır. Kendisine “ince zarda girişim bu olayın neresinde” şeklinde bir soru yöneltilince, bu olayın ince zarda girişim olması gerektiğini, tepe-tepe ve çukur-çukur girişimi sonucunda kırmızı bölgelerin, tepe-çukur girişimi sonunda karanlık bölgelerin oluşacağını belirtmiştir. Ancak bu söylemlerinin sonuna eklediği, “renklenmede beyaz ışıpta bulunan yedi rengin ayrılması” ifadesi D1’in konuya ilişkin geometrik optik ile fizik optik bilgilerinin harmanlayarak hibrit bir model geliştirdiğini ortaya koymuştur. Son testte olayı geometrik optikle açıklayan bir yanıt vermiş olan D1’ in gerçekleştirilen öğretim sonrası görüşme ile aslında bilimsel olarak kabul edilemeyen bir oluşum olarak nitelendirilebilecek hibrit bir modele sahip olduğu ortaya çıkmıştır.

Son testte, kontrol grubu öğrencilerinin %25’i olayları ışığın hem geometrik optik hem de fizik optik bilgilerini bir arada kullanarak hibrit yanıt vermişlerdir. Bu kategoride yanıt veren kontrol grubu öğrencileri ile yapılan görüşme diyalogları aşağıda sunulmuştur.

*Araştırmacı: İkinci testte “Sabun köpüğünde inceden kalına doğru aydınlık karanlık bölgeler gözlüyoruz. Bunun sebebi yol farkının değişmesidir. Yol farkı  $\lambda$  ’nın farklı katları olarak çıkıyor. Zar kalınlıklarının belli değerleri için yol farkı farklı*

çıkar. Işığın kırınımından dolayı beyaz ışık renklerine ayrılıyor.” şeklinde bir yanıt vermişsiniz. Işığın kırınımından dolayı derken bunu biraz daha açabilir misin? Ne düşündünüz?

K2: Ya ışık bir ince zarın üzerine geldiği zaman renklerine ayrılıyor alt tarafa geçip yani gökkuşağında gördüğümüz gibi renklerine ayrılıyor. Bu yüzden bir renklenme oluşuyor. Aslında bir deneyde yapmıştık bunu. Bir sabun köpüğünün üzerine yol farkını azaltmıştık daha böyle aşağı doğru tutmuştuk yol farkının azaldığı yerde gittikçe bir karanlık oluşmaya başlamıştı üstten baktığımızda fakat alttan baktığımızda aydınlıktı. Daha sonra bu karanlık en çok ince hale geldiği zaman en siyah halini alıp sonra patlıyordu. Yani yol farkının değişmesinden dolayı aydınlık karanlık çizgiler oluşuyor. Aydınlık-karanlık görünüm oluşuyor. Onun haricinde de bu renklenmesinin sebebi güneş ışığının veya beyaz ışığın ince zarın üzerinde kırılmasından dolayı renklerine ayrılıyor ve biz bu renkleri görüyoruz.

Araştırmacı: Peki buradaki karanlıkları nasıl açıklıyorsunuz?

K2: Belli noktalarda daha ince hale gelmiş demek ki zar ve ince hale geldiği için de biz onu karanlık görüyoruz yol farkı çok küçüldüğü için.

Araştırmacı: Kalın olan bölgelerde karanlık oluşmaz mı?

K2: İncelen kısımlarda belki kalın olan kısımlarda daha sonra sabun köpüğünden dolayı hareketli bir şey çünkü gittiği zaman oraları aydınlanabilir ya da karanlıklaşabilir. Yani o an o kısım ince ise karanlık görünür.

Araştırmacı: Peki daha kalın olduğu yerlerde karanlık oluşmaz mı?

K2: İnce olduğu yerlerde karanlık vardır ancak bu üstten bakan için geçerli, alttan bakan için bunun tam tersi aydınlık görürler bu sefer.

K2 öğrencisi, olayın ince zarda girişim olduğunu, aydınlık ve karanlıkların oluşumunun zar kalınlığından etkilendiğini başarı ile açıklamıştır. Ancak aydınlık ve karanlık saçakların zarın ince bölümünden kalın bölümüne doğru sıralandığı gösterilip nedenleri vurgulanmasına rağmen “karanlıklar yalnızca zarın ince olduğu yerde oluşur” demiş ve sabun köpüğünün renklenmesini, güneş ışığı ya da beyaz ışığın renklerinin farklı kırılması sonucu renklerin ayrılması fikri ile açıklamıştır. Bu anlamda K2 geometrik ve fizik optiği bir arada

kullanmaktadır. K2 gibi hibrit yanıt veren öğrencilerden biri de kontrol grubu öğrencilerinden K5'tir. Kendisi ile yapılan görüşme diyalogları aşağıda aktarılmıştır.

*Araştırmacı: İkinci teste baktığımda "farklı kalınlıklardan dolayı sabun köpüğünde girişim saçakları oluşuyor, olay ince zarda girişimdir. Beyaz ışığın kırılarak renklere ayrılmasıyla farklı renkler oluşur" demişsiniz. Bu söylediklerinizi biraz açar mısınız?*

*K5: Beyaz ışığı düşürüyorduk, ... ışık geliyor yansıyor ve sabun köpüğünün içine giriyor. Sonra tekrar çıkıyor. Bu ışınlar girişim yaptığında biz o bölgeyi rengarenk görüyoruz. ... burada beyaz ışık var, beyaz ışığın içinde yedi renk vardı. Bu sabun köpüğünde kırılarak renklerine ayrılır. Burada ışık yedi farklı renklere ayrılır.*

*Araştırmacı: Neye göre yeşil ya da neye göre sarı görüyoruz. Bunu nasıl açıklayabiliriz?*

*K5: Mor mesela daha fazla kırılır. Kırmızı ise en az kırılan ışıktır. Bu kırılma farklılıklarına göre göreceğimiz bölgedeki renk değişiyor.*

*Araştırmacı: Yanıtınıza baktığımızda "farklı kalınlıklardan dolayı girişim saçakları oluşmuştur" diyorsunuz. Ne demek istediniz?*

*K5: Girişimin olabilmesi için zarın ya da işte köpüğün kalınlığının değişmesi gerekiyor.*

*Araştırmacı: Zar kalınlığı değişmezse ne olur?*

*K5: O zaman girişim olmaz herhalde. Mesela deneyde de yapmıştık. Köpük aşağı doğru akınca inceden kalına doğru gidiyordu. Ve rengârenk görmüştük köpüğün yüzeyini. Yani inceden kalına doğru gitmeli.*

K5 öğrencisi sabun köpüğü üzerindeki renklenmeyi ince zarda girişim ile açıklamıştır. Köpük üzerine düşen ışığın yansıma ve kırılma yapacağını vurgulamıştır. Bu düşünceleri bilimsel olarak doğrudur. Ancak K5 öğrencisi zar kalınlığı sıfırdan başlayarak artarsa girişim olacağını aksi takdirde girişim olmayacağını belirtmiştir. Ayrıca köpük üzerindeki renklenmeyi beyaz ışığın yedi renginin farklı kırılmasından kaynaklanmasına bağlamıştır. Dolayısıyla K5 öğrencisi de geometrik ve fizik optiği bir arada kullanarak açıklama yapmıştır.

Genel olarak son testte, deney grubunun yaklaşık %10'u, kontrol grubunun %35'i bilimsel olarak doğru kabul

edilemeyecek yanıtlar vermişlerdir. Son testte, deney ve kontrol grubunda kodlanamaz yanıt veren ve soruyu yanıtızsız bırakan öğrenci bulunmamaktadır.

## **Sonuçlar**

İnce zarda girişim, ışığın dalga modeli öğretiminde temel bir konu olmasına rağmen alan yazında ışığın dalga modeli ile ilgili karşımıza çıkan çalışmalarda yer verilmeyen bir konudur. Alan yazındaki çalışmalar (Ambrose ve ark, 1999; Wosailait ve ark, 1999, Hubber, 2007, Şengören 2010) genel itibariyle çift ve tek yarıktaki girişim üzerine yoğunlaşmışken, bu çalışmada farklı olarak ince zarda girişim konusu üzerinde durulmuştur.

Öğretim öncesi uygulanan kavramsal anlama testindeki öğrenci yanıtlarının analizine bakıldığında, deney grubu öğrencilerinin yaklaşık %43'ü, kontrol grubu öğrencilerin %55'i soruya bilimsel olarak kabul edilemeyen yanıtlar vermişlerdir. Bu gruptaki öğrencilerin çoğunlukla (deney grubu öğrencilerinin %38'i, kontrol grubu öğrencilerinin %35'i) sabun köpüğünün renklenmesi olayını, beyaz ışığın içeriğindeki yedi rengin farklı kırılması sonucu beyaz ışığın renklerine ayrılmasına bağladıkları görülmektedir. Öğrenciler büyük çoğunlukla soruya geometrik optik bilgilerini kullanarak yanıt vermişlerdir. Bu durum öğretim öncesinde beklenen bir sonuçtur.

Ön testte, hem deney hem de kontrol grubu öğrencilerinin %10'u soruya bilimsel olarak kısmen doğru kabul edilebilecek yanıtlar vermişlerdir. Ancak yapılan görüşmelerde bu öğrencilerin konuya ilişkin bilimsel olarak doğru kavramsal anlamaya sahip olmadıkları ortaya çıkmıştır. Bu öğrenciler sabun köpüğünün renklenmesinin ince zarda girişim ile açıklanacağını belirtmelerine rağmen renklenmenin nedeni üzerine gidilip girişimin ne olduğu ve girişim saçaklarının açıklanması istendiğinde ya açıklamalarını derinleştirememekte ya da olayı açıklamak için geometrik optik bilgilerine başvurmaktadırlar. Açıklamasını derinleştiremeyen bir öğrenci olayı basitçe beyaz ışığın farklı frekans ve dalga boyunda yedi rengi barındırmasına dayandırmaktadır. Öte yandan, geometrik optik bilgilerine başvurup olayı açıklamaya çalışan öğrencilerden biri sabun köpüğünü farklı bir ortam olarak görüp beyaz ışığın kırılmaya uğrayacağını savunmakta iken bir diğeri

dairesele sabun köpüğünü mercek olarak tanımlayıp merkezinde ışığın toplanmasını girişim olarak adlandırmıştır.

Son testte, deney grubu öğrencilerinin %57'si, kontrol grubu öğrencilerinin %25'i bilimsel olarak tam doğru yanıt vermişlerdir. Bu teste kısmen doğru yanıt veren deney grubu öğrencileri ile yapılan görüşmeler, nitelik bakımından zayıf yazılı açıklamalar yapan bu öğrencilerin aslında sözel ifadeleri ile bilimsel anlamda tam doğru düşünceye sahip olduklarını göstermektedir. Bununla birlikte, bilimsel olarak tam ve kısmen doğru yanıt veren bazı kontrol grubu öğrencileri (K3 ve K1) görüşmelerde zar üzerinde neye göre renklenmenin olduğu ve zar kalınlığının girişime etkisi konularına açıklama getirememişlerdir. Öğretim bakımından önemli bir bulgu olan bu durum öğretim aşamalarında yol farkı-zar kalınlığı ve yol farkı-dalga boyu ilişkileri üzerinde önemle durulması gerektiğine işaret etmektedir.

Öğretim sonunda ortaya çıkan en önemli bulgulardan biri de kontrol grubu öğrencilerinin %25'inin sabun köpüğündeki renklenmeyi açıklamak için hibrit model geliştirmeleridir. Örneğin K2 öğrencisi, ışığın köpük üzerinde girişim yaptığını, aydınlıkların yapıcı girişim, karanlıkların bozucu girişim sonunda meydana geldiğini belirtmesine rağmen, köpüğün renklenmesi olayını, ışığın renklerine ayrılması olarak açıklamıştır. Işığın geometrik optik ile dalga modelini (fizik optik) bir arada kullanan bu öğrenci, Tytler (2002)'in da belirttiği gibi ilgili kavram yeterince içselleştirilmediğinde öğrencilerin kendilerine kolay gelen eski bilgilerini kullanarak açıklamalarına devam edebileceklerini göstermektedir.

Kontrol grubu öğrencileri ile öğretim sonrası yapılan görüşmeler önemle vurgulanması gereken bir noktayı daha ortaya çıkarmıştır. Kontrol grubunda, öğretmen kalınlığı sıfırdan başlayarak artan bir zar üzerinde aydınlık-karanlık bölgelerin oluştuğunu gösterdikten sonra zarın inceliş patladığı yerin karanlık gözükeceğini de göstermesine rağmen, K2 öğrencisi görüşmede, "karanlıklar sadece zarın ince olduğu yerde oluşur" şeklinde bir görüş ileri sürmüştür. Oysa öğrenci bir önceki deneyde aydınlık ve karanlıkların çeşitli zar kalınlıklarında sıralandığını görmüştür. Bu durum, görselliğe oldukça fazla hitap eden bir deneyin bile, öğrenci fikirlerine değer verilmeden paylaşımsız bir şekilde gerçekleştirildiğinde kolaylıkla yanlış

anlamalara yol açabileceğini göstermektedir. Benzer bir durum K5 öğrencisi ile yapılan öğretim sonrası görüşmede de ortaya çıkmış ve K5, “köpük kalınlığı değişmezse ne olur?” sorusuna “girişim olmaz herhalde” şeklinde yanıt vermiştir.

### Öneriler

Kavramsal anlama testinin analizleri *motivasyonel stratejilerle desteklenmiş ve fikirler arası çatışmaya dayalı kavramsal değişim modeli* ile öğretim yapılan deney grubu öğrencilerinin geleneksel yaklaşımla öğretim yapılan kontrol grubu öğrencilerine göre daha üst düzeyde kavramsal anlamaya sahip olduklarını göstermiştir. Ayrıca öğretim sonrası yapılan görüşmelerde kavramsal anlama düzeyleri arasındaki bu farkın deney grubu lehine daha da yükseldiği görülmüştür.

Öğretim sonrasında yapılan görüşmelerde özellikle kontrol grubu öğrencilerinin aydınlık-karanlık saçakların zar üzerindeki dizilimlerini açıklama konusunda zorlandıkları gözlenmiş ve “karanlık saçığın sadece zarın en ince kısmında oluşacağı”, “camda görülen sıradan bir görüntünün gelen ve yansıyan ışınların girişimi ile oluşacağı” şeklinde daha önce alan yazında görülmeyen kavram yanılgılarına rastlanmıştır. Bu konuda öğretim sırasında uygulanacak etkinliklerin sorgulamaya ve fikirlerin paylaşımına dayalı olarak yapılması ve zarın en ince kısmında karanlık saçığın oluşacağı gösterildikten sonra gittikçe artan zar kalınlığında bile aydınlık-karanlık saçakların gözlenebileceği gösterilerek genelleme yaparken dikkatli olunması gerektiğinin vurgulanması çalışmadan çıkan önerilerden biridir.

Newburgh ve Goodale (2009)’in de belirttiği gibi aydınlık-karanlık saçakların açıklanmasında ışın diyagramı kullanımı öğrencileri bozucu girişimi anlamada karmaşaya sevketmektedir. Bu nedenle deney grubundaki öğretimin *cesaretlendirme fazında* kullanıldığı gibi ışık ışınlarının tepe ve çukur sembolleriyle gösterilip yapıcı ve bozucu girişimin bu tepe ve çukurların birbirini güçlendirmesi ya da sönümlemesi ile açıklanması önerilmektedir.

Kontrol grubu öğrencilerinin öğretim sonrasında kavramsal anlama testine verdikleri yanıtların %25 oranında melez olması bu öğrencilerin aldıkları öğretimle eski bilgilerini

birleştirerek yeni bir model kurduklarını göstermektedir. Tek ve çift yarıktaki girişime yönelik melez modeller Ambrose ve ark. (1999), Wosailait ve ark. (1999) ve Kocakulah ve Kural (2012)'in çalışmalarında rapor edilmesine karşın ince zarda girişime yönelik melez model ilk defa bu çalışmada gözlenmiştir. Dolayısıyla ince zarda girişim konusunda çalışma yapacak araştırmacıların bu çalışmada tanımlanan türde melez modelin yapılandırılmasının önüne geçecek etkinliklere yer vermeleri önerilmektedir.

Çalışmada grup çalışmasının özendirilmesi, değişik öğrenci fikirlerine değer verilmesi, öğrencilere düşünmeleri ve akademik görevi tamamlayabilmeleri için yeterli süre tanınması, tartışmanın özendirilmesi ve fikirlerin hepsine verilen değer öğrenciye gösterilmesi gibi motivasyonel stratejiler öğrencilerin tutumu ve motivasyonunu etkilemiştir. Öğretim sonrası görüşmelerde öğrencilere öğretim ile ilgili düşünceleri ve konuda geçen kavramlar ile günlük hayatta karşılaşmış oldukları sorulmuştur. Aşağıda bazı görüşme bölümlerinden örnekler sunulmuştur.

*Araştırmacı: Günlük hayatta başka bir yerde karşılaştınız mı bu olayla ilgili bir durumla?*

*D1: Mesela her elimi yıkayınca sabun köpüğündeki renkleri görmeye çalışıyorum. Aileme falanda gösteriyorum. Gerçekten bu deneyler benim için çok iyi oldu*

*Araştırmacı: Günlük hayatta konumuzla ilgili benzer örneklerle karşılaştınız mı?*

*D2: Mesela şu motor yağı olayıyla önceden defalarca karşılaşmıştım onun renklenme olayını hep merak ederdim nasıl oluyor diye. O yüzden dersten sonra daha farklı bakabiliyorum artık oradaki olayın girişim olduğunu biliyorum. Aslında siz bize ilk testi verdiğinizde konuların çok zor ve sıkıcı bulmuştum ama artık konular çok eğlenceli geliyor bana....*

*Araştırmacı: Bu konu ile günlük hayatta karşılaştığınız durumlar oldu mu?*

*D4: Evet hocam. Geçen gün bizim pencere camımız kırılmıştı, çift camdı. Kırılan yerin bir bölgesinde aynen bizim deneyde olduğu gibi böyle koyu ve floresan lambanın renginde çizgi çizgi saçaklar oluşmuştu. Onları görünce çok mutlu oldum.*

Görüşmeler incelendiğinde öğrencilerin konuya ve derse karşı bakışlarındaki değişim açıkça görülmektedir. D2'nin

günlüğünden alınan aşağıdaki kesit bu öğrencinin derse ve dersin işlenişine yönelik bakış açısını gözler önüne sermektedir.

3. gün  
İnce zekalarda gelişimi verendi. Çünkü bu türü  
ağzular yaptırmanın şımdı. Fedona veriyorum. Ve  
yerde her masat şeklinde aynı taşın olduğunu şımdı  
daha iyi anladım. Öğretmenimiz kısa parçaları vererek  
Sınavı kendimizin bilmesini istiyordu. Ve böylece  
yardım olmadan cesitli pratik yöntemler buldu. Bu  
sah zedeliydi.  
4) Bugün yarın yapma görevini daha da geliştirdiği  
anladım. Öğretmenimiz cesitli örnekler vererek derse  
den ilgisimizi artırdı. Yalnız <sup>bu</sup> kadar interaktifliğe  
pek ağırlık olmadığımız için bazı zorluklar oldu.  
Öğretmen hayatım boyunca sadece bu şekilde işiti  
verilseydi belki suanda herşeyi daha iyi kadeleyer ve  
cesitli buluşları olan biri olurdu.

**Şekil 7. D2 öğrencisinin günlüğünden bir kesit**

Birçok çalışmada (Dreyfus, Jungwirth, & Eliovitch, 1990; Tsai, 2000; Vosniadou, 1999, Başer ve Geban, 2007) olduğu gibi bu çalışmada da kavramsal değişime dayalı olarak yapılan öğretimin öğrencilerin kavramsal anlamaları üzerinde olumlu etki yaptığı görülmüştür. Kavramsal değişim stratejisinin eleştirildiği noktalardan biri de bireyin motivasyonunun dikkate alınmaması ve içeriğe yeterince motive edilememesidir (Pintrich, Marx ve Boyle, 1993; Limon, 2001, Duit ve Treagust, 2003). Bu çalışmada kullanılan motivasyonel stratejilerin öğrencilerin derse yönelik motivasyonlarını arttırdığı ve derse ilgi çekici bir hale getirdiği yukarıdaki alıntılardan görülmektedir.

İşbirlikli öğrenme yöntemi (Kalman, Morris, Cottin ve Gordon, 1999) ile tartışma yönteminin (Zhou, 2010) kavramsal değişime olumlu etkisi birçok çalışmada ortaya konulmuştur. Bu çalışmada da öğrencilerin gruba ait olma, akranları ile düşüncelerini paylaşma ve tartışma ihtiyaçları da dikkate alınmış öğretim modelinde, grup ile çalışma ve tartışma stratejilerine yer verilmiştir. Kısaca, soğuk kavramsal değişimden (Pintrich ve ark, 1993) *ılık kavramsal değişime* doğru bir adım atılmış olup kavramsal değişimdeki bu "*ılık eğilim*" son zamanların konusu



olmaya başlamıştır. Sinatra (2005) ve Gregoire (2003) kavramsal değişimin soğuk ve ani değişim gerektiren yapısını eleştirerek kavramsal değişimin duyuşsal modelini önermektedirler. Yapılan eleştiriler dikkate alınarak bu çalışmada kurgulanan motivasyonel stratejilerle desteklenmiş fikirler arası çatışmaya dayalı kavramsal değişim modelinin etkililiği, modelin başka konuların öğretiminde uygulanması ve sonuçların önceki çalışmalarla karşılaştırılması ile irdelenebilir.

### Kaynaklar

- Abak, A.G., Eryılmaz, A. & Fakıoğlu, T. (2007). The relationship of freshmen's physics achievement and their related affective characteristics. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(8), 1036 – 1056.
- Ambrose, B.S., Shaffer, P.S., Steinberg, R.N. & McDermott, L.C. (1999). An investigation of student understanding of single-slit diffraction and double-slit interference. *American Journal of Physics*, 67(2), 146–155.
- Ames, C. (1992). Classrooms: Goals, structures, and student motivation. *Journal of Educational Psychology*, 84, 261–271.
- Başer, M. & Geban, Ö. (2007) Effectiveness of conceptual change instruction on understanding of heat and temperature concepts. *Research in Science and Technological Education*, 25(1), 115-133.
- Black, P. & Wiliam, D. (1998). Inside the black box: Raising standards through classroom assessment. *Phi Delta Kappan*, 80(2), 139-148.
- Brown, D.E. & Clement, J. (1989). Overcoming misconceptions by analogical reasoning: Abstract transfer versus explanatory model construction. *Instructional Science*, 18(4), 237-261.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö.E., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. (2013). *Bilimsel Araştırma Yöntemleri*. Ankara: Pegem Akademi.
- Champagne, A.B., Gunstone, R.F. & Klopfer, L.E. (1985). Effecting changes in cognitive structures among physics students in Cognitive Structure\_and Conceptual Change, West L. and Pines A. (Eds.). Academic Press.

- Chan, C.K.K., Burtis, J. & Bereiter, C. (1997). Knowledge-building approach as a mediator of conflict in conceptual change. *Cognition and Instruction*, 15(1), 1–40.
- Clement, J., Brown, D. & Zietsman, A. (1989). Not all preconceptions are misconceptions: Finding anchoring conceptions for grounding instruction on students' intuitions. *International Journal of Science Education*, 11, 554–565
- Cosgrove, M. & Osborne, R. (1985). Lesson Frameworks for Changing Children's Ideas, *Learning in Science: The implications of children's science*, Osborne R. and Freyberg P. Heinemann.
- Dreyfus, A., Jungwirth, E. & Eliovitch, R. (1990) Applying the 'cognitive conflict' strategy for conceptual change-some implications, difficulties and problems. *Science Education*, 74(5), 555-569
- 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.
- Duit, R. & Treagust, D. (1998). Learning in science: From behaviourism towards social constructivism and beyond. p 3-25. In B. Fraser and K. Tobin (Eds.), *International Handbook of Science Education*. Dordrecht: Kluwer Academic Press.
- Duit, R. & Treagust, D. (2003). Conceptual change: A powerful framework for improving science teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 25, 671–688.
- Fraenkel, J.R., Wallen, N.E. & Hyun, H.H. (2012). How to Design and Evaluate Research in Education (Eighth Edition). New York: McGraw Hill.
- Gazit, E., Yair, Y. & Chen, D. (2005). Emerging conceptual understanding of complex astronomical phenomena by using a virtual solar system. *Journal of Science Education and Technology*, 14(5-6), 459-470.
- Gregoire, M. (2003). Is it a challenge or a threat? A dual-process model of teachers' cognition and appraisal, *Eurasia Journal of Mathematics Science & Technology Education*, 6, 101-110.

- Güngör, A.A. (2010). *Teaching practise enhancing students' affective characteristics related to physics*, Doctoral Thesis, The Graduate School of Natural and Applied Science, Middle East Technical University, Ankara.
- Hewson, P.W. & Hewson, M. G. (1983). The role of conceptual conflict in conceptual change and the design of instruction. *Instructional Science*, 13(1), 1-13.
- Hewson, P.W. & Thorley, N. R. (1989). The conditions of conceptual change in the classroom, *International Journal of Science Education*, 11, 541-553.
- Hewson, P.W. (1981). A conceptual change approach to learning science. *European Journal of Science Education*, 3(4), 383-96.
- Kalman, C.S., Morris, S., Cottin, C. & Gordon, R. (1999). Promoting conceptual change using collaborative groups in quantitative gateway courses. *American Journal of Physics*, 67(1), 3-59.
- Kaplan, A. & Maehr, M.L. (1999). Enhancing the motivation of African American students: An achievement goal theory perspective. *Journal of Negro Education*, 68, 23-35.
- Kocakulah, M.S. & Kural, M. (2012). Ortaöğretim öğrencilerinin üretken öğrenme modeline göre tasarlanan öğretim ile tek yarıktaki kırınım konusundaki kavramsal değişimlerinin incelenmesi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 6(1), 338-375.
- Kocakulah, M.S. (2002). An investigation of first year university students' understanding of magnetic force relations between two current carrying conductors A case study: Balıkesir university, faculty of education, *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23, 155-166.
- Kural, M. (2008). *Yapılandırmacı yaklaşımın temel alındığı ışığın dalga modeli öğretiminin öğrencilerin kavramsal değişimleri üzerindeki etkisinin incelenmesi*. Yüksek lisans tezi, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.
- Limón, M. (2001). On the cognitive conflict as an instructional strategy for conceptual change: A Critical appraisal. *Learning and Instruction*, 11(4-5), 357-380.
- Linn, J.E. & Gronlund, M.A. (1995). *Measurement and assessment in teaching*. New Jersey: Prentice-Hall Inc.

- Newburgh, R. & Goodale, D. (2009). Student difficulties in analyzing thin-film interference. *Physics Teacher*, 47(4), 227-430.
- Niedderer, H. (1987). A teaching strategy based on students' alternative frameworks: Theoretical conceptions and examples, In: *Proceedings of the Second International Seminar. Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics*, Cornell University, 2, 360-367.
- Nussbaum, J. & Novick, S. (1982). Alternative frameworks, conceptual conflict and accommodation: Toward a principled teaching strategy. *Instructional Science*, 11, 183-200.
- Pintrich, P.R. & Schunk, D.H. (2002). *Motivation in education: Theory, research and applications* (2nd ed.). Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall Merrill.
- Pintrich, P.R. (2000). The role of goal orientation in self-regulated learning. In Boekaerts, M., Pintrich, P. R., and Zeidner, M. (eds.), *Handbook of Self-Regulation*, Academic Press, San Diego, CA, pp. 451-502.
- 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, 167-200.
- Posner, G.J., Strike, K.A., Hewson, P.W. & Gertzog, W.A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Towards a theory of a conceptual change, *Science Education*, 66(2), 211-227.
- Scott, P.H., Asoko, H.M. & Driver, R. (1992). Teaching for conceptual change: A review of strategies. In R. Duit, F. Goldberg & H. Niedderer (Eds.), *Research in physics learning: Theoretical issues and empirical studies. Proceedings of an international workshop held at the University of Bremen, March 1991* (pp.310-329). Kiel: IPN.
- Stavy, R. & Berkovitz, B. (1980). Cognitive conflict as a basis for teaching quantitative aspects of the concept of temperature. *Science Education*, 64, 679-692.
- Şengören, S.K. (2010). How do Turkish high school graduates use the wave theory of light to explain optics phenomena? *Physics Education*, 45(3), 253-263.

- Tao, P.K. & Gunstone, R.F. (1999). The process of conceptual change in force and motion during computer-supported physics instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(7), 859-882.
- Tytler, R. (2002). Teaching for understanding in science: Student conceptions research, and changing views of learning. *Australian Science Teachers Journal*, 48, 14-21.
- Ural, A. & Kılıç, İ. (2005). *Bilimsel araştırma süreci ve SPSS ile veri analizi*. Ankara: Detay Yayıncılık.
- Vosniadou, S. & Ioannides, C. (1998). From conceptual development to science education: A psychological point of view. *International Journal of Science Education*, 20(10), 1213-1230.
- Vosniadou, S. (1994). Capturing and modeling the process of conceptual changes. *Learning and Instruction*, 4, 45-69.
- Vosniadou, S. (1999). Conceptual change research: State of the art and future directions. In W. Schnotz, S. Vosniadou & M. Carretero (Eds.), *New perspectives on conceptual change* (pp. 1-14). Amsterdam: Pergamon.
- Wentzel, K.R. (1996). Social motivation: Current issues and challenges. In J. Juvonen & K. R. Wentzel (Eds.), *Social motivation: Understanding children's school adjustment* (pp. 1-10). New York: Cambridge University Press.
- Wosilait, K., Heron, P.R.L., Shaffer, P.S. & McDermott, L.C. (1999). Addressing student difficulties in applying a wave model to the interference and diffraction of light. *American Journal of Physics*, 67(1), 5-15.
- Zhou, G. (2010). Conceptual change in science: A process of argumentation. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 6(2), 101-110.
- Zimmerman, B.J. (2000). Self-efficacy: An essential motive to learn. *Contemporary Educational Psychology*, 25, 82-91.

# **Effects of Teaching Based on Cognitive Conflict about Thin Film Interference on Students' Conceptual Understanding<sup>†</sup>**

**Mehmet Kural<sup>1,\*†</sup> and M. Sabri Kocakulah<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Ministry of Education, Turkey

<sup>2</sup> Balıkesir University, Turkey

Received: 07.11.2013 - Revised: 18.02.2014 - Accepted: 27.02.2014

## **Summary**

**Problem Statement:** It is evident that studies conducted on the physics topics of heat and temperature, electric current, Newton's laws of motion and force are numerous in the literature. However, the number of studies concerning thin film interference in the wave model of light unit in physics is sparse in the literature. It is wondered to what extent teaching based on a conceptual change strategy is effective in learning of thin film interference which is both an abstract notion and has a low possibility of being held an idea about itself beforehand. It is therefore whether the thin film interference teaching based on conflict between ideas, which is one of the conceptual change strategies, is effective on conceptual understandings of students forms the problem of this study.

**Purpose of the Study:** Purpose of this study is to examine the effect of conceptual change strategy based teaching on grade 11 students' conceptual understandings about thin film interference which is the subtopic of wave model of light unit.

**Method(s):** Mixed method research in which qualitative and quantitative research methods are used together is preferred in this study due to desire to examine the effects of teaching based on conflict between ideas within one of the conceptual change strategies in detail (Tashakkori ve Teddlie, 1998; Creswell ve Plano Clark, 2007). While qualitative data were collected by

---

\*Corresponding Author: E-mail: mehmet\_kural1@hotmail.com

<sup>†</sup> This study is a part of the first author's MSc. Thesis entitled 'The investigation of the effects of instruction based on the constructivist approach about wave model of light on students' conceptual change'.

ISSN: 2146-7811, ©2014

considering the qualitative research design, quantitative data were gathered to support the qualitative data that formed sequential mixed model design. In this study, readiness test, conceptual understanding test and semi-structured interviews were used as primary data collection instruments. Additionally, students' notebooks were inspected and diaries were checked during the teaching period. Worksheets were handed out throughout teaching and observation data were collected by recording presentations and interactions within the class. Sample of the study is comprised of 41 students attended two classes of grade 11 level at an Anatolian high school at the county of Edremit, Balıkesir in the academic term of 2006-2007.

**Findings and Discussions:** Students' responses given to the conceptual understanding test before teaching show that 43% and 55% of the students suggested scientifically unacceptable responses in experimental and control groups respectively. It is revealed that most of the students in this group (38% in the experimental and 35% in the control groups) attribute the phenomenon of colouring on soap bubble to dispersion of white light to its colours as a result of different refraction of seven colours existed within the white light. Majority of the students answered the question by using their ideas about geometrical optics. In the post test, 57% of the experimental and 25% of the control group students reasoned a scientifically acceptable and full argument in their responses. Although some control group students (e.g. K3 and K1) responded full and partially correct arguments in the post test, they failed to explain what caused the colouring on the bubble and the effect of bubble thickness on interference in the interviews. Such an important finding with regard to teaching points out the need of putting an emphasis on the relationships between path difference and bubble thickness as well as path difference and wave length. One of the most important findings emerged after teaching was that 25% of the control group students developed a hybrid model so as to explain the colouring on the soap bubble. Those students, who used the wave model of light in conjunction with the previously taught geometrical optic ideas, showed that they would continue to use explanations by referring to old ideas, which were found to be easy for themselves, when the recently introduced ideas were not internalized as Tytler (2002) pointed out.

**Conclusions and Recommendations:** Control group students were frequently observed to have a difficulty in explaining the order of bright and dark fringes on a bubble and they came up with misconceptions, which had not been reported in the literature, such as '*a dark fringe is formed only on the thinnest part of the bubble*' and '*an ordinary image seen on the glass is formed as a result of interference between incident and reflected light rays*' in the post interviews. It is therefore suggested that instructors should be careful in making generalizations during activities by showing that even bright-dark fringes can be observed in ascending thickness of the bubble after the demonstration of the dark fringe's formation on the thinnest part of the bubble. Although hybrid models were proposed by students in single and double-slit interference topics and those were reported by Ambrose et al.

(1999), Wosailait et al. (1999) and Author (2012), a hybrid model about thin film interference has been revealed firstly in this study. Thus, researchers, who are interested in conducting a research on the thin film interference topic, should take into account designing activities that prevent the development of the hybrid model described in this study. This study has been an attempt from 'cold conceptual change' (Pintrich et al., 1993) towards 'warm conceptual change' and such a 'warm trend' in conceptual change start to be the rationale of the recent studies in science education area. Effectiveness of the designed conceptual change model, which was based on conflict between ideas and supported with motivational strategies in this study, can be examined by applying this model in teaching of other science topics and by comparing obtained results with previous studies.

**Keywords:** Conceptual Change, Thin Film Interference, Physics Education, Conflict between Ideas