Bilgisayar ve Eğitim Araştırmaları Dergisi
www.joucer.com

Journal of Computer and Education Research
www.joucer.com

Beşinci Sınıf Öğrencilerinin Işık Kavramına Yönelik Bilgi Yapılarının Kavramsal Değişim Teorilerine Göre Analizi[1]

Analysis of Knowledge Structures About Light Concept of First Level Elementary Students According to Conceptual Change Theories

Zeki APAYDIN[2], Emrah AKMAN[3], Erol TAŞ[4], Evşen Aymen PEKER[5]

Öz

Bu çalışmanın amacı, ilköğretim öğrencilerinin "ışık" kavramına yönelik bilgi yapılarını "teori nitelikli bilgi yapısı teorisi" ve "parça nitelikli bilgi yapısı teorisi" ile açıklamaya çalışmak ve yeni program ve ders kitabı içeriklerinin geliştirilmesine katkı sağlamaktır. Araştırmada, nitel araştırma yöntemlerinden klinik görüşme yöntemi kullanılmıştır. Katılımcı olarak 21 tane 5. sınıf öğrencisi seçilmiş ve öğrencilere 9 adet etkinlik serisi eşliğinde 42 açık uçlu soru yöneltilmiştir. Öğrencilerin ışık kavramına yönelik bilgi yapılarının, teorik kavramlarla ilgili boyutunun parça nitelikli bilgi yapısı teorisine, betimsel kavramlarla ilgili boyutunun ise teori nitelikli bilgi yapısı teorisine uygun olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Sözcükler: fen öğretimi, kavramsal değişim teorileri, ışık.

Abstract

The purpose of this study is to determine whether the knowledge structure of first level elementary school students for the "light" concept can be explained by "knowledge-as-theory perspective" or "knowledge-in-pieces perspective" and to contribute to the development of new teaching and learning techniques. In this research, clinical interview method was used. This method is a qualitative research method which aims to reveal what lies coginively behind the individual's explanations. In this study 21 fifth-grade students were selected and interviewed as participants. Students with similar level of success and Socio-ecomomic status, were choosen. A dark room was prepared in the same school where experimental activities were held and a set of clinical interviews were arranged. It was concluded that the knowledge structures about light concepts of students are suitable for "knowledge-in-pieces perspective" in theoretical concepts and "knowledge-as-theory perspective" for descriptive concepts.

Keywords: science teaching, conceptual change theories, light.

[1] International Conference on Primary Education 2013, Girne-KKTC'de sunulmuştur.

[2] Yrd.Doç.Dr., Ondokuz Mayıs Üniversitesi, İlköğretim Bölümü, zapaydin@omu.edu.tr
[3] Doktora Öğrencisi, Amasya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, emrahakman@aol.com
[4] Doç.Dr., Ondokuz Mayıs Üniversitesi, İlköğretim Bölümü, eroltas@omu.edu.tr
[5] Doktora Öğrencisi , Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, eaymen@omu.edu.tr

Giriş

Fen öğretimi dersinde birçok teorik ve betimsel kavram yer almaktadır. Kavramlar, bir varlıktan ya da olgudan söz edildiğinde, insanların zihninde oluşan çağrışımlardır (Çepni, 2005). Bir öğrenci bu kavramları öncelikle günlük deneyimlerden hareketle okul dışı ortamda yapılandırıp okul ortamına getirir ve bu yapılandırmaların çoğu bilimsel kavramsallaştırmaların alternatifi niteliğinde olduğu için, fen öğretimi dersinin öğrencilere kazandıracağı kavramların öğrenilmesinde genellikle güçlükler ortaya çıkmasına neden olurlar (Carey, 1985; Tao ve Gunstone, 1999; Wandersee, Mintzes ve Novak, 1994). Öğrencinin okulda öğrendiği bilgilerin dışında okula getirdiği bu kavramlar alan yazında 'öncü kavram' olarak tanımlanmaktadır (Limon ve Mason, 2002). Kavramsallaştırma, birbiriyle ilişkilendirilebilen nesne veya olayları kategorilere ya da zihinsel gruplara ayırma yoludur ve bu süreç sonunda düşüncelerin merkezinde yer alan kavramlar oluşur. Bazı araştırmacılar kavramları "düşüncenin en küçük yapı taşları" olarak tanımlarlar (Ormrod, 2006). "Işık ışınları sürekli hareket halindedir" ifadesi yasa ya da ilke niteliğinde bir önerme olmakla birlikte, ışık, ışın ve hareket birer kavramdır (Chi ve Roscoe, 2002). Kavramlar madde temelli ve süreç temelli olmak üzere ikiye yarılırlar. Işık, ışın ve hareket süreç temelli kavramlarken, ışığın doğasında var olan foton kavramı madde temelli bir kavramdır (Chi ve Roscoe, 2002). Bir başka örnekle ifade etmek gerekirse, fotosentez süreç temelli bir kavramken; kloroplast madde temelli bir kavram olarak değerlendirilebilir.

Bu çalışmada Lawson'ın (1995) sınıflandırması da esas alınmıştır. Lawson'a (1995) göre; ışık, ışın gibi kavramlar eğer doğrudan algılanabilen nitelikleri bakımından irdelenirse betimsel; atom, atom altı parçacıklar ve foton gibi kavramlarla ilişkilendirilirlerse teoriktirler. 5. sınıflarda öğrencilerin bilişsel düzeylerine göre, teorik ve süreç niteliğindeki kavramlardan çok; betimsel ve madde nitelikli kavramların öğretim programının temelini oluşturması pedagojik açıdan daha uygun olabilir (Lawson, 1995; Lawson, Alkhoury, Benford, Clark ve Falconer, 2000). Fen öğretimi dersinde birçok betimsel ve teorik kavramın bulunması ve bu alanda yapılan araştırmaların ortaya koyduğu alternatif kavramsallaştırmaların çokluğu, anlamlı ve bilimsel kavramsallaştırmaların oluşturulmasında kavramsal değişim teorilerinin önemini ortaya çıkartmaktadır. Kavramsal değişim teorileri, her kavramın aynı yöntemle ya

da modelle değiştirilemeyeceğine ve iki farklı kavramın birbiriyle aynı şekilde yapılandırılmış olamayacağına dikkat çekmektedirler. Bu nedenle her farklı kavram için, farklı teorilerden yola çıkarak, farklı öğretme etkinlikleri kullanılabilir (diSessa, 1993; diSessa ve Ark., 2004).

Öğrenciler, Fen öğretimi dersindeki birçok ünitede olduğu gibi "Işık ve Ses" ünitesinde yer alan "Işık" konusundaki kavramlarla ilgili olarak da farklı kavramsallaştırmalara sahiptirler (Baysen, Güneyli ve Baysen, 2012). "Işık Nasıl Yayılır?", "Işık Bir Engelle Karşılaşırsa Ne Olur?", "Işık Oyunları ve Gölgeler" gibi başlıklar altında işlenen ışık konusunun öğretilmesinde, öğrencilerin bu konudaki kavramlara yönelik bilgi yapılarının hangi kavramsal değişim teorisine göre yapılandırıldığını anlamak oldukça önemlidir.

Kavramsal Değişim Teorileri

Öğrencilerin, öncü kavramlar ile sınıf ortamına gelmeleri, bilimsel kavramların öğrenilmesi üzerinde olumsuz etkiler yaratabilmektedir (Başer ve Çataloğlu, 2005). Bu nedenle öğrencilerin öncü kavramlarının hangi bilgi yapısı teorisine göre yapılandırıldığının belirlenmesi ve uygun öğrenme etkinliklerinin oluşturulması oldukça önemlidir. Öğrencilerin yapılandırdığı kavramlara yönelik farklı bilgi yapısı ve kavramsal değişim teorileri geliştirilmiştir. Bu teorilere göre kavramsal değişim süreci farklı şekillerde açıklanmaktadır.

Teori Nitelikli Bilgi Yapısı (Sentetik Model) Teorisi

Bilimsel kavramların öğrenilmesi, öncü kavramların çocukların günlük gözlemleriyle sürekli desteklenmesi nedeniyle oldukça güçtür (Vosniadou, 1999). Vosniadou ve Brewer (1992), yüzeysel gözlemlere dayanan açıklamalar ile daha derin kavramsal yapılara ilişkin açıklamalar arasında bir ayrıma gitmişlerdir. Vosniadou (1999), bu ayrımın, bazı öğrencilerin öncü kavramlarını değiştirmenin; diğer öğrencilerin öncü kavramlarını değiştirmekten neden daha zor olduğunu açıklamak adına çok önemli olduğunu ifade etmiştir (Turcotte, 2012). Öğrencilerin uyumsuz yeni bilgileri özümseyerek mevcut bilgi yapılarına uyarlamaları, bu kavramsal çerçevenin devamlılığını sağlar. İlgili kavramsal çerçevenin, mevcut olgusal durumu açıklayamadığının farkına varılması, yeni bir kavramsal çerçevenin oluşturulması sonucunu doğurur. Öğrenciler herhangi bir kavram için kendi içinde bir teori

geliştirerek oluşturdukları bu bilgi yapılarını veya şemalarını, bir konu hakkında sorulmuş soruları yanıtlarken kullandıklarında, yanıtları birbirleriyle tutarlılık gösterecektir (Ioannides ve Vosniadou, 2001). Bu teoriye göre, öğrencilerin başlangıçta tutarlı bir kavramsal çerçeveleri yani teorik yapılandırmaları vardır. Eğitim-öğretim sürecinde öğrenciler aşamalı olarak, mevcut teorik yapıyla yeni öğrendiklerini ilişkilendirmeye çalışır ve sentetik kavramlar oluştururlar. Bu sentetik kavramlar kararsız ve parçalı yapıda olmakla birlikte ilgili dönemde yine tutarlıdır. Yani başlangıçtaki kavramsal çerçeve melez bir yapıya bürünmüştür. Öğretim süreci sonunda istendik kavramsal çerçevenin oluşmasıyla, başlangıçtaki tutarlı yapı yerini yeni tutarlı bilimsel yapıya terk etmiş olur (Vosniadou, 1994).

Parça Nitelikli Bilgi Yapısı Teorisi

Parça nitelikli bilgi yapısı üzerine yapılan araştırmalarda, öğrencilerin günlük deneyimleri ile şekillenen bilgi yapılarının, daha çok yarı bağımsız bilgi parçacıklarından oluşan bir ekoloji olduğu belirtilmektedir (Clark, 2006; diSessa, Gillespie ve Esterly, 2004; Özemir, 2007). Bu teoriye göre öğrenciler; bir olguyu, birbiriyle yarı bağımsız ilişki içindeki başka olgusal ilkeller (phenomonological primitives, veya p-prims) ile açıklamaya çalışırlar. Strike ve Posner'ın (1992) kavramsal ekoloji (conceptual ecology) yaklaşımına da uyan bu teorinin öncüsü olan diSessa, bir kavramın bilimsel olarak doğru karşılığını öğrenmemiş olan bir öğrencinin, farklı durumlarda farklı bilgi parçacıklarını yani olgusal ilkelleri kullanarak karşılaştığı durumu açıklamaya çalıştığını belirtmektedir (Özdemir, 2007). Bu durumda bir olgusal problemle (Örneğin; kuvvet ve enerji olgularıyla ilgili) karşılaşan öğrenciler, aynı probleme ilişkin farklı bilgi parçacıklarını harekete geçirecek ve hazırlanan sorular ya da soru setleri boyunca tutarsız yanıtlar vereceklerdir (Özdemir, 2007; Özdemir ve Clark, 2007). Parça nitelikli bilgi yapısı teorisine göre kavramsal değişim sürecinde, öğrenmeyi olumsuz etkileyen bu bilgi parçaları üzerinde değişiklik ya da silme olmasından çok, yeni bilgi ekleme sürecinde yeniden düzenlenme söz konusudur (Özdemir, 2007). Yani öğrencilerin herhangi bir bilimsel olguya yönelik öncü bilgileri, bilim insanlarınınkilerden farklı olarak tutarsız olup, süreç sonunda ancak tutarlılık kazanır (diSessa, 1993).

Teori nitelikli bilgi yapısı teorisi ve parça nitelikli bilgi yapısı teorisi, alan yazında kavramsal değişime yönelik en sık karşılaşılan teorilerdir. Ancak teoriler bunlarla sınırlı değildir.

Bu çalışmanın amacı, 5. sınıf öğrencilerinin ışık kavramına yönelik bilgi yapılarını "*teori nitelikli bilgi yapısı*" ve "parça nitelikli bilgi yapısı" teorilerine dayanarak açıklamaya çalışmaktır.

Bu amaç doğrultusunda iki probleme yanıt aranmıştır:

1- Farklı setlerde sunulan somut deneysel etkinliklerle, ilköğretim öğrencilerinin, ışık kavramına yükledikleri anlamlar nelerdir?

2- İlköğretim öğrencilerinin ışık kavramına ilişkin bilgi yapılarını, "teori nitelikli bilgi yapısı teorisi" mi, yoksa "parça nitelikli bilgi yapısı teorisi" mi açıklar?

Yöntem

Çalışma Grubu

Araştırma, 2010-2011 eğitim-öğretim yılı bahar döneminde, Türkiye'nin Karadeniz Bölgesi Samsun ilindeki bir devlet okulunda eğitim gören 5. sınıf öğrencileri ile geçekleştirilmiştir. Toplam 21 katılımcı öğrenci ile klinik görüşme yapılmıştır. Öğrencilerin kimliklerini gizli tutmak amacıyla takma isimler kullanılmıştır. Öğrencilerin ışık kavramına yönelik bilgi yapılarıyla ilgili olarak, kavramsal değişim teorilerinin açıklama gücünü karşılaştırmada, öğretim programına göre ışık kavramına yönelik öğrenme sürecinden geçmiş 5. sınıf öğrencileri katılımcı olarak tercih edilmiştir. Ayrıca çalışmanın güvenirliğini sağlamak amacıyla, aynı öğrenme ortamında bulunan, iletişime açık ve benzer akademik başarıya sahip olan öğrenciler seçilmiştir. Akademik başarıya ve iletişim becerisine yönelik bilgilerin sağlanmasında dersin öğretmeninden yardım alınmıştır.

Görüşme Soruları

Araştırma, nitel araştırmalarda kullanılan klinik görüşme tekniği ile yapılmıştır. Klinik görüşme tekniği, bilgi yapısının biçimini ve muhakeme sürecini araştırmak için sıklıkla kullanılan bir tekniktir (Ginsburg, 1997).

Görüşmeler için etkinlik temelli 9 soru seti hazırlanmıştır. Her bir etkinlikte farklı araçlar kullanılarak farklı durumlar oluşturulmuştur. Görüşmeler için hazırlanan soru setleri; fen öğretimi programında yer alan *ışığın yayılması*, *ışığın maddeyle karşılaşması*, *gölge oluşumu* kazanımlarından yola çıkılarak hazırlanmıştır (MEB, 2005).

Bu çalışmada, görüşme yapılacak öğrencilerin velilerinden ve sınıf öğretmenlerinden izin alınmış ve çalışma sürecinin içeriği hakkında öğrenciler bilgilendirilmiştir. Katılımcılar gönüllü olarak çalışmaya dahil olmak isteyen öğrenciler arasından seçilmiştir. Böylece katılımcı teyidi sağlanarak, araştırmanın güvenilirliğini arttırmak amaçlanmıştır (Yıldırım ve Şimşek, 2006).

Işık Konusundaki Kavramsal Değişimi Belirleme Soru Setleri

SET 1: Karanlık ortamda yakılan bir mum ve duvarda asılı olan bir tablo bulunmaktadır. Öğrenciye neler gördüğü ve mumun olmaması durumda ne olacağına yönelik sorular sorulmuştur.

S1.1: Duvarda ne görüyorsun? *S1.2:* Mum yanmıyorken görebilir misin? *S1.3:* Mum yanıyorken neden görebiliyorsun?

SET 2: Işık kaynağı olarak mum ve masa lambası sırayla kullanılmış ve iki durum arasındaki fark ile ilgili sorular sorulmuştur.

S2.1: Duvardaki resmi görebiliyor musun? *S2.2:* Mum söndürülüp masa lambası açıldığında görebiliyor musun? *S2.3:* Görüntüler arasında bir fark var mı? *S2.4:* Sence neden daha net görünüyor?

SET 3: Duvarda asılı bir resim bulunmaktadır ve resim el feneri ile aydınlatılmaktadır. El feneri ile resim arasına bir kitap konularak ışığın doğrudan ulaşması engellenmeye çalışılmış ve buna rağmen resmin görülebilmesi durumunun açıklanması ile ilgili sorular sorulmuştur.

S3.1: Resmi görebiliyor musun? *S3.2:* Resim ile el feneri arasına bir kitap koyduğumda görüntüde bir değişiklik oluyor mu? *S3.3:* Sence, ışığın önüne kitap koymama rağmen, orayı biraz da olsa görebilmenin nedeni nedir? *S3.4:* Kitabı ışık kaynağının önüne tamamen kapattığımda bir şey görebiliyor musun? Neden?

SET 4: Duvarda asılı bir resim el feneri ile aydınlatılmakta ve el feneri ile resim arasına buzlu cam konularak ışığın doğrudan resme iletilmesi engellenmeye çalışılmaktadır. Oluşan yarı gölgeler ve saydamlık kavramını kapsayan sorular yöneltilmiştir.

S4.1: Duvarda ne görüyorsun? *S4.2:* Araya buzlu cam koyduğumda ne değişiyor? *S4.3:* Neden böyle bir durum oluştu?

SET 5: İki mum arasına ağaç maketi yerleştirilen bu etkinlikte duvarda oluşan gölgelerin sayısı ve nasıl oluştukları ile ilgili sorular yöneltilmiştir.

S5.1: Duvarda ne görüyorsun? *S5.2:* Duvarda gördüklerinle ilgili ne söyleyebilirsin? *S5.3:* Kaç tane gölge görüyorsun? *S5.4:* Sence o gölgeler nasıl oluşuyor? *S5.5:* Mumlardan birinin önüne kitabı koyduğumda ne görüyorsun? *S5.6:* O gölge nasıl oluşuyor? *S5.7:* Önüne kitap koyduğumda kaç tane gölge görüyorsun? *S5.8:* Sence iki ışığın önüne de kitap koymadığım durumda neden 3 tane gölge oluşuyor?

SET 6: İki mum arasında yer alan ağaç maketi, ışık kaynaklarından uzaklaştırılarak duvara yaklaştırılmış ve sonra bu işlemin tersi yapılmıştır. Etkinlikte duvardaki gölgelerin değişimi ile ilgili sorular yöneltilmiştir.

S6.1: Ne görüyorsun? *S6.2:* Işığın etkisinin artması derken neyi kastediyorsun? *S6.3:* Neden böyle oluyor?

SET 7: Mum ile el feneri arasına konulan ağaç maketinin duvarda oluşan gölgelerinin belirginlikleri arasındaki fark ve bu farkın oluşmasının nedenlerine ilişkin sorular sorulmuştur.

S7.1: Duvarda ne görüyorsun? **S7.2:** Gölgeler arasında bir fark var mı? *S7.3:* Sence neden?

SET 8: Ağaç maketi, el feneri ve mum kullanılarak hazırlanan bu etkinlikte el feneri hareket ettirilmiştir. Hareketli ışık kaynağı ve ışığın hareketi ile ilgili sorular yöneltilmiştir.

S8.1: Duvarda ne görüyorsun? *S8.2:* Bu etkinlikte hareketli ışık kaynağı var mı? *S8.3:* Hareketli ışık var mı? *S8.4:* Hareket eden ışık nasıl oluşabilir? *S8.5:* Işık hareket eder mi? *S8.6:* Masa lambasını tam yaktığım anda hareketli ışık olur mu?

SET 9: Karanlık bir ortamda açılan ve sabit bir yöne doğru tutulan el feneri ile odanın diğer taraflarını nasıl görebilidiğimize yönelik sorular sorulmuştur.

S9.1: Duvarı görebiliyor musun? *S9.2:* Nasıl görebiliyorsun? *S9.3:* El fenerini açtığımda duvarı görebiliyor musun? S9.4: El fenerini duvara doğru tutuyorken, odanın arka tarafını görebiliyor musun?

Verilerin Toplanması ve Analiz

Öğrencilerle karanlık ortamda etkinlikler düzenlenmiş ve bu etkinlikle bağlantılı olarak farklı soru setleri yöneltilmiştir. Klinik görüşmenin sağladığı bir avantaj olarak, bu soru setleri sorulurken öğrencinin verdiği yanıta göre, soru setleri dahilinde doğaçlama sorular oluşturulmuş ve öğrencinin gerçekte ne anlatmak istediği ve ne düşündüğü saptanmaya çalışılmıştır. Her bir soru seti içerisinde öğrencinin yanıtlarına göre sorulan farklı sorular yer almaktadır. Verilerin analizi aşamasında Vosniadou ve Brewer (1992, 1994) tarafından geliştirilen 'Kodlama ve Analiz' metodundan yararlanılmıştır. Klinik görüşme yöntemi ile elde edilen verilerin analizi aşamasında kodlama ve analiz metodunun kullanılması daha uygundur (Vosniadou ve Brewer, 1992). Verilerin kodlanması için aşağıdaki kodlama şeması geliştirilmiş ve öğrencilerin farklı durumlarda, farklı soru setlerine verdikleri tüm yanıtlarda bu kodlama şemasında yer alan yanıtlar aranmıştır.

Tablo 1. Kodlama Şeması

"Işığın hareketi"	
Işık hareket eder (yayılır, yansır, çarpar, gider, vurur...).	Işık hareket etmez.
"Görme ve ışık ilişkisi"	
Görmenin nedeni ışık kaynağından gelen ışık ışınlarıdır.	Görmenin nedeni diğer faktörlerdir. (gözümüzün olması, nesnenin açık renkte olması gibi…)
"Gölge ve ışık ilişkisi"	
Gölge ışık ile oluşur.	Gölge ışıksızlıktır.
* *"Saydamlık ve ışık ilişkisi"*	
Saydam olmayan maddeler ışığı geçirmez.	Saydam olmayan maddeler ışığı geçirir.

* *Saydamlık ve ışık ilişkisi* ile ilgili tutarlılık analizi yalnızca 3. soru setinde yapılmıştır.

Bulgular

Bu çalışmadaki bulgular, araştırmacı tarafından ışık kavramıyla ilgili olarak hazırlanan soru setlerine öğrenciler tarafından verilen yanıtlardan oluşmaktadır. 21 öğrenciyle yapılan etkinliklerde ışığın ve gölgenin doğası ile ilgili farklı durumlar yaratılmış ve bu etkinlikler sırasında 9 farklı soru seti ile öğrencilerin verdikleri yanıtlar arasında tutarlılık aranmıştır. Öğrencilerin yanıtları aşağıda yer alan örneklerde görüldüğü gibi

kodlanmış ve bu yanıtların, hem soru seti içinde hem de soru setleri arasında tutarlılık gösterip göstermediği saptanmaya çalışılmıştır.

Esra isimli öğrencinin 3. ve 8. soru setine verdiği yanıtlar incelendiğinde, ışığın hareketi ile ilgili tutarsız yanıtlar verdiği görülmektedir.

SET 3'e İlişkin Görüşme Örneği

Görüşme: Kitabı el fenerine yaklaştırıyorum… Görüntüde bir değişiklik oldu mu? *Şu an hiçbir şey göremiyorum.* Neden? *Çünkü kitap kapatıyor, ışık yayılamıyor oradan.*

Kodlamalar: Işık hareket eder (yayılır, yansır, çarpar, gider, vurur...).

SET 8'e İlişkin Görüşme Örneği

Görüşme: Peki, el fenerini elimi alıp hareket ettiriyorum… Hareketli ışık kaynağı var mı? *Var. El feneri.* Hareketsiz ışık kaynağı var mı peki? *Mum.* Elimim hareket ettirmeye devam ediyorum… Şu an hareketli ışık var mıdır? *El fenerindeki ışık hareket ediyor.* Işık kaynağını sabit bırakıyorum… Hareketli ışık var mıdır? *Yok.*

Peki, sadece masa lambasını koyalım… Açıyorum… Tam açtığım anda hareketli ışık var mıdır? *Var.* Nasıl oluyor peki, biraz anlatır mısın? *Böyle açarken ışık bir anda açıldığı için böyle hareketli oluyor ama sonra duruyor.*

Kodlamalar: Işık hareket eder (yayılır, yansır, çarpar, gider, vurur...). Işık hareket etmez.

Burada Esra, 3. soru setinde ışığın yayılmasından ve dolayısıyla bir hareketinden bahsederken; 8. soru setinde masa lambasının açılma anında ışığın hareket edeceğinden fakat daha sonra duracağından bahsediyor.

Öğrencilerin görme ve ışık ilişkisi ile ilgili tutarlılık durumlarını özetler nitelikte olan Ayşe'nin yanıtları incelendiğinde 1, 2, 3 ve 9. soru setlerinde görmenin nedeninin ışık kaynağından gelen ışık ışınları olduğuna yönelik yanıtlar verilmiş ve bu yanıtların soru setleri arasında da tutarlılık gösterdiği saptanmıştır.

SET 1'e İlişkin Görüşme Örneği

Görüşme: Duvarda ne görüyorsun? *Resim.* Peki, resmi nasıl görüyorsun? *Biraz, pek iyi görünmüyor ama öyle nasıl desem… Böyle renkleri pek gözükmüyor. Siyah gibi…* Mumu kapatırsam resmi görebilir misin? *O zaman hiç göremeyebilirim.* Neden? *Çünkü ışık olmuyor.*

Kodlamalar: Görmenin nedeni ışık kaynağından gelen ışık ışınlarıdır.

SET 2'ye İlişkin Görüşme Örneği

Görüşme: Şimdi ne görüyorsun? *Yine bir resim ama bu ışıkla daha iyi gözüküyor.* Neden sence daha iyi gözüküyor? *Çünkü ışığı o tarafa doğru koyduğun için. Eğer ışık başka bir tarafa baksaydı göremeyebilirdim.* Peki, deneyelim istersen. Işığın yönünü çeviriyorum. Şimdi görebiliyor musun? *Görünüyor ama diğerinde daha iyi gözüküyordu.*

Kodlamalar: Görmenin nedeni ışık kaynağından gelen ışık ışınlarıdır.

SET 3'e İlişkin Görüşme Örneği

Görüşme: Resmi görebiliyorsun değil mi? *Evet.* Peki, önüne kitap koyuyorum ışık kaynağının… *Görünmüyor şimdi. Çünkü bu koyduğunuz şey opak olduğu için. Gözükmediği için. Eğer o saydam olsaydı görebilirdim.*

Kodlamalar: Görmenin nedeni ışık kaynağından gelen ışık ışınlarıdır.

SET 9'a İlişkin Görüşme Örneği

Görüşme: Şu an duvarı görebiliyor musun? *Göremiyorum.* El fenerini yakıyorum… Şu an görebiliyor musun? *Evet görebiliyorum.* Peki, neden şimdi görebiliyorsun? *Demin ışık yoktu. Şimdi ışık olduğu için görebiliyorum.* Peki, arkamızı dönüp odanın diğer tarafına baktığımızda orayı da görebiliyor muyuz? *Görebiliyoruz.* Işığı bu tarafa doğru tutmama rağmen, o tarafı da neden görebiliyoruz? *Çünkü ışık dağılıyor.*

Kodlamalar: Görmenin nedeni ışık kaynağından gelen ışık ışınlarıdır.

Işık ve gölge ilişkisi kodlaması ile ilgili öğrencilerin tutarlılık durumlarını görmek amacıyla bir örnek inceleyecek olursak; Mehmet isimli öğrencinin 5, 6 ve 7. soru setine verdiği yanıtlar incelendiğinde, ışık ve gölge ilişkisi ile ilgili soru seti içerisinde gölgenin ışık ile oluştuğuna yönelik tutarlı yanıtlar verdiği görülmektedir.

SET 5'e İlişkin Görüşme Örneği

Görüşme: Şimdi ne görüyorsun? *Duvarda koyduğun ağaç maketinin gölgesini gittikçe büyüyerek, iki tarafa yayılarak, iki tane gibi gözükmesini görüyorum, çünkü iki tane ışık kaynağı koyduğun için.* Peki, duvardakiler ne? *Duvardakiler ağacın dalları ve meyveleri.* Yani ağacın kendisi değil onlar. Peki, o arkadaki görüntülerin oluşmasında hangi ışık kaynağı etkilidir? *İkisi de etkilidir.* Bir tanesinin önüne kitap koyalım. Şimdi kaç görüntü var orada? *Şimdi bir tane var. Çünkü bir ışık kaynağının önü kesildiği için sadece bir tane görünür.* Peki şimdi? (Diğer ışığın önü kapatılır.) *Yine bir tane var, ama az önce yaptığınızda ışık kaynağı bu tarafta olduğu için gölge şu tarafa doğruydu. Şimdi ışık kaynağı bu tarafta olduğu için o tarafa doğru döndü gölge.*

Kodlamalar: Gölge ışık ile oluşur.

SET 6'ya İlişkin Görüşme Örneği

Görüşme: Nasıl değişiklikler oldu? *Işık kaynağına yaklaştırdıkça görüntünün ışığı ilk başta güçlüden aza doğru ilerlediği için, ilk başta gelen güçlü ışıkla daha çok büyüdü gölgesi. Ama aslında maket ağacın kendi büyüklüğünde bir değişikliği yok. Sadece gölgesinde göz yanılması oluyor.* Peki, mum yerine masa lambasını yakıyorum. Masa lambasının ışığı mı daha güçlü, yoksa iki tane mumun ışığın mı? *Masa lambasının ışığı daha güçlü.* Peki. Şu anda gölge mum ışığında olduğundan daha küçük. Neden? *Evet, çünkü masa lambasının yaydığı ışık daha çok dağılıyor. Mumun yaydığı ışık ise kendi etrafını aydınlatıyor. Bu (masa lambası) yani buradaki odayı daha çok aydınlatabiliyor. Ama o (mum) tam dibindeki yeri aydınlatıyor. Bu tam bütün odaya dağılıyor. Sadece mumlarda şu taraflar aydınlanmamıştı, şimdi aydınlanıyor ama.*

Şimdi tekrar mumları yakıyorum. Tekrar maketi hareket ettiriyorum… *Mum ışığını yukarıya doğru verdiği için gittikçe daha çok büyüyerek geliyor. O sadece direk vuruyor. O yukarıya duruyor ileriye daha az vuruyor. Geldikçe de büyüyor gittikçe gölgesi.* Mumları yukarı doğru kaldıralım. Gölgenin boyunda bir değişme oldu mu? *Oldu.* Nasıl bir değişme oldu? *Işığın yansıma yönüne göre değişti.* Gölgenin büyüklüğü değişti mi? *Hayır, sadece yeri değişti.*

Kodlamalar: Gölge ışık ile oluşur.

SET 7'ye İlişkin Görüşme Örneği

Görüşme: Duvarda ne görüyorsun? *Yine ağacın gölgesini görüyorum. Ama ateşin rengiyle el fenerinin yansıttığı renk farklı olduğu için içindeki şeyler kırılarak gidiyor ve oradaki dağıldığı için daha farklı görünüyor renkleri.* Gölgelerin renklerinden mi bahsediyorsun? *Evet, gölgelerin renklerinden bahsediyorum. Birisi mavimsi, birisi siyah.* Peki, yoğunlukları hakkında bir şey söyleyebilir misin? *Evet, söyleyebilirim. El fenerinin yoğunluğu daha fazladır ama orda az gözüküyor. Çünkü ateş daha yakında.* Gölge olarak hangisi daha yoğun? *Gölge olarak… Ateşin yaptığı gölge daha yoğun.* Peki, el feneri makete bundan daha uzak diyorsun. Yaklaştıralım. Gölgeler nasıl değişti? *Sadece birisi büyüdü.* Yoğunlukları hakkında ne söyleyebilirsin? *Eşit dağıldı ve ateşin gölgesi değil siyah. (Mum ışığının sebep olduğu gölgeden bahsediyor.)* Hangisinin gölgesi? *El fenerinin gölgesi.* El fenerinin oluşturduğu gölgenin rengi daha siyah... Peki, bunun sebebini açıklayabilir misin? Işığın rengi ile mi alakalı? *Yok, ışığın rengiyle alakası yok. Ateş, daha yoğun bir şey, o yüzden ışığı çok dağılamıyor. Çok dağılamadığı için buraya gelen ışık çok fazla da olmuyor. Bu yüzden daha hafif gözüküyor.*

Kodlamalar: Gölge ışık ile oluşur.

Saydamlık ve ışık ilişkisi ile ilgili tutarlılık durumu sadece 3. soru seti içinde aranmıştır. Buna göre bazı öğrenciler "saydam olmayan maddeler ışığı geçirmez" yönünde verirken bazıları da "saydam olmayan maddeler ışığı geçirir" şeklinde yanıtlar vermişlerdir. Sadece iki öğrenci aynı soru setinde hem "saydam olmayan maddeler ışığı geçirmez" hem de

"saydam olmayan maddeler ışığı geçirir" şeklinde yanıtlar vererek tutarsızlık göstermişlerdir.

Örneğin Büşra, 3. soru setinde saydam olmayan maddelerin ışığı geçirmeyeceğini ifade etmiştir.

SET 3'e İlişkin Görüşme Örneği

Görüşme: Şimdi ne görüyorsun duvarda? *Resmi. Ama bunu daha şey görüyorum. Daha çok belirgin olmuyor.* Peki, araya kitap koyarsam? Resmi görebiliyor musun? *Hayır.* Hiç göremiyor musun? *Hayır.* Şu şekilde yaptığımda… (Gölgenin yarısı resmin üzerine düşürülmektedir.) *Evet, yarısını görüyorum.* Diğer yarısını neden göremiyorsun? *Çünkü önünde kitap var. Kitap olmadığı zaman belirgin görürüm.* Bunun sebebini biraz açıklayabilir misin? *Çünkü önüne bir şey koyduğumuzda ışık da tek orayı gösteriyor, o yüzden karanlık oluyor.*

Kodlamalar: Saydam olmayan maddeler ışığı geçirmez.

Nihat ise saydam olmayan maddelerin ışığı geçireceğinden bahsetmiş ve 3. soru seti içinde tutarsızlık göstermemiştir.

SET 3'e İlişkin Görüşme Örneği

Görüşme: Şu an görebiliyorsun değil mi resmi? *Evet.* Peki, araya kitap koyuyorum. Şimdi görebiliyor musun? *Şu an sadece onun gölgesi gibi bir şeyi görebiliyorum. Gölge değil de çerçeveyi görebiliyorum da içindekileri tam göremiyorum.* Peki, şu an ışığı kitaba doğru tutuyorum ve resmin ününde bu kitap. Sen o çerçeveyi nasıl görebiliyorsun? *Ama ışık oraya yansıtıyor ona, ama karanlık olsa da ben çerçeveyi görebiliyorum.* Peki, kitabı ışığın önüne iyice yaklaştırıyorum ve ışığın önünü kapatıyorum. Şimdi görebiliyor musun? *Hayır.* Neden? *Çünkü kitabı tam el fenerine doğru yaklaştırdınız. El fenerine doğru yaklaştırdığınız için o kitaptan ışık geçmiyor.* Peki, uzaklaştırdığımda kitaptan ışık geçiyor mu? *Uzaklaştırdığınızda da geçmiyor ama o arada el fenerinin ışığı etrafa yayıldığı için gözükebiliyor.*

Kodlamalar: Saydam olmayan maddeler ışığı geçirir.

Nihat ve Büşra'dan farklı olarak Mustafa, 3. soru setinde hem "Kitabın içinden ışık geçebilir mi? Kitabın içinden ışık geçiyor" ifadesi ile saydam olmayan maddelerin ışığı geçirdiğini ifade etmiş hem de "Çünkü hep kapattınız ışık onun için yayılamıyor" ifadesiyle ışığın yayılamadığı ve kitabın içinden geçemediğini ifade ediyor.

SET 3'e İlişkin Görüşme Örneği

Görüşme: Şu an görebiliyor musun peki o resmi? *Görüyorum.* Peki, araya kitap koyuyorum. *Şimdi gözükmüyor. Sadece çok az gözüküyor.* Peki, neden çok az gözüküyor? *Kitabın içinden ışık geçebilir*

mi? Kitabın içinden ışık geçiyor. Peki, kitabı ışığa uzaklaştırıp yakınlaştırdığımda, duvardaki resimde bir değişiklik oluyor mu? *Olmuyor, (Kitap ışık kaynağına yaklaştırıldığında) Şimdi hiç gözükmüyor.* Neden? *Çünkü hep kapattınız ışık onun için yayılamıyor.*

Kodlamalar: Saydam olmayan maddeler ışığı geçirir. Saydam olmayan maddeler ışığı geçirmez.

Mustafa'nın, 3. soru setinde hem "Kitabın içinden ışık geçebilir mi? Kitabın içinden ışık geçiyor" ifadesi ile saydam olmayan maddelerin ışığı geçirdiğini ifade etmesi hem de "Çünkü hep kapattınız ışık onun için yayılamıyor" ifadesiyle ışığın yayılamadığı ve kitabın içinden geçemediğini ifade etmesi, soru seti içerisindeki yanıtlarında tutarsızlık gösterdiği anlamına gelmektedir.

Tablo-2. "Işığın hareketi" ile ilgili tutarlılık durumunu gösteren frekans tablosu

	Frekans
Tutarlı	2
Tutarsız	19
Toplam	21

Öğrencilerin "ışığın hareketi" ile ilgili tutarlılık frekanslarına bakılmış ve 2 öğrencinin yanıtlarında tutarlılık görülürken, 19 öğrencinin yanıtlarında tutarsızlık gösterdikleri saptanmıştır.

Tablo- 3. "Görme ve ışık ilişkisi" ile ilgili tutarlılık durumunu gösteren frekans tablosu

	Frekans
Tutarlı	18
Tutarsız	3
Toplam	21

Öğrencilerin "görme ve ışık ilişkisi" ile ilgili tutarlılık frekanslarına bakılmış ve 18 soruda tutarlılık gösterdikleri saptanmıştır. 3 öğrencinin yanıtlarında ise tutarsızlık görülmektedir.

Tablo- 4. "Gölge ve ışık ilişkisi" ile ilgili tutarlılık durumunu gösteren frekans tablosu

	Frekans
Tutarlı	17
Tutarsız	4
Toplam	21

Öğrencilerin "gölge ve ışık ilişkisi" ile ilgili tutarlılık frekanslarına bakılmış ve 17 öğrencinin yanıtlarında tutarlılık görülmekteyken, 4 öğrencinin yanıtlarında tutarsızlık görülmektedir.

Tablo- 5. "Saydamlık ve ışık ilişkisi" ile ilgili 3. soru setindeki tutarlılık durumunu gösteren frekans tablosu

	Frekans
Tutarlı	13
Tutarsız	2
Toplam	15
Yanıtsız	6
Toplam	21

Saydamlık ve ışık ilişkisine göre farklı soru setleri oluşturulmamış; ancak 3. soru setinde (aynı soru setinde) tutarlılık ilişkisi araştırılmıştır. 21 öğrencinin 15 tanesinden kodlanabilir nitelikte yanıtlar alındığı görülmüştür. 15 öğrencinin, frekans tablosundaki verilere göre 13 tanesinin yanıtlarında tutarlılık ve 2 tanesinin yanıtlarında ise tutarsızlık gösterdikleri tespit edilmiştir.

Tablo-6. Öğrencilerin soru setlerine verdikleri yanıtların genel tutarlılık durumunu gösteren tablo

	Işığın Hareketi	Görme Ve Işık İlişkisi	Gölge Ve Işık İlişkisi	Saydamlık Ve Işık İlişkisi
Ali	Tutarlı	Tutarlı	Tutarlı	
Fikri	Tutarsız	Tutarlı	Tutarlı	
Caner	Tutarsız	Tutarlı	Tutarlı	
Gamze	Tutarsız	Tutarlı	Tutarsız	
Mehmet	Tutarsız	Tutarlı	Tutarlı	
Büşra	Tutarsız	Tutarlı	Tutarlı	Tutarlı
Selami	Tutarlı	Tutarlı	Tutarlı	Tutarlı
Ayşe	Tutarsız	Tutarlı	Tutarlı	Tutarlı
Esra	Tutarsız	Tutarlı	Tutarlı	Tutarlı
Tuğba	Tutarsız	Tutarlı	Tutarsız	Tutarlı
Mert	Tutarsız	Tutarlı	Tutarlı	Tutarsız
Saim	Tutarsız	Tutarlı	Tutarlı	
Mustafa	Tutarsız	Tutarlı	Tutarlı	Tutarsız
Betül	Tutarsız	Tutarlı	Tutarlı	Tutarlı
Kübra	Tutarsız	Tutarlı	Tutarsız	Tutarlı
Hasan	Tutarsız	Tutarsız	Tutarlı	Tutarlı
Semra	Tutarsız	Tutarlı	Tutarlı	Tutarlı
Sevgi	Tutarsız	Tutarlı	Tutarlı	Tutarlı
Fatma	Tutarsız	Tutarsız	Tutarlı	Tutarlı
Eren	Tutarsız	Tutarlı	Tutarlı	Tutarlı
Nihat	Tutarsız	Tutarsız	Tutarsız	Tutarlı

Tablo-6'da, öğrencilerin 9 soru setine verdikleri yanıtların 4 farklı kavrama bağlı olarak tutarlılığında bir düzensizlik görülmektedir. *Işığın hareketi* ile ilgili kodlamalarda 21 öğrencinin 19'u tutarsız yanıtlar verirken sadece 2 tanesi yanıtlarında tutarlılık göstermektedir. *Görme ve ışık ilişkisi* başlıklı kodlamada ise 21 öğrencinin sadece 3 tanesinin yanıtlarında tutarsızlık görülmekteyken, 18 öğrencinin yanıtlarında ise tutarlılık görülmektedir. *Gölge ve ışık ilişkisi* ile ilgili kodlamalarda 21 öğrencinin 4 tanesi tutarsız, 17 tanesi ise tutarlı yanıtlar vermiştir. *Saydamlık ve ışık ilişkisi* ile ilgili kodlamada ise 21 öğrencinin 15'inden kodlanabilecek yanıt alınabilmiştir ve bu 15 öğrencinin sadece 2 tanesinin verdiği yanıtlar tutarsızlık göstermekteyken, diğer 13 öğrencinin verdiği yanıtlarda bir tutarlılık vardır.

Tartışma ve Sonuç

Araştırmanın bulgularına göre, öğrencilerin 9 soru setine verdikleri yanıtlar, 4 farklı kavram ("ışığın hareketi", "görme ve ışık ilişkisi", "gölge ve ışık ilişkisi", "saydamlık ve ışık ilişkisi") bakımından değerlendirildiğinde; görme ve ışık ilişkisi, gölge ve ışık ilişkisi, saydamlık ve ışık ilişkisine yönelik kavramsallaştırmalarının tutarlı; ışığın hareketine yönelik kavramsallaştırmalarının ise tutarsız olduğu gözlenmektedir.

Işığın hareketi ile ilgili kodlamalarda 21 öğrencinin 19'u tutarsız yanıtlar verirken sadece 2 tanesi yanıtlarında tutarlılık göstermektedir. Fikri'nin görüşme sırasında vermiş olduğu yanıtları gösteren alıntı: "*…Ya şimdi, ışık oraya vurup böyle yayılıyor. O yüzden kenardakiler de biraz görmeyi sağlıyor…*" ve *"…Hareketli ışık şu an yok. Yani benim gördüğüm kadarıyla. Yani hareket eden ışık görmüyorum…"*, öğrencilerin ışığın hareketi ile ilgili sorulara vermiş oldukları yanıtlardaki tutarsızlığı özetler niteliktedir. Özdemir'in (2007) ve diSessa'nın (1993) çalışmalarında olduğu gibi, bu çalışmada da öğrencilerin yanıtlarındaki bazı kavramsallaştırmalarda tutarsızlıklara rastlanmıştır.

Buradan hareketle, *Işığın hareketi* ile ilgili kodlamada elde edilen veriler, diSessa'nın (1993) parça nitelikli bilgi yapısı teorisi ile uyuşmakta olup; ilgili kodlamada öğrencilerin bilgi yapılarının birbiriyle ilişkili, parçalı bir ağ niteliği sergilediği ifade edilebilir.

Bulgularda da gösterildiği gibi, *görme ve ışık ilişkisi* başlıklı kodlamada ise 21 öğrencinin sadece 3 tanesinin yanıtlarında tutarsızlık görülmekteyken, 18 öğrencinin yanıtlarında ise tutarlılık görülmektedir (Tablo 3). *Gölge ve ışık ilişkisi* ile ilgili kodlamalarda 21 öğrencinin 4 tanesi tutarsız, 17 tanesi ise tutarlı yanıtlar vermiştir (Tablo 4). *Saydamlık ve*

ışık ilişkisi ile ilgili kodlamada ise 21 öğrencinin 15'inden kodlanabilecek yanıt alınabilmiştir ve bu 15 öğrencinin sadece 2 tanesinin verdiği yanıtlar tutarsızlık gösterirken, diğer 13 öğrencinin verdiği yanıtlarda bir tutarlılık vardır (Tablo 5). Tablo 3, tablo 4 ve tablo 5'e göre, *görme ve ışık ilişkisi*, *gölge ve ışık ilişkisi* ve *saydamlık ve ışık ilişkisi* ile ilgili kodlamalarda elde edilen veriler; teori nitelikli bilgi yapısı teorsini destekleyen çalışmalarla uyum içindedir (Ioannides ve Vosniadou, 1998; Vosniadou, 1999; Vosniadou ve Brewer, 1992; Vosniadou ve Brewer, 1994; Ioannides ve Vosniadou, 2001). Bulgular genel olarak değerlendirildiğinde, *Işığın hareketi* ile ilgili yanıtlarda bir tutarsızlık söz konusu iken, *görme ve ışık ilişkisi*, *gölge ve ışık ilişkisi* ve *saydamlık ve ışık ilişkisi* ile ilgili yanıtlarda genel olarak bir tutarlılığın bulunduğu görülmektedir.

Bu bulgulardan hareketle, çalışmamızdaki meta kavram olan ışık kavramının farklı boyutlarıyla ilgili kavramsallaştırmaların hem teori nitelikli bilgi yapısı teorisine göre hem de parça nitelikli bilgi yapısı teorisine göre gerçekleştiği sonucuna ulaşmak zor değildir. Bu durum son dönem alan yazın bulgularından farklı olarak her iki teorinin de kavramsallaştırma sürecini açıklayabildiği göstermektedir. Alan yazın ışık kavramına benzer nitelikleri olan kavramların yapılandırılmalarının farklı kavramsal değişim teorileriyle açıklanabileceğine ve farklı öğrenme süreçlerine gereksinim duyulabileceğine gönderme yapmaktadır (Baser ve Geban, 2007; Chinn ve Samarapungavan, 2009). Bu durum aşağıda değinilecek olan bir nedene bağlanabilir.

Kavramların alan yazında değişik biçimlerde türlere ayrıldığı görülmektedir. Bu sınıflandırmaların en önemlilerinden biri de Lawson (1995)'ın sınıflandırmasıdır. Çalışmamızın bulgularını, bu sınıflandırmanın ışığında da yorumlamak önemli katkılar sunabilir. Lawson (1995)'a göre ışık, ışın gibi kavramlar eğer doğrudan gözlemlenebilen nitelikleri bakımından değerlendirilirse betimsel; ancak atom, atom altı parçacıklar ve foton gibi olgularla ilişkilendirilirlerse teoriktirler. Çalışmamızın bulgularında da görülebileceği gibi *görme ve ışık ilişkisi*, *gölge ve ışık ilişkisi* ile *saydamlık ve ışık ilişkisi* kavramları, öğrenciler tarafından doğrudan duyu verileri yeterli olacak biçimde algılanabilecek kavramlardır. Bu kavramlar dışında kalan *ışığın hareketi* kavramı ise, doğrudan gözlemlenebilen makro düzeydeki mekanik hareket (örn. otomobilin hareketi, kuşun hareketi) değil; programda belirtilmese de mikro düzeydeki tanecik veya foton hareketidir. Bu durum *ışığın hareketi* kavramını teorik düzeye taşımaktadır. Bundan dolayı, *görme ve*

ışık ilişkisi, *gölge ve ışık ilişkisi* ve *saydamlık ve ışık ilişkisi* ile ilgili yanıtlarda genel olarak bir tutarlılık bulunurken; *ışığın hareketi* ile ilgili yanıtlarda bir tutarsızlık söz konusu olmasının nedeni; *ışığın hareketinin,* ışığın tanecikli doğası ve ışığın dalga doğası gibi teorik açıklamalarla ilişkili olmasına bağlanabilir (Clark, 2006; diSessa ve ark., 2004; Lawson, Alkhoury, Benford, Clark ve Falconer, 2000). Bu yöndeki değerlendirmeler öğrencilerin *ışığın hareketi* kavramına yönelik düşüncelerindeki tutarsızlığın nedenini açıklamaya çalışmaktadır. Çalışma, *ışığın hareketi* kavramını teorikleştiren foton, ışığın tanecikli yapısı gibi kavramları ne programın kapsamına dahil edilmesini ve dolayısıyla öğrencilerin bu kavramlara gönderme yapmasını bekler nitelikte değildir. Alan yazında örnekle, Clark (2006)'ın öğrencilerin yanıtlarında tutarsızlık belirlediği ısı enerjisi kavramı da ve diSessa (2002)'nın tutarsızlık rapor ettiği kuvvet kavramı da teorik kavramlardır. Buradan hareketle öğrencilerin, *Işığın hareketi kavramını,* bir insanın, bir otomobilin ya da bir hayvanın hareketi gibi doğada doğrudan gözlenebilen hareket türleriyle ilişkilendirdiği ve dolayısıyla bir yanılgıya düştüğü belirtilebilir. Bu duruma, " .... Peki, el fenerini elimi alıp hareket ettiriyorum… Hareketli ışık kaynağı var mı? *Var. El feneri.* Hareketsiz ışık kaynağı var mı peki? *Mum.* Elimim hareket ettirmeye devam ediyorum… Şu an hareketli ışık var mıdır? *El fenerindeki ışık hareket ediyor.* Işık kaynağını sabit bırakıyorum… Hareketli ışık var mıdır? *Yok.* Peki, sadece masa lambasını koyalım… Açıyorum… Tam açtığım anda hareketli ışık var mıdır? *Var.* Nasıl oluyor peki, biraz anlatır mısın? *Böyle açarken ışık bir anda açıldığı için böyle hareketli oluyor ama sonra duruyor.*" şeklindeki ifadelerden oluşan alıntı (bakınız 8. soru seti) kanıt olarak gösterilebilir. Fizik, ışığın, ışık kaynağından bir noktaya ulaşması olgusunu *ışığın hareketi* olarak değerlendirir. Ancak böylesi bir hareket türü ışığın doğrudan gözlemlenemeyen tanecikli yapısı ya da fotonlarıyla ilgilidir. Bu durumda ışığın teorik doğasına gönderme yapılmaktadır. Öğrencilerin ışığın hareketine yönelik öğrenme güçlükleri ve dolayısıyla gelişen sezgisel düşünceleri, ışığın tanecikli doğasına yönelik modellemeler veya analojileri içeren etkinlik örneklerinin verilmesi ve etkinlik çeşitliliğinin arttırılmasıyla aşılabilir.

Fen ve teknoloji öğretim programında ışığın hareketine yönelik "Bir kaynaktan çıkan ışığın doğrular boyunca yayıldığını fark eder" ve "Bir kaynaktan çıkan ışığın, bir engelle karşılaşmadığı sürece her yönde yayılabileceğini belirtir" şeklindeki kazanımlar doğrudan gözlemle ilgili kazanımlar olarak değerlendirilebilir; ancak ışığın hareketi kavramı, doğası

gereği teorik olduğu için öğrenciler tarafından teorik boyutta algılanmasında zorluklar bulunduğu ve öğrencilerin hala naif düşüncelere sahip olduğu çalışmamızın bulgularında görülmektedir. Bu durum, çalışmamızı yürüttüğümüz bilişsel düzeydeki öğrencilerin, teorik doğaya gönderme yapan konu içeriklerini anlamlı düzeyde öğrenmelerini sağlamak için; makro evrendeki hareket olgusuyla mikro evrendeki hareket olgusunu ilişkilendirmeye yönelik farklı etkinliklerin sayısı ve çeşitliliğinin dikkatle ele alınması ve artırılması gerektiğine gönderme yapar. Etkinliklerin, öğrencilerin günlük deneyimlerinde karşılaştıkları farklı bağlamlarla da ilişkilendirilmesi oldukça önemlidir (diSessa; 1982, 1993, 2001; diSessa ve ark., 2004).

Tablo-7'deki frekans dağılımı incelendiğinde de, teorik ve betimsel kavramların ayrı ayrı ele alınması gerektiği ve teorik kavramların betimsel kavramlarla kıyaslandığında algılanmasının daha zor olabildiği sonucuna ulaşılabilir.

Kavramsal değişim teorileri, her kavramın aynı yöntemle ya da modelle değiştirilemeyeceğine ve farklı kavram tiplerinin birbiriyle aynı şekilde yapılandırılmış olamayacağına dikkat çekmektedirler. Bu nedenle her farklı kavram için, bilişselci öğrenme teorilerinin ve daha özelde kavramsal değişim teorilerinin ışığında farklı nitelikte etkinlikler geliştirmek oldukça önemlidir (diSessa, Gillespie ve Esterly, 2004; diSessa, 1993).

Bu araştırma sonuçlarından yola çıkarak aşağıdaki önerilerde bulunulabilir:

İlköğretim programlarında yer alan "ışık" konusundaki kazanımların kazandırılması sürecine yönelik olarak, ilgili kavramların kapsamı gereği betimsel ya da teorik düzeylere yakınlıklarına göre, farklı etkinlikler düzenlenmeli ve etkinlik çeşitliliği arttırılmalıdır. Buradan hareketle çalışmamızda sunulan soru setleri öğrenme sürecinin öncesinde öğrencilerin ışığın doğası kavramına yönelik okul ortamına getirdikleri öncü kavramların belirlenmesinde ve öğrenme sürecinde kullanılabilir. Özellikle yapılandırmacı öğrenme teorisine göre; bilginin zihinde yapılandırılmasında, bireyde zihin dengesizliğinin oluşturulması anahtar rol oynamaktadır. Bu tür etkinlikler, öncü bilgiler ve bu kavramların ilişkili olduğu diğer sezgisel düşünceler belirlendikten sonra öğrenciler için bir öğrenme fırsatına dönüştürülebilir. Belirlenen öncü kavramlara göre etkinliklere, uygun fiziksel ve bilişsel eklemeler (örneğin deneysel araçlar ve rehber sorular) yapılarak öğrencilerin bilimsel kavramları yapılandırmaları sağlanabilir. Buna göre, set 1, 2 ve 3 görme ve ışık ilişkisine; set 4 saydamlık ve ışık ilişkisine; set 5, 6 ve 7 gölge ve ışık ilişkisine; set 8 ve 9 ise ışığın hareketi

kavramına yönelik olup; öğretmenlerin sınıflarına özgü öğrenme süreçleri oluşturmalarında kullanılabilir. Bilişselci ve yapılandırmacı öğrenme teorisyenleri öğretmenlerin öğretim programının ana kavramsal çerçevesi dahilinde akademik bir öğretmen davranışı göstermelerini ve buna bağlı olarak öğrencilerinin bilişsel gereksinimlerine göre etkinlikler tasarlayabilmelerinin önemini vurgulamaktadırlar (diSessa, Gillespie and Esterly, 2004; diSessa, 1993). Çalışmamızın bulguları özellikle ışığın hareketi kavramına yönelik bilimsel bir kavramsallaştırmanın oluşturulmasında, doğrudan gözlenebilir fiziksel olgular ile dolaylı gözlem yapılabilenler arasında analojiler ve modellemelerin yapılamasının önemine gönderme yapmaktadır. Birçok çalışma da öğrencilerin karmaşık ve teorik ilişkiler içeren kavramları öğrenmede güçlük yaşadıklarını ve sunuş, gösteri deneyi ve az sayıda standart etkinlik uygulamalarının alternatif kavramları ortadan kaldırmaya yeterli olmadığını belgelemektedir (Dega, Kriek ve Mogese, 2012; Dega, Kriek ve Mogese, 2013; Rutten, van Joolingen ve van der Veen, 2012; Urban-Woldron, 2009). Bunun dışında çalışmamız kavramsal değişim teorileri temelinde, ışığın doğası ve farklı fen kavramlarıyla ilgili olarak ülkemizde, özellikle ilkokullar ve ortaokullar olmak üzere, farklı sınıf düzeylerinde yeni çalışmaların yapılmasının gerekliliğine de vurgu yapar niteliktedir.

Kaynaklar

Başer, M. ve Çataloğlu, E. (2005). Kavram değişimi yönetimine dayalı öğretimin öğrencilerin ısı ve sıcaklık konusundaki "yanlış kavramlar"ının giderilmesindeki etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 29, 43-52.

Başer, M. ve Geban, O. (2007). Effect of instruction based on conceptual change activities on students' understandings of static electricity concepts. *Research in Science & Technological Education*. 25 (2), 243–267.

Baysen, E., Güneyli, A. ve Baysen, F. (2012). Kavram öğrenme-öğretme ve kavram yanılgıları: fen bilgili ve Türkçe öğretimi örneği. *International Journal of New Trends in Arts, Sports & Science Education (IJTASE).* 1 (2).

Carey, S. (1985). *Conceptual change in childhood*. MIT Press, Cambridge, Massachusetts.

Chi, M. T. H. ve Roscoe, R. D. (2002). The process and challenges of conceptual change. M. Limon & L. Mason (Eds.), *Reconsidering conceptual change: Issues in theory and practice.* 3-27. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Chinn, C. A. ve Samarapungavan, A. (2009). Conceptual change-multiple routes, multiple mechanisms: A commentary on Ohlsson (2009). *Educational Psychologist*. 44 (1), 48–57.

Clark, D. B. (2006). Longitudinal conceptual change in students' understanding of thermal equilibrium: An examination of the process of conceptual restructuring. *Cognition and Instruction*. 24 (4), 467-563.

Çepni, S. (2005). *Kuramdan uygulamaya fen ve teknoloji*. Ankara: PegemA Yayıncılık.

Dega, B. G., Kriek, J. ve Mogese, T. F. (2012).Categorization of alternative conceptions in electricity and magnetism: The case of Ethiopian undergraduate students. *Research in Science Education.* doi:10.1007/s11165-012-9332-z

Dega, B. G., Kriek, J. ve Mogese, T. F. (2013). Students' conceptual change in electricity and magnetism using simulations: A comparison of cognitive perturbation and cognitive conflict. Journal of Research in Science Teaching. 50 (6), 677-698.

diSessa, A. A. (1982). Unlearning aristolelian physics: A study of knowledge-based learning. *Cognitive Science*. 6, 37-75.

diSessa, A. A. (1993). Towards an epistemology of physics. Cognitive and Instruction. 10 (2 ve 3), 105–225.

diSessa, A. A. (2001). *Changing minds: computer, learning, and literacy*. Cambridge (Mass.): The MIT Press.

diSessa, A. A., Gillespie, N. ve Esterly, J. (2004). Coherence versus Fragmentation in the Development of the Concept of Force. *Cognitive Science*. 28, 843-900.

Ginsburg, H. P. (1997). *Entering the Child's Mind: The Clinical Interview in Psychological Research and Practice*. Cambridge University Press, 1997.

Ioannides, C. ve Vosniadou, S. (1998). From conceptual development to science education: a psychological point of view. *International Journal of Science Education*. 20, 1213-1230.

Ioannides, C. ve Vosniadou, S. (2001). The changing meaning of force. *Cognitive Science Quarterly*. 2(1), 5-62.

Kozulin, A., Gindis, B., Agevey, V. S. ve Miller, S. M. (2003). *Vygotsky's educational theory in cultural context*. Cambridge Press. USA.

Lawson, A. E. (1995). *Science teaching and the development of thinking*. Belmont, CA: Wadsworth.

Lawson, A. E., Alkhoury, S., Benford, R., Clark, B.R. ve Falconer, K. A. (2000). What kinds of scientific concepts exists? Concept construction and intellectual development in college biology. *Journal of Research in Science Teaching*. 37 (9), 996-1018.

Limon, M. ve Mason, L. (2002). Reconsidering conceptual change: Issues in theory and practice. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

MEB (2005). *İlköğretim Fen ve Teknoloji Dersi (4 ve 5. Sınıflar) Öğretim Programı.* Ankara.

Ormrod, J. E. (2006). *Educational psychology: Developing learners*. (5th ed), Pearson Prentice Hall.

Özdemir, G. (2007). Öğrencilerin Kuvvet Kavramına İlişkin Bilgi Yapılarının Bir Analizi, *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 8 (14), 37-54.

Özdemir, G. ve Clark, D. B. (2007). An overview of conceptual change theories. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*. 3(4), 351-361.

Piaget, J. (1950). *The psychology of intelligence*. London and New York: Routledge & Kegan Paul.

Rutten, N., van Joolingen, W. R. ve van der Veen, J. T. (2012). The learning effects of computer simulations in science education. *Computers & Education*. 58 (1), 136–153.

Strike, K.A. ve Posner, G.J. (1992). A Revisionist Theory of Conceptual Change. R. Duschl, R. Hamilton (eds.), *Philosophy of science, Cognitive Psychology, and Educational Theory and Practice*, Albany, NY: SUNY Press, 147-176.

Tao, P-K. ve 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), 859-882.

Turceotte, S. (2012). Computer-supported collobrative inquiry on buoyancy: a discourse analysis supporting the "pieces" position on conceptual change. *Journal of Science Education*. 21, 808-825.

Urban-Woldron, H. (2009).Interactive simulations for the effective learning of physics. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*. 28 (2), 163–176.

Vosniadou S. (ed) (1994). Capturing and modeling the process of conceptual change. *Learning and Instruction*. 4, 45–69.

Vosniadou S. (1999). Conceptual change research: state of the art and future directions. Schnotz W, Vosniadou S, Carretero M (eds) *New perspectives on conceptual change*. Pergamon, Amsterdam, 3-13.

Vosniadou S. ve Brewer W.F. (1992). Mental models of the earth: a study of conceptual change in childhood. *Cognitive Psychology*. 24 (4), 535–585.

Vosniadou S. ve Brewer W.F. (1994). Mental models of the day/night cycle. *Cognitive Science*. 18, 123–183.

Wandersee, J. H., Mintzes, J. J. ve Novak, J. D. (1994). Research on Alternative Conceptions in Science. D.L. Gabel (ed.), *Handbook of Research on Science Teaching and Learning.* New York: Macmillan, 177-210.

Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2006). Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri (6. baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.

Extended Summary

Analysis of Knowledge Structures About Light Concept of The Fifth Grade Students According to Conceptual Change Theories

Zeki APAYDIN, Emrah AKMAN, Erol TAŞ, Evşen AYMEN PEKER

Introduction

That there are so many descriptive and theoretical concepts in science lessons and the number of alternative conceptualiazation given by the researches made in this field give rise to the importance of conceptual change theories in forming scientific and meaningful conceptualization. Students, as seen in several units in science courses, have different conceptual structures on the concept of "Light" in the unit "Light and Sound" (Baysen, Güneyli and Baysen, 2012). The purpose of this study is to determine whether the knowledge structure of first level elementary school students for the "light" concept can be explained by "knowledge-as-theory perspective" or "knowledge-in-pieces perspective" and to contribute to the development of new teaching and learning techniques. For students, attending lessons with priorconceptions have been creating negative influences on their learning scientific concepts (Başer and Çataloğlu, 2005). For this reason, determining priorconceptions of the students in respect to which knowledge-structure theory has been constructed and the formation of suitable learning activities is extremely significant. For the concepts that students have constructed, different knowledge structure and conceptual change theories have been developed. According to these theories, conceptual change process has been explained in different ways.

Theory like knowledge structure theory is based on the schema concept in the cognitive development theory of Piaget (Piaget, 1950). These schemas are those which the student started to form beginning from birth and they are first knowledge structures that they used to explore their environment. According to this theory, when students face a new knowledge that don't fit to teir existing schema they get into a contradiction and realize a conceptual change by making some changes in their existing schemas or by forming a new schemas. Assimilating contradicted new knowledge, the students adjust this knowledge to their existing ones, and thus they ensure that this conceptual framework continues. The fact

that the related conceptual framework cannot explain the existing natural problem or phenomenon has been created a new conceptual framework. Students use these schemas which they have formed by developing a theory like knowledge for any concept, and while answering a question their answers will be consistent by means of these schemas (Ioannides and Vosniadou, 2001). For instance, the students' conceptualization of up-down for the physical world, of being motionless is natural and no needs to be explained and being in motion is necessary to be explained is a conceptual framework. The students' differently perceiving the forces affecting the objects moving in space, according to their moving direction, is the result of such a conceptual framework. Here is virtually stated that this conceptual framework is to be changed (Vosniadou, 1994). According to this theory, at the begining the students have a consistent conceptual framework, that is, theory like knowledge structure. During the learning process, the students gradually try to relate the newly learned patterns to their existing ones, and thus they try to form a synthetic concepts. Although these synthetic concepts are instable or changeable and hybrid they are still coherent in the continuing period. Namely, first, the conceptual framework is the form of a mixture of the new and previously existing ones. At the end of the learning process, with the formation of the required conceptual framework, former and hybrid consistent structures are replaced by the new consistent scientific structure (Vosniadou, 1994). According to the knowledge-in-pieces theory, throughout the conceptual change process, rather than having a change or leaving knowledge pieces which negatively affects learning, during the acquisition period of new knowledge, it depends on mentally a reorganizing one's knowledge into complex system (Özdemir, 2007). That is the students' prior knowledge for any scientific fact are different from scientists and they starts with unstable, small and simple knowledge pieces for explaining their scientific experiences. These intuitive knowledge systems called phenomenological primitives (p-prims). At the end of formal learning processes the p-prims may gain a coherent structures like as scientists' (diSessa, 1993). According to this theory, the students try to understand and explain a scientific experience with the other p-prims that are quasi-dependent to each other. diSessa who is the pioneer of this theory corresponding the conceptual ecology approach of Strike and Posner (1992) points out that a student hasn't learned the true scientific meaning of a concept tries to understand related scientific experience he has faced newly by using different information parts in different contexts. In

these circumstances, students facing with factual problems (e.g. related to force and energy) will prompt different knowledge particles related to the same problem and give inconsistent answers to the question or set of questions. In this research, clinical interview method was used. In this study 21 fifth-grade students were selected and interviewed as participants. When the answer that students give to 9 sets of questions were evaluated in terms of 4 different concepts (the movement of light, relation of seeing and light, relation of shadow and light, relation of transparency and light); it is observed that conceptualization of relation of seeing and light, relation of shadow and light, relation of transparency and light are consistent while conceptualization of movement of light is inconsistent.

Seeing these evidences it is not difficult to get the result that conceptualization of different dimensions of light concept, which is a meta concept in our study, occurs both according to knowledge-as-theory perspective and knowledge-in-pieces perspective. This circumstance is different in general literature findings and results. It is seen that concepts are divided into different forms in literature. One of the most important classification is Lawson's classification (1995) and it is supported by different findings and results in our study. According to Lawson if concepts such as light and ray of light are evaluated in terms of qualifications which are perceived directly, they are descriptive, if they are related to facts such as atom, sub-atom particles and photon, they are theoretical. It was concluded that the knowledge structures about light concepts of students are suitable for "knowledge-in-pieces perspective" in theoretical concepts and "knowledge-as-theory perspective" for descriptive concepts.

Conceptual change theories point out that each concept cannot be changed by the same method and model and two different concepts cannot be structured in the same way. Thus, it is important that different teaching and learning methods and techniques should be developed based on different theories (diSessa, Gillespie and Esterly, 2004; diSessa, 1993).