



MODELLEMeye DAYALI ÖĞRETİMİN BİLİŞÜSTÜ FARKINDALIK, TUTUM VE KAVRAMSAL ANLAMAYA ETKİSİ

THE EFFECT OF MODEL BASED TEACHING ON METACOGNITIVE AWARENESS, ATTITUDES AND CONCEPTUAL UNDERSTANDING

^aGül ÜNAL ÇOBAN, ^bMerve KOCAGÜL SAĞLAM & ^cGonca SOLMAZ

^aDoç. Dr., Dokuz Eylül Üniversitesi, gulunalcoban@gmail.com

^bArş. Gör., Dokuz Eylül Üniversitesi, mervekocagl@gmail.com

^cÖğretmen, Milli Eğitim Bakanlığı, goncasolmaz@gmail.com

Özet

Bu çalışmada, modellemeye dayalı yürütülen Fen ve Teknoloji dersi “Ses” ünitesinin öğrencilerin bilişüstü farkındalıklarına, fen ve teknoloji dersine yönelik tutumlarına ve ses konusundaki kavramsal anlamalarına etkisi incelenmiştir. İzmir ilindeki bir ilköğretim okulunun 8. Sınıflarıyla gerçekleştirilen ve yaklaşık 3,5 hafta süren uygulamada deney ve kontrol grupları ile çalışılmıştır. Deney sınıfında dersler modellemeye dayalı olarak işlenirken, kontrol sınıfında mevcut programa uygun olarak işlenmiştir. Veriler, Bilişüstü Ölçeği, Fen ve Teknoloji Tutum Ölçeği ve Ses konusunda Kavramsal Anlama Soruları ile toplanmıştır. Deney grubundaki öğrencilere ayrıca Bilişüstüne yönelik Açık Uçlu Sorular da ön ve son test olarak uygulanmıştır. Bilişüstü ve Tutum ölçekleri ile kavramsal anlama sorularının analizi istatistik programı kullanılarak yapılmıştır. Açık uçlu soruların analizinde ise içerik analizi yapılmıştır. Öğrencilerin bilişüstü farkındalık profilleri farklı açılardan sorunlu noktalara işaret ederken, araştırma sonunda bilişüstü farkındalık ve fen ve teknolojiye yönelik tutumlarda her iki grup arasında anlamlı fark görülmezken; kavramsal anlama açısından deney grubu lehine anlamlı gelişme izlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Modellemeye dayalı öğretim, fen eğitimi, bilişüstü farkındalık, kavramsal anlama, ses.

Abstract

In this study, the effect of model based teaching of “sound” unit on students' metacognitive awareness, attitudes toward science and technology course and conceptual understanding was examined. The research was conducted with experimental and control groups and lasted for 3,5 weeks. The experimental group received model based courses whereas the control group received regular science education both based existing curriculum. Data were collected by using Metacognition Scale, Attitudes toward Science and Technology Course Scale and Conceptual Understanding Questions. Additionally, Open-ended Questions for Metacognition was implemented to experimental group as pre and post test. According to results, no significant differences were observed between both groups' metacognitive awareness and attitudes toward science and technology course. However, the experimental group's conceptual understanding was significantly improved.

Keywords: Model based teaching, science education, metacognitive awareness, conceptual understanding, sound.

Giriş

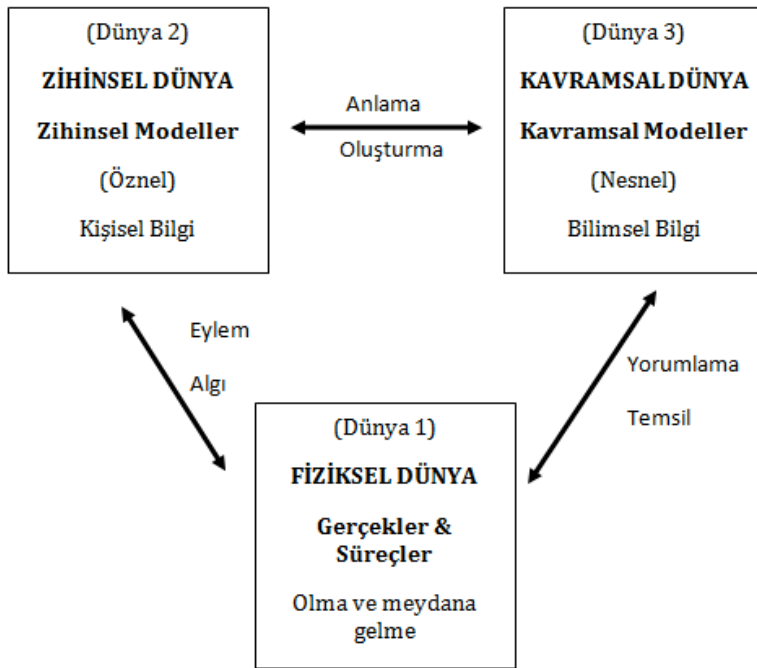
Bilim ve teknolojiye meydana gelen hızlı değişimler ve gelişmeler ülkeleri eğitim reformlarına yönlendirmiştir. Geliştirilen bu öğretim programlarında öğrencilerin bilgiyi doğrudan kabullenmek yerine aktif olduğu, bilgiyi sorgulayarak, araştırarak yapılandırdığı öğrenme ortamlarının oluşturulmasına önem verilmiştir. Ülkemizde de fen bilimleri öğretim programında araştırma-sorgulama becerileri yüksek, fen okur-yazarı bireyler yetiştirilmesi hedeflenmiş ve fen derslerinin araştırma-sorgulama yaklaşımıyla işlenmesi önerilmiştir (MEB, 2004; 2013). Bununla birlikte araştırma-sorgulama ortamında bilimsel süreç becerileri ve bilimin doğası anlayışı ön planda tutulurken model yoluyla öğrenme benzer ilgiyi görememiştir (Schwarz ve Gwekwerere, 2007). Oysa pek çok eğitimci tarafından öğrencileri gerçekçi bilimsel sorgulama süreçlerine dahil edebilmek için modeller ve modelleme, bilim okur-yazarlığının önemli bir bileşeni olarak görülmektedir (Acher, Arca ve Sanmarti, 2007; Linn, 2003).

Modellemeye Dayalı Öğretim

Alan yazında model; bir sistemin belirli yönlerine dikkat çekmede kullanılan, sistemin basitleştirilmiş bir temsili (Ingham ve Gilbert, 1991) ve bir olgu, nesne ya da düşüncenin (hedefin) daha bilindik olanla (kaynak) temsil edilmesi (Tregidgo ve Ratcliffe, 2000) olarak tanımlanmaktadır. Eğitim bağlamında modellerin ele alındığı çalışmalarda modeller araştırmacılar tarafından her ne kadar farklı sınıflandırmalarla ifade edilmiş olsa da, özünde modeller *açık ve zihinsel* olarak sınıflandırılabilir (Ünal, 2005). *Açık modeller*, kaynak ve hedef arasındaki benzerliğe dikkat çeken yüzeysel yakınlıkların yanısıra kavramsal anlamaların

gelişimini sağlayan derin ve sistematik işlev yakınlıkları üzerine kuruludur (Harrison ve Treagust, 1998). *Zihinsel modeller* ise bireylerin zihinlerinde yapılandıkları ve zihinsel bileşenlerle sorguladıkları zihinsel yapılar olarak tanımlanmaktadır (Johnson-Laird, 1983).

McBroom (2011) içinde bulunduğumuz dünya, öğrendiğimiz dünya (kavramsal modeller) ve algıladığımız dünyanın (zihinsel modeller) birbiri ile sürekli etkileşim halinde olduğunu ifade etmiştir (Şekil 1). Bilimsel süreçler yoluyla fiziksel dünyanın anlamlandırılması amacıyla elde edilen bilimsel bilgi kavramsal modellerimizi yapılandırır. Bu modelleri ön bilgilerimizin ışığında anlamlandırma çabamız zihinsel modellerimizi oluşturur ve zihinsel modellerimiz ise dünyayı nasıl anlamlandırdığımızı etkiler, bu etkileşim sürekli devam eder.



Şekil 1. Kavramsal Modeller ve Zihinsel Modeller (McBroom, 2011)

Modellemeye dayalı öğrenme, bir olguya yönelik zihinsel modellerin yapılandırıldığı dinamik ve kendi içerisinde yinelenen bir süreç olarak tanımlanabilir (Buckley ve diğerleri, 2004). Bu süreç zihinsel modellerin oluşturulması, test edilmesi, zenginleştirilmesi, revize edilmesi ya da reddedilmesini kapsar. Bu bakımdan bilim insanlarının hipotez geliştirme ve onu test etme süreci ile benzerlik gösterir (Clement, 1989). Modellemeye dayalı öğretim ise bir olguya ilişkin zihinsel modellerin yapılandırılması (Gobert ve Buckley, 2000) ve bir bireyin ya da gruptaki öğrencilerin zihinsel model yapılandırmalarını kolaylaştırmayı

amaçlayan öğretimsel stratejiler, öğrenme etkinlikleri ve bilgi kaynaklarını bir araya getiren bir uygulamadır (Clement, 2008). Modellemeye dayalı öğrenmenin temelinde iki önemli süreç yatmaktadır: analogik akıl yürütme ve yapısal eşleştirme. Analogik akıl yürütme sürecinde, aşina olduğumuz işler edinilen deneyimler aracılığıyla yürütüldüğünden, üzerinde çalışılan konu yabancı olduğunda daha da önem kazanmaktadır. Analogik akıl yürütme kullanılan ilişkilerin sayısına, türüne ve niteliğine bağlıdır (Halford ve McCredden, 1998). Bilginin analogik akıl yürütmeyle transferi, yakın transfer ve uzak transfer olmak üzere iki yolla gerçekleşir. Öğretim materyallerinin öğrenme ortamında sunulan belli başlı yüzeysel gerçeklerine dikkat çekilmesi yakın transfer; materyalin yaratıcı, dönüştürücü biçimde kullanılması ise uzak transfer olarak ifade edilebilir (Mayer ve ark., 1984). Yakın transferde, modeli yapılandıran birey, verilen bir olay ya da içinde bulunulan durumun önceki deneyimleri ile benzerlikleri olup olmadığının farkına varır. Böyle bir durumda, birey analogik akıl yürütme için önceki benzer deneyimlerine ait olan şemayı kullanabilir. Uzak transferde ise birey yapılandırdığı modeli problem çözme becerisi gerektiren yeni durumlara uygulayarak sınar, gerektiğinde problemin çözümüne yönelik olarak model üzerinde uyarlamalara gider. Gentner ve Gentner (1983; Akt. Gentner & Gentner 1983) öğretilmek istenen hedefteki kavramsal çıkarımların verilen temel alanın kullanılmasından yola çıkılarak analogik bir model olarak tahmin edildiğini ileri sürmüşler ve bu analogik süreç yapısal eşleştirme (structural mapping) adını vermişlerdir. Burada benzerlik nesnelerin ya da varlıkların kendilerinden getirdikleri doğal özellikler üzerine değil, nesnelere ve varlıklar arasındaki ilişkiler üzerine kuruludur. Yapısal eşleştirme, birbirine benzemeyen sistemler arasındaki ilişkileri benzer işlemler ve ilişkileri kullanarak açıklama eğilimindedir.

Alan yazında modellemeye dayalı öğretimle ilgili öne çıkanlar ise şu şekilde sıralanabilir (Shen ve Confrey, 2007; Ünal Çoban, 2009):

*Modellemeye dayalı öğretim çoklu gösterimler kullanarak –resimler ve diyagramlarla- görsel alan, oyun ve çeşitli etkinliklerle bedensel alan; önermelerle sözel alan vb. farklı zeka alanlarına hitap edebilir.

*Modelleme sadece günlük olay olarak kavramsal değişimin gerçekleşmesindeki mekanizmaları açıklamakla kalmaz; fen eğitiminde kavramsal öğrenmeyi gerçekleştirilebilmek için öğretimsel stratejiler de sunar.

*Modellemeye dayalı öğretim sürecinde öğrencinin modeli yapılandırma, gözden geçirme, alternatiflerine dönüştürebilmeyi tecrübe edebildiğinden bu, öğrencinin bilimsel modellerin nasıl oluşturulduğunu anlamasına katkıda bulunur.

*Öğrencilere yanlış olsa bile zihinlerinde canlandırdıklarını, düşündüklerini ifade etme olanağı tanır.

*İlgili kavramların öğrencilerin zihninde hangi bağlam içerisinde, nasıl yapılandırıldığını anlama fırsatı sunar. Bu nedenle de kavram yanlışlarının türünü ve nedenini bilmede öğretmene yarar sağlar.

*Bir konuya ilişkin tek bir doğru model olmadığından öğrencilerin düşüncelerini eleştirmelerine ve incelemelerine olanak tanır.

*Öğrencilerin akıl yürütme becerilerinin gelişmesine katkıda bulunur.

*Modellemeye temel oluşturan analogik akıl yürütme sayesinde çevrelerinde daha önceden bilinen olaylar yardımıyla yeni öğrenilecek materyalleri daha kolay içselleştirmelerine yardımcı olur.

*Basitten zora, somuttan soyuta doğru kullanılarak, öğrenmeyi kolaylaştırır.

*Modellerin karakteri, bilimsel çalışmaların ve bilimsel bilginin yapısı ile benzer özellikler gösterdiğinden bilimin doğası anlayışını kazandırmada yararlıdır.

*Öğrencilerin yaratıcılıklarını geliştirir.

*Öğrencilerin kendi zihinsel modellerini sınıf içindeki diğer öğrencilerinkiyle karşılaştırma fırsatı sağladığından öğrenme ürünlerine ve sürecine yönelik bilişüstü farkındalık sağlar. Bu sayede öğrenciler sürecin başında ve sonunda sahip oldukları kavramsal çerçeveyi daha rahat kavrarlar.

Bununla birlikte gerek zihinsel gerek kavramsal modellerin öğretim yoluyla geliştirilme sürecinde karşılaşılabilecek bazı zorluklar da mevcuttur. Clement (2000)'e göre bunlar;

*Gizli açıklayıcı modellerin doğrudan gözlenemeyeceği,

*Öğrencilerin yüzeysel bir şekilde öğrenmeye alışmış olabileceği,

*Yeni modellerin önceki var olan modeller ile uyuşmaması ve bu yeni modelin kazanılmasının bilginin yeniden düzenlenmesini ya da kavramsal değişim sürecini gerektirebilmesi,

*Modelleri tanımlamada kullanılan özelleşmiş kelimelerin, günlük yaşamda kullanılan dil ile çelişebilmesidir.

Modellemenin eğitim açısından sağladığı katkılarında karşılaşılan zorluklar bir arada düşünüldüğünde dahi yine de modellemenin önemi açık bir şekilde ortaya çıkmaktadır. Çünkü modelleme bir olguyu, bir davranışı tanımlamak ve neden-sonuç ilişkisini açıklamak için gereklidir (Justi ve Gilbert, 2002), modellemeye dayalı öğretim, bireylerin bilgi yapılandırma sürecine dâhil olmasını ve böylece bilginin daha iyi bir şekilde özümlemesini sağlar (Kahn, 2008), modelleme yapmak öğrencilerin modelin deneyimi açısından var olan bilgiyi düzenlediği yansıtıcı aktiviteleri içerir (Halloun, 1996) ve modelleme sürecinde bireyler bilgi ezberlemek yerine bilimsel olguları açıklayabilirler ve böylece problemleri tanımlayabilir ve revize edebilirler. Bu durum fen öğretiminin içerik ve becerilerin anlamlı öğrenilmesi ve üst düzey düşünme becerileri gelişimine yardımcı olması gerektiği fikri ile uyum içerisindedir (Erduran, 2001). Ayrıca, alan yazında modellemeye dayalı öğretimin öğrencilerin uzamsal düşünme ve zihinsel çevirme becerilerini olumlu etkilediği de araştırmalarla ortaya konmuştur (Yurt ve Sünbül, 2012).

Bilişüstü Farkındalık

Günümüz eğitiminin temel amacı öğrencilerin bilgiyi depolamak yerine yaşamları boyunca kullanacakları düşünme becerileri ve stratejilerini onlara kazandırmak, bir başka ifadeyle onlarda bilişüstü farkındalık oluşturmaktır. Flavell (1987) bilişüstünü kişinin bilişsel süreciyle ilgili bilgisi olarak tanımlamıştır (Akt. Yıldız, 2008). Bilişüstü ayrıca, bir iş üzerinde çalışırken düşüncemizi düzenleme yeteneğini içeren nasıl düşündüğümüz ve ne bildiğimiz ile ilgili bilgi ve anlayış olarak da tanımlanmaktadır (Gardner, 1987, Akt. McElwee, 2009). McCormic (2003) ise bilişüstünü, kişinin bilişi konusunda anlayışı ve farkındalık göstermesi ya da düşünme hakkında düşünme olarak yorumlanan bir terim olarak tanımlamaktadır.

Bilişüstü ile ilgili yapılan tanımlar göz önüne alındığında tanımlamaların bilişi anlama ve bilişi düzenleme olarak iki bileşen üzerine odaklandığı görülmektedir. Bazı araştırmacılar bu

iki bileşeni bilişüstü bilgi ve bilişüstü beceri olarak da isimlendirmektedir (Schraw ve Moshman, 1995; Veenman ve ark., 2006). Biliş bilgisi, kişinin bilişi hakkında ne bildiği ile ilgilidir (Flavell, 1979) ve genellikle üç alt bileşene sahiptir (Flavell ve Wellman, 1977, akt. Veenman, 2012); Schraw ve Moshman, 1995). Bunlardan birisi *demeçsel bilgi* olarak adlandırılan kişinin bir öğrenci olarak kendi ile ilgili sahip olduğu bilgiyi ifade eder. Kişinin sayısal derslerde sözel derslere göre daha fazla zorlandığını bilmesi demeçsel bilgi örneği olabilir. Bir diğer bilgi *yöntemsel bilgi* olarak isimlendirilen kişinin stratejiler ve diğer yöntemlerle ilgili sahip olduğu bilgidir. Kişinin not alarak daha kolay öğrendiğinin farkında olması yöntemsel bilgiye sahip olduğunu gösterir. Sonuncu bileşen ise *koşulsal bilgi* olarak isimlendirilen ve kişinin belirli bir stratejiyi niçin ve ne zaman kullanacağına ilişkin bilgidir (Schraw, Olafson, Weibel ve Sewing, 2012). Bilişin düzenlenmesi de biliş bilgisi gibi üç alt bileşene sahiptir. Bunlar planlama, izleme ve değerlendirmedir (Schraw, 2006). *Planlama* uygun stratejilerin seçimini içerirken, *izleme* öğrenmeyi kontrol etmek için gerekli kişisel becerilerin test edilmesini kapsar. *Değerlendirme* ise kişinin öğrenme ve öğrenmeyle ilgili özdüzenlemelerini değerlendirmesi anlamına gelmektedir (Schraw ve ark., 2012).

Görüldüğü gibi biliş üstü öğrencileri güçlendiren faktörleri içerir. Bir öğrencinin nasıl çalıştığı, çalışmasını nasıl organize ettiği ile ilgili kontrol göstermesi, onun öğrenmede sorumluluk almasını ve öğrenmeyi aktif bir süreç olarak görmesini sağlar (McElwee, 2009). Bunun yanında düşüncenin farkında olunması bilimsel süreçlerin karmaşık doğasının anlaşılmasında öğretmenlere ve öğrencilere yardımcı olur (Seraphin, Philippoff, Kaupp ve Vallin, 2012). Yapılan araştırmalar da bilişüstü farkındalığın tüm yaştaki öğrencilerin fen öğrenmeleri konusunda önemli bir bileşen olduğunu belirtmekte (Linn ve Bat-Sheva, 2006) ve bilişüstü bilgi ve bilişüstü becerilerin öğrenmeyi olumlu yönde etkilediğini (Zohar, 2006), bilişüstünün bilimdeki fikirleri yeniden yapılandırmayı sağladığını ve öğrenilen kavramların farklı alanlara transfer edilmesini arttırdığını (Blank, 2000; Georghiades, 2000) belirtmektedir.

Araştırmalar aynı zamanda bilişüstünü çerçevlendiren üç boyut ve bunlarla ilgili soruları da ortaya koymuştur: Bu boyutlardan birincisi "anlaşılabilirlik"tir ve "açıklama benim için bir anlam ifade ediyor mu?" sorusunu temel alır. İkinci boyut "akla yakınlık"tır ve "bu açıklama benim için olası bir açıklama olabilir mi?" sorusu ile ilgilenir. Üçüncü boyut ise "kabul

edilebilirlik"tir ve "bu açıklamayı öğrenmiş olduğum bağlam dışına uygulayabilir miyim?" sorusunu temel alır. Bu boyutlardan anlaşılabilirlik ve akla yakınlık, öğrencileri modelleme sürecine dahil edecek tamamlayıcı pedagojilerdir (Grotzer ve Mittkefeldt, 2012).

Çalışmanın Amacı

Bu çalışmada, ele alınan modellemeye dayalı öğretim süreci, zihinsel yapıların yeniden yapılandırılma süreci olarak görüldüğünden bilişe yönelik eylemlerle ve kavramsal anlama süreci ile yakından ilişkili olduğu düşünülmektedir. Zihinsel modellerin oluşturulması, insanın biliş sisteminin önemli bir özelliğidir ve bu modeller kavram gelişimi ve kavramsal değişimin temelidir (Vosniadou, 2002). Kavramsal değişim, anlamlı öğrenmenin altında yatan mekanizmadır (Mayer, 2002). Bir başka tanıma göre kavramsal değişim, kavramsal modellerin yeniden organize edilmesi ve yapılandırılması sürecidir (Jonassen, Strobel ve Gottdenker, 2005). Bu tanımdan yola çıkılarak modelleme süreci ve kavramsal değişim ilişkisi açık bir şekilde görülebilir.

Diğer yandan, alan yazında modelleme sürecinin bilişüstünü etkilediğini belirten çalışmalar her ne kadar mevcut ise de (White ve Frederiksen, 1998; Papaevripidou, Constantinou ve Zacharia, 2009; Stratford, Krajcik ve Soloway, 1998) bu konuda ulusal çalışmaların olmayışı dikkat çekmektedir. Bu bakımdan bilişüstü farkındalık ve kavramsal anlamamanın modelleme süreciyle ilgili bağlantısının detaylı bir şekilde işlenmesinin gözlenen bu açığı kapatma yolunda faydalı olacağı düşünülmektedir. Bu nedenle çalışma kapsamında oluşturulan öğrenme ortamında, öğrencilerin öncelikle kendi zihinsel modellerinin farkına varmalarını sağlayarak, sosyal etkileşime olanak tanıyan etkinliklere aktif katılarak, tartışarak kendi modellerini ifade edip, arkadaşlarının modelleriyle karşılaştırarak gözden geçirmelerine yardımcı olmak amaçlanmıştır. Bu sayede öğrencilerin kavramsal anlamalarını, bilişüstü farkındalıklarını işbirliği içerisinde yapılandırmaları beklenmektedir (Coll ve ark., 2005).

Çalışmada yer alan kavramsal bağlamın belirlenmesinde, alan yazın taranmış ve gündelik bir olgu olarak sürekli karşımıza çıkmasına karşın öğrencilerin kavramsal yanılgılara sahip olduğu "ses" konusunda çalışmaya karar verilmiştir. Örneğin, Linder ve Ericson (1989) öğrencilerin sesi zihinlerinde nasıl kavramlaştırdıklarını araştırdıkları çalışmalarında, öğrencilerin sesi bir ortam boyunca bireysel moleküllerle taşınan ve sesi bir molekülden

diğerine aktarılan bir varlık olarak düşündüklerini; bir kuvvet olarak algıladıklarını ortaya koymuşlardır. Buradan, öğrencilerin sesin dalga yapısı ile ilgili problemleri olduğu anlaşılmaktadır. Witmann'da (2003) öğrencilerin ses dalgalarının madde taşıdığını ve sesin yayıldığı ortam boyunca katı maddeleri iteceğini düşündüklerini bulmuştur. Chang ve arkadaşları (2007) ilköğretim ve ortaöğretim öğrencilerinin fizik konularındaki (optik, manyetizma, mekanik, ses ve sıcaklık) kavram yanlışlarını araştırmıştır. Çalışmanın sonunda ses konusuyla ilgili olarak öğrencilerin sesi bir enerji olarak kabul etmediklerini, sadece taneciklerden oluştuğunu, sesin bir ortamdan diğerine geçmesinde ortamın bir etkisinin olmadığını ve öğrencilerin çok azının sesin oluşumunu anlatmada titreşim kelimesini kullandıklarını bulmuştur. Bir başka çalışmada öğrencilerin ses konusu ile ilgili zihinsel modelleri ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Bu modeller çıkarılırken öğrencilerin ses konusundaki yanlış anlamaları da ortaya koyulmuştur. Buna göre öğrenciler sesi bir varlık olarak düşünmekte ve sesin kendisinden bağımsız olarak üretildiğini savunmaktadırlar. Çalışmada ayrıca sesi varlık olarak algılayan öğrencilerin yanında sesin dalga modelini benimseyen ve hem dalga hem varlık modelini kullanarak sesi kavramlaştıran öğrencilerin de olduğu belirtilmiştir (Hrepic, 2004). Bir diğer çalışmada öğrencilerin sesin şiddeti ve yüksek sesliliğin aynı şey olduğunu düşündükleri rapor edilmiştir (Merino, 1998). Hrepic, Zollman ve Rebello (2010) ise birinci sınıf fizik öğrencilerinin sesin yayılması konusunda zihinsel modellerini araştırdıkları çalışmalarında öğrencilerin sesin bilimsel olarak kabul edilen "dalga modeli"ne ek olarak sesin yayıldığı ortamdan farklı kendi başına bir varlık olarak algıladıkları "varlık modeli"ne ve her iki modelin özelliklerini taşıyan "karma model" anlayışlarına sahip olduklarını belirtmişlerdir.

Yukarıda sayılan nedenlere bağlı olarak bu çalışmada, modellemeye dayalı öğretimin 8. sınıf öğrencilerinin ses konusundaki bilişüstü farkındalıklarına, fen ve teknoloji dersine yönelik tutumlarına ve kavramsal anlamalarına etkisi araştırılmıştır. Çalışmaların ortaya koyduğu sonuçlar ve alan yazında modellemeye dayalı öğretimle ilgili Türkçe çalışmaların sınırlı olması durumları çalışmanın amacının şekillenmesinde etkili olmuştur. Bu amaç doğrultusunda aşağıdaki alt problemlere yanıt aranmıştır:

1.) Modellemeye dayalı öğretim öğrencilerin bilişüstü farkındalıkları üzerinde etkili midir?

2.)Modellemeye dayalı öğretim öğrencilerin fen ve teknoloji dersine yönelik tutumları üzerinde etkili midir?

3.)Modellemeye dayalı öğretim öğrencilerin ses konusundaki kavramsal anlamaları üzerinde etkili midir?

Yöntem

Araştırma Modeli ve Katılımcılar

Araştırmada ortaokul 8. sınıf öğrencilerinden oluşan deney ve kontrol grupları ile çalışılmıştır. Araştırma modellemeye dayalı fen öğretiminin seçilen değişkenler üzerindeki etkilerini keşfetmeye yönelik olduğundan işlemsel olarak yarı-deneysel araştırma modelindedir (Fraenkel ve Wallen, 2006). Deneysel uygulamanın örneklemini İzmir iline bağlı merkez ilçelerin birisinde yer alan bir devlet ortaokulunun 8. sınıfında öğrenim görmekte olan öğrenciler oluşturmaktadır. Bu çalışma grubunun tercih edilmesinin sebebi araştırmacılardan birisinin görev yaptığı okul olması sebebiyle kolay ulaşılabilir olmasındandır. Araştırmacılardan birinin görev yaptığı okulda okutmakta olduğu 8. sınıflardan rastgele iki sınıf belirlenmiş ve yine rastgele olarak bu sınıflar gruplara atanmıştır. Deney ve kontrol gruplarında 29'ar öğrenci bulunmaktadır.

Veri Toplama Araçları

Bilişüstü Ölçeği (BÜÖ): BÜÖ Yıldız, Akpınar, Tatar ve Ergin (2009) tarafından ilköğretim öğrencilerine yönelik bilişüstü farkındalık ve becerileri ölçmek amacıyla geliştirilmiştir. Ölçeği geliştiren araştırmacılar tarafından ölçeğin geçerliğini sağlamak üzere açımlayıcı ve doğrulayıcı faktör analizi yapılmıştır. Toplamda 30 maddeden oluşan ölçeğin Cronbach Alpha güvenilirlik katsayısı .96 olarak bulunmuştur. Ölçek, biliş üstünün bilişin bilgisi ve bilişin düzenlenmesi olmak üzere iki temel boyutuna hitap eden alt faktörlerden oluşmaktadır. Bu faktörler biliş bilgisi boyutuna yönelik "açıklayıcı bilgi (9 madde)", "yöntemsel bilgi (4 madde)", "koşulsal bilgi (4 madde)", bilişin düzenlenmesine yönelik ise "planlama (2 madde)", "kendini kontrol etme (3 madde)", "bilişsel strateji (3 madde)", "kendini değerlendirme (3 madde)" ve "kendini izleme (2 madde)" olarak belirtilmiştir. Ölçekten alınabilecek en düşük puan 30, en yüksek puan ise 120'dir. Ölçeğin tümüne ilişkin Cronbach alpha iç tutarlık katsayısı 0.96 olarak hesaplanmıştır.

Bilişüstüne Yönelik Açık Uçlu Sorular (BÜAUS): BÜÖ'den elde edilen nicel verilerin nitel verilerle desteklenmesini sağlama ve bu yolla veri çeşitliliğini arttırarak geçerliği yükseltebilmek için BÜAUS hazırlanmıştır. BÜAUS'ı hazırlamaktaki asıl amaç özellikle deney grubunda modellemeye dayalı fen öğretiminin bilişüstü farkındalıklarına olan etkisini gözlemlemek olduğundan, hazırlanan bu sorular sadece deney grubundaki öğrencilere yöneltilmiştir. Araştırmacılar tarafından hazırlanan BÜAUS geliştirilirken alan yazında bilişüstünün bileşenleri olarak tanımlanan "biliş bilgisi" ve "bilişin düzenlenmesi (bilişüstünün planlanması, kendini izleme ve değerlendirilmesi)"nden (Pintrich, 2002) yola çıkılarak BÜAUS'ın kapsamı belirlenmiştir. Ön ve son test olarak BÜAUS'da yer alan sorular araştırmacılar tarafından hazırlandıktan sonra alanında uzman bir fen ve teknoloji öğretmeni ve öğretim üyesi olarak görev yapan iki fen eğitimcisi tarafından incelenmiş ve gerekli düzeltmeler yapıldıktan sonra, ifadelerin anlaşılabilirliği konusunda bilgi edinmek üzere çalışma grubundan farklı 5 kişilik bir gruba uygulanmıştır. Son haliyle, deney grubundaki öğrencilere ön test olarak uygulanan BÜAUS'da biliş bilgisine yönelik öğrencilerin feni öğrenme yollarının sorgulandığı 2 soru; bilişin düzenlenmesi kapsamında "öğrenmenin planlanması"na yönelik 3 soru, "kendini izleme"ye yönelik 2 soru yer alırken son test olarak uygulanan BÜAUS'da "öğrenmeyi değerlendirmeye yönelik 3 soru yer almıştır. BÜAUS modellemeye dayalı öğretim sürecinde yer alan öğrencilerin bilişüstü farkındalık profillerine ilişkin nitel veri sağlaması açısından önem taşımaktadır.

Fen ve Teknoloji Dersine Yönelik Tutum Ölçeği (FTDYTÖ): FTDYTÖ Akpınar, Yıldız, Tatar ve Ergin (2009) tarafından ilköğretim ikinci kademe öğrencilerinin fen ve teknoloji dersine yönelik tutumlarını belirlemek amacıyla geliştirilmiştir. Geliştiren araştırmacılar tarafından ölçeğin geçerliğini sağlamak üzere açımlayıcı ve doğrulayıcı faktör analizi yapılmıştır. Yapılan açımlayıcı faktör analizi sonunda FTDYTÖ'nün "fen ve teknoloji dersinden hoşlanma" (8 madde), "fen ve teknoloji dersine yönelik kaygı" (7 madde), "fen ve teknoloji dersine yönelik ilgi" (3 madde) ve "fen ve teknoloji deneylerinden hoşlanma" (3 madde) olmak üzere 4 faktörden oluştuğu belirlenmiştir. 5'li Likert tipindeki FTDYTÖ'den alınabilecek en düşük puan 21, en yüksek puan ise 105'tir. Toplamda 21 maddeden oluşan ölçeğin Cronbach alpha güvenilirlik katsayısı .89 olarak bulunmuştur.

Ses Konusu Kavramsal Anlama Soruları (SKAS): Öğrencilerin 8. sınıf “Ses” konusuna yönelik kavramsal yapılarını uygulama öncesi ve sonrasında belirlemek üzere araştırmacılar tarafından geliştirilmiştir. Alan yazın taramasının ardından oluşturulan SKAS, alanında uzman bir fen ve teknoloji öğretmeni ve ikisi fizik eğitimi ve biri fen eğitimi alanında görev yapan öğretim üyeleri tarafından incelenmiş ve gerekli düzeltmeler yapıldıktan sonra, çalışma grubundan farklı beş öğrenciye uygulanmıştır. Uygulama sırasında, öğrencilere soruların ve şekillerin anlaşılır olup olmadığı, sorudan istenenlerin net olup olmadığı vb. sorular yöneltilerek çıkarılan anlamın doğruluğu ve soruların ölçmeye çalıştıkları kavramın anlaşılabilirliği sınanmıştır. SKAS’nda araştırma kapsamında yer alan ünite kazanımlarına yönelik 6 soru yer almaktadır. SKAS’nda Fen ve teknoloji Programı 8. Sınıflar “Ses” Ünitesinde (MEB, 2005) yer alan 16 kazanım kapsamında “sesin tanımı ve temel özellikleri (3 soru), frekans-yükseklik-şiddet-tını (6 soru), ses enerjisi (1 soru), farklı ortamlarda ses hızı (1 soru)” ile ilgili 6 soru öbeği ve toplam 11 adet açık uçlu soru yer almıştır.

Uygulama Tasarımı

Kontrol grubunda dersler, 2005 yılında M.E.B. tarafından uygulamaya konulan Fen ve Teknoloji dersi öğretim programı, 8. sınıf “ses ünitesi” öğrenci çalışma kitabı ve öğretmen rehber kitaplarına uygun olarak yürütülürken, deney grubunda dersler modellemeye dayalı olarak işlenmiştir. Deney grubunda modellemeye dayalı olarak hazırlanan çalışma yaprakları ile sürdürülmüştür. Her iki grupta da dersler uygulama yapılan okulda çalışan ve 8 yıllık mesleki deneyime sahip üçüncü araştırmacı tarafından yürütülmüştür. Uygulama 4 hafta sürmüştür.

Uygulamaya başlamadan önce, deney grubunda modellemeye hazırlık niteliğinde maddenin tanecikli yapısını konu alan çalışma yaprakları ile 3 hafta süresince ders işlenmiştir. Bu süreç, öğrencilere asıl uygulama sınıf içi grup çalışmalarına dayalı olarak yürütüleceğinden işbirlikli öğrenmeye göre işlenmiştir. Aynı anda, kontrol grubu olarak belirlenen sınıfta da dersler normal öğretim programına uygun ancak işbirlikli grup çalışmalarına dayalı gerçekleştirilmiştir. Uygulama sırasında, ünitenin belirlediği kazanımları “ses dalgaları”, “sesin özellikleri”, “müzik aletlerinden çıkan sesin değişimi”, “ses bir enerji türüdür”, “sesin yayılma hızı” konu başlıklarında toplam 13 adet çalışma yaprağı kullanılmıştır. Hazırlanan çalışma yaprakları öncelikle kapsam geçerliği için üniversiteden uzman öğretim

elemanlarının (2 fizik eğitimcisi, 2 fen eğitimcisi) görüşlerine sunulmuştur. Öğretim elemanlarının görüş ve önerileri doğrultusunda gerekli düzenlemelerin yapılmasının ardından 3 fen ve teknoloji öğretmeniyle çalışma yaprakları ile ilgili görüşülmüş ve öneriler doğrultusunda yeniden düzenlenmiştir. Daha sonra uygulamanın yapıldığı okuldan farklı bir ortaokula devam eden bir grup 8. Sınıf öğrencisine rutin fen ve teknoloji derslerinde çalışma yaprakları uygulanarak anlaşılabilirliği ve uygulanabilirliği sınanmıştır.

Hazırlanan çalışma yaprakları öğrencilerin öncelikle kendi zihinsel modellerinin farkına varmalarını sağlamak üzere bireysel tamamlanacak öğretimsel işlerin yer aldığı giriş etkinliklerinden oluşmaktadır. Öğrencilerin bireysel işleri tamamlamalarının ardından öğrencilerin öğrenme ortamının sosyal etkileşimiyle ortak etkinlikler yürüterek, tartışarak kendi modellerini ifade edip, arkadaşlarının modelleriyle karşılaştırarak gözden geçirmelerini sağlama amacıyla olan grup etkinlikleri yer almaktadır. Grup çalışmalarını düzenlemede Açıköz'ün (2002) işbirlikli öğrenme ilgili belirttiği ilkelerden yararlanılmıştır. Grupları oluşturulurken, öğrencileri iki yıldan beri tanıyan ders öğretmenin görüşleri doğrultusunda başarı, sosyal katılım açısından öğrencilerin heterojen şekilde gruplanmasına dikkat edilmiştir. Öğrencilere grup içinde etkinliklerin yürütülmesi, sunumların düzenli yapılabilmesi için görev ve sorumluluklar verilerek etkinlikler sırasında görevleri ile ilgili neler yapmaları gerektiği uygulamalı olarak anlatılmıştır. Grup içersinde öğrencilere kura çektilerilerek malzemeci, yazıcı, denetçi, sözcü, grup dosya sorumlusu görevleri verilmiştir. Malzemeciler etkinlik ve deneyler için gerekli malzemelerin sağlanmasından, yazıcılar grubun ortak görüşünü yansıtan modellerin ve etkinlik raporlarının asetatlara yazılması ve çizilmesinden, denetçiler grup üyelerinin çalışma yapraklarındaki etkinliklere katılımından ve verilen ödevlerin yapılıp yapılmadığının kontrolünden, sözcüler grubun tartışma ve etkinlik sonuçlarının sunumlarından ve grup dosya sorumluları ise grup çalışma dosyasının takibi ve saklanmasından sorumlu olmuşlardır. Gruptaki öğrenci sayısına göre denetçi görevine ikişer, diğer görevlere ise birer öğrenci atanmıştır. Öğrencilerin grup çalışması için yararlanacakları yönerge dağıtılmış ve grup dosyalarında saklamaları sağlanmıştır.

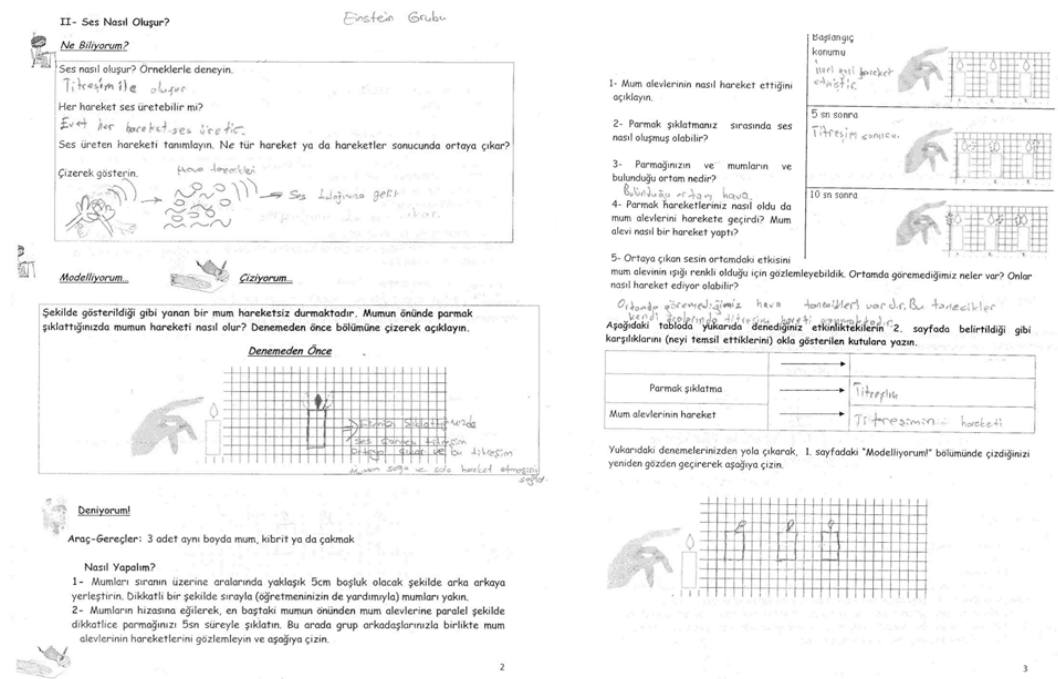
Öğrencilerin bireysel ve grup çalışmaları sırasında araştırmacı, gruplar arasında dolaşarak yardıma ihtiyaç duyanlara ve sorusu olanlara yardımcı olmuş ve gruplara konu ile ilgili sorular sormuştur.

Modellemeye Dayalı Öğretim Süreci

Çalışmada kullanılan çalışma yaprakları Ünal Çoban (2009) tarafından tanımlanan ve *ön bilgilerin ortaya çıkarılması, problem durumunun sunumu ve düşünce deneyinin yapılması, deney yapma ve modeli gözden geçirme, modeli yeni durumlara uygulama ve modeli değerlendirme* basamaklarından oluşan modellemeye dayalı öğretim yaklaşımına göre hazırlanmıştır.

Başlangıç aşamasında yer alan *ön bilgilerin ortaya çıkarılmasında*, giriş etkinlikleriyle öğrencilerin daha önceden konuya yönelik var olan modellerini ortaya çıkarmak üzere zihinsel modellerini ifade etmeleri, grup arkadaşlarıyla tartışmaları ve grup olarak konuyla ilgili sorunu en iyi açıklayan modeli gerekçeleriyle birlikte belirlemeleri istenmiştir. Ayrıca bu süreçte araştırmacı öğretmen her grubun zihinsel modelinde konuyla ilgili benzeyen ve benzemeyen noktalara dikkat çekerek, öğrencilerde modellerle ilgili farkındalık oluşturmaya başlamış ve öğrencilerin ön bilgilerinin sunulan problem durumu ile ilişkisini belirginleştirerek, gerekli ön kavramların tekrarını sağlamıştır. Daha sonra, öğretmen bilimsel modelin sunumunu yaparak, gruplara zihinsel modellerini kendi sunduğu analogi, açık model ya da etkinlikle nasıl ifade edebilecekleri sorusunu yöneltmiştir. Yeteri kadar beklemeden sonra, yüksek sesle düşünerek, model üzerinde konuyla ilgili bilgileri doğrudan vermeden analogik akıl yürütme yolu ile verilen problemle çizim arasında yapısal eşleştirme yapmalarını sağlar. Daha sonra asıl ele alınacak konuyla ilgili problem durumunun sunulduğu ve *problem durumunun sunumu ve düşünce deneyinin yapılması* aşamasına geçilmiştir. Bu bölümde öğrencilerin bilişsel çatışma yaşayacakları düşünsel etkinlikle temellenen zihinsel çabaya girecekleri düşünce deneyleri yapmaları sağlanmıştır. Bu yolla, öğrencilerin problemi, modeller üzerinden zihinlerinde kurgulayarak çözmeleri beklenmiştir. Bu kapsamda öğrenciler öncelikle problemi inceleyerek problemdeki durum ile modelin öne sürdüğü durum arasında yapısal eşleştirme yapmış ve modelin problem çözme aşamasında ön kullanımını gerçekleştirmişlerdir. *Deney yapma ve modeli gözden geçirme* aşamasında bir önceki aşamada kurgulanan değişkenler arası nedensel ilişkilerin deneyle sınanması ve sonuçların modele göre değerlendirilmesi sağlanmıştır. Bu bölümde, öğrencilerin deneysel etkinlikten ve düşünce deneyinden elde ettiği sonuçları karşılaştırarak, düşünce deneylerini ve zihinsel modellerini yeniden gözden geçirmeleri sağlanmıştır. Ardından da, öğrencilere düşünce deneyi, model ve deneysel etkinlik sonucu ulaştıkları

bilginin kavramsal sunumu yapılmış ve öğrencilerin etkinlikler sırasında sordukları ya da yardıma ihtiyaç duydukları noktalardan örnekler verilmiş, gerekli bilimsel açıklamalar yapılarak öğrencilerin bilgiyi özelden genele yapılandırmalarına yardımcı olunmuştur. Modelin yeni durumlarda uygulanması aşamasında ise, öğrencilerin elde ettikleri modeli, farklı problemlerin çözümünde, olayların açıklamasında, etkinliklerde, türlü benzetimlerde kullanmaları sağlanmıştır. Son aşama olan modelin değerlendirilmesinde de öğrencilerin modelin ait olduğu kuram ile ilişkisinin ve bütün içindeki yeri değerlendirmeleri istenmiştir. Örnek bir çalışma yaprağı Şekil 2'de sunulmuştur.



Şekil 2. Örnek Bir Çalışma Yaprakı

Veri Analizi

Kullanılan veri toplama araçlarından BÜÖ, FTDYTÖ ve SKAS'dan elde edilen verilerin analizinde SPSS programı kullanılmıştır. Öncelikle verilerin normal dağılıma uygunluğu kontrol edilmiştir. Verilerin normal dağılıma uygun olduğu görülerek ortalama puanların karşılaştırıldığı bağımsız örneklem t-testi ve eşleştirilmiş gruplar t-testi hesaplamaları yapılmıştır. Ön testler arasında bir fark olup olmadığını belirleme amacıyla yapılan bağımsız örneklem t testi sonucunda öğrencilerin hem BÜÖ hem de FTDYTÖ ön test puanları

arasındaki fark anlamlı bulunduğundan istatistiksel analizde ayrıca ANCOVA testinden de yararlanılmıştır.

SKAS'den elde edilen verileri SPSS ortamında çözümleyebilmek için öncelikle yanıtlar, Ünal (2005) tarafından geliştirilen ve bu çalışma için revize edilen değerlendirme ölçeği kullanılarak uygulamayı gerçekleştirilmeyen diğer iki araştırmacı tarafından analiz edilmiştir. Kullanılan rubrik öğrencilerin kavramsal anlamalarını düzey ve geçerlik olmak üzere iki boyutta değerlendirmektedir.

Düzye boyutunda öğrencilerin verdikleri yanıtlardaki ifadelerin niteliğine göre mikro ve makro; geçerlik boyutunda ise öğrencilerin verdiklerin yanıtların bilimsel içerikleri doğru, eksik, yanlış ve ilgisiz olarak ele alınmıştır. Kullanılan rubriğin kapsamı Tablo 1' de sunulmuştur.

Tablo 1. SKAS'ye Verilen Yanıtların Kavramsal Sınıflandırılması

Düzye		Geçerlik			
<i>Mikro</i>	<i>Makro</i>	<i>Doğru</i>	<i>Eksik</i>	<i>Yanlış</i>	<i>İlgisiz</i>
Açıklamada, gözlemlenebilir özellikleri, gözlemlene-meyen özelliklerle açıklama	Açıklamada sadece gözlemlenebilir özellikleri kullanma	Soruyu bilimsel olarak doğru yanıtla	Soruyu bilimsel ama eksik olarak doğru yanıtla	Soruyu bilimsel olarak yanlış yanıtla	Bilimsel olarak soruyu ilgisiz yanıtla

Öğrencilerin her bir öğrencinin uygulama öncesi ve sonrası kavramsal anlamaları her bir soru bazında verdikleri yanıtlar yazılı ifadelerindeki metinler ve çizimler değerlendirilerek kodlanmış ve Tablo1'e göre sınıflandırılmış ve Tablo2'ye göre puanlanmıştır. Puanlama yapılırken öncelikle öğrencilerden alınan yanıtların düzeyleri belirlenmiş ardından da makro düzeyden başlanarak, her düzey için "ilgisiz"den "doğru"ya doğru eşit aralıklı olarak 0-7 arasında puanlama yapılmıştır (Tablo 2). Görüşme sorularını yanıtlanmayan ya da bilmediğini belirten öğrencilere ise puan verilmemiştir. Her bir öğrencinin ortalama puanı, araştırmacıların verdikleri puanların ortalamaları alınarak hesaplanmış ve sonuçlar SPSS ortamına aktararak analize devam edilmiştir.

Tablo 2. Kavramsal Anlamaların Sınıflandırılması

Düzy	Geçerlik			
	İlgisiz	Yanlış	Eksik	Doğru
Makro	0	1	2	3
Mikro	4	5	6	7

Öğrencilerden elde edilen yanıtların analiz işleminin güvenilirliğini sağlamak üzere, iki araştırmacının analizi arasındaki uyum yüzdesi hesaplanmıştır. Uyum Yüzdesi hesaplanırken, iki araştırmacının aynı kodladığı veri hücrelerinin sayısı tüm veri hücreleri sayısına oranlanarak 100 ile çarpılmıştır. Buna göre deney ve kontrol gruplarının ön ve son test verilerinden elde edilen uyum yüzdesi oranları deney grubu ön test değerlendirmesi için %91,23; son test için %94,49 ve kontrol grubu ön test değerlendirmesi için %91,72 ve son test için %95,29 olarak elde edilmiştir. Buradan, her iki araştırmacının SKAS'ın veri analiz sürecine ait uyumlarının %90'ın üzerinde olduğu görölmektedir.

BÜAUS'dan elde edilen yanıtların değerlendirilmesinde öğrencilerden elde edilen yanıtlar belli kategorilere göre kodlanarak betimsel analiz yapılmıştır. Kategorilerin belirlenmesinin ardından her bir kategori için uygun olan kodların (anahtar sözcük ya da sözcük grupları, ortak anlama götüren ifadeler) kabaca bir listesi yapılarak, elde edilen görüşme metinlerinin kodlanmasına geçilmiştir. Sürecin güvenilirliği iki araştırmacının uyumu yüzdesi ile belirlenmiş ve .95 olarak hesaplanmıştır.

Bulgular

Çalışmada ele alınan alt problemler doğrultusunda elde edilen bulgular aşağıda sunulmuştur. Modellemeye dayalı öğrenim gören deney grubu ile normal öğretim programının önerdiği şekilde öğrenim gören kontrol grubu öğrencilerinin uygulanan tüm nicel veri toplama araçlarından ön test ve son test puanlarının normal dağılım gösterdiği belirlenmiş, bu nedenle analizlerde parametrik testler tercih edilmiştir.

"Modellemeye dayalı öğretim öğrencilerin bilişüstü farkındalıkları üzerinde etkili midir?" alt problemini yanıtlamak üzere BÜÖ kullanılarak elde edilen veriler çözümlenmiştir. Deney ve

kontrol grubu öğrencilerinin BÜÖ'nden aldıkları ön test puanlarının arasındaki farkın anlamlı olup olmadığını belirlemek amacıyla yürütülen bağımsız örneklem t testi sonuçları Tablo 3'de sunulmuştur.

Tablo 3. Deney ve Kontrol Grubunun BÜÖ Ön Test Puanlarına İlişkin Bağımsız Örneklem t Testi Sonuçları

Gruplar	N	X	ss	t	p
Deney	29	95,41	17,63	2,496	.016*
Kontrol	29	83,83	17,71		

*p<.05 olduğundan fark anlamlıdır.

Tablo 3'deki veriler, ön testler arasındaki farkın anlamlı olduğunu göstermektedir (p<0,05). Bu nedenle, son testler arasındaki farkın anlamlılığını belirlemek üzere ANCOVA testi yapılmıştır (Büyüköztürk, 2006).

Tablo 4. BÜÖ Son Test Puanlarına Ait Betimsel İstatistik Değerleri

Gruplar	N	\bar{X}	\bar{X} (düzeltilmiş)
Deney	29	93,06	91,49
Kontrol	29	88,37	89,95

Tablo 5. BÜÖ Puanlarına İlişkin ANCOVA Sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p
Bilişüstü Öntest	1298,13	1	1298,13	7,56	,00
Gruplar	30,67	1	30,67	,18	,67*
Hata	94,52,56	55	171,87		

*p>.05 olduğundan fark anlamlı değildir.

Tablo 4 ve 5'ten elde edilen verilere göre deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ön test puanları kontrol altına alındığında BÜÖ son test puanları arasında anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($F(1,55)=,18; p> .05$)

BÜÖ'nin yanısıra, öğrencilere uygulanan BÜAUS (ön test)'da biliş bilgisi kapsamında Fen ve Teknoloji dersini öğrenme yollarının sorgulandığı ilk bölümde öğrencilere 2 soru yöneltilmiştir. Elde edilen yanıtlar kodlanmış ve kodların yüzdelikleri Tablo 6'da sunulmuştur.

Tablo 6. Fen ve Teknoloji Dersini Öğrenme Yollarına İlişkin Kodlar

1 soru: Fen ve teknoloji konularını öğrenmek için neler yapıyorsun? Nasıl bir yol izliyorsun?		2. soru: Fen ve teknoloji dersini öğrenmenizi kolay ya da zor şeklinde değerlendirerek, hangi yönüyle kolay ya da zor bulduğunuzu belirtin.		
Kodlar	%	Kategori	Kodlar	%
Öğretmeni Dinliyorum	22	Zor	Dinleyerek çalışıyorum	35
Test çözüyorum	17		Sayısal yönümün zayıf olduğunu düşünüyorum	28
Konu tekrarı yapıyorum	12		Sıkıcı ve karmaşık	11
Deney yapıyorum	12		Rakamlar, formüller anlaşılmaz	5
Kitap okuyorum	12		Fazla konu	5
Soru soruyorum	7	Kolay	Ara Toplam	84
Yazıyorum	5		Kolay anlıyorum	11
Eğlenceli hale getiriyorum	2		Eğlenceli buluyorum	5
Altını çiziyorum	2		Ara Toplam	16
Not tutuyorum	2			
Dersi önemsemiyorum	2			
Cevap yok	5			
Toplam	100	Toplam		100

Bilişin düzenlenmesi kapsamında, Fen ve Teknoloji dersine yönelik öğrenmenin planlanmasının sorgulandığı BÜAUS (ön test)'in 2. bölümünde ele alınan 3 soruya verilen yanıtlar kodlanarak elde edilen cevapların yüzdelik oranları Tablo 7'de sunulmuştur.

Tablo 7. Fen ve Teknoloji Dersini Öğrenmenin Planlanmasına İlişkin Kodlar

3. soru: Bu konuyu (ses) öğrenmekteki amacını düşündün mü? Ne olabilir?		4. soru: Konuyu öğrenmeye başlamadan önce o konuyu öğrenmek için neler yapacağına yönelik önceden ne tür bir planlama yaparsın?		5. soru: Bu konuyu öğrenmek için bir plan/hazırlık yaptın mı?		
Kodlar	%	Kodlar	%	Kategori	Kodlar	%
Evet	61	Konuyu araştırdım (ders kitabını okurum, eğitim yazılımını incelerim vb.)	50	Hayır	Yapmadım	33
					Yapmadım ama düşünüyorum	25
					Ara Toplam	58
Hayır	17	Nasıl çalışacağımı planlarım	25	Evet	Araştırdım	22
					Çalışma programı hazırladım	4
					Test sorularını inceledim	4
Cevapsız	7	Plan Yapmam	10		Notlar hazırlama	4
		Test Çözerim	5		Bazen yaparım	8
Toplam	100	Toplam	100		Ara Toplam	42
				Toplam		100

Fen ve Teknoloji dersinde kendini izlemenin sorgulandığı BÜAUS (ön test)'in 3. bölümünde ele alınan 2 soruya verilen yanıtlar kodlanarak tekrarlanma sıklıkları Tablo 8'de sunulmuştur.

Tablo 8. Fen ve Teknoloji Dersinde Kendini İzlemeye İlişkin Kodlar

6. soru: Bu konunun ne olduğu ile ilgili kendi kendine sorular sorar mısınız? Ne tür Sorular? Sormazsan Neden?		7. soru: Bu konuyla ilgili neler bildiğini gözden geçirmek üzere neler yaparsınız?		
Kategori	Kodlar	%	Kodlar	%
Sorarım	Konuyla ilgili	41	Kaynaklardan araştırırım	42
	Bana ne kazandıracığı ile ilgili	15	Bir şey yapmam (belirtilmemiş)	19
	Nasıl rahat öğreneceğim ile ilgili	5	Öğretmenimle, arkadaşlarımla paylaşırım	13
	Günlük yaşamdaki karşılıkları ile ilgili	5	Test sorusu çözerim	9
	Kitapta yazan soruları sorarım	4	Kendime sorular sorarım (Nasıl öğrenirim?)	9
Ara toplam		70	Örnekler vermeye çalışırım	4
Sormam	Aklıma soru gelmez	25	Özet çıkarırım	4
	Üniteyi işledikçe soruya gerek kalmaz	5		
	Ara toplam	30		
Toplam		100	Toplam	100

Fen ve Teknoloji dersini değerlendirmenin sorgulandığı BÜAUS (son test)'da yer alan 3 soruya verilen yanıtlar kodlanmış ve elde edilen yanıtların tekrarlanma sıklıkları Tablo 9'da sunulmuştur.

Tablo 9. Fen ve Teknoloji Dersini Değerlendirmeye İlişkin Kodlar

8. soru: Konu bittikten sonra değişiklik meydana geldi mi? Ne gibi?			9. soru: Ünite bitiminde konuyu öğrendikten sonra o konuyu gerçekten öğrenip öğrenmediğini düşündün mü? Öğrenmen de ne etkili oldu?			10. soru: Konu bitiminde şunu da yapsaydım daha iyi öğrenebilirdim dediğin anlar oldu mu?		
Kategori	Kodlar	%	Kategori	Kodlar	%	Kategori	Kodlar	%
Evet	Yeni şeyler öğrendim	54	-		28	Deneylere daha çok katılmak		11
	Sesin özelliklerini öğrendim	38	Test Çözümü		20	Test sorusu çözmek		11
			Öğrendiklerimi tekrar etmem	16	Not almak		8	
	Konuyu pekiştirdim	4	Kendime sorular sormam	12	Çalışmak		4	
			Ünitedeki kavramları öğrenme	8	Tekrar etmek		4	
	Ara Toplam	96	Deney yapma	8	Öğretmeni dinlemek		4	
Hayır		4	İşbirliği (grup) çalışmaları	4	-		4	
			Ara toplam	96	Ara toplam		46	
			Hayır	4	Hayır		54	
Toplam		100	Toplam	100	Toplam		100	

Modelleme dayalı öğretim öğrencilerin fen ve teknoloji dersine yönelik tutumları üzerinde etkili midir? alt problemi ile ilgili olarak deney ve kontrol grubu öğrencilerinin FTDYTÖ ön testinden aldıkları puanlar arasındaki farkın anlamlı olup olmadığını belirlemek amacıyla yürütülen bağımsız örneklem t-testi sonucuna ilişkin sonuçlar Tablo 10'da sunulmuştur.

Tablo 10. Deney ve Kontrol Grubunun Fen ve Teknoloji Dersine Yönelik Tutum Ölçeği Ön Test Puanlarına İlişkin Bağımsız Örneklem t Testi Sonuçları

Gruplar	N	X	ss	t	p
Deney	29	79,00	12,63	3,148	.019*
Kontrol	29	78,51	12,16		

*p<.05 olduğundan fark anlamlıdır.

Tablo 10'da görüldüğü gibi ön testler arasındaki farkın anlamlı olduğu bulunmuştur. Bundan dolayı son testler arasındaki farkın anlamlılığını belirlemek üzere ANCOVA testi yapılmıştır. Analize ilişkin betimsel istatistik değerleri ve ANCOVA sonuçları Tablo 11 ve Tablo 12' de sunulmuştur.

Tablo 11. Fen ve Teknoloji Dersine Yönelik Tutum Ölçeği Son Test Puanlarına ait Betimsel İstatistik Değerleri

Gruplar	N	\bar{X}	\bar{X} (düzeltilmiş)
Deney	29	82,90	82,85
Kontrol	29	78,69	78,74

Tablo 12. Fen ve Teknoloji Dersine Yönelik Tutum Ölçeği Puanlarına ilişkin ANCOVA sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p
Tutum Öntest	363,09	1	363,09	2,68	,11
Gruplar	244,58	1	244,58	1,81	,18*
Hata	7443,80	55	135,34		

*p>.05 olduğundan fark anlamlı değildir.

Tablo 11 ve 12'deki sonuçlara göre ön test puanları kontrol altına alındığında deney ve kontrol grubunun tutum ölçeği son test puanları arasında anlamlı bir fark bulunmamaktadır (F (1,55)=,18; p>.05).

Modellemeye dayalı öğretim öğrencilerin ses konusundaki kavramsal anlamaları üzerinde etkili midir? alt problemi ile ilgili olarak deney ve kontrol gruplarının SKAS'dan elde edilen ön test puanları arasında anlamlı fark olup olmadığını belirlemek amacıyla yürütülen bağımsız örneklem t testinden elde edilen sonuçlara göre (Tablo 13) ön testler arasında fark olduğu görülmüş ve ANCOVA testi yapılmıştır.

Tablo 13. Deney ve Kontrol Grubunun SKAS Ön Test Puanlarına İlişkin Bağımsız Örneklem t Testi Sonuçları

Gruplar	N	X	ss	t	p
Deney	28	30,18	12,95	3,33	.002*
Kontrol	24	19,36	9,91		

*p<.05 olduğundan fark anlamlıdır.

Tablo 14. SKAS Son Test Puanlarının Gruplara ait Betimsel İstatistik Değerleri

Gruplar	N	\bar{X}	\bar{X} (düzeltilmiş)
Deney	28	47,68	45,62
Kontrol	24	36,44	38,84

Tablo 15. SKAS Ön Test Puanlarına Göre Düzeltilmiş Son Test Puanlarının Gruplara Göre ANCOVA Testi Sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Sd	Kareler Ortalaması	F	p
Modelleme Öntest	1158,92	1	1158,92	12,82	.001
Gruplar	485,68	1	485,68	5,37	.025*
Hata	4429,35	49	90,40		

*p<.05 olduğundan fark anlamlıdır.

Tablo 14 ve Tablo 15 birlikte incelendiğinde grupların ön test puanları kontrol altına alındığında, son test puanları arasında anlamlı bir fark olduğu ve bu farkın deney grubu lehine olduğu görülmektedir.

Grupların kendi içlerinde ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark olup olmadığını belirlemek amacıyla eşleştirilmiş grup t testi yürütülmüştür.

Tablo 16. SKAS Deney ve Kontrol Gruplarının Ön Test-Son Test Puanlarına ait Eşleştirilmiş Grup t Testi Sonuçları

Gruplar		N	\bar{X}	ss	t	p*
Deney	Ön test	28	30,18	12,95	-7,99	.00*
	Son test	28	47,68	10,77		
Kontrol	Ön test	24	19,76	9,89	-6,43	.00*
	Son test	24	36,30	10,14		

*p<.05 olduğundan fark anlamlıdır.

Tablo 16 incelendiğinde hem deney hem kontrol grubunun süreç boyunca kendi içerisinde gelişme gösterdiği ve bu puan artışlarının her iki grup içinde anlamlı olduğu bulunmuştur.

Tartışma

Çalışma kapsamında elde edilen bulgulara ilişkin tartışma ve yorumlara aşağıda ele alınan alt problem sırasında yer verilmiştir.

Çalışmanın ilk alt problemi “*Modellemeye dayalı öğretim öğrencilerin bilişüstü farkındalıkları üzerinde etkili midir?*” olarak ifade edilmişti. Bu alt problemin yanıtlanmasına yönelik uygulanan Bilişüstü ölçeğinden elde edilen bulgulara bakıldığında, modellemeye dayalı fen öğretiminin öğrencilerin bilişüstü farkındalıklarında anlamlı bir gelişmeye yol açmadığı görülmektedir (Tablo 5).

Alanda yapılan çalışmalara bakıldığında, elde edilen bu sonucun gerçekleştirilen diğer çalışmalarla uyum içerisinde olduğu görülmektedir. Benzer şekilde, Thomas ve McRobbie'nin (2001) metafor kullanımının öğrencilerin bilişüstü farkındalıklarına etkisini inceledikleri çalışmalarında öğrencilerin bir kısmının bilişüstü farkındalık düzeylerinde ilerleme gözlenirken bir kısmında ise ilerleme gözlenmemiştir. Araştırmacılar, bilişüstü

farkındalıklarında ilerleme göstermeyen öğrencilerin bu durumunu motivasyon eksikliğinden ve kendi öğrenmeleriyle ilgili sahip oldukları olumsuz görüşlerden kaynaklanabileceğini ileri sürmüşlerdir. Modellemeye dayalı öğretimin öğrencilerin bilişüstü farkındalıklarında anlamlı bir değişikliğe yol açmaması, Paris ve Newman'ın (1990) ve Zimmerman ve Martinez-Pons'ın (1990) çalışmalarında da belirttiği gibi ilköğretim seviyesindeki ve daha genç bireylerin biliş ve bilişüstü stratejileri uygulamada zorluklar yaşamalarından kaynaklanıyor olabilir.

Kramarski ve Mevarech (2003); Kuhn ve Dean (2004); Martinez (2006) ve Schraw ve arkadaşları (2006) bilişüstü becerilerin gelişiminin teşvik edilmesinde işbirlikli öğrenme ortamlarının etkiliğini belirtmişler ve Georghiades'te (2004) çalışılan grup sayısının küçük olması gerektiğini ileri sürmüşlerdir. Çalışmada yürütülen modelleme sürecinde işbirliğine dayalı küçük gruplarla çalışılmasına karşın bilişüstü farkındalıklarda farklılık gözlenmemiştir. Bu anlamda, işbirliğine dayalı modelleme sürecinde belirtilen basamakların bilişüstü açısından yeniden düzenlenmesi ve sınanması gerekebilir.

Öte yandan modelleme sürecinin bilişüstü ile olan etkileşimini konu alan çalışmalar mevcuttur. Örneğin; White ve Frederiksen (1998) çalışmalarında modellemeye dayalı öğrenmenin öğrencilerin bilişüstü becerilerini arttırdığını rapor etmişlerdir. Papaevripidou, Constantinou ve Zacharia (2009) çalışmalarında, modelleme süreciyle ilgili gelişmiş bir biliş üstü bilgisi olan bireyin kendi öğrenme sürecini daha etkili düzenleyebileceğini ve böylece daha iyi kavramsal anlama geliştirebileceğini belirtmişlerdir. Bir diğer çalışmada modelleme sürecinde bilgi edinmede kullanılan, analiz etme, ilişkisel akıl yürütme, sentezleme ve test etme olmak üzere dört farklı beceri türü olduğu bulunmuştur (Stratford, Krajcik ve Soloway, 1998). Zhang, Liu ve Krajcik (2006) ise beş doktora öğrencisinin su kalitesi konusunda model geliştirirken kullandıkları modelleme etkinliklerini ve düşünme süreçlerini araştırdığı çalışmasında doktora öğrencilerinin çalışmanın erken süreçlerinde amaçları belirlediğini, yapılandırmadan önce uzun bir süre model üzerinde düşündüklerini ve modelle ilgili kararlarını desteklemek için doğru ve ikna edici kanıtlar kullandıklarını bulmuşlardır.

Aynı alt problemin yanıtlanmasına yönelik veri çeşitlemesini sağlamak üzere uygulanan ve çalışmaya katılan öğrenci grubunun uygulama öncesinde, bilişüstü farkındalık profilini belirleme amacındaki BÜAUS'tan elde edilen veriler soru bazında incelenmiştir.

Öğrencilerin biliş bilgisine yönelik “öğrenme yolları” konusunda 1. soruya verdikleri cevaplar incelendiğinde (Tablo 6) strateji olarak önemli bölümünün öğretmeni dinlediği ve yine yakın oranlarda öğrencinin test sorusu çözdüğünü belirttiği göze çarpmaktadır. Bu oranları konu tekrarı yapma, deney yapma, kitap okuma cevapları izlemektedir. Biliş bilgisini bilişüstüne bağlayan önemli eylemlerden “soru sorma, altını çizme, not alma, yazma”nın ise düşük oranlarda belirtilmesine dayanarak biliş bilgilerinin dış denetim odaklı olduğunu gösterebilir. Buradan hareketle öğrenme yollarıyla ilgili olarak, öğrencilerin sadece öğretmeni dinleyerek yetindiği ve test çözme yanıtlarına dayalı olarak sınav odaklı bir öğrenme stratejisi izledikleri söylenebilir. Öte yandan öğrencilerin 2. soruya verdikleri yanıtlar incelendiğinde (Tablo 6) %84 oranında büyük çoğunluğunun fen ve teknoloji dersini zor bulduklarını belirtmiştir. Bu grup içerisinde de neredeyse üçte birlik bölümü dersin zor niteliğinin öğretmeni dinleyerek çalışmaktan kaynaklandığını belirtmiştir. Yine önemli bir bölümü fen ve teknoloji dersini zorluğunu kendi sayısal yönlerinin zayıflığına bağlamışlar. Yine azalan oranlarda sıkıcı ve karmaşık olduğunu; rakamlar ve formüllerin anlaşılması olduğunu ve çok fazla konunun olduğunu ifade ederek dersi öğrenmenin zor olduğunu belirtmiştir. Bu öğrenciler Bandura'nın (1977) belirttiği gibi öz yeterlik algısı düşük olan öğrenciler olarak değerlendirilebilirler. Öz yeterlik algısı düşük öğrenciler öğrenme konusunda karşılarına çıkan engelleri aşmanın yollarını düşünmek yerine, engelleri düşünerek çabalamazlar ve sonunda öğrenilmiş çaresizlik yaşarlar. Öğrencilerin bu bölüme verdikleri yanıtlar ve 1. soruya verdikleri yanıtlar birarada değerlendirildiğinde, fen ve teknoloji dersini öğretmeni dinleyerek öğrenmeye çalıştıklarını ve bu durumun da aslında fen ve teknoloji dersini öğrenmelerini güçleştirdiği görülmektedir.

Bilişin düzenlenmesi kapsamında “öğrenmenin planlanması”na yönelik öğrencilere “ses” konusunu öğrenmedeki amaçlarının sorgulandığı 3. soruya verilen cevaplara bakıldığında (Tablo 7) öğrencilerin %61'lik bölümünün “ses” konusu ile ilgili özelliklere atıf yaparak bunları öğrenmek olduğunu ifade ederken; %17'lik bölümünün ise dersin konusuna yönelik yararlı bilgi edinme amacına yönelik düşünceye sahip oldukları görülmektedir. %15'lik bölümü ise konuyu öğrenme amacını düşünmediğini ifade ederken; %7'lik bölümü ise cevap vermemiştir. Eldeki bulgulara dayanarak öğrencilerin büyük çoğunluğunun öğrenecekleri konunun amacı hakkında bilgi sahibi oldukları ve bu öğrencilerin içinde de çoğunluğun konunun özelliklerini inceleyerek, amaç hakkında fikir sahibi oldukları ifade edilebilir.

Öğrencilerin konuyu öğrenmeye yönelik ne tür planlama yaptıklarının sorgulandığı 4.soruya verilen yanıtlardan (Tablo 7), öğrencilerin yarısının konuyu çeşitli kaynaklardan araştırdığını ifade ettiği göze çarpmaktadır. Burada öğrencilerin “araştırma yapma”yı planlama yapmak ile eş tuttuğu iddia edilebilir. Öte yandan öğrencilerin dörtte birlik bölümünü çalışma planı yapmalarını ifade etmelerine karşın, plan içeriğinden söz etmedikleri farkedilmektedir. Planlama konusunda öğrencilerin %10’u öğretmenine danıştığını ifade ederken, yine yaklaşık aynı oranda öğrenci herhangi bir plan yapmadığını ifade etmiştir. %5’lik öğrenci grubunun verdiği yanıtlardan da test çözmeyi öğrenmeye yönelik plan yapmak ile eşdeğer tuttıkları anlaşılmaktadır. 4. Soruda öğrencilerin yarısı planlama yaptığını ifade etmesine karşın, öğrenmek üzere oldukları “ses” konusu için yarıdan fazlasının uygulama öncesinde bir planlama yapmadığını ifade ettiği görülmektedir. Öte yandan, öğrencilerin geri kalanı planlama yaptığını ifade etse de, bir önceki soruda olduğu gibi çoğu öğrencinin hazırladığı planın içeriği konusunda net bir ifadeye sahip olmadıkları göz çarpmaktadır. Öne çıkan ifadelerle bakıldığında 5. soruya verilen yanıtlara benzer nitelikte araştırma, test sorularını incelemenin yer aldığı ayrıca çalışma programı hazırlama, not hazırlama şeklinde özdüzenlemeye ilişkin eylemlere az da olsa yer verildiği görülmektedir.

Bilişin düzenlenmesi kapsamında “kendini izleme”ye yönelik yöneltilen 6. ve 7. sorulardan elde edilen yanıtlar incelendiğinde (Tablo 8); öğrencilerin öncelikle %70’lik bölümünün kendi kendine konu hakkında sorular sorduğu görülmüştür. Bu soruların nitelik bakımından dağılımına bakıldığında %41’lik bölümünün sorduğu soruların *konu alan bilgisine yönelik* olduğunu belirtmiştir. Soru soran gruptaki öğrencilerden %15’i konuyu öğrenmenin *kendilerine olan pratik yararına* yönelik sorular sorduklarını belirtmiş ve çok düşük oranlarla temsil edilen öğrenciler *konuyu nasıl rahat öğrenebilirim; konunun günlük yaşamdaki karşılıkları* üzerine sorular sorduklarını belirtmiştir. Ayrıca çok düşük bir oranla temsil edilen öğrenci grubu da kitapta yazan soruları sorduğunu ifade etmiştir. Bu yanıtlara bakıldığında öğrencilerin büyük çoğunluğunun (%41) derste kendini izlemeye yönelik soruları öğrenilen konu alanına bağımlı olarak ifade etmişlerdir. “Bana ne kazandıracığı ile ilgili”, “Nasıl rahat öğreneceğim ile ilgili” bilişsel alanda kendini izlemeye yönelik soruların az sayıda öğrenci tarafından yöneltildiği göze çarpmaktadır. Öğrencilerin %30’luk bölümü ise soru sormadıklarını belirtmiştir. 7. Soruda ifade edilen “konuyla ilgili olarak “neler bildiklerini

gözden geçirmek üzere neler yaparsın” sorusuna öğrencilerin %42’lik bölümü muğlak ifadelerin yer aldığı “araştırırım” şeklinde yanıtlar vermişlerdir. %19’luk bölümü ise birşey yapmadığını ifade etmiştir. Bu soruyu boş bırakan öğrencilerin yanıtları da bu kapsamda değerlendirilmiştir. %13’lük bir kesim konyu gözden geçirmek için bildiklerini öğretmen ya da arkadaşlarıyla paylaştığını ifade ederken, %9’luk bir kesim test sorusu çözdüğünü belirtmiştir. Diğer %9’luk bir kesim ise kendi kendine “nasıl daha iyi öğrenirim?” şeklinde sorular yönelttiğini ifade etmiştir. %4’erlik gruplar halinde öğrencilerde örnekler vermeye çalıştıklarını ve özet çıkardıklarını ifade etmişlerdir.

Son test olarak uygulanan BÜAUS’da “öğrenmeyi değerlendirme”ye yönelik 3 soru yöneltilmiştir. Bu sorulardan ilki olan 8. sorudan elde edilen yanıtlar incelendiğinde (Tablo 9) öğrencilerin %96’sının konu bitiminde öğrendiklerinde değişiklik meydana geldiğini belirttiği görülmektedir. Ancak, bu gruptaki öğrencilerin yarıdan fazlası “yeni şeyler öğrendim” cevabını vermiş ve bildiklerinde meydana gelen değişikliği açıklamamış; %38’i sesin özelliklerini öğrendiklerini ifade ederek konu alan içeriğinden söz etmiş ve %4’ü konuyu zaten önceden bildiğini ve sınıfta da konuyu pekiştirdiğini dile getirmiştir. Öğrencilere ünite bitiminden konuyu öğrenip öğrenmediklerinin ve öğrenmelerinde nelerin etkili olduğunu sorgulandığı 9. soruya %96 oranında öğrendiklerini belirttikleri gözlenmektedir (Tablo 9). Ancak burada da öğrenmelerinde ne ya ya nelerin etkili olduğu konusuna %28 oranında yanıt alnamazken, %20’lik öğrenci grubu test çözenin; %16’lık öğrenci grubu öğrendiklerini tekrar etmenin %12’lik öğrenci grubu da kendi kendine sorular sormanın öğrenmelerinde etkili olduğunu belirttiği görülmektedir. Aynı soruya olumlu yanıt veren öğrencilerden %8’lik grubun ünitedeki kavramları öğrenmelerinin; %8’lik diğer grubun deney yapmalarının ve %4’lük grubunda işbirliği ve grup çalışmasının öğrenmelerinde etkili olduğunu belirttiği göze çarpmaktadır. Öğrenme süreçlerinin sonunda daha iyi öğrenmelerine yönelik geriye dönük olarak yapmak istedikleri olup olmadığına öğrencilerin %54’ü hayır yanıtı vererek yapmak istedikleri birşeyin olmadığını belirtmiştir. Öğrencilerin %46’sı daha iyi öğrenmek için geriye dönük yapmak istedikleri olduğunu belirtmiş ve bu öğrencilerden %11’i yapılan deneylere (ve deneysel tekinliklere) daha çok katılmak istediklerini; %11’i daha çok soru çözmek istediklerini; %8’i not almak istediklerini; %4’ü tekrar etmek istediklerini; % 4’lük bir diğer grubu da öğretmeni dinlemek istediklerini

belirtmiştir. Geriye kalan %4'lük grubu da geriye dönük daha iyi öğrenmek için yapmak istedikleri olduğunu ifade etmiş ancak bunların ne olduğunu belirtmemiştir.

Öğrencilerin çoğunluğunun bildiklerinde değişiklik meydana geldiğini ifade ettiği, konuyu öğrenip öğrenmediği üzerine düşündüğü anlaşılmaktadır. Öğrencilerin konuyu gerçekten öğrenip öğrenmediklerini düşünmelerine yönelik verilen yanıtlardan anlaşıldığı kadarıyla çoğunlukla ifade etmekte zorlandıkları ya da test soruları çözdükleri görülmektedir. Öğrendiklerini tekrar etme, kendine sorular sorma gibi ders dışı bireysel öğrenme stratejileri kullandığını ifade eden öğrencilerin ise daha düşük oranlarda bu grubu takip ettiği söylenebilir. Ayrıca geri kalan öğrencilerin de öğrenmelerinde ders sırasında gerçekleştirilen etkinlik ve süreçlere yönelik atıflarda bulunduğu gözlenmiştir. Konuyu daha iyi öğrenmelerine dair geçmişe yönelik yapmak istemediğini söyleyen öğrenciler çoğunlukta olmasına karşın, geçmişe yönelik daha iyi öğrenmek adına bir şeyler yapmak isteyen öğrencilerin çoğunluğunu süreç içinde yapılan deneylere katılmak istediği görülmektedir. Öte yandan biliş bilgisi ve bilişin düzenlenmesine yönelik sorularda kendini gösteren "test sorusu çözme" yanıtı göze çarpmaktadır. Öğrencilerin ayrıca değişen ve azalan oranlarda not almak, çalışmak, tekrar etmek ve öğretmeni dinlemek gibi bireysel öğrenme stratejilerini gözden geçirdikleri anlaşılmaktadır.

Elde edilen bu bulgular alan yazında öğrencilerin biliş bilgisi ve bilişin düzenlenmesini entegre eden teorileri yapılandırmada ve görev performanslarında kendi düşüncelerini izlemede zorlandıklarını ve planlamanın 10-14 yaşına kadar görülmeyen, geç gelişen bir beceri olduğunu belirten çalışmalarla uyum içersindedir. Schraw ve Moshman'a göre (1995) çocuklarda 6 yaşlarındayken bilgisinin doğruluğunu yansıtmasıyla önce biliş bilgisi ortaya çıkar, bu bilgilerin sağlamlaştırılması 8-10 yaşlarında olur. Bilişin düzenlenmesi yeteneği ise yaklaşık olarak 10-14 yaşlarında ortaya çıkar ve planlama ile kendini gösterir. Bilişin izlenmesi ve değerlendirilmesi ise çok daha yavaş gelişir hatta bazı yetişkinlerde bile eksik kalabilir. Benzer şekilde, Whitebread ve arkadaşları (2009) çocukların 8-10 yaşından önce bilişüstü becerileri geliştiremeyeceğini belirtmiştir.

Öte yandan, Mason (1994) öğrencilerin modelleri başarılı bir biçimde kullanabilmeleri ve anlamaları için ele alınan modelin yapısı ve işlevine ilişkin bilişüstü farkındalığın gerekli olduğunu belirtmiştir. Pintrich'te (2002) öğrencilerde bilişüstü farkındalığın gelişimi için

derslerde açıkça üstbilişsel bilginin gelişimine yönelik hedeflerin yer alması gerekliliğine dikkat çekmiştir. Özellikle sınıf içerisinde öğretmeni ve arkadaşları tarafından ortak kullanılan dile ve örgütlenen söylemin üstbilişsel öğeler içermesinin öğrencileri kendi bilişsel eylemlerini sorgulatmaya sevk ettiğini belirtmiştir. Bu açıdan değerlendirildiğinde, çalışmada ele alınan modelleme basamaklarının üstbilişse vurgu yapacak şekilde gözden geçirilmesinin yerinde olacağı söylenebilir. Bu nedenle, çalışmadan elde edilen sonuçlar ışığında bilişüstü farkındalık bileşenleri ve modelleme sürecinin işleyişi, öğrencilerin model kullanımının ve modelden yararlanma düzeylerinin akıl yürütme süreçleriyle birlikte detaylı bir ekilde incelenmesinin uygun olacağı düşünülmektedir.

Modellemeye dayalı öğretim öğrencilerin fen ve teknoloji dersine yönelik tutumları üzerinde etkili midir? alt problemine ilişkin elde edilen yanıtlar analizlendiğinde (Tablo 12), modellemeye dayalı öğretimin öğrencilerin “fen ve teknoloji dersine yönelik tutumlarında” anlamlı değişiklik oluşturmadığı gözlenmiştir.

Baykul (1990) çalışmasında öğrencilerin fen alanına yönelik tutum puanlarının ilkökul 5. sınıftan, ortaokul ve lise son sınıflarına doğru düşme eğiliminde olduğunu göstermiştir. Ancak bu çalışmada modellemeye dayalı etkinliklerin yürütüldüğü deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin uygulama öncesi fen ve teknolojiye yönelik tutum puanlarında gözlenen anlamlı farklılığın bu durumla çeliştiği söylenebilir. Elde edilen bu sonuç, her iki gruptaki öğrencilerin fen ve teknoloji dersini işleme bakımından halihazırda varolan farklılıktan kaynaklanmış olabilir. Öte yandan, Kaya ve Büyük (2011), ilköğretim 2. Kademe öğrencilerinin fen ve teknoloji dersine ve fen deneylerine ilişkin tutumlarını belirledikleri tarama tipi çalışmalarında, öğrencilerin fen ve teknoloji dersine yönelik ortalama tutum puanlarının 8. sınıfta öğrenim gören ve 14. yaşındaki öğrencilerin lehine anlamlı olarak farklılaştığı sonucuna ulaşımlardır.

Araştırmacıların elde ettiği bu sonucun aksine, uygulama sonrası sözkonusu araştırmacıların işaret ettiği yaş grubunun özelliği olarak öğrencilerin fen ve teknolojiye yönelik tutum puanlarında her iki grupta da anlamlı farklılık gözlenmemiştir. Araştırmada ulaşılan bu sonuç Benli, Kayabaşı ve Sarıkaya'nın (2012) yarı deneysel araştırma deseni çerçevesinde teknoloji destekli eğitimini 7. sınıf öğrencilerinin fene yönelik tutumlarını etkilemediğini raporladıkları çalışmasıyla uyum içindedir. Araştırmacılar bu durumun nedenini

etkinliklerin 5 hafta süren uygulama süresinin değişime direnç gösteren tutum değişikliğine yol açacak kadar uzun olmayışına bağlamışlardır. Benzer şekilde, Ünal ve Ergin'in (2006) sıvıların ve gazların basıncı konusundaki modelleme etkinliklerini buluş yoluyla öğretme stratejisine uygun olarak uyguladıkları 7. sınıf öğrencilerinin fene yönelik tutumlarını etkilemediğini ortaya koydukları çalışmalarıyla da uyum içindedir. Bu çalışma kapsamında ele alınan etkinliklerin 3,5 hafta sürmesi de benzer şekilde öğrencilerin tutum puanlarında artışın gözlenmemesine yol açmış olabilir.

Diğer taraftan, çalışma kapsamında tutum puanlarında anlamlı farklılığın oluşmadığını gösteren bulguyla çelişen sonuçlara sahip çalışmalar da bulunmaktadır. Örneğin, Kahle ve Lakes (1983) bilgisayar kullanarak modellemeye örnek oluşturabilecek bir program olan SimSktech yazılımı ile öğrenim gören ortaokul öğrencilerinin fen dersine yönelik olumlu bir tutum geliştirdiklerini ifade etmişlerdir. Araştırmacılar bu durumu, öğrencilerin simülasyon yoluyla fen dersini aktif şekilde bilgiyi işleyerek öğrenmelerine ve buna bağlı olarak da fene yönelik olumlu tutum geliştirmelerine bağlamaktadırlar. Duran, Toral, Martinez-Torres ve Barrero'da (2007) çalışmalarında, bilgisayar simülasyonlarının öğrencilerin fene yönelik tutum, öğrenme doyumu, derse katılım ve girişimciliğini olumlu etkilediğini ve durumda gözlenen olumlu gelişmenin bilgisayar simülasyonları ve modelleme etkinliklerinden mi yoksa aktif olarak bilgisayar kullanmaktan mı kaynaklandığının açıklığa kavuşturulması gerektiğini ifade etmişlerdir. Benzer şekilde, Chung, Harmon ve Baker (2001) model türlerinden olan simülasyona dayalı öğrenmenin öğrencilerin karmaşık projelerde çalışmalarına, bunları gerçek yaşam durumlarına uyarlamalarına ve problem çözme becerilerini geliştirmelerine ve tüm bunların yanında fene yönelik daha olumlu bir tutum geliştirmelerine yardımcı olduğunu ortaya koymuşlardır. Araştırmadan elde edilen bu sonuçla çelişen bir başka sonuç, Yamak, Bulut ve Dündar'ın (2014), ortaokul 5. Sınıf öğrencileriyle tek gruplu ön test-son test deneysel desene dayalı Fen-Teknoloji-Mühendislik-Matematik (FeTeMM) temelli yaz okulu çalışmasına dayanmaktadır. Araştırmacıların kullandıkları etkinlikler, tasarım temelli olmalarının yanısıra öğrencilerden modeller oluşturmalarını ve model üzerinden ürünlerini sunmalarını istemektedir. Araştırmacılar, FeTeMM etkinliklerinin öğrencilerin fene yönelik tutumlarını olumlu etkilediğini rapor etmişler ve bu durumun öğrencilerin yaptıkları mini tasarımlarla sahip oldukları bilgiyi ürüne dönüştürmeleri sonucunda sahip oldukları bilgilerin işe yaradığını farketmiş

olmalarından kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir. Schmalz'ın (2012) 5 hafta süren çizime dayalı modelleme ve simulasyonun 5. ve 6. Sınıf öğrencilerinin fene yönelik tutumlarını olumlu etkilediğini gösteren çalışması da bu araştırmanın sonuçlarıyla çelişen bir diğer araştırma olarak gösterilebilir.

Yukarıda sonuçları özetlenen çalışmaların ortak yanı bilgisayar destekli/temelli modelleme ya da simulasyon çalışması olmalarıdır. Buradan yola çıkarak, incelenen çalışmalar ışığında, fen ve teknolojiye yönelik tutumların gelişmesinde, bu çalışmada ele alındığı gibi yalnızca deneysel etkinliklere dayalı ve sınırlı bir uygulama süresine sahip modelleme uygulamalarının; bilgisayar, yazılım, simulasyon temelli modelleme uygulamaları kadar etkili olmadığı düşünülebilir.

Modellemeye dayalı öğretim öğrencilerin ses konusundaki kavramsal anlamaları üzerinde etkili midir? şeklinde ifade edilen alt probleme ilişkin yanıtların analizi sonunda her iki gruptaki öğrencilerin süreç boyunca kendi içerisinde gelişme gösterdiği ve bu puan artışlarının her iki grup içinde ön testlere göre anlamlı olduğu bulunmuştur (Tablo 16). Ayrıca, deney ve kontrol grubunun son test puanları arasında deney grubu lehine anlamlı farklılık bulunmaktadır (Tablo 15).

Çalışma kapsamında elde edilen bu sonucun alan yazında modellemeye dayalı öğretimin kavramsal anlama üzerine olumlu etkisi olduğu sonucuna ulaşan pek çok çalışma sonucu ile uyum içinde olduğu görülmektedir (Dupin ve Joshua, 1989; Stavy, 1991; Weller, 1995; Kaufman ve ark., 1996; Treagust ve ark., 1996; Gobert, 2000; Buckley ve ark., 2004; Ogan-Bekiroğlu, 2007). Örneğin, Wright (2012) lise düzeyinde kuvvet konusunu modellemeye dayalı öğretim etkinliklerle yürütmüş ve geleneksel öğretime göre, modellemeye dayalı fizik öğretiminin öğrencilerin akademik başarılarını anlamlı olarak farklılaştırdığını raporlamıştır. Robita (2011), tek gruplu deneysel desen çerçevesindeki çalışmasında lise öğrencileri ile 6 hafta süren modellemeye dayalı kimya öğretimi etkinlikleri gerçekleştirmiş ve bu etkinliklerin öğrencilerin kavramsal anlamalarının yanı sıra bilimsel model anlayışlarını da anlamlı şekilde farklılaştırdığını saptamıştır. Benzer şekilde Ünal Çoban (2009) ilköğretim 7. Sınıflarla yarı deneysel desene uygun yürüttüğü çalışmasında, modellemeye dayalı etkinliklerin öğrencilerin ışık konusundaki kavramsal anlamalarını anlamlı şekilde geliştirdiği sonucuna ulaşmıştır. Reinfried'de (2006) öğrencilerin yeraltı suları konusundaki

kavram yanlışlarını gidermek üzere modellemeye dayalı bir öğretim programı geliştirmiş ve yarı deneysel araştırma desenine uygun olarak yürüttüğü araştırmasının sonunda geleneksel öğretime göre öğrencilerin kavramsal anlamalarının anlamlı şekilde farklılaştığını belirlemiştir. Öte yandan, Buckley ve arkadaşları (2004) da genetik konusunda çoklu model uygulamalarını içeren Biologica yazılımını geniş bir katılımla 15 okulda öğrenim gören öğrencilere uygulamışlar ve sonunda çoklu model uygulamaları almayan öğrencilere göre kavramsal anlamalarının anlamlı şekilde farklılaştığını tespit etmişlerdir.

Modellemeye dayalı çalışmaların ortak sonuçlarında görüldüğü gibi, modellemeye dayalı oluşturulan öğrenme ortamı öğrencilerin çalışılan konuya yönelik kavramsal ya da zihinsel modeller oluşturmalarına imkân sağlayacak şekilde akıl yürütmelerine, kavramların görünebilir hale getirilmesine ve kavramsal düzenleme ve yapılanmaya uygun olması, öğrencilerin kavramları etkili öğrenmesine yol açmaktadır (Hennessey, 1999). Alanda yapılan çalışmalar gibi bu çalışmada da modellemeye dayalı öğretimin öğrencilerin kavramsal anlamalarını anlamlı şekilde etkilediği söylenebilir.

Yorum

Yarı deneysel araştırma desenine uygun olarak yürütülen ve modellemeye dayalı 8. Sınıf “Ses” ünitesinin öğrencilerin bilişüstü farkındalıklarına, fen ve teknoloji dersine yönelik tutumlarına ve ses konusundaki kavramsal anlamalarına etkisinin incelendiği bu çalışma kapsamında ulaşılan sonuçlar modellemeye dayalı fen ve teknoloji dersinin öğrencilerin bilişüstü farkındalıklarında anlamlı bir gelişmeye yol açmadığını göstermiştir. Öğrencilere uygulanan açık uçlu sorular da öğrencilerin bilişüstü profillerini saptamaya yardımcı olmuştur. Bilişüstüne yönelik açık uçlu sorulardan elde edilen bilişüstü farkındalık profilleri farklı açılardan sorunlu noktalara işaret etmektedir. Bulgulardan öğrencilerin biliş ve bilişüstü stratejileri uygulamada zorluklar yaşadığı anlaşılmaktadır. Araştırma bulguları, genel olarak öğrencilerin biliş bilgilerinin öğretmene dayanan dış denetim odaklı olduğunu ve öğrencilerin öğrenme yollarının büyük oranda öğretmeni dinlemeye ve test sorusu yanıtlamaya dayandığını göstermektedir. Öğrencilerin çoğunluğunun kendilerini fen ve teknoloji dersini “zor” öğrenen bireyler olarak tanımlarken aslında dersi sadece öğretmeni dinleyerek öğrenmeye çalışmalarının bu durumu doğrduğunu bildikleri görülmüştür. Bu bakımdan, öğrencilerin öğrenme yolları konusunda öğrenilmiş çaresizlik yaşadığı

düşünülmektedir. Öğrencilerin öğrenecekleri konunun amacı hakkında bilgi sahibi oldukları ancak doğru planlama yapamadıkları anlaşılmıştır. Öğrenciler ayrıca, bilişin düzenlenmesi kapsamında kendilerini konu alanına bağlı türettikleri sorularla izlediklerini ifade etmişlerdir. Ancak öğrencilerin yaklaşık üçte birlik önemli bir bölümü de kendilerini sorgulamadıklarını belirtmiştir. Bu açıdan değerlendirildiğinde, nicel anlamda elde edilen verilere dayanarak bilişüstü farkındalıkta anlamlı fark oluşmamasının nedeni öğrencilerin bilişüstü profilleriyle açıklığa kavuşuyor gibi gözüksede, çalışmadan elde edilen sonuçlar ışığında bilişüstü farkındalık bileşenleri ve modelleme sürecinin işleyişi, öğrencilerin model kullanımının ve modelden yararlanma düzeylerinin akıl yürütme süreçleriyle birlikte detaylı bir şekilde incelenmesinin uygun olacağı düşünülmektedir.

Öte yandan, sadece deneysel etkinliklere dayanan modellemeye dayalı fen ve teknoloji dersi öğrencilerin tutumlarında bir değişiklik oluşturmamıştır. Gerçekleştirilen çalışmalar ışığında, uygulamanın daha uzun süre aralığında ve bilgisayar destekli/temelli yazılımlar ve simülasyonlar içeren çoklu model etkileşimlerinin etkisinin incelenmesi yerinde olacaktır.

Alandaki diğer çalışmalar gibi bu çalışmada modellemeye dayalı öğretim ile öğrencilerin hemen her konu alanına ilişkin kavramsal anlamalarını değiştirmenin olanaklı olduğunu göstermiştir.

Çalışmadan elde edilen sonuçların güvenilirliğini arttırmak üzere, bu konuda çalışmayı düşünen araştırmacılara, özellikle tartışma bölümünde değinilen noktalar ışığında gözden geçirilmiş bir modelleme uygulamasının farklı sınıf düzeyleri, konu alanları ve uygulama süreleri ile çalışmalarını önerilmektedir.

Referanslar

Acher, A., Arca, M. & Sanmarti, N. (2007). Modeling as a teaching learning process for understanding materials: A case study in primary education. *Science Education*, 91(3), 398-419.

Açıkgöz, K. (2002). *Aktif öğrenme*. İzmir: Eğitim Dünyası Yayınları.

- Akpınar, E., Yıldız, E., Tatar, N. ve Ergin, Ö. (2009). Students' attitudes toward science and technology: An investigation of gender, grade level, and academic achievement. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 1, 2804–2808.
- Bandura, A. (1977). Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review*, 84 (2), 191-215.
- Baykul, Y. (1990). *İlkokul beşinci sınıftan lise ve dengi okulların son sınıflarına kadar matematik ve fen derslerine karşı tutumda görülen değişmeler*. Ankara: ÖSYM Yayınları.
- Blank, L. (2000). A metacognitive learning cycle: A better warranty for student understanding? *Science Education*, 84 , 486–506.
- Benli, E., Kayabaşı, Y. ve Sarıkaya, M. (2012). İlköğretim 7. Sınıf öğrencilerinin fen ve teknoloji dersi "Işık" ünitesinde teknoloji destekli öğretimin öğrencilerin fen başarısına, kalıcılığa ve fene karşı tutumlarına etkisi, *GEFAD*, 32 (3), 733-760.
- Brewer, W. F. (1987). Schemas versus mental models in human memory. In Morris, P. (Ed.), *Modelling Cognition*, (pp.187-197) UK: Wiley, Chicester.
- Buckley, B. C., Gobert, J.D., Kindfield, A.C., Horwitz, P., Tinker, R., Gerlits, B., Wilensky, U., Dede, C. & Willett, J. (2004). Model-based teaching and learning with BioLogica: What do they learn? How do they learn? How do we know?, *Journal of Science Education and Technology*, 13 (1), 23-41.
- Büyüköztürk, Ş. (2006). Sosyal Bilimler için Veri Analizi El Kitabı: İstatistik, Araştırma Deseni, SPSS Uygulamaları ve Yorum. 6. Baskı, Pegem Akademi Yayıncılık: Ankara.
- Chang, H.P., Chenb, J.Y., Guoc, C.L, Chend, C.C, Change, C.Y, Linf, S.H., Suf, W.J., Laing, K.D., Hsua, S.Y., Lina, J.L., Chena, C.C., Chenga, Y.T., Wangf, L.S. & Tsengf , Y.T. (2007). Investigating primary and secondary students' learning of physics concepts in Taiwan. *International Journal of Science Education*, 29 (4), 465–482.
- Chung, G. K. W. K., Harmon, T. C., & Baker, E. L. (2001). The impact of a simulation based learning design project on student learning. *IEEE Transactions on Education*, 44 (4), 390-398.

- Clement, J. (1989). Learning via model construction and criticism: Protocol evidence on sources of creativity in science. In Glover, J. A., Ronning, R. R., and Reynolds, C. R. (Eds.), *Handbook of Creativity: Assessment, Theory and Research*, (pp. 341–381), New York: Plenum.
- Clement, J. (2000). Model-based learning as a key research area for science education. *International Journal of Science Education*, 22 (9), 1041-1053.
- Clement, J. J. (2008). Model based learning and instruction in science. In Clement, J. J. & Rea-Dupin, J.J. & Joshua, S. (1989) Analogies and ‘modeling analogies’ in teaching: Some examples in basic electricity. *Science Education*, 73 (2), 207–224.
- Duran, M.J., Gallardo, S., Toral, S.L., Martinez-Torres, R. & Barrero, F.J. (2007). A learning methodology using Matlab/Simulink for undergraduate electrical engineering courses at tending to learner satisfaction outcomes. *International Journal of Technology and Design Education*, 17 (1), 55–73
- Erduran, S. (2001). Philosophy of chemistry: An emerging field with implications for chemistry education. *Science and Education*, 10, 581-593.
- Fraenkel, J. R. & Wallen, N. E. (2006). *How to design and evaluate research in education* (5th Ed.). USA: McGraw-Hill Higher Education.
- Georghiades, P. (2000). Beyond conceptual change learning in science education: Focusing on transfer, durability and metacognition. *Educational Research*, 42 (2), 119–139.
- Georghiades, P. (2004). Making pupils’ conceptions of electricity more durable by means of situated metacognition. *International Journal of Science Education*, 26 (1), 85–99
- Gobert, J.D. (2000). A typology of causal models for plate tectonics: Inferential power and barriers to understanding. *International Journal of Science Education*, 22 (9), 937–77.
- Gobert, J.D. & Buckley, B.C. (2000). Introduction to model based teaching and learning in science education. *International Journal of Science Education*, 22 (9), 891-894.
- Grotzer, T. & Mittkefeldt, S. (2012). The role of metacognition in students' understanding and transfer of explanatory structures in science. In Zohar, A. & Dori, Y.J. (Eds.)

Metacognition in Science Education: Trends in Current Research (pp.79-99) New York, NY: Springer Science, Business Media B.V.

Halloun, I. (1996). Schematic modeling for meaningful learning of physics. *Journal of Research in Science Teaching*, 33 (9), 1-26.

Harrison, A. G. & Treagust, D. F. (1998). Modelling in science lessons: Are there better ways to learn with models?, *School Science And Mathematics*, 98 (8), 420-429.

Hennessey, M. G. (1999). *Probing the dimensions of metacognition: Implications for conceptual change teaching-learning*. Paper Presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching (Boston, MA, March 28-31).

Hrepic, Z. (2004). *Development of a real-time assessment of students' mental models of sound propagation*. Kansas State University, Doctoral Thesis.

Hrepic, Z., Zollman, D. A. & Rebello, N. S. (2010). Identifying students' mental models of sound propagation: The role of conceptual blending in understanding conceptual change. *Physical Review Special Topics- Physics Education Research*, 6, 1-18.

Ingham, A. M. & Gilbert, J. K. (1991). The use of analogue models by students of chemistry at higher education level. *International Journal of Science Education*, 13, 193-202.

Johnson-Laird, P. N. (1983). *Mental Models: Towards a cognitive science of language, inference and consciousness*. Cambridge: Cambridge University Press.

Jonassen, D., Strobel, J. & Gottdenker, J. (2005). Model building for conceptual change. *Interactive Learning Environments*, 13 (1-2), 15-37.

Justi, R., & Gilbert, J. (2002). Modeling, teachers' views on the nature of modeling, and implications for the education of modelers. *International Journal of Science Education*, 24(A), 369-387.

Kahle, J. B., & Lakes, M. K. (1983). The myth of equality in science classrooms. *Journal of Research in Science Teaching*, 20 (2), 131-140.

- Kaufmann, D.R., Patel, V.L. & Magder, S.A. (1996) The explanatory role of spontaneously generated analogies in reasoning about physiological concepts. *International Journal of Science Education*, 18 (3), 369–86.
- Kaya, H. ve Büyük, U. (2011). Attitude Towards Physics Lessons and Physical Experiments of the High School Students. *European Journal of Physics Education*, 2 (1) 38-49.
- Khan, S. (2008). Model based learning and instruction in science. In Clement, J. J. & Rea-Ramirez, M. A. (Eds.). *Co-construction and model evolution in chemistry* (pp. 59-78). New York, NY: Springer Science, Business Media B.V.
- Kramarski, B. & Mevarech, Z.R. (2003) Enhancing mathematical reasoning in the classroom: Effects of cooperative learning and metacognitive training. *American Educational Research Journal*, 40, 281-310.
- Kuhn, D. & Dean, D. (2004). Metacognition: A bridge between cognitive psychology and educational practice. *Theory into Practice*, 43 (4), 268-273.
- Linder, C.J. & Erickson, G.L. (1989). A study of tertiary physics students' conceptualizations of sound. *International Journal of Science Education*, 11 (special issue), 491-501.
- Linn, M. C., & Bat-Sheva, E. (2006). Science education: Integrating views of learning and instruction. In Alexander, P. A. & Winne, P. H. (Eds.), *Handbook of educational psychology* (2nd ed., pp. 511–543). Mahwah: Erlbaum.
- Linn, M. (2003). Technology and science education: Starting points, research programs, and trends. *International Journal of Science Education*, 25(6), 727–58.
- Martinez, E. M. (2006). What is metacognition. *Phi Delta Kappan*, 87 (9), 696-699.
- Mason, L. (1994). Cognitive and metacognitive aspects in conceptual change by analogy. *Instructional Science*, 22, 157-187.
- Mayer, R. E.; Dyck, J. L.; Cook, L. K. (1984) Techniques That Help Readers Build Mental Models From Scientific Texts: Definitions Pretraining And Signaling. *Journal Of Educational Psychology*, 76, 6, 1089-1105.

- Mayer, R. E. (2002). Understanding conceptual change: A commentary. In Limon, M. & Mason, L. (Eds.), *Reconsidering conceptual change: Issues in theory and practice* (pp. 101 – 111). Dordrecht: Kluwer Academic Publisher.
- McCormick, C. B. (2003). Metacognition and learning. In Reynolds, W. M. & Miller, G. E. (Eds.), *Handbook of psychology: Educational psychology* (pp. 79–102). Hoboken: Wiley.
- McBroom, R. A. (2011). *Pre-service science teachers' mental models regarding dissolution and precipitation reactions*. North Carolina State University Doctoral Thesis.
- McElwee, S. (2009). Metacognition for the classroom and beyond: Differentiation and support for learners. *Special Education Support Service*, Vol.1.
- Merino, M.J. (1998). Some difficulties in teaching the properties of sounds. *Physics Education*, 33, 101-104.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis* (2nd Ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) (2005). *Fen ve Teknoloji Dersi (6-8. Sınıflar) Öğretim Programı*. Ankara: Devlet Kitapları Müdürlüğü Basım Evi.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) (2013). *Fen Bilimleri Dersi (3-8. Sınıflar) Öğretim Programı*. Ankara: Devlet Kitapları Müdürlüğü Basım Evi.
- Nersessian, N. J. (1999). Model-based reasoning in conceptual change. In Magnani, L., Nersessian, N. J. & Thagard, P. (Eds.), *Models are used to represent reality*. New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers.
- Ogan Bekiroğlu, F. (2007). Effects of model-based teaching on pre-service physics teachers' conceptions of the moon, moon phases and other lunar phenomena. *International Journal of Science Education*, 29 (5), 555-593.
- Papaevripidou, M., Constantinou, C. P. & Zacharia, Z.C. (2009). "Enacting a framework for developing and assessing modeling abilities in the elementary science classroom". *Paper presented at the European Science Education Research Association Conference (ESERA), August, in Malmo, Sweden*.

- Paris S. G. & Newman R. S. (1990). Developmental aspects of self-regulated learning. *Educational Psychologist*, 25 (1) 87-102.
- Pintrich, P. R. (2002). The role of metacognitive knowledge in learning, teaching, and assessing. *Theory into Practice*, 41(4), 219-225.
- Reinfried, S. (2006). Conceptual change in physical geography and environmental sciences through mental model building: The example of groundwater. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 15 (1), 41-61.
- Robita, C. (2011). *Model based teaching and learning in the high school chemistry laboratory*. California State University Master of Science Thesis.
- Rouse, W. B., & Morris, N. M. (1986). On looking into the black box: Prospects and limits in the search for mental models. *Psychological Bulletin*, 100, 349–363.
- Schmalz, H. (2012). *Drawing based modeling and simulation in primary school science education: The impact on students' attitude towards science and domain specific knowledge*. University of Twente, Master Thesis.
- Schraw, G. & Moshman, D. (1995). Metacognitive theories. *Educational Psychological Review*, 7, 351-371.
- Schraw, G. (2006). Knowledge: Structures and processes. In Alexander, P. & Winne, P. (Eds.), *Handbook of educational psychology* (2nd ed., pp. 245–264). San Diego: Academic.
- Schraw, G., Crippen, K. J. & Hartley, K. (2006). Promoting self-regulation in science education: Metacognition as part of a broader perspective on learning. *Research in Science Education*, 36, 111-139.
- Schraw, G., Olafson, L., Weibel, M. & Sewing, D. (2012). Metacognitive knowledge and field-based science learning in an outdoor environmental education program. In Zohar, A. & Dori, Y. J. (Eds.), *Metacognition in science education: Trends in current research* (pp.57-78) New York, NY: Springer Science, Business Media B.V.

- Schwarz, C.V. & Gwekwerere, Y. (2007). Using a Guided Inquiry and Modeling Instructional Framework (EIMA) to Support Preservice K-8 Science Teaching, *Science Education*, 91 (1), 158-186.
- Seraphin, K.D., Philippoff, J., Kaupp, L. & Vallin, L.M. (2012). Metacognition as means to increase the effectiveness of inquiry-based science education. *Science Education International*, 23 (4), 366-382.
- Shen, J. & Confrey, J. (2007). From conceptual change to transformative modeling: A case study on elementary teacher in learning astronomy. *Science Education*, 91, 948-966.
- Stavy, R. (1991) Using analogy to overcome misconceptions about conservation of matter. *Journal of Research in Science Teaching*, 28 (4), 305-13.
- Stratford, S.J., Krajcik, J. & Soloway, E. (1998). Secondary students' dynamic modeling processes: Analyzing, reasoning about, synthesizing, and testing models of stream ecosystems. *Journal of Science Education and Technology*, 7 (3), 215-34.
- Thomas, G.P. & McRobbie, C. J. (2001). Using a metaphor for learning to improve students' metacognition in the chemistry classroom. *Journal of Research in Science Teaching*, 38, 222-259.
- Treagust, D.F., Harrison, A.G. & Venville, G.L. (1996) Using an analogical teaching approach to engender conceptual change. *International Journal of Science Education*, 18 (2), 213-29.
- Tregidgo, D., & Ratcliffe, M. (2000). The use of modeling for improving pupils' learning about cells. *School Science Review*, 24, 53-59.
- Ünal, G. (2005). *Fen öğretiminde derinliğine öğrenme: "Basınç" konusunda modelleme*. Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.
- Ünal, G. ve Ergin, Ö. (2006). Buluş yoluyla fen öğretiminin öğrencilerin akademik başarılarına, öğrenme yaklaşımlarına ve tutumlarına etkisi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 3 (1), 36-52.

- Ünal Çoban, G. (2009). *Modellemeye dayalı fen öğretiminin öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerine, bilimsel süreç becerilerine, bilimsel bilgi ve varlık anlayışlarına etkisi: 7. Sınıf ışık ünitesi örneği*. Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi.
- Veenman, M. V. J., Van Hout-Wolters, B. H. A. M., & Afflerbach, P. (2006). Metacognition and Learning: Conceptual and methodological considerations. *Metacognition and Learning*, 1, 3–14.
- Veenman, M.V. J. (2012). Metacognition in science education: definitions, constituents and their intricate relation with cognition. In Zohar, A. & Dori, Y. J. (Eds.), *Metacognition in science education: Trends in current research* (pp.21-37) New York, NY: Springer Science, Business Media B.V.
- Vosniadou, S. (2002). On the nature of naive physics. In Limon, M. & Mason, L. (Eds.), *Reconsidering conceptual change: Issues in theory and practice* (pp. 61 – 76). Dordrecht: Kluwer Academic Publisher.
- Wang, T., Chiu, M., Lin, J. & Chou, C. (2013). Diagnosing students' mental models via the web-based mental models diagnosis system. *British Journal of Educational Technology*, 44 (2), 45-48.
- Weller, H.G. (1995). Diagnosing and altering three Aristotelian alternative conceptions in dynamics: Microcomputer simulations of scientific models. *Journal of Research in Science Teaching*, 32 (3), 271–90.
- Wittmann, M.C. (2003). Understanding and affecting student reasoning about sound waves. *International Journal of Science Education*, 25(8), 991-1013.
- White, B. Y. & Frederiksen, J. R. (1998). Inquiry, modeling, and metacognition: Making science accessible to all students. *Cognition and Instruction*, 16, 3–118.
- Whitebread, D., Coltman, P., Pino Pasternak, D., Sangster, C., Grau, V., Bingham, S., Almeqdad, Q. & Demetriou, D. (2009). The development of two observational tools for assessing metacognition and self-regulated learning in young children. *Metacognition and Learning*, 4(1), 63–85.

- Wright, T. L. (2012). *The effects of modeling instruction on high school physics academic achievement*. Tennessee State University, Unpublished Educational Doctorate Dissertation, USA.
- Yamak, H., Bulut, N. ve Dünder, S. (2014). 5. Sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri ile fene karşı tutumlarına FeTeMM etkinliklerinin etkisi. *GEFAD*, 34 (2), 249-265.
- Yıldız, E. (2008). *5E Modelinin kullanıldığı kavramsal değişime dayalı öğretimde üst bilişin etkileri: 7. Sınıf Kuvvet ve Hareket ünitesine yönelik bir uygulama*. Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi.
- Yıldız, E., Akpınar, E., Tatar, N. ve Ergin, Ö. (2009). İlköğretim öğrencileri için geliştirilen bilişüstü ölçeği'nin açımlayıcı ve doğrulayıcı faktör analizi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 9(3), 1573-1604.
- Yurt, E. ve Sünbül, A. M. (2012). Sanal ortam ve somut nesnelere kullanılarak gerçekleştirilen modellemeye dayalı etkinliklerin uzamsal düşünme ve zihinsel çevirme becerilerine etkisi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 12 (3), 1975-1992.
- Zhang, B., Liu, X. & Krajcik, J. (2006). Expert models and modeling processes associated with a computer-modeling tool. *Science Education*, 90 (4), 579-605.
- Zimmerman, B. J., & Martinez-Pons, M. (1990). Student differences in self-regulated learning: Relating grade, sex and giftedness to self-efficacy and strategy use. *Journal of Educational Psychology*, 82, 51-59.
- Zohar, A. (2006). The nature and development of teachers' metastrategic knowledge in the context of teaching higher order thinking. *The Journal of the Learning Sciences*, 15, 331-377.