



Ortak Bilgi Yapılandırma Modelinin Isı ve Sıcaklık Konusunda Lise Öğrencilerinin Akademik Başarılarına ve Kavramsal Anlamalarına Etkisi

Hasan Bakırcı ¹, Ömer Ensari ²

Öz

Bu çalışmanın amacı; Ortak Bilgi Yapılandırma Modeli (OBYM)'nin ısı ve sıcaklık konusunda dokuzuncu sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına ve kavramsal anlamalarına olan etkisini araştırmaktır. Araştırmanın çalışma grubunu, 2016-2017 eğitim-öğretim yılında Van'ın Gürpınar ilçesindeki bir lisenin 9. sınıfında öğrenim gören 60 öğrenci (30 deney ve 30 kontrol grubunda olmak üzere) oluşturmaktadır. Yarı deneysel yöntem kapsamında; Isı ve Sıcaklık Kavramsal Anlama Testi (ISKAT), Isı ve Sıcaklık Başarı Testi (ISBAT), veri toplama araçları olarak kullanılmıştır. ISKAT aracılığıyla elde edilen nitel veriler dereceli puanlama anahtarları ile analiz edilirken ISBAT ve ISKAT ile elde edilen nicel veriler Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi ve Mann Whitney U-Testi ile analiz edilmiştir. OBYM ile gerçekleştirilen ders sürecinin, ısı ve sıcaklık konusundaki lise dokuzuncu sınıf öğrencilerinin akademik başarılarının ve kavramsal anlamalarının artırılmasında etkili olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca öğrencilerin ısı ve sıcaklık konusundaki alternatif kavramların giderilmesinde etkili olduğu belirlenmiştir. OBYM'nin öğrencilerin akademik başarı ve kavramsal anlamaları üzerinde etkisinin daha net olarak ortaya çıkarılması için fizik dersinin farklı konularında modelin kullanılmasına yönelik araştırmaların yapılması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler

Ortak Bilgi Yapılandırma Modeli
Fizik Öğretimi
Isı ve Sıcaklık
Lise Öğrencileri

Makale Hakkında

Gönderim Tarihi: 08.08.2017
Kabul Tarihi: 06.09.2018
Elektronik Yayın Tarihi: 18.10.2018

DOI: 10.15390/EB.2018.7457

Giriş

Fizik Dersi Öğretim Programının temel amacı, bilimsel okuryazarlığı geliştirmektir. Bunun yanı sıra zihinsel, psikomotor ve duyuşsal alanlarda da öğrencilerin gelişimlerini sağlamaktır. Fizik programında yer alan kazanımlar; öğrencilere bilimsel süreç becerilerini kazandırmayı, bilimin doğasının öğretilmesini, delillere dayalı iddiaları gerekçelendirmeyi ve bilginin sosyal olarak yapılandırılmasını amaçlamaktadır (Millî Eğitim Bakanlığı [MEB], 2013). Bu bağlamda, Fizik Dersi Öğretim Programı'nın amacının gerçekleşmesinde, öğrencilerin bilimin doğasına ait görüş geliştirmeleri ve bilgiyi sosyal olarak yapılandırmaları önemli görülmektedir. Dolayısıyla, bu amacın gerçekleşmesinde bilimin doğasının unsurlarını kazandırmayı hedefleyen ve bilginin sosyal olarak yapılandırılmasını öne çıkaran bir öğretim modeline ya da yaklaşımına ihtiyaç olduğu söylenebilir. Bu iki özelliğin öğretilmesine odaklanan modellerinden birisinin de Ortak Bilgi Yapılandırma Modeli

¹ Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Temel Eğitim Bölümü, Türkiye, hasanbakirci09@gmail.com

² Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Bilimler Enstitüsü, Türkiye, oensari@gmail.com

(OBYM) olduğu söylenebilir. Bu bağlamda, OBYM'nin fizik dersinin öğretiminde kullanılması, Fizik Dersi Öğretim programının amacının gerçekleşmesine katkı sağlayabileceği düşünülmektedir (Bakırcı, 2014; Bakırcı, Çalık ve Çepni, 2017; Kıryak, 2013; Wood, 2012).

Ebenezer ve Connor (1998) tarafından geliştirilen, bir öğretim ve öğrenim modeli olan OBYM'nin temel felsefesi, Marton'un öğrenme varyasyonu teorisine ve Piaget'in kavramsal değişim çalışmalarına dayanmaktadır (Ebenezer, Chacko, Kaya, Koya ve Ebenezer, 2010). Bu model dört temel aşamadan oluşmaktadır. OBYM'nin ilk aşaması olan Keşfetme ve Sınıflandırma aşaması; öğrencilerin derse olan dikkatlerini toplamayı, konuyla ilgili hazırbulunuşluk düzeylerini ortaya çıkarmayı, konuya güdülenmelerini ve kendi ön bilgilerini sorgulamalarını içermektedir. Öğrencilerin, konuyla ilgili sahip oldukları alternatif kavramlar belirlenir ve öğrencilerin bilimin doğası konusundaki bilgileri yoklanır. Yapılandırma ve Müzakere Etme aşamasında; öğretmenin rehberliğinde öğrencilerin konuyla ilgili ön bilgileri dikkate alınarak yeni bilgilerin edinilmesi için öğretmen-öğrenci ve öğrenci-öğrenci tartışması yapılmaktadır. Bu tartışmalar, öğrencilerin konuyla ilgili bilgileri yapılandırmalarına yardımcı olmaktadır. Böylece öğrenciler bilginin; deney, gözlem ve ispatlama gibi bilimsel metotların yanında görüşme, paylaşma, müzakere etme gibi sosyal boyutlarla da yapılandırılabilirliğinin farkına varırlar. Transfer Etme ve Genişletme aşamasında; öğrenciler öğrendikleri yeni bilgileri farklı durumlara transfer ederler ve yeni sorunlara uyarlayıp, günlük yaşamla ilişkilendirirler. Bu aşamada, öğrencilerin sosyobilimsel konuları şekillendirmeleri ve bilimsel düşüncelerini kavramsallaştırmaları sağlanır. Bunun yanında, bilimin doğasına da vurgu yapılır. Yansıtma ve Değerlendirme aşamasında; öğrencilerin sahip olduğu alternatif kavramların bilimsel bilgiler ile değiştirilip değiştirilmediğine ve konuyu etkili öğrenip öğrenemediklerine bakılmaktadır (Bakırcı, 2014; Ebenezer ve Connor, 1998; Ebenezer vd., 2010; Kıryak ve Çalık, 2017).

OBYM'nin farklı öğretim seviyelerinde ve çeşitli konulardaki etkisini araştıran sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu sınırlı çalışmaların, fen bilimleri ve kimya dersi ile ilgili olduğu belirlenmiştir (Bakırcı ve Çepni, 2016; Kıryak ve Çalık, 2017). Yapılan çalışmalarda OBYM'nin; öğrenme ortamında yapıcı bir tartışmayı sağladığı, dersleri daha eğlenceli hale getirdiği ve kalıcı öğrenmeyi sağladığı (Akgün, Duruk ve Gülmez-Güngörmez, 2016); öğrencilerin akademik başarılarını artırdığı ve fen derslerine karşı olumlu tutum geliştirdiği (Bakırcı, Çepni ve Yıldız, 2015; Bakırcı, Artun ve Şenel, 2016); sekizinci sınıf düzeyindeki üstün yetenekli öğrencilerin kimya dersine yönelik tutumları üzerinde etkili olduğu (Demircioğlu ve Vural, 2016); altıncı sınıf öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerinin gelişimine katkı sağladığı (Bakırcı ve Çepni, 2016); yedinci sınıf öğrencilerinin kavramsal anlamalarını artırdığı ve su kirliliği ile ilgili sahip oldukları alternatif kavramları giderdiği (Çalık ve Cobern, 2017; Kıryak, 2013) ve altıncı sınıf öğrencilerinin bilimin doğası görüşleri üzerinde etkili olduğu (Bakırcı vd., 2017) sonuçlarına ulaşılmıştır. Ayrıca; OBYM esaslı yürütülen fen öğretiminin öğretmen görüşüne göre etkili olduğu (Ebenezer, Chacko ve Immanuel, 2004); OBYM'ye dayalı öğretimin ilköğretim beşinci sınıf öğrencilerinin bilimsel okuryazarlıklarını geliştirdiği (Biernacka, 2006); OBYM ile gerçekleştirilen ders sürecinin yedinci sınıf öğrencilerinin boşaltım sistemi konusundaki alternatif kavramlarını giderdiği (Ebenezer vd., 2010); OBYM'ye dayalı öğretimin lise öğrencilerinin asit-bazlarla ilgili kavramsal değişimlerini sağlamada ve fen başarılarında etkili olduğu (Wood, 2012) sonuçlarına da varılmıştır. OBYM ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde, OBYM'nin öğrencilerin akademik başarısını artırdığı; kavramsal değişimini sağladığı; derse karşı olan tutumlarını geliştirdiği ve kavramsal anlamalarını arttırdığı söylenebilir. OBYM ile ilgili yapılan çalışmaların fen ve kimya öğretiminde de etkili olduğu anlaşılmaktadır. Bu bağlamda, OBYM'nin kullanılmasının, ısı ve sıcaklık gibi soyut bir konunun somutlaştırılarak öğrencilere öğretilmesi açısından önemli olduğu düşünülmektedir.

Kıryak ve Çalık (2017) da OBYM'nin akademik başarı ve kavramsal değişim üzerinde etkili bir öğretim modeli olduğunu vurgulamaktadırlar. Türkiye'de yapılan merkezi sınavlarda, öğrencilerin akademik başarılarının ve kavramsal anlamalarının sorgulandığı söylenebilir. Lise öğrencileri, Yükseköğretim Kurumları Sınavı (YKS)'nda aldıkları puanlar göz önünde bulundurularak üniversitelere yerleştirilmektedir. Bu merkezi sınavda, öğrencilerin akademik başarıları ve kavramsal

anlamalarının önemli olması, eğitimcileri bu kavramlara odaklanan öğretim modellerini kullanmaya yöneltmiştir. Bu sınavda, ısı ve sıcaklık konusunun yer alması ve OBYM'nin esas alındığı öğretim süreçlerinde, öğrencilerin akademik başarılarının ve kavramsal anlamalarının geliştirilmesi ön görülmektedir. Bu açıdan bakıldığında OBYM'ye dayalı ısı ve sıcaklık öğretiminin, öğrencilerin akademik başarıları ve kavramsal anlamaları üzerinde etkilerinin görülmesi çalışmayı önemli kılmaktadır.

Isı ve sıcaklık hem kimya hem de fizik dersinde yer alan bir konudur. Isı ve sıcaklık konusu farklı iki derste de işlenmesine rağmen, lise öğrencileri tarafından konunun anlaşılmasında zorluklar yaşanmaktadır (De Berg, 2008). Isı ve sıcaklık konusunun öğretiminde birçok öğretim model ve yaklaşımının kullanılmasına rağmen, bu konuyla ilgili farklı öğretim kademelerinde kavram yanlışlarının devam ettiği görülmektedir (Aydoğan ve Köksal, 2017; Doige ve Tay, 2012; Erkaçan, Moğol ve Ünsal, 2012). Alan yazındaki bu sonuçlar, ısı ve sıcaklık konusunun öğretiminde yeni bir yaklaşım ya da öğretim modelinin denenmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır. Birçok öğrenme teorisinin sentezinden oluşan OBYM'nin değerlendirme aşamasında, tamamlayıcı ölçme ve değerlendirme tekniklerinin kullanıldığı vurgulanmaktadır (Ebenezer ve Connor, 1998). Diğer taraftan son dönemlerde fen öğretimi programlarında tek bir öğrenme kuramından çoklu öğrenme kuramına geçişin olduğu ve değerlendirme yaklaşımının süreç odaklı değerlendirme olduğu görülmektedir (Ayas vd., 2015). Sonuç olarak, OBYM'nin birçok öğrenme kuramının sentezinden oluştuğu ve fen öğretimi programlarının da birçok öğrenme kuramını esas aldığı söylenebilir. Bu bilgiler ışığında, fen öğretimi programının doğası ile OBYM'nin teorik altyapısı birçok noktada örtüşmektedir. Dolayısıyla fizik konularının öğretiminde, OBYM'nin esas alındığı öğretim süreçlerine yer verilmesi durumunda programın amacına daha kolay ulaşılacağı düşünülmektedir.

Fizik öğretiminde birçok konuda öğrencilerin öğrenme güçlüğü çektiği bilinmektedir. Özellikle ısı ve sıcaklık konusunun öğrenilmesinde öğrencilerin yeterli seviyeye ulaşamadıkları bilinen bir gerçektir. Yapılan birçok çalışmada öğrencilerin ısı ve sıcaklık konusunda alternatif kavramlara sahip oldukları tespit edilmiştir (Alwan, 2011; Baser ve Geban, 2007; Carlton, 2000; Gurcay ve Gulbaş, 2015; Kesidou ve Duit, 1993; Maskill ve Pedrosa, 1997; Kaptan ve Korkmaz, 2001; Taber, 2000). Bu çalışmaların sonuçları incelendiğinde; öğrencilerin farklı alternatif kavramlara sahip oldukları belirlenmiştir. Bu alternatif kavramların içerisinden en yaygın olanlarına; "Bazı maddeler diğer maddelerden daha çok ısı çeker.", "Sıcaklık, madde miktarına bağlıdır.", "Sıcaklık cismin yapıldığı maddeye bağlıdır.", "Aynı ortamda sıvılar katılardan daha soğuktur.", "Isı ve sıcaklık aynı kavramlardır." bulguları örnek olarak verilebilir (Alwan, 2011; Doige ve Tay, 2012; Eryılmaz ve Sürmeli, 2002; Yavuz ve Büyükeksi, 2011). Alternatif kavram ise öğrencilerin bir kavrama yönelik kendi zihinlerinde oluşturdukları hatalı bir tanımın gerekçeleri ile doğru olduğunu ve bundan emin olduklarını öne sürmeleridir (Doige ve Tay, 2012; De Berg, 2008; Eryılmaz ve Sürmeli, 2002). Dolayısıyla alternatif kavramın giderilmesi veya hatalı tanımın bilimsel tanımla değiştirilmesi oldukça güçtür. Bundan dolayı, alan eğitimcileri alternatif kavramların olduğu konuların öğretiminde farklı yaklaşım, model ve teknik kullanmışlardır. Buna rağmen öğrencilerin, ısı ve sıcaklık konusunu anlamakta zorlandıkları ve alternatif kavramlarının hala devam ettiği görülmektedir (Gurcay ve Gulbaş, 2015; Tanahoung, Chitaree ve Soankwan, 2010; Turgut ve Gürbüz, 2011). Bundan dolayı yeni bir öğretim modeli olan, alternatif kavramları gidermede etkili olan (Biernacka, 2006), soyut ve karmaşık konuların öğretiminde etkili olan (Bakırcı, 2014; Wood, 2012) ve öğrencilerin kavramsal anlamalarını geliştirilmelerine katkısı olan (Bakırcı vd., 2016; Kıryak, 2013; İyibil, 2011), OBYM'nin ısı ve sıcaklık konusunun öğretiminde kullanılmasının önemli olduğuna inanılmaktadır.

Öğrencilerin anlamlı ve kalıcı öğrenmelerinin önündeki engeller, kavram yanlışları ve soyut kavramlardır (Hitt ve Townsend, 2015). Isı ve sıcaklık konusunun soyut bir konu olması ve farklı zihinsel süreç içermesinden dolayı öğrencilerin alternatif kavramları bulunmaktadır (Aytakin, 2010; Ateş ve Stevens, 2003; Ültay ve Can, 2015). Öğrencilerde alternatif kavramların oluşmasında, ısı ve sıcaklık kavramlarının günlük hayatta sürekli karşılaşılan bir konu olması da etkili olmaktadır. Çünkü konuyla ilgili günlük yaşamda karşılaşılan deneyimler, öğrencilerde alternatif kavramlara sebep

olmaktadır (Alwan, 2011; Doige ve Tay, 2012). Bu gibi nedenlerden dolayı lise öğrencileri ısı ve sıcaklık konusunda öğrenme zorlukları yaşamaktadırlar (Ültay ve Can, 2015; Yeşilyurt, 2006). Isı ve sıcaklık konusunun erken yaşlarda öğretiminin yapılması ve konunun soyut olması nedeniyle öğrenciler bu konuyu yapılandırmada zorluklar yaşamaktadırlar (Kurnaz ve Çalık, 2008). Bu durum, öğrencilerin zihinlerinde alternatif kavram oluşturmalarına neden olmaktadır. Alternatif kavramların belirlenmesinde, giderilmesinde öğretim model ve materyalleri kullanılmaktadır (Bakırcı ve Çalık, 2013; Özmen, Demircioğlu ve Demircioğlu, 2009). OBYM, öğrencilerin konuya ilişkin sahip oldukları alternatif kavramların belirlenmesine, belirlenen alternatif kavramların giderilmesine ve soyut kavramlara odaklanmaktadır (Bakırcı, 2014; Çalık ve Cobern, 2017). Özellikle modelin üçüncü aşamasında farklı öğretim stratejileri kullanılarak (kavramsal değişim metinleri ve kavram karikatürleri vb.) modelin birinci aşamasında belirlenen alternatif kavramların giderilmesi amaçlanmaktadır. Isı ve sıcaklık konusunun öğretiminde OBYM'nin kullanılmasının önemli olduğu söylenebilir.

Fen öğretiminde soyut kavramların somutlaştırılmasında, alternatif kavramların belirlenmesinde ve giderilmesinde öğretim materyalleri önemli bir yere sahiptir (Aydoğan ve Köksal, 2017; Bakırcı ve Çalık, 2013; Karşlı ve Çalık, 2012; Nottis ve McFarland, 2001). Öğretim materyallerinden özellikle çalışma yaprakları, analogiler, kavramsal değişim metinleri ve kavram karikatürü öğrencilerin kavramsal değişimlerinde etkili olmaktadır (Bakırcı ve Çalık, 2013; Çalık, 2006). Çalışma yapraklarının; öğrencilerin paylaşma, dostluk, arkadaşlık ve dürüstlük kavramlarının kazanılmasında (Demircioğlu ve Atasoy, 2006) ve alternatif kavramların giderilmesinde etkili olduğu bilinmektedir (Hand ve Treagust, 1991). Analogiler; öğrencilerin soyut kavramları zihinlerinde etkili bir şekilde yapılandırmaları (Şahin, 2010) ve öğrencilerin sahip oldukları alternatif kavramları gidermede etkilidir (Blake, 2004; Chiu ve Lin, 2005; Çalık, 2006). Bunun yanında kavramsal değişim metinlerinin öğrencilerin sahip oldukları alternatif kavramları gidermede başarılı bir teknik olması (Chambers ve Andre, 1997; Özmen vd., 2009); kalabalık sınıflarda daha kısa sürede kavramsal yanlışları düzeltmede öğretmenlere yardımcı olması (Chambers ve Andre, 1997); öğrencilerin var olan yanlış düşünce ve inançlarının belirlenmesi ve bunların giderilmesini sağlaması (Çalık, 2006) ve kavramsal değişim metinlerinin derste işlenen bilgilerin anlamlı bir şekilde öğrenilmesinde etkili bir araç olması (Çetingül ve Geban, 2011) gibi avantajları bulunmaktadır. Ayrıca kavram karikatürlerinin, öğrencilerin sahip olduğu alternatif kavramları açığa çıkarma, öğrencileri alternatif kavramlara iten nedenleri sınıf ortamında tartışılmasına olanak sağlama, öğrencilerin ilgi ve motivasyonlarını artırma, öğrencilerin eğlenerek öğrenmelerini sağlayabilme gibi katkıları bulunmaktadır (Balım, İnel ve Evrekli, 2008; Erdoğan ve Cerrah-Özsevgeç, 2012). Dolayısıyla bu çalışmanın amacı, OBYM'nin ısı ve sıcaklık konusunda dokuzuncu sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına ve kavramsal anlamalarına olan etkisini araştırmaktır. Bu çalışma kapsamında aşağıdaki araştırma sorularına cevap aranmıştır:

- ✓ OBYM'nin, dokuzuncu sınıf öğrencilerinin ısı ve sıcaklık konusunda akademik başarılarına etkisi nedir?
- ✓ OBYM'nin, dokuzuncu sınıf öğrencilerinin ısı ve sıcaklık konusunda kavramsal anlamalarına etkisi nedir?
- ✓ Kontrol ve deney grubu arasında kavramsal anlama ve başarıları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık var mıdır?

Bu çalışmada, deney ve kontrol grubunda yer alan öğrencilerin demografik özelliklerinin birbirine yakın olduğu, öğrencilerin ölçme araçlarına doğru ve güvenilir cevap verdikleri, örneklemin çalışmanın amacına uygun olduğu varsayılmıştır. Diğer taraftan bu çalışma, Van'ın Gürpınar ilçesindeki bir lisenin dokuzuncu sınıfında öğrenim gören 60 öğrenci ile 2016-2017 eğitim öğretim güz yarıyılı ve ısı-sıcaklık konusuyla sınırlıdır.

Yöntem

Araştırmanın Deseni

Bu çalışmada, deneysel desenlerden biri olan yarı deneysel yöntem kullanılmıştır. Bu yöntemin tercih edilmesinde; öğrencilerin okuldaki şubelere tesadüfî bir yolla dağıtılmış olması, deney ve kontrol gruplarının rastgele seçimin dışında bir yolla oluşturulması ve iç geçerliliği tehdit edebilecek hata ya da etkilerin daha rahat kontrol edilebilmesi gibi değişkenler etkili olmuştur (Çepni, 2011; Shadish, Cook ve Champbell, 2002).

Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubunu, 2016-2017 eğitim-öğretim yılında Van'ın Gürpınar ilçesinde bir lisenin 9. sınıfında öğrenim gören deney ve kontrol grubundan 30'ar öğrenci olmak üzere, toplam 60 öğrenci oluşturmaktadır. Deney grubu 21 kız, 9 erkek öğrenciden oluşurken; kontrol grubu 17 kız ve 13 erkek öğrenciden oluşmaktadır. Araştırmada yer alan grupların belirlenmesinde, seçkisiz olmayan örnekleme yöntemlerinden uygun örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Çalışmada uygun örnekleme yönteminin kullanılmasında, araştırmacı/araştırmacıların çalışma grubunun olduğu okulda görev yapması, uygulama okuluna kolay ulaşabilmesi, araştırmaya hız ve pratiklik kazandırması gibi unsurlar etkili olmuştur (Yıldırım ve Şimşek, 2006).

Veri Toplama Araçları

Çalışmada veri toplama aracı olarak; Isı ve Sıcaklık Kavramsal Anlama Testi (ISKAT) ve Isı ve Sıcaklık Başarı Testi (ISBAT) kullanılmıştır.

ISKAT'ın hazırlanmasında ısı ve sıcaklık konusundaki alternatif kavramlar temel alınmıştır. Bundan dolayı başlangıçta literatür taranarak öğrencilerin ısı ve sıcaklık konularında sahip oldukları alternatif kavramlar belirlenmiştir. Daha sonra bu alternatif kavramlar göz önünde bulundurularak iki aşamalı beş sorudan oluşan ISKAT hazırlanmıştır. İki aşamalı testler; öğrencilerin alternatif kavramları ve anlama seviyeleri hakkında derinlemesine bilgiye ulaşmada sıklıkla kullanılan testler olması nedeniyle tercih edilmiştir (Treagust ve Chandrasegaran, 2007). Bu testin, Cronbach Alpha güvenilirlik değeri 0.73 olarak bulunmuştur. ISKAT'ın kapsam geçerliliği ise; belirtke tablosu ile sağlanmıştır.

ISBAT'ın hazırlanmasında; ısı-sıcaklık ile ilgili kazanımlar, öğrencilerin seviyeleri ve OBYM'nin değerlendirme aşaması dikkate alınmıştır. OBYM'nin değerlendirme aşamasında tamamlayıcı ölçme ve değerlendirme tekniklerine vurgu yapıldığından başarı testinin hazırlanmasında ilgili tekniklere yer verilmiştir. ISBAT; kavram haritası, tanılayıcı dallanmış ağaç, yapılandırılmış grid, kavram karikatürü gibi tamamlayıcı ölçme ve değerlendirme teknikleri içerecek şekilde düzenlenmiştir. ISBAT çoktan seçmeli bir test şeklinde hazırlanmıştır. Çoktan seçmeli bir testte madde kökü ile birlikte sorunun cevabı olabilecek seçenekler yer almaktadır. ISBAT'ta yer alan soruların, madde kökleri tamamlayıcı ölçme ve değerlendirme teknikleri şeklinde düzenlenmiştir. Sorunun olası cevabı beş seçenekte verilmiş olup, bunlardan biri doğru cevap olarak yer almaktadır. Testin kapsam geçerliliği belirtke tablosu ve uzman görüşü ile sağlanmıştır. ISBAT'ın güvenilirliği için, onuncu sınıfta öğrenim gören 50 öğrenciye uygulanmıştır. Bu testte öğrencilerin doğru cevabına 10 puan, yanlış cevabına ise sıfır puan verildiğinden Kuder Richardson-20 (KR-20) güvenilirlik formülü kullanılmıştır. Başarı testinin KR-20 güvenilirlik katsayısının 0.74 olarak bulunması ölçme aracının güvenilir olduğunu göstermektedir (Büyüköztürk, 2011).

Öğretim Materyallerinin Geliştirilmesi ve Pilot Uygulamasının Yapılması

Isı ve sıcaklık konusunun soyut olması, alternatif kavramlara sahip olması nedeniyle bu çalışmada farklı öğretim materyalleri geliştirilmiş ve uygulanmıştır. Öğretim materyalleri geliştirilmeden önce ısı ve sıcaklık konusundaki alternatif kavramlar belirlenmiştir. Bu kavramlar içinde çok sık karşılaşılan alternatif kavramlar ve dokuzuncu sınıf düzeyinde olanlar tespit edilmiştir. Bu alternatif kavramlar; "Sıcaklık maddenin cinsine bağlıdır", "Büyük cisimlerin sıcaklığı daha fazladır. Küçük cisimler daha soğuktur", "Isı ve sıcaklık aynı kavramlardır", "Sıcaklık madde miktarına bağlıdır" ve "Sıcaklığı fazla olan cisimlerin ısı miktarı daha fazladır" şeklindedir (Aydoğan, Güneş ve Gülçiçek, 2003; Doige ve Tay, 2012). Bu alternatif kavramlar doğrultusunda araştırmacılar tarafından

çalışma yaprağı, analogi, kavramsal değişim metni ve kavram karikatürü geliştirilmiştir. Geliştirilen öğretim materyalleri; fizik, kimya ve fen eğitimcileri tarafından incelenmiştir. Bu uzmanlardan birincisi; OBYM konusunda iki doktora tezine danışmanlık yaparken, ikinci uzman doktora çalışmasını OBYM'nin fen eğitiminde kullanımı üzerine yapmıştır. Üçüncü uzmanın OBYM konusunda birçok yayını bulunmaktadır. Öğretim materyalleri bu uzmanların dönütleri doğrultusunda yeniden düzenlenmiştir. Daha sonra, öğretim materyallerinin ne kadar etkili olduğunu araştırmak için bir pilot çalışma yapıldı.

OBYM'ye göre tasarlanan öğrenme ortamında kullanılan öğretim materyallerinin (örneğin, çalışma yaprakları, analogi ve kavramsal değişim metinleri) uygulanabilirliğini test etmek, eksik ve işlemeyen yönlerini tespit etmek ve gerekli düzeltmeleri yapmak için pilot çalışma yapılmıştır. Pilot uygulamaya, Van ilinin Gürpınar ilçesinde yer alan bir lisede öğrenim gören 32 onuncu sınıf öğrencisi katılmıştır. Pilot uygulama araştırmacılarından biri tarafından gerçekleştirilmiştir. Pilot uygulamayı gerçekleştiren araştırmacı, OBYM ile ilgili yüksek lisans dersi almış olması ve fizik öğretmeni olması nedeniyle pilot uygulamayı yapmıştır. Pilot uygulama iki hafta sürmüştür. Uygulama süreci araştırmacılar tarafından titizlikle gözlenmiş ve uygulama esnasında ortaya çıkan sorunlar kayıt altına alınmıştır. Pilot uygulamada tespit edilen sorunlar ve yapılan düzenlemeler aşağıda özetlenmiştir:

Geliştirilen çalışma yapraklarında, analogilerde, kavramsal değişim metinlerinde ve kavramsal karikatürde imla hataları, sözcüklerin yanlış yazımı ve anlatım bozuklukları tespit edilmiştir. Ayrıca bu öğretim materyallerinde bazı senaryoların uzun cümlelerle ifade edilmiş olması öğrencilerin anlamalarını zorlaştırmıştır. Bazı ifadelerde ise; dil ve anlatım bozukluğu olduğu belirlenmiştir. Geliştirilen öğretim materyallerinde yer alan yönergelerin, öğrenciler tarafından yeterli derecede anlaşılmadığı görülmüştür.

OBYM'ye göre geliştirilen öğretim materyallerinde ortaya çıkan yapısal ve işlevsel eksiklikler için alan uzmanları ile görüşülmüş ve fikirleri alınmıştır. Öğretim materyallerinin okunabilirliklerini sağlamak amacıyla kelime ve cümle düzeyinde düzeltmeler yapılmıştır. Öğretim materyallerinde yer alan bazı açıklamaların sınıf seviyesinde olmadıkları anlaşıldığından bu açıklamalar öğrencilerin anlayabilecekleri şekilde yeniden düzenlenmiştir. Diğer taraftan öğretim materyallerinde net ve anlaşılır olmayan görseller yenileri ile değiştirilmiştir. Bu düzenlemelerden sonra öğretim materyallerine son hali verilmiş ve asıl uygulamada kullanılmıştır.

Uygulama

Uygulama, deney ve kontrol grubunda üç hafta sürmüştür. Kontrol grubunda mevcut öğretim uygulaması olan 5E öğretim modeline dayalı fizik öğretimi yapılırken, deney grubunda OBYM'ye dayalı fizik öğretimi ile dersler yürütülmüştür. Isı ve sıcaklık ünitesi kapsamında "Isı, sıcaklık ve iç enerji", "Sıcaklık birimleri", "Öz ısı ve Isı sığası", "Isıl Denge" ve "Küresel Isınma" konuları işlenmiştir. Uygulama süreci Tablo 1'de ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

Tablo 1. Kontrol ve Deneysel Grubu İçin "Isı ve Sıcaklık" Konusu İlgili Uygulama Süreci

	Kontrol Grubu	Deneysel Grubu
Ön Test	Uygulamaya başlamadan önce İSKAT ve İSBAT ön test olarak uygulandı. Her bir test için 30 dakika süre verildi.	Uygulamaya başlamadan önce İSKAT ve İSBAT ön test olarak uygulandı. Her bir test için 30 dakika süre verildi.
Uygulama	<p>Dersler, 5E öğretim modeline göre işlenmiştir. Derslerde konuyla ilgili etkinlikler Millî Eğitim Bakanlığının önerdiği 9. sınıf Fizik ders kitabından alınmıştır.</p> <p><i>Girme aşamasında;</i> öğrencilerin konuyla ilgili düşüncelerini açığı çıkarmak için; "Isı", "Sıcaklık" ve "İç Enerji" kavramları soruldu. Öğrencilerin kavramlar ile ilgili düşünceleri alındı. Sıcak ve soğuk suyun karıştırılmasıyla elde edilen ılık su üzerinden bu kavramlar tartışıldı.</p> <p><i>Keşfetme aşamasında;</i> ısı ve sıcaklık birimleri tanıtıldı. Farklı sıcaklık birimleri ve termometrelerin ortaya nasıl çıktığı tartışıldı ve sıcaklık birimleri arasında dönüşümlerin nasıl yapılacağı öğrenildi. "Suyu ve Alkolü Isıtalım" etkinliği yapıldı. Bu etkinlikle, öğrencilerin öz ısı ve ısı sığası kavramlarını öğrenmeleri sağlandı.</p> <p><i>Açıklama aşamasında;</i> öğrenciler ile ikinci aşamada elde edilen sonuçların tartışıldığı ve bu tartışmada ortaya çıkan yanlışlar/eksikler öğretmen tarafından düzeltildi. Isıl denge konusu tartışıldı.</p> <p><i>Derinleştirme aşamasında;</i> öğrencilerin öğrendikleri ısı ve sıcaklık konusunu küresel ısınma ile ilişkilendirmeleri sağlandı. Isı ve sıcaklık konusunun günlük hayatta kullanım alanlarına örnek verildi.</p> <p><i>Değerlendirme aşamasında;</i> öğrencilerin konuyu öğrenip öğrenmediklerini ortaya çıkarmak için ders kitabında yer alan açık uçlu değerlendirme soruları çözüldü.</p>	<p>Dersler, OBYM'ye göre işlenmiş olup, öğretim materyalleri araştırmacılar tarafından geliştirilmiştir.</p> <p><i>Keşfetme ve sınıflandırma aşamasında;</i> öğrencilerin ön bilgilerini ortaya çıkarmak için "Isı, sıcaklık ve iç enerji kavramları nedir?" sorusu yöneltildi. Öğrencilerin bu soru hakkındaki görüşleri beyin fırtınası ile ortaya çıkarıldı. Beyin fırtınası ile ortaya çıkan öğrenci görüşleri sınıflandırma yapıldı. Daha sonra ısı ve sıcaklık konusuna ait Kelime İlişkilendirme Testi dağıtıldı. Ayrıca öğrencilerin bilimin doğasının; geçici, sosyal ve kültürel unsurlarından bilgilendirmek amacıyla "Termometre" etkinliği yapıldı.</p> <p><i>Yapılandırma ve müzakere;</i> Isı ve sıcaklık konusunda geliştirilmiş olan analogi öğrencilere dağıtıldı. Öğrencilerin analogi etkinliğini yapmaları için 10 dakika süre verildi. Öğrenciler, analogi ait görüşleri sınıfla paylaşıldı ve tartışmalar yapıldı. Bu aşamada ikinci etkinlik olarak, çalışma yaprakları dağıtıldı. Böylece ısı ve sıcaklık arasındaki farkın tam anlaşılması sağlandı. Isı ve sıcaklık birimleri ile birim dönüşümleri yapıldı. Tahmin-Açıklama-Gözlem-Açıklama (TAGA) yöntemine göre tasarlanmış olan "Öz Isı" ve "Isı Sığası" ve "Sıcaklığı Dengeleyelim" deneyleri yapıldı. Öğrencilerin elde ettikleri sonuçları sunmaları ve sınıfla ve/veya grup üyeleriyle müzakere etmeleri istendi. Bu aşamada bilimin doğasının deneysel ve öznel unsurları dolaylı olarak ele alındı.</p> <p><i>Genişletme ve transfer etmede;</i> Öğrencilerin ısı ve sıcaklık konusundaki alternatif kavramlarını gidermek için "Kavramsal Değişim Metni" dağıtıldı. Büyük grup tartışması yapılarak alternatif kavramlar giderildi. Daha sonra, öğretmen tarafından öğrencilere araştırmaları için verilmiş olan "Küresel ısınma" konusunda öğrenciler sunumlar yaptı. Bu etkinliğin amacı, öğrencilerin küresel ısınma konusundaki görüşlerinde hareketle sosyobilimsel konulara dikkat çekmesini sağlamaktır. Küçük grup tartışması şeklinde sosyobilimsel konular ele alındı. Son olarak ısı ve sıcaklık konusunda çalışması olan bilim insanların hayatlarına değinerek bilimin doğası vurgulandı.</p> <p><i>Yansıtma ve değerlendirme aşamasında;</i> öğrencilerin ısı ve sıcaklık konusu hakkında bilgilerini ortaya çıkarmak için; "Yapılandırılmış Grid" ve "Tanılayıcı Dalların Ağaç" gibi tamamlayıcı ölçme ve değerlendirme teknikleri kullanıldı. Ayrıca ısı ve sıcaklık konusunda geliştirilmiş olan Kelime İlişkilendirme Testi kullanılmıştır.</p>
Son Test	Uygulamadan sonra; İSKAT ve İSBAT son test olarak tekrar uygulandı. Her bir test için 20 dakika süre verildi.	Uygulamadan sonra; İSKAT ve İSBAT son test olarak tekrar uygulandı. Her bir test için 20 dakika süre verildi.

Verilerin Analizi

İki aşamalı çoktan seçmeli testlerin puanlamasında genellikle puanlama anahtarı (rubrikler) kullanılmaktadır. Bu tip ölçme araçlarında, çoktan seçmeli kısım bilgi düzeyinde iken, ölçme aracının ikinci kısmı olan açıklama bölümünün kavrama ve daha üst düzeyde olduğu söylenebilir. İki aşamalı çoktan seçmeli testlerin ilk aşamasında öğrencilerin cevabı bulmada şans faktörü etkili iken, ikinci aşaması olan açıklama kısmında şans faktörü yoktur. Bu ölçme aracında öğrencinin konuyu öğrenip öğrenmediği açıklama kısmına yazmış olduğu cevaptan anlaşılacağından, puanlama yapılırken açıklama kısmının puanı çoktan seçmeli kısma göre daha yüksek olmaktadır (Abraham, Grzybowski, Renner ve Marek, 1992; Bakırcı ve Çalık, 2013).

ISKAT iki aşamalı çoktan seçmeli test şeklinde hazırlanmıştır. Bundan dolayı ISKAT'ın değerlendirilmesinde puanlama anahtarı kullanılmıştır. ISKAT değerlendirilmesi; iki fizik öğretmeni ve bir fen eğitimcisi tarafından bağımsız olarak Tablo 2'deki değerlendirme kriterlere göre yapılmıştır. Değerlendirmeciler arasındaki uyum oranı yüksek olmakla birlikte, çelişen durumlarda çoğunluğun sağlandığı kriter dikkate alınmıştır (Abraham vd., 1992). Değerlendirmeciler arasında uyum oranı 0,79 olarak bulunmuştur. ISKAT'tan alınabilecek en yüksek puan yirmi ve en düşük puan sıfırdır. ISKAT analizinde gruplar arası karşılaştırmada Mann Whitney U-testi, grup içi karşılaştırmada Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılmıştır.

Tablo 2. İki Aşamalı Soruların Değerlendirilmesinde Kullanılan Kriterler ve Puanları

Değerlendirme Düzeyleri	Açıklama	Puan
Doğru Cevap-Doğru Gerekeçe (DC-DG)	Çoktan seçmeli kısım doğru ve açıklama kısmı doğru cevabın bütün yönlerini içerir.	4
Doğru Cevap-Kısmen Doğru Gerekeçe (DC-KDG)	Çoktan seçmeli kısmının doğru ve açıklama kısmı doğru cevabın bazı yönlerini içerir.	3
Yanlış Cevap- Doğru Gerekeçe (YC-DG)	Çoktan seçmeli kısım yanlış ve açıklama kısmı geçerli cevabın bütün yönlerini içerir.	2
Doğru Cevap- Yanlış Gerekeçe (DC-YG)	Çoktan seçmeli kısım doğru ve açıklama kısmı alternatif kavram içerir.	1
Yanlış Cevap- Yanlış Gerekeçe (YC-YG)	Çoktan seçmeli kısım yanlış ve açıklama kısmı alternatif kavram içerir.	0

Öğrencilerin ISBAT'ta verdiği her doğru cevap için 10 puan verilirken, yanlış cevaba ise sıfır puan verilmiştir. ISBAT'ta öğrencilerin alacakları en yüksek puan 100 iken, en düşük puan sıfırdır. Çalışmaya katılan her öğrencinin ISBAT'ta almış oldukları puan hesaplanmıştır. Bu puanlar, SPSS 21.0™ paket programına yüklenmiştir. ISBAT ile elde edilen verilerin homojen dağılım göstermediği tespit edilmiştir. Bu durumda, ISBAT'ın analizinde parametrik olmayan testlerin kullanılması önerilmektedir (Büyüköztürk, 2011). Deney ve kontrol gruplarının kendi içlerinde karşılaştırılmasında Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılırken, gruplar arasındaki karşılaştırmalarda Mann Whitney U-Testi kullanılmıştır.

Bulgular

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ISKAT ön test ve son test puanlarının Mann Whitney U-Testi sonuçları Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin ISKAT Ön Test ve Son Test Puanlarının Mann Whitney U-Testi Sonuçları

Test	Grup	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	P
Ön Test	Deney	30	30.42	912.50	447.50	0.969
	Kontrol	30	30.58	917.50		
Son Test	Deney	30	38.08	1142.50	222.50	0.001
	Kontrol	30	22.92	687.50		

Tablo 3 incelendiğinde, uygulama öncesinde gruplara uygulanan ISKAT'ın ön test sonuçları arasında anlamlı bir farkın olmadığı tespit edilmiştir [$U=447.50$, $p>0.05$]. Grupların sıra ortalamaları arasında önemli bir farklılığın olmadığı görülmektedir. Uygulama sonrasında gruplara uygulanan ISKAT'ın son test puanları arasında deney grubu lehine anlamlı bir farkın olduğu belirlenmiştir [$U=222.50$, $p<0.05$]. ISKAT'ın son test sıra ortalamaları incelendiğinde deney grubundaki öğrencilerin kontrol grubuna göre daha yüksek puanlar aldığı görülmektedir.

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ISBAT ön test ve son test puanlarının Mann Whitney U-Testi analiz sonuçları Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin ISBAT Ön Test ve Son Test Puanlarının Mann Whitney U-Testi analiz Sonuçları

Test	Grup	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	P
Ön Test	Deney	30	31.37	941.00	424.00	0.698
	Kontrol	30	29.63	889.00		
Son Test	Deney	30	37.55	1126.50	238.50	0.002
	Kontrol	30	23.45	703.50		

Tablo 4. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ISBAT ön test ve son test puanlarının Mann Whitney U-Testi analiz sonuçları

Tablo 4 incelendiğinde, uygulama öncesinde deney ve kontrol grubuna uygulanan ISBAT'ın ön test sonuçları arasında anlamlı bir farkın olmadığı belirlenmiştir [$U=424,00$ ve $p>0,005$]. Grupların sıra ortalamaları arasında önemli bir farklılık görülmemektedir. Uygulama sonrasında elde edilen ISBAT'ın son testleri arasında deney grubu lehine anlamlı bir farkın olduğu tespit edilmiştir [$U=238,50$, $p<0,05$]. ISBAT'ın son testteki sıra ortalamaları dikkate alındığında, deney grubundaki öğrencilerin daha yüksek puanlar aldığı görülmektedir.

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ISKAT ön test ve son test puanlarının Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi analiz sonuçları Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5. Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin ISKAT Ön Test ve Son Test Puanlarının Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi analiz sonuçları

Grup	Testler	N	Sıra Ort.	Sıra Top.	Z	P	
Deney	Son Test	Negatif Sıra	0	0.00	0.00	-4.786	0.000
	Ön Test	Pozitif Sıra	30	15.50	465.50		
		Eşit	0	-	-		
Kontrol	Son Test	Negatif Sıra	4	4.75	19.00	-3.983	0.000
	Ön Test	Pozitif Sıra	22	15.09	332.00		
		Eşit	4	-	-		

Tablo 5 incelendiğinde; deney grubu öğrencilerinin ISKAT'ın ön ve son test puanları arasında anlamlı bir farklılık olduğu tespit edilmiştir [$z=-4.786$, $p<0.005$]. Sıra ortalaması ve sıra toplamları dikkate alındığında, gözlenen bu farkın son test puanı lehine olduğu belirlenmiştir. Kontrol grubu öğrencilerinin ISKAT'ın ön ve son test puanları arasında anlamlı bir farklılık olduğu bulunmuştur [$z=-3.983$, $p<0.05$]. Sıra ortalaması ve sıra toplamları dikkate alındığında, gözlenen bu farkın son test puanı lehine olduğu görülmektedir.

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ISBAT ön test ve son test puanlarının Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi analiz sonuçları Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin ISBAT Ön Test ve Son Test Puanlarının Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi analiz sonuçları

Grup	Testler	N	Sıra Ort.	Sıra Top.	Z	P	
Deney	Son Test	Negatif Sıra	0	0,00	0,00		
	Ön Test	Pozitif Sıra	30	15.50	465,50	-4.788	0.000
		Eşit	0	-	-		
Kontrol	Son Test	Negatif Sıra	2	3.50	7,00		
	Ön Test	Pozitif Sıra	26	15.35	399.00	-4.468	0.000
		Eşit	2	-	-		

Tablo 6 incelendiğinde; deney grubu öğrencilerinin ISBAT'ın ön ve son test puanları arasında anlamlı bir fark bulunmuştur [$z=-4.788$, $p<0.005$]. Sıra ortalaması ve sıra toplamlarına bakıldığında, gözlenen bu farkın son test puanı lehine olduğu görülmektedir. Kontrol grubu öğrencilerinin ISBAT'ın ön ve son test puanları arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir [$z=-4.468$ $p<0.05$]. Sıra ortalaması ve sıra toplamları dikkate alındığında, gözlenen bu farkın son test puanı lehine olduğu anlaşılmaktadır. Deney ve kontrol grubuna uygulanan ISKAT'ın frekans ve yüzdeleri Tablo 7'de gösterilmiştir.

Tablo 7. Öğrencilerin ISKAT'a Verdikleri Cevapların Ön Test-Son Testteki Frekans ve Yüzdeleri

Cevap kategorileri	Ön Test				Son Test				
	Deney Grubu		Kontrol Grubu		Deney Grubu		Kontrol Grubu		
	f	%	f	%	f	%	f	%	
Soru 1	DC-DG	1	3.33	2	6.67	15	50.00	10	33.33
	DC-KDG	2	6.67	1	3.33	5	16.67	8	27.00
	YC-DG	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
	DC-YG	6	20.00	4	13.33	4	13.33	5	16.67
	YC-YG	21	70.00	23	76.67	6	20.00	7	23.33
Soru 2	DC-DG	1	3.33	2	6.67	16	53.33	12	40.00
	DC-KDG	3	10.00	1	3.33	5	16.67	7	23.33
	YC-DG	0	0.00	0	0.00	1	3.33	0	0.00
	DC-YG	5	16.70	3	10.00	2	6.67	3	10.00
	YC-YG	21	70.00	24	80.00	6	20.00	7	23.00
Soru 3	DC-DG	1	3.33	2	6.67	14	46.67	13	43.33
	DC-KDG	2	6.67	1	3.33	6	20.00	8	26.67
	YC-DG	0	0.00	0	0.00	1	3.33	1	3.33
	DC-YG	5	16.67	4	13.33	4	13.33	2	6.67
	YC-YG	22	73.33	23	76.67	5	16.67	6	20.00
Soru 4	DC-DG	0	0.00	1	3.33	18	60.00	15	50.00
	DC-KDG	3	10.00	2	6.67	6	20.00	8	26.67
	YC-DG	1	3.33	2	6.67	1	3.33	0	0.00
	DC-YG	6	20.00	6	20.00	2	6.67	2	6.67
	YC-YG	20	66.67	19	63.33	3	10.00	5	16.67
Soru 5	DC-DG	0	0.00	1	3.33	12	40.00	10	33.33
	DC-KDG	1	3.33	2	6.67	8	26.67	6	20.00
	YC-DG	1	3.33	0	0.00	0	0.00	2	6.67
	DC-YG	8	26.67	6	20.00	6	20.00	8	26.67
	YC-YG	20	66.67	21	70.00	4	13.33	4	13.33

Tablo 7 incelendiğinde deney ve kontrol grubu öğrencilerinin cevaplarının ön testte puanlama anahtarının son iki kategorisinde (DC-YG, YC-YG) yoğunlaşırken, son testte ise ilk iki kategorisinde (DC-DG, DC-KDG) yoğunlaştığı görülmektedir. Bundan dolayı Tablo 7 açıklanırken bu durum dikkate alınmıştır.

ISKAT'ın birinci sorusu; "Aynı maddeden yapılmış ve aynı ortamda yeterince uzun süre bekleyen farklı büyüklükteki iki cismin sıcaklıklarının karşılaştırılması" ile ilgili bir sorudur. Tablo 7 incelendiğinde; ön testte deney grubundaki öğrencilerin %20'si, kontrol grubu öğrencilerinin %13.33'ü DC-YG kategorisinde iken, deney grubu öğrencilerinin %70'i ve kontrol grubu öğrencilerinin %76.67'si YC-YG kategorisinde yer aldıkları görülmektedir. Son testte deney grubu öğrencilerinin %50'si, kontrol grubu öğrencilerinin %33.33'ü DC-DG kategorisinde yer alırken, deney grubu öğrencilerin %16.70'i, kontrol grubu öğrencilerin %27'si DC-KDG kategorisinde yer almaktadır.

ISKAT'ın ikinci sorusunda, öğrencilerin ısı dengeye ulaşan aynı maddeden yapılmış farklı büyüklüklerdeki iki cismin ısı miktarlarını karşılaştırmaları istenmiştir. Tablo-7'ye bakıldığında; ön testte deney grubu öğrencilerinin %16.67'si, kontrol grubu öğrencilerinin %10'u DC-YG düzeyinde iken, deney grubu öğrencilerinin %73.33'ü, kontrol grubu öğrencilerinin ise %80'ni YC-YG düzeyinde oldukları tespit edilmiştir. Son testte deney grubu öğrencilerinin %53.33'ü, kontrol grubu öğrencilerinin %40'ı, DC-DG kategorisinde yer alırken, deney grubu öğrencilerin %16.67'si, kontrol grubu öğrencilerin %23.33'ü DC-KDG kategorisinde yer almıştır.

ISKAT'ın üçüncü sorusunda ısı dengeye ulaşan farklı cins maddelerin sıcaklıklarının karşılaştırılması istenmiştir. Tablo 7'de görüldüğü üzere; ön testte deney grubu öğrencilerinin %16.67'si, kontrol grubu öğrencilerinin %13.33'ü DC-YG kategorisinde sınıflandırılırken, YC-YG kategorisi için oranların sırasıyla; %73.33, %76.67 olduğu belirlenmiştir. Son testte deney grubu öğrencilerinin %46.67'si, kontrol grubu öğrencilerinin %43.33'ü DC-DG kategorisinde yer alırken, DC-KDG kategorisi için bu oranlarının sırasıyla %20 ve %26.67 olduğu görülmektedir.

ISKAT 'ta yer alan dördüncü soru ile deney ve kontrol grubundaki öğrenciler, aynı ortamda bulunan katı ve sıvı maddelerin sıcaklıklarını karşılaştırmıştır. Tablo 7'ye göre; ön testte deney ve kontrol grubu öğrencilerinin %20'si DC-YG kategorisinde yer alırken, YC-YG kategorisine yerleşen öğrenci cevaplarının sırasıyla %66.67 ve %63.33 şeklinde olduğu belirlenmiştir. Son testte deney grubu öğrencilerinin %60'ı, kontrol grubu öğrencilerinin ise %50'si DC-DG kategorisinde iken, DC-KDG kategorisinde deney grubu öğrencilerinin %20'si, kontrol grubu öğrencilerinin ise %26.67'si yer aldığı görülmektedir.

ISKAT'ın beşinci sorusunda ise mum alevi ile büyük bir gölün ısı miktarlarının karşılaştırılması istenmiştir. Tablo-7'de ön testte deney grubundaki öğrencilerin %26.67'si ve kontrol grubundaki öğrencilerin %20'si DC-YG kategorisinde iken, deney grubu öğrencilerinin %66.67, kontrol grubu öğrencilerinin %70'i YC-YG kategorisinde olduğu belirlenmiştir. Son testte DC-DG kategorisinde; deney grubu öğrencilerinin %40, kontrol grubu öğrencilerinin %33.33'ü yer alırken; DC-KDG kategorisinde sırasıyla bu oranların %26.67, %20 olduğu tespit edilmiştir.

Tartışma ve Sonuç

Akademik başarıya ve kavramsal anlamaya ilişkin elde edilen bulgular incelendiğinde, deney ve kontrol gruplarının ön test puanları arasında anlamlı bir farklılığın bulunmadığı görülmektedir (Tablo 3 ve 4). Deney ve kontrol gruplarının Mann Whitney U-testi analizi sonuçlarına göre puanların anlamlı bir farklılık göstermemesi, öğrencilerin konu ile ilgili benzer ön bilgilere sahip olduklarını göstermektedir. ISKAT'ın ikinci aşamasında elde edilen öğrenci cevaplarının daha çok puanlama anahtarının son iki kategorisinde (DC-YG ve YC-YG) toplanması bu verileri destekler niteliktedir. Öğrencilerin ısı ve sıcaklık konusundaki bilgilerinin birbirine yakın olması, öğrencilerin daha önce ortaokulda Fen Bilimleri dersinde ısı ve sıcaklık konusunu işlemiş olmalarıyla açıklanabilir. Ayrıca öğrencilerin Temel Eğitimden Ortaöğretime Geçiş (TEOG) Sınavı'ndan almış oldukları puanları dikkate alınarak 9. sınıfa yerleşmeleri ve okul yönetimi tarafından öğrencilerin şubelere heterojen bir şekilde

dağıtılmaları, öğrencilerin ısı ve sıcaklık konusundaki ön bilgilerinin birbirine yakın olmasında etkili olmuştur.

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin; ISKAT ve ISBAT ön ve son test puanları arasında anlamlı bir farklılık olduğu, bu farkın ise son test lehine olduğu bulunmuştur (Tablo 5 ve 6). Bu durum hem kontrol hem de deney grubunda yapılan uygulamaların, öğrencilerin kavramsal anlamaları ve akademik başarıları üzerinde etkili olduğunu ortaya koymaktadır. Deney grubu öğrencilerinin kavramsal anlamalarında ve akademik başarılarındaki gelişim; OBYM'nin değerlendirme aşamasının tamamen süreç odaklı değerlendirmeyi esas almasından ve modelin ikinci aşamasında yapılan tartışmaların etkili olarak yürütülmesinden kaynaklanmaktadır. Diğer taraftan çalışmada öğrencilerin değerlendirilmesinde kullanılan ölçme araçlarında yer alan soruların kavram haritası, yapılandırılmış grid, kavram karikatürü gibi farklı türden sorulardan kaynaklanmış olabileceği söylenebilir (Bakırcı vd., 2016). Aynı şekilde İyibil (2011), 7. sınıf öğrencileri ile yürütmüş olduğu bir çalışmada enerji konusunda, OBYM'ye göre öğretim materyalleri geliştirmiştir. OBYM'ye göre geliştirdiği öğretim materyallerinin, öğrencilerin akademik başarılarını artırdığı tespit sonucuna varmıştır. Akademik başarıda meydana gelen artışın ise değerlendirme aşamasında kullanmış olduğu tamamlayıcı ölçme ve değerlendirme tekniklerinden kaynaklandığı sonucuna ulaşmıştır.

Deney ve kontrol grubunda yapılan uygulamaların hangisinin öğrencilerin akademik başarı ve kavramsal anlamaları üzerinde etkisinin daha fazla olduğunu ortaya koymak için ISBAT ve ISKAT son test puanları Mann Whitney U-Testi ile analiz edilmiştir. Bu test sonuçları incelendiğinde, deney ve kontrol gruplarının son test puanları arasında deney grubu lehine anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir (Tablo 3 ve 4). Bu durum, deney grubunda uygulanan OBYM'nin ısı ve sıcaklık konusunda dokuzuncu sınıf öğrencilerinin akademik başarıları ve kavramsal anlamaları üzerinde daha etkili olduğu sonucunu ortaya koymaktadır. Bu da OBYM'nin yapılandırma ve müzakere etme aşamasının etkili kullanımından kaynaklandığını göstermektedir. Bu aşamada ise öğretmen rehberliğinde öğrencilerin bilgilerini yapılandırmaları için tartışma tekniğine başvurulmuştur. Bu süreçte, öğrenci-öğrenci ve öğrenci-öğretmen etkileşimi gerçekleşmiştir. Öğretmen ve öğrenci iş birliği, öğrencilerin bilgilerinin yapılandırılmasına yardımcı olmuştur. Bu süreçte öğrenciler, bilgiyi paylaşan, araştıran ve müzakere eden konumda olmuşlardır. Yapılan bilimsel etkinlikler, öğrencilerin kavramsal anlamalarının ve akademik başarılarının gelişimine katkı sağlamıştır (Biernacka, 2006; Brown ve Ryoo, 2008; Ebenezer ve Connor, 1998; Kıryak ve Çalık, 2017; Wood, 2012). Diğer taraftan OBYM'nin transfer etme ve genişletme aşamasında sosyobilimsel konuların işlenmesinin öğrencilerin akademik ve kavramsal anlamalarında etkili olduğu söylenebilir. OBYM'nin esas alındığı öğrenme ortamlarında sosyobilimsel konuların öğretimi önemli yer tutmaktadır. Deney grubunun başarısı, öğretim modelinde sosyobilimsel konuların tartışılmasına verilen imkân ile açıklanabilir. Nitekim alan yazında yapılan çalışmaların, bu çalışmanın sonucunu doğrular nitelikte olduğu söylenebilir. Sosyobilimsel konuları temel alan öğrenme ortamlarının, öğrencilerin fen kavramlarının öğrenilmesinde etkili olduğu (Klosterman ve Sadler, 2010); öğrenmeyi ilgi çekici hale getirdiği (Albe, 2008); öğrencilerin epistemolojik gelişimlerini olumlu yönde etkilediği (Zeidler, Sadler, Simmons ve Howes, 2005) ve öğrencilerin fen dersine karşı olumlu tutum geliştirdiği (Lee ve Erdoğan, 2007) sonuçlarına da ulaşılmıştır.

Deney grubunun daha başarılı olması; OBYM'nin bütün aşamalarında az da olsa değerlendirmeye yer verilmesi ve modelin üçüncü aşamasında bilgilerin günlük hayatla ilişkisinin etkili kurulması ile açıklanabilir (Ebenezer vd., 2004; Kıryak, 2013; Wood, 2012). Bunun yanında OBYM'nin birinci aşamasında konuyla ilgili alternatif kavramların tespit edilmesi, daha sonraki aşamalarda bu alternatif kavramlara yönelik etkinlikler yapılarak giderilmesinin de etkili olduğu düşünülmektedir. Bu başarı, deney grubuna uygulanan kavramsal değişim metinleri ve kavram karikatürlerinin birlikte kullanılması ile de açıklanabilir. Çünkü kavramsal değişimi sağlayan öğretim stratejileri içerisinde en etkili stratejilerden birisinin de kavramsal değişim metinleri olduğu ileri sürülmüştür (Bakırcı ve Çalık, 2013; Kurnaz ve Çalık, 2008; Er Nas, 2013). Öğrencilerin ısı ve sıcaklık konusunu etkili öğrenmelerinde, kullanılan kavram karikatürlerinin dikkat çekici ve eğlenceli olmasının (Keogh ve Naylor, 1999; Erdoğan vd., 2012) katkı sağladığı düşünülmektedir. Bununla

birlikte kavramsal değişim metninin, özellikle lise düzeyindeki öğrencilerin ilgisini çekebilecek ve sıkılmadan, sürükleyici bir şekilde okunmasını sağlayacak türü olan, öyküsel kavramsal değişim metni şeklinde hazırlanmış olması kavramsal anlamayı artıran faktörler olarak düşünülebilir (Baser ve Geban, 2007; Kurnaz ve Çalık, 2008; Okur, 2009; Turgut ve Gürbüz, 2011). OBYM ile ilgili yapılan birçok çalışma, öğrencilerin akademik başarıları ve kavramsal anlamaları üzerinde bu modelin etkili olduğunu göstermektedir (Bakırcı vd., 2015; Bakırcı vd., 2016; Ebenezer vd., 2010; İyibil, 2011; Kıryak, 2013; Özdemir ve Hamzaoğlu 2016; Wood, 2012).

Tablo 7 incelendiğinde; ön testte deney ve kontrol grubundaki lise öğrencilerinin ısı ve sıcaklık konusunda literatürde var olan yaygın alternatif kavramlara sahip oldukları sonucuna varılmıştır. Farklı çalışmalarda da (Alwan, 2011; Aydoğan vd., 2003; Doige ve Tay, 2012; De Berg, 2008; Gurcay ve Gulbas, 2015) benzer sonuçlara ulaşılmıştır. Değerlendirme ölçeğinin son iki kategorisine (DC-YG ve YC- YG) bakıldığında genellikle ön test sonuçlarının yüzdelikleri yüksek iken, uygulamadan sonra bu yüzdelik dilimlerinin azaldığı görülmektedir (Tablo 7). Bu durum, lise dokuzuncu sınıf öğrencilerinin başlangıçta ısı ve sıcaklık konusunda alternatif kavramlara sahip olduklarını ortaya koymaktadır (Alwan, 2011; Gurcay ve Gülbas, 2015). Çünkü ISKAT'ta yer alan sorular literatürde yaygın alternatif kavramlar kullanılarak hazırlanmış olması nedeniyle böyle bir çıkarıma gidildiği söylenebilir. Diğer taraftan son test sonuçları değerlendirme ölçeğinin ilk iki kategorisinde (DC-DG ve DC-KDG) öğrencilerin konuyu anlamalarında belirgin bir artışın olduğu görülmektedir. Uygulamadan sonra öğrencilerin yarısından fazlasının ISKAT'ta yer alan soruları doğru gerekçelerle açıkladığı görülmüştür. Bu durum hem kontrol hem de deney grubunda yapılan uygulamaların öğrencilerin ısı ve sıcaklık konusunda kavramsal anlamalarının gelişmesinde etkili olduğu sonucunu doğurmaktadır (Baser ve Geban, 2007; Gönen ve Kocakaya, 2010). Deney grubunda bulunan öğrencilerin kavramsal anlamalarındaki artışın, OBYM'nin ilk aşamasında farklı öğretim tekniklerinin bir arada kullanılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu öğretim teknikleri, öğrencilerin konuyla ilgili ön bilgilerinin ortaya çıkarılmasında, hazırbulunuşluk düzeylerinde ve alternatif kavramların belirlenmesinde önemli rol oynamaktadır (Bakırcı vd., 2017; Biernacka, 2006; Ebenezer vd., 2010; Ebenezer vd., 2004). Ayrıca, modelin diğer üç aşamasında yapılacak etkinliklere, birinci aşamada ortaya çıkan durumdan sonra karar verilmesi de etkili olmaktadır. Bu çalışmada, modelin ilk aşamasında çalışma yaprağı, kelime ilişkilendirme testi ve beyin fırtınası tekniğinin kullanılması; ikinci aşamada deney yapılması ve analoginin kullanılması; üçüncü aşamada ise kavramsal değişim metninin kullanılması gibi etkinliklerin öğrencilerin kavramsal anlamalarında etkili olduğu varsayılmaktadır (Bakırcı, 2014; Kıryak, 2013; Wood, 2012). Kontrol grubu öğrencilerinin kavramsal anlamalarında meydana gelen artışın, deneyler sonrası yapılan tartışmalardan kaynaklandığı söylenebilir.

Deney ve kontrol grubunda yapılan uygulamalar kıyaslandığında, kavramsal öğrenme açısından, deney grubunda uygulanan OBYM'ye dayalı fizik öğretiminin, kontrol grubunda uygulanan mevcut öğretime dayalı fizik öğretiminden daha etkili olduğu şeklinde yorumlanabilir. Uygulamadan sonra değerlendirme ölçeğinin ilk iki kategorisi (DC-DG ve DC-KDG) açısından incelendiğinde; deney grubu öğrencilerinin yüzdeliklerinin, kontrol grubuna göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Tablo 7). Deney grubu öğrencilerinin ISKAT'ta yer alan ısı ve sıcaklık konusuyla ilgili sorulara hem doğru cevap verme hem de doğru gerekçe yazmada daha başarılı oldukları anlaşılmaktadır. Bu durumun, OBYM'nin birçok öğrenme kuramının sentezi şeklinde olması (Bakırcı ve Çepni, 2012; Kıryak, 2013), öğrenci merkezli etkinliklere yer veriyor olması, bu etkinliklerde yer alan soruların en az kavrama düzeyinde olması ve sorgulamalı yaklaşım ve eleştirel düşünebilme becerilerini esas alan soruların, öğretim materyallerinde yer alması ile açıklanabilir. Aynı zamanda OBYM'nin üçüncü aşamasında fen-teknoloji-toplum ve çevre arasındaki ilişkinin anlaşılması için güncel sosyobilimsel konu olan, nükleer enerji ve hidroelektrik santralleri konusunda yapılan tartışmaların da etkili olduğu düşünülmektedir. Sosyobilimsel konular bağlamında yapılan tartışmalar, öğrencilerin muhakeme yapma ve karar verme becerileri üzerinde etkili olmaktadır. Bu durum, öğrencilerin ısı ve sıcaklık konusunda kavramsal anlamalarına katkı sağlamaktadır (Biernacka, 2006; Brown ve Ryoo, 2008; Özdemir ve Hamzaoğlu 2016; Wood, 2012). Bu öğrenme modelinin ikinci ve üçüncü aşamalarında kullanılan öğretim materyallerinin değerlendirme aşamalarında açık uçlu sorular yer almaktadır. Açık uçlu sorular; öğrencilerin yaratıcı

ve eleştirel düşünme, problem çözme, karar verme, analiz, sentez ve değerlendirme becerilerinin ölçülmesinde kullanılmaktadır (Andrew, 2000; MEB, 2013). Böylece, OBYM'nin farklı iki aşamasında kullanılan öğretim materyallerinde yer alan açık uçlu soruların, deney grubu öğrencilerinin kavramsal anlamalarına katkı sağladığı söylenebilir.

Öneriler

OBYM'nin, ısı ve sıcaklık konusunda ortaöğretim 9. sınıf öğrencilerinin kavramsal anlamalarında etkili olduğu tespit edilmiştir. OBYM'nin diğer fizik konularında kullanılmasının öğrencilerin kavramsal anlamaları üzerinde etkili olacağına inanılmaktadır.

OBYM'nin fizik öğretiminde etkili olduğunu gösteren bu çalışmanın yanı sıra fen öğretiminde etkili olduğunu gösteren birçok çalışma bulunmaktadır (Bakırcı vd., 2017; Biernacka, 2006; Ebenezer vd., 2004). Bu bağlamda fizik öğretmenlerine OBYM ile ilgili hizmet içi eğitim verilerek, öğretmenler bu modelin kullanımı için teşvik edilmelidir.

Bu çalışmada ısı ve sıcaklık konusunda geliştirilen öğretim materyallerinin, fizik öğretmenleri tarafından kullanılmasının, öğrencilerinin kavramsal anlamalarını kolaylaştıracağı düşünülmektedir.

Kaynakça

- Abraham, M. R., Grzybowski, E. B., Renner, J. W. ve Marek, E. A. (1992). Understandings and misunderstandings of eighth graders of five chemistry concepts found in textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(2), 105-120.
- Albe, V. (2008). When scientific knowledge, daily life experience, epistemological and social considerations intersect: Students argumentation in group discussions on a socio-scientific issue. *Research in Science Education*, 38, 67-90.
- Alwan, A. A. (2011). Misconception of heat and temperature among physics students. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 12, 600-614.
- Akgün, A., Duruk, Ü. ve Gülmez-Güngörmez, H. (2016). Altıncı sınıf öğrencilerinin ortak bilgi yapılandırma modeline ilişkin görüşleri. *Amasya Eğitim Dergisi*, 5(1), 184-202.
- Andrew, S. F. (2000). Critical thinking in south dakota public schools grades 3, 4 and 5 the influence of teachers. *Behaviors, Perceptions and Attitudes*, 61, 888-899.
- Ates, S. ve Stevens, J. T. (2003). Teaching line graphs to tenth grade students having different cognitive developmental levels by using two different instructional modules. *Research in Science & Technological Education*, 21(1), 55-66.
- Ayas, A., Çepni, S., Akdeniz, A. R., Özmen, H., Yiğit, N. ve Ayvacı, H. Ş. (2015). *Kuramdan uygulamaya fen ve teknoloji öğretimi*. Ankara: Pegem Akademi.
- Aydoğan, S., Güneş, B. ve Gülçiçek, Ç. (2003). Isı ve sıcaklık konusunda kavram yanlışları. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23(2), 111-124.
- Aydoğan, Ş. ve Köksal, E. A. (2017). İlköğretim fen eğitiminde kavram yanlışları konusunda yapılan çalışmaların içerik analizi. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 13(2), 232-260.
- Aytekin, U. (2010). *Ortaöğretim öğrencilerin ısı-sıcaklık konusundaki bilgilerin belirlenmesi ve bu bilgilerin günlük hayata uyarılma düzeyleri üzerine bir araştırma* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Eğitim Bilimler Enstitüsü, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Bakırcı, H. ve Çalık, M. (2013). Adaptasyon ve doğal seçim konusunda geliştirilen rehber materyallerin sekizinci sınıf öğrencilerinin alternatif kavramlarının giderilmesine etkisi. *Eğitim ve Bilim*, 38(168), 215-229.
- Bakırcı, H. ve Çepni, S. (2016). Ortak bilgi yapılandırma modelinin ortaokul altıncı sınıf öğrencilerinin eleştirel düşünme becerilerine etkisi: Işık ve ses ünitesi Örneği. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17(3), 185-202.
- Bakırcı, H. ve Çepni, S. (Haziran, 2012). *Fen ve teknoloji öğretimi için yeni bir model: Ortak bilgi yapılandırma modeli*. X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi'nde sunulan sözlü bildiri, Niğde Üniversitesi, Niğde.
- Bakırcı, H. (2014). *Ortak bilgi yapılandırma modeline dayalı öğretim materyali tasarlama, uygulama ve modelin etkililiğini değerlendirme çalışması: Işık ve ses ünitesi örneği* (Yayımlanmamış doktora tezi). Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Bakırcı, H., Artun, H. ve Şenel, S. (2016). Ortak bilgi yapılandırma modeline dayalı fen öğretiminin ortaokul yedinci sınıf öğrencilerinin kavramsal anlamalarına etkisi (gök cisimlerini tanıyalım). *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(1), 514-543.
- Bakırcı, H., Çalık, M. ve Çepni, S. (2017). The effect of the common knowledge construction model-oriented education on sixth grade students' views on the nature of science. *Journal of Baltic Science Education*, 16(1), 43-55.
- Bakırcı, H., Çepni, S. ve Yıldız, M. (2015). Ortak bilgi yapılandırma modelinin altıncı sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına etkisi: ışık ve ses ünitesi. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 26, 182-204.

- Balım, A. G., İnel, D. ve Evrekli, E. (2008). The effects the using of concept cartoons in science education on students' achievement and enquiry learning skill perceptions. *Elementary Education Online*, 7(1), 188-202.
- Baser, M. ve Geban, Ö. (2007). Effectiveness of conceptual change instruction on understanding of heat and temperature concepts. *Research in Science & Technological Education*, 25, 115-133.
- Biernacka, B. (2006). *Developing scientific literacy of grade five students: A teacher researcher collaborative effort* (Yayımlanmamış doktora tezi). University of Manitoba.
- Blake, A. (2004). Helping young children to see what is relevant and why: supporting cognitive change in earth science using analogy. *International Journal of Science Education*, 26(5), 1855-1873.
- Brown, B. ve Ryoo, K. (2008). Teaching science as a language: A "content-first" approach to science teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 45, 525-664.
- Büyüköztürk, Ş. (2011). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı* (14. bs.). Ankara: Pegem Akademi Yayınları.
- Carlton, K. (2000). Teaching about heat and temperature. *Physics Education*, 35(2), 101-105.
- Chambers, S. K. ve Andre, T. (1997). Gender, prior knowledge, interest and experience in electricity and conceptual change text manipulations in learning about direct current. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(2), 107-123.
- Chiu, M. ve Lin, J. (2005). Promoting fourth graders' conceptual change of their understanding of electric current via multiple analogies. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(4), 429-464.
- Çalık, M. (2006). *Bütünleştirici öğrenme kuramına göre lise 1 çözümler konusunda materyal geliştirilmesi ve uygulanması* (Yayımlanmamış doktora tezi). Fen Bilimleri Enstitüsü, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Çalık, M. ve Cobern, W. W. (2017). A cross-cultural study of CKCM efficacy in an undergraduate chemistry classroom. *Chemistry Education Research and Practice*, 18(4), 691-709.
- Çepni, S. (2011). *Araştırma ve proje çalışmalarına giriş*. Trabzon: Celepler Matbaacılık.
- Çetingül, İ. ve Geban, Ö. (2011). Using conceptual change texts with analogies for misconceptions in acids and bases. *Hacettepe University Journal Education*, 41, 112-123.
- De Berg, K. C. (2008). The concepts of heat and temperature: The problem of determining the content for the construction of an historical case study which is sensitive to nature of science issues and teaching-learning issues. *Science & Education*, 17(1), 75-114.
- Demircioğlu, H. ve Atasoy, Ş. (2006). Bütünleştirici öğrenme kuramına uygun çalışma yapraklarının geliştirilmesi: Bir model önerisi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19, 71-79.
- Demircioğlu, H. ve Vural, S. (2016). Ortak bilgi yapılandırma modelinin sekizinci sınıf düzeyindeki üstün yetenekli öğrencilerin kimya dersine yönelik tutumları üzerine etkisi [Special Issue-1]. *Hasan Ali Yücel Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(1), 49-60.
- Doige, C. A. ve Tay, T. (2012). A typology of undergraduate textbook definitions of heat across science disciplines. *International Journal of Science Education*, 34, 677-700.
- Ebenezer, J. V. ve Connor, S. (1998). *Learning to teach science: A model for the 21. century*. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall, Simon and Schuster/A Viacom Company.
- Ebenezer, J., Chacko S. ve Immanuel, N. (2004). Common knowledge construction model for teaching and learning science: Application in the Indian context. http://www.hbcse.tifr.res.in/episteme/episteme1/themes/jazlin_Ebnezer_finalpaper.pdf adresinden erişildi.
- Ebenezer, J., Chacko, S., Kaya, O. N., Koya, S. K. ve Ebenezer, D. L. (2010). The effects of common knowledge construction model sequence of lessons on science achievement and relational conceptual change. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(1), 25-46.

- Er Nas, S. (2013). *Madde ve ısı ünitesindeki kavramların günlük hayata transfer edilmesinde derinleştirme aşamasına yönelik geliştirilen kılavuzun etkililiğinin değerlendirilmesi* (Yayımlanmamış doktora tezi). Eğitim Bilimler Enstitüsü, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Erdoğan, A. ve Cerrah-Özsevgeç, L. (2012). Kavram karikatürlerinin öğrencilerin kavram yanlışlarının giderilmesi üzerindeki etkisi: sera etkisi ve küresel ısınma örneği. *Turkish Journal of Education*, 1(2), 1-13.
- Erkaçan, İ., Moğol, S. ve Ünsal, Y. (2012). Çoklu zekâ kuramının lise birinci sınıf öğrencilerinin ısı-sıcaklık, genleşme ve sıkıştırılabilirlik konularındaki akademik başarılarına ve öğrenmenin kalıcılığına etkisi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 9(2), 65-78.
- Eryılmaz, A. ve Sürmeli, E. (Eylül, 2002). Üç-aşamalı sorularla öğrencilerin ısı ve sıcaklık konularındaki kavram yanlışlarının ölçülmesi. *V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitim Kongresi*. Middle East Technical University, Ankara.
- Gönen, S. ve Kocakaya, S. (2010). A cross-age study: A cross-age study on the understanding of heat and temperature. *Eurasian Journal of Physics and Chemistry Education*, 2(1), 1-15.
- Gurcay, D. ve Gulbas, E. (2015). Development of three-tier heat, temperature and internal energy diagnostic test. *Research in Science & Technological Education*, 33(2), 197-217.
- Hand, B. ve Treagust, D. F. (1991). Student achievement and science curriculum development using a constructivist framework. *School Science and Mathematics*, 91(4), 172-176.
- Hitt, A. M. ve Townsend, J. S. (2015). The heat is on! using particle models to change students' conceptions of heat and temperature. *Science Activities: Classroom Projects and Curriculum Ideas*, 52(2), 45-52.
- İyibil, Ü. (2011). A new approach for teaching 'energy' concept: The common knowledge construction model [Özel Sayı]. *Western Anatolia Journal of Educational Sciences*, 1-8.
- Kaptan, F. ve Korkmaz, H. (2001). Hizmet öncesi sınıf öğretmenlerinin fen eğitiminde ısı ve sıcaklıkla ilgili kavram yanlışları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(1), 59-65.
- Karlı, F. ve Çalık, M. (2012). Can freshman science student teachers' alternative conceptions of 'electrochemical cells' be fully diminished? *Asian Journal of Chemistry*, 24(2), 485-491.
- Keogh, B. ve Naylor, S. (1999). Concept cartoons, teaching and learning in science an evaluation. *International Journal of Science Education*, 21(4). 431-446.
- Kesidou, S. ve Duit, R. (1993). Students' Conceptions of the second law of thermodynamics an interpretive study. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(1), 85-106.
- Kıryak, Z. (2013). *Ortak bilgi yapılandırma modelinin 7. sınıf öğrencilerinin su kirliliği konusundaki kavramsal anlamalarına etkisi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Eğitim Bilimler Enstitüsü, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Kıryak, Z. ve Çalık, M. (2017). Improving grade 7 students' conceptual understanding of water pollution via common knowledge construction model. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 1-22.
- Klosterman, M. L. ve Sadler, T. D. (2010). Multi-level assessment of scientific content knowledge gains associated with socio-scientific issues-based instruction. *International Journal of Science Education*, 32(8), 1017-1043.
- Kurnaz, M. A. ve Çalık, M. (2008). Using different conceptual change methods embedded within the 5E's model: a sample teaching for heat and temperature. *Journal of Physics Teacher Education Online*, 5(1), 3-10.
- Lee, M. K. ve Erdogan, I. (2007). The effect of science-technology-society teaching on students' attitudes toward science and certain aspects of creativity. *International Journal of Science Education*, 29(11), 1315-1327.

- Maskill, R. ve Pedrosa, H. (1997). Pupils' questions, alternative frameworks and the design of science teaching. *International Journal of Science Education*, 31(6), 657-677.
- Millî Eğitim Bakanlığı, Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı. (2013). *Ortaöğretim fizik dersi (9, 10, 11 ve 12. Sınıflar) öğretim programı*. Ankara: Millî Eğitim Bakanlığı.
- Nottis, K. E. K. ve McFarland, J. (2001). A comparative analysis of pre-service teacher analogies generated for process and structure concepts. *Electronic Journal of Science Education*, 5(4), 1-15.
- Okur, M. (2009). *Kavramsal değişimi sağlayan farklı metotların karşılaştırılması: Sesin yayılması konusu örneği* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Eğitim Bilimler Enstitüsü, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Özdemir, E. B. ve Hamzaoğlu, E. (2016). Impact of common knowledge construction model on the academic achievement and attitude towards science in science education. *World Journal of Environmental Research*, 6(1), 25-35.
- Özmen, H., Demircioğlu, H. ve Demircioğlu, G. (2009). The effects of conceptual change texts accompanied with animations on overcoming 11th grade students' alternative conceptions of chemical bonding. *Computers and Education*, 52, 681-695.
- Shadish, W. R., Cook, T. D. ve Campbell, D. T. (2002). *Experimental and quasi experimental designs for generalized causal inference*. New York: Houghton Mifflin.
- Şahin, Ç. (2010). *İlköğretim 8. sınıf kuvvet ve hareket ünitesinde zenginleştirilmiş 5e öğretim modeline göre rehber materyal tasarlanması, uygulanması ve değerlendirilmesi* (Yayımlanmamış doktora tezi). Eğitim Bilimler Enstitüsü, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Taber, K. S. (2000). Finding the optimum level of simplification: The case of teaching about heat and temperature. *Physics Education*, 35(5), 320-325.
- Tanahoung, C., Chitaree, R. ve Soankwan, (2010). Probing thai freshmen Science students' conceptions of heat and temperature using open-ended question: A case study. *Eurasian Journal of Physics and Chemistry Education*, 2(2), 82-94.
- Treagust, D. F. ve Chandrasegaran, A. L. (2007). The Taiwan national science concept learning study in an international perspective. *Journal of Science Education*, 29(4), 391-403.
- Turgut, Ü. ve Gürbüz, F. (2011). Effects of teaching with 5E model on Students' behaviors and their conceptual changes about the subject of heat and temperature. *International Online Journal of Educational Sciences*, 3(2), 679-706.
- Ültay, E. ve Can, M. (2015). Okulöncesi öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklık konusundaki kavramsal bilgilerinin incelenmesi. *Karadeniz Sosyal Bilimler Dergisi*, 7(2), 1-23.
- Wood, L. C. (2012). *Conceptual change and science achievement related to a lesson sequence on acids and bases among African American alternative high school students: A teacher's practical arguments and the voice of the "other"* (Yayımlanmamış doktora tezi). Wayne State University.
- Yavuz, S. ve Büyükekeşi, C. (2011). Kavram karikatürlerinin ısı-sıcaklık kavramlarının öğretiminde kullanılması. *Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi*, 1(2), 25-30.
- Yeşilyurt, M. (2006). High school students' views about heat and temperature concepts. *International Journal of Environmental and Science Education*, 1(1), 1 - 24.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2006). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Zeidler, L. D., Sadler, D. T., Simmons, L. M. ve Howes, V. E. (2005). Beyond STS: A research-based framework for scocio-scientific issues education. *Wiley Inter Science*, 357-377.