



## **A Science Methods Course for Early Childhood Teachers: A Model for Undergraduate Pre-Service Teacher Education**

**Mesut Saçkes<sup>1,\*</sup>, Berrin Akman<sup>2</sup> & Kathy Cabe Trundle<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Balıkesir University, Balıkesir, TURKEY; <sup>2</sup>Hacettepe University, Ankara, TURKEY; <sup>3</sup>The Ohio State University, Ohio, USA

Received : 14.06.2012

Accepted : 09.09.2012

---

*Abstract* –Research studies suggest that children have a tendency to make observations of and think about nature, and this inclination should be supported by effective science learning experiences during the early years. Early childhood teachers play a vital role in providing rich and effective science learning experiences for children. However, early childhood teachers usually have limited experiences in learning and teaching science. Due to their limited experiences, this group of teachers typically lacks confidence in designing and implementing quality science learning experiences for young children as well as developing their own science and pedagogical content knowledge. These limitations underscore the importance of raising teachers' awareness about the critical role of science education during the early years. This paper offers a model for an undergraduate science methods course for pre-service early childhood teachers. Suggestions are made on how to improve pre-service early childhood teachers' science and pedagogical content knowledge, and strategies to support the development of their affective and cognitive domains are provided.

*Key words:* pre-service early childhood teachers, science methods course, science education, teacher education, early childhood education.

### **Summary**

Although children are capable of performing various cognitive skills that are the basis for scientific thinking and learning, their emerging skills usually are not supported by instructional practices in the typical early childhood classroom. Young children usually have fewer opportunities to learn science than any other content area in their early years of

---

\* Corresponding author: Dr. Mesut Saçkes, Department of Early Childhood Education, Necatibey School of Education, Balıkesir University, 10100 Balıkesir, TURKEY.  
*E-mail:* msackes@gmail.com

education due to the limited science and pedagogical content knowledge of early childhood teachers and teachers' low self-confidence for teaching young children science.

Early childhood teachers play a vital role in providing rich and effective science learning experiences for children. Science methods courses, which typically are completed in the third year of undergraduate education, provide a major opportunity for pre-service early childhood teachers to develop their science content knowledge and knowledge of effective instructional practices for helping young children learn foundational science content and develop their science process skills.

Based on the relevant literature, this paper proposes a model for an undergraduate science methods course for pre-service early childhood teachers, which is likely to help pre-service early childhood teachers develop essential knowledge and skills necessary to plan and implement effective science instruction. The model consists of four main components: science content knowledge, pedagogical content knowledge, affective domain, and cognitive domain.

In order for early childhood teachers to help children develop scientific understanding of natural phenomena, it is critical that teachers understand the phenomena themselves. Therefore, early childhood teachers' science content knowledge should be addressed in science methods courses. Instructors of early childhood science methods courses should collaborate with science educators as well as scientists in physics, chemistry, and biology departments to design and support the science content of the methods courses. Undergraduate level elective basic science courses for non-majors can be offered and pre-service early childhood teachers can be encouraged or required to complete such courses before enrolling in the science methods course, thus improving their science content knowledge.

Science methods courses for pre-service early childhood teachers should emphasize the integration of science with mathematics and literacy to promote early childhood teachers' science teaching skills and their confidence in teaching science. Science method courses should emphasize using inquiry-based instructional strategies, which also foster positive attitudes toward learning and teaching science. The use of instructional strategies such as learning cycles should be taught and modeled in method courses along with the strategies, such as play, drama and technology integration, to promote conceptual change with young learners. Strategies to support children's motivation for and attitude toward learning science and understanding of the nature of science should also be included in method courses. The use of various science materials to promote the development of children's process skills should be demonstrated. Pre-service teachers' skills in evaluating and modifying commercially available

science activities should be enhanced. Also, practical ways of assessing children's learning of science concepts should be modeled in science methods courses.

Pre-service early childhood teachers' use of elaboration and organization strategies should be promoted, explicitly taught, and modeled in science methods courses to promote scientific conceptual understanding. Pre-service teachers' motivational beliefs influence the amount of cognitive effort they put in understanding the course content. Therefore, instructional strategies designed to facilitate conceptual change in science methods courses should also incorporate strategies to promote pre-service teachers' motivational beliefs. Likewise, pre-service teachers' metacognitive strategy use and metaconceptual awareness should be promoted to help them engage in conceptual change and reflect on their understanding of teaching science to young children.

The proposed science methods course will guide early childhood educators' practices in designing and teaching the science methods course for pre-service early childhood teachers. Science methods courses that are designed based on this model are likely to enhance pre-service early childhood teachers' attitude toward learning and teaching science and improve their science content and pedagogical content knowledge, which in turn will boost their confidence for teaching science to young children.

# Okulöncesi Öğretmenlerine Yönelik Fen Eğitimi Dersi: Lisans Düzeyindeki Öğretmen Eğitimi İçin Bir Model Önerisi

Mesut Saçkes<sup>1,†</sup>, Berrin Akman<sup>2</sup> & Kathy Cabe Trundle<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir, TÜRKİYE; <sup>2</sup>Hacettepe Üniversitesi,  
Ankara, TÜRKİYE; <sup>3</sup>Ohio Devlet Üniversitesi, Ohio, ABD

Makale Gönderme Tarihi: 14.06.2012

Makale Kabul Tarihi: 09.09.2012

*Özet* – Araştırmalar çocukların doğa hakkında gözlem yapma ve düşünmeye yönelik bir eğilimi olduğu ve bu yatkınlığın okulöncesi dönemde etkili bilim öğrenme fırsatları sunularak geliştirilmesi gerektiğini önermektedir. Çocuklara zengin ve etkili bilim öğrenme deneyimleri sağlamada okulöncesi öğretmenlerine önemli rol düşmektedir. Bununla birlikte, okulöncesi öğretmen adaylarının bilim öğrenimi ve öğretimine yönelik deneyimleri oldukça sınırlıdır. Pek çok öğretmen adayı için bu deneyim erken çocukluk döneminde bilim eğitiminin önemi hakkında farkındalık yaratmak açısından önemli olmakla beraber kendilerini çocuklara bilim öğrenme fırsatları oluşturmada yeterli hissettirme ve bilimsel ve pedagojik alan bilgisi ile donatma açısından yetersiz kalmaktadır. Bu makalede okul öncesi öğretmenliği lisans programlarının üçüncü yılında verilen fen eğitimi dersine yönelik bir model önerisinde bulunmaktadır. Makalede alan yazın temelinde öğretmen adaylarının bilimsel ve pedagojik alan bilgilerinin geliştirilmesine yönelik öneriler sunulmuş ve fen eğitimi dersi süresince adayların duyuşsal ve bilişsel alanlardaki gelişmelerini desteklemeye yönelik stratejiler önerilmiştir.

*Anahtar kelimeler:* okulöncesi öğretmen adayları, fen eğitimi dersi, bilim eğitimi, öğretmen eğitimi, erken çocukluk eğitimi.

## Giriş

Giderek artan sayıda araştırmalar çocukların çok erken yaşlardan itibaren temel bilimsel kavramlara ilişkin anlayışlar geliştirebildiğine ve temel bilimsel süreç becerilerini kullanabildiğini yönelik kanıtlar sunmaktadır (Büyüктаşkapu, Çeliköz ve Akman, 2012; Carey ve Spelke, 1994; Kuhn ve Pearsall, 2000; Küçüközer ve Bostan, 2010; Opfer ve Siegler, 2004; Saçkes, Trundle ve Flevaris, 2010; Zimmerman, 2000). Birçok araştırmacı çocukların doğa hakkında gözlem yapma ve düşünmeye yönelik bir eğilimi olduğu ve bu yatkınlığın okul öncesi dönemde etkili bilim öğrenme fırsatları sunularak geliştirilmesi

<sup>†</sup>İletişim: Dr. Mesut Saçkes, Balıkesir, Necatibey Eğitim Fakültesi, 10100 Balıkesir, TÜRKİYE.  
E-posta: msackes@gmail.com

gerektiğini önermektedir (French, 2004; Ginsburg ve Golbeck, 2004; Kallery, 2004; Patrick, Mantzicopoulos ve Samarapungavan, 2009; Watters, Diezmann, Grieshaber ve Davis, 2000). Bununla birlikte, araştırmalar okul öncesi öğretmenlerinin çağdaş fen eğitimi alan yazını ile tutarlı bilim etkinlikleri planlama ve yürütmede sıkıntılar yaşadıklarını ve sınıflarında çocukların bilim öğrenmeye yönelik kapasite ve eğilimlerini desteklemeye yönelik kısıtlı fırsatlar sunduklarını göstermektedir (Ayvacı, Devecioğlu ve Yiğit, 2002; Early et al., 2010; Güler ve Bıkmaz, 2002; Saçkes, Baskıda/a; Saçkes, Trundle, Bell ve OConnell, 2011; Tu, 2006; Varol, Baskıda).

Erken çocukluk döneminde bilim eğitimi çocukların doğa olaylarına ilişkin sorular sormasında ve yanıtlar aramasında rehberlik eden bilimsel süreç becerilerini kullanmasını, temel bilimsel kavramlara ilişkin anlayışlar oluşturmasını, bilime yönelik olumlu motivasyonel inançlar ve tutumlar geliştirmesini amaçlamaktadır (Aktaş Arnas, 2002; Gönen ve Dalkılıç, 2000; Trundle ve Saçkes, 2012). Erken çocukluk dönemi bilim eğitiminin bu hedeflerine çocuklara etkili bilim öğrenme deneyimleri sağlanarak ulaşılabilir. Çocuklara zengin ve etkili bilim öğrenme deneyimleri sağlamada okul öncesi öğretmenlerine önemli rol düşmektedir. Okul öncesi öğretmeni adaylarının bilim öğrenimi ve öğretimine yönelik deneyimleri öğrenimlerinin beşinci yarıyılında aldıkları dört kredilik “Fen Eğitimi” dersi ile sınırlıdır. Pek çok öğretmen adayı için bu deneyim erken çocukluk döneminde bilim eğitiminin önemi hakkında farkındalık yaratmak açısından önemli olmakla beraber kendilerini çocuklara bilim öğrenme fırsatları oluşturmada yeterli hissettirme ve bilimsel ve pedagojik alan bilgisi ile donatma açısından yetersiz kalmaktadır (Ayvacı vd., 2002; Özbey ve Alisinanoğlu, 2008).

Bu çalışmanın amacı okul öncesi öğretmenliği lisans programlarının üçüncü yılında verilen fen eğitimi dersinin geliştirilmesine yönelik, bu dersi veren öğretim elemanlarına ders içeriği ve sürecini tasarlamada rehberlik edebilecek, bir model önerisinde bulunmaktadır. Makalede alan yazın temelinde öğretmen adaylarının bilimsel ve pedagojik alan bilgilerinin geliştirilmesine yönelik öneriler sunulmuş ve fen eğitimi dersi süresince adayların duyuşsal ve bilişsel alanlardaki gelişmelerini desteklemeye yönelik stratejiler önerilmiştir.

### **Bilimsel Alan Bilgisi**

Araştırmalar çocuklar ve öğrenciler gibi okul öncesi öğretmenlerinin de bazı bilimsel kavramlara ilişkin kavram yanılgılarına sahip olduklarını göstermektedir. Örneğin, okul öncesi öğretmenlerinin güneş sistemi ve sistemdeki göksel objelerin hareketleri, ayın evrelerinin nasıl oluştuğu, ayın gökyüzünde gözlenebileceği zamanlar, mevsimlerin oluşumu,

gelgitlerin oluşumu, kayaların özellikleri, bilimin doğası gibi pek çok kavram hakkında kavram yanlışlarına sahip oldukları bulunmuştur (Atwood ve Atwood, 1997; Trundle ve Bell, 2010; Ucar, Trundle ve Krissek, 2011; Saçkes ve Trundle, 2010; Saçkes, Trundle ve Krissek, 2011).

Okul öncesi öğretmenlerinin sınıflarında bilimsel kavramları öğretmeye daha az zaman ayırmalarının en önemli nedenlerinden birisi temel bilimsel kavramlara ilişkin yeterli alan bilgisine sahip olmamasıdır (Appleton, 1992; Cho et al., 2003; Harlen, 1997; Tobin, Briscoe, ve Holman, 1990). Kallery ve Psillos (2001) tarafından Yunanlı 103 okul öncesi öğretmeni üzerinde yapılan bir araştırmada okul öncesi öğretmenlerinin sadece yaklaşık beşte birinin yeterli düzeyde alan bilgisine sahip olduklarına inandıkları bulunmuştur. Benzer çalışmalarda da okul öncesi öğretmenlerinin yeterli alan bilgisine sahip olmadıkları ve bu nedenle de çocuklara bilimsel kavramları öğretmede sıkıntı çektikleri ve kendilerine güvenmedikleri belirtilmiştir (Pell ve Jarvis, 2003; Tilgner, 1990). Okul öncesi öğretmenlerinin bilim öğretimine ilişkin yeterlilik inançlarının düşük olmasında bilimsel alan bilgilerinin kısıtlı olmasının payının büyük olduğu görülmektedir.

Çocuklar okul öncesi eğitim ortamlarına fiziksel dünyanın nasıl işlediğine ilişkin kendilerine ait fikirler veya teoriler ile gelmektedirler (Driver, Guesne, ve Tiberghien, 1985; Vosniadou, 2002). Çocukların dünyanın şekli, gece ve gündüzün oluşumu, yağmurun nasıl meydana geldiği, canlı ve cansızların özellikleri ve ayın evrelerinin oluşumu gibi olgulara yönelik naif ve bilimsel olmayan kavramsal anlayışları eğer öğretmenleri de bu olgulara yönelik bilimsel anlayışa sahip değillerse okul öncesi eğitim döneminde değişmeksizin veya daha da pekişerek kalabilmektedir (Saçkes, Trundle ve Krissek, 2011; Trundle ve Saçkes, 2012).

Her ne kadar okul öncesi dönem çocuklarının ayın evrelerinin nedeni, mevsimlerin oluşumu, kaya ve toprağın nasıl oluştuğu gibi karmaşık bilimsel kavramları anlaması beklenmese de okul öncesi eğitimi öğretmenlerinin ve öğretmen adaylarının bu olgulara ilişkin kavramsal anlayışa sahip olmaları önemlidir (Saçkes vd., 2011). Okul öncesi dönemde konu olabilecek ve çocukların merak edebileceği doğa olaylarına ilişkin kavram yanlışlarına sahip öğretmenler ilköğretim ve ötesinde öğretilen pek çok karmaşık bilimsel kavramın anlaşılabilmesi için zemin oluşturan temel bilimsel kavramları çocuklara sunmada sıkıntı yaşayabilirler (Saçkes, Trundle, Bell ve O'Connell, 2011). Alan bilgisi açısından yeterli donanıma sahip olmayan ve kavram yanlışlarına sahip olan öğretmenler kendi kavram yanlışlarını çocuklara aktarabilirler, çocukların var olan kavram yanlışlarını fark

edemeyebilirler ve çocukların kavram yanılgılarını pekiştirebilirler. Okul öncesi öğretmenlerinin bilimsel alan bilgilerini geliştirmek öğretmenlerin bilim öğretimine ilişkin tutumlarını ve öz-yeterlik inançlarını zenginleştirerek onların okul öncesi çocuklarına yönelik bilim öğretim pratiklerini geliştirebilir (Jarvis ve Pell, 2004; Luera, Moyer, ve Everett, 2005; Schoon ve Boone 1998; Smith ve Neale, 1989).

Bu nedenle, okul öncesi öğretmenlerine yönelik verilen fen eğitimi dersi öğretmen adaylarının fen alan bilgisini destekleyici öğeler de içermelidir. Fen eğitimi dersinde, okul öncesinde sıklıkla konu olan ve çocukların ilgisini çeken bilimsel kavramlara ilişkin öğretmen adaylarının kavramsal anlayışını geliştiren ve öğretmen adaylarının olası kavram yanılgılarını yeniden yapılandırmalarına yardım eden temel bilimsel kavramların öğretimine yer verilmelidir. Bu amaçla, fen bilgisi öğretmenliği programında çalışan öğretim üyeleri ve fen-edebiyat fakültesinde görev yapan öğretim üyeleri ile işbirliği içerisinde okul öncesi öğretmen adaylarına yönelik fen alan bilgisi içeriği geliştirilebilir ve bu içerik öğretmen adaylarında kavramsal değişme yaratacak bir öğretim ortamında adaylarla paylaşılabilir. Bu amaçla okul öncesi öğretmenliği lisans programlarının ilk iki yılı içerisinde Fizik, Kimya, Biyoloji ve Astronomi alanlarındaki temel kavramların öğretildiği içeriği alan dışı öğretmenlere yönelik düzenlenmiş seçmeli dersler açılabilir. Okul öncesi öğretmenliği bölümünde lisans düzeyinde verilen fen eğitimi dersinin önemli öğelerinden birisi bilimsel alan bilgisi olmalıdır.

### **Pedagojik Alan Bilgisi**

Araştırmalar okul öncesi eğitimi öğretmenlerinin bilimsel kavram ve becerileri öğretmede ve fen öğretiminde kullanılabilecek materyalleri etkili bir şekilde kullanmada kendini yeterli hissetmediklerini göstermektedir (Greenfield vd., 2009; Kallery ve Psillos, 2001; Nayfeld, Brenneman ve Gelman, 2011; Tu, 2006). Pek çok öğretmen çocukların fen kavramlarına ilişkin sorularını yönetmede ve sorgulama temelli fen etkinlikleri geliştirmede ve uygulamada güçlük yaşamaktadır (Kallery ve Psillos, 2001). Bu nedenle okul öncesi öğretmenleri fen öğretimine daha az zaman ayırmakta, kendilerini daha yetkin hissettikleri biyoloji alanına ilişkin kavramlara ağırlık verip fizik ve kimya alanlarına ilişkin kavramları nadiren ele almakta, piyasada mevcut etkinlikleri sorgulamaksızın kullanmakta ve sınıflarındaki çocuklara yaparak yaşayarak öğrenecekleri fen etkinlikleri sunmaktan kaçınmaktadır (Akerson 2004; Appleton 1992; Saçkes, Baskıda/a).

Giderek artan sayıda araştırmalar okul öncesi çocuklarının temel bilimsel kavram ve becerileri öğrenebileceğini ortaya koymaktadır (Carey ve Spelke 1994; Kuhn ve Pearsall 2000; Metz 1997; Opfer ve Siegler 2004). Çocukların bilimsel kavram ve becerileri

öğrenebileceğine inanan okul öncesi öğretmenleri bu konuda kuşkusu olan meslektaşlarına oranla sınıflarında bilim öğretimine daha sıklıkla yer vermektedir (Saçkes, Baskıda/a). Öğretmenlerin okul öncesi dönemde fen öğretiminden kaçınmasının bir nedeni de çocukların bilimsel kavram ve becerileri öğrenebileceklerini düşünmemeleri olabilir. Bu nedenle okul öncesi dönem çocuklarının alan yazında rapor edilen bilimsel kavram ve becerileri öğrenmeye ilişkin kapasiteleri fen eğitimi dersinde öğretmen adayları ile paylaşılmalı ve çocukların yeteneklerine vurgu yapılmalıdır.

Okul öncesi dönemdeki etkili bilim eğitimi kasıtlı olarak sunulan sorgulama temelli öğretim etkinlikleri yoluyla çocukların gelişimsel olarak uygun materyaller kullanarak gözlem yapmalarını, tahminde bulunmalarını ve açıklamalar geliştirmelerini içerir (Saçkes vd., 2011). Okul öncesi öğretmen adaylarının çocuklara bu tür bilim öğrenme fırsatları sunma konusundaki yeterlilikleri geliştirmelidir. Bu nedenle, okul öncesi öğretmen adaylarına yönelik fen eğitimi dersi gelişimsel olarak uygun materyallerin çocukların bilimsel kavramları öğrenmesinde nasıl etkili kullanılabileceğine ilişkin bilgi ve becerileri kazandırmayı hedeflemelidir.

### *Etkili Öğretim Yöntemleri*

Fen eğitimi dersinde okul öncesinde bilimsel kavramların öğretimine ilişkin çağdaş kuram ve yöntemlere ilişkin bilgiler ve bunların çocuklarla etkili kullanımına ilişkin beceriler kazandırılmalıdır. Sorgulama temelli bilim öğretimi çocuklarda bilimsel kavramlara ilişkin anlayışı geliştirmede en etkili yöntem olarak önerilmektedir. Gözlem yapma, çıkarımda bulunma, sorular sorma, hipotezler geliştirme ve verilerin analizi temelinde sonuçlara ulaşma gibi süreç becerilerini kullanma fırsatlarına sahip oldukları sorgulama temelli öğretim çevrelerinde çocukların bilimsel kavramlara yönelik anlayış geliştirebilecekleri beklenmektedir (Anderson, 2007; Saçkes vd., 2011).

Sorgulama temelli öğretim yöntemleri temel olarak dörde ayrılabilir: doğrulama (öğrenciler bir ilkeyi sonucun önceden bilindiği etkinlikler yoluyla doğrular), yapılandırılmış (öğrenciler öğretmen tarafından sunulmuş bir soruyu kendilerine verilmiş izleği takip ederek yanıtlarlar), yönlendirilmiş (öğrenciler öğretmen tarafından sunulmuş bir soruyu kendi seçtikleri veya düzenledikleri izlekler yoluyla yanıtlarlar) ve açık (öğrenciler konuya ilişkin kendi sordukları soruları yine kendi seçtikleri veya düzenledikleri izlekler yoluyla yanıtlarlar) (Bell, Smetana ve Binns, 2005; Herron, 1971). Hiçbir rehberliğin sağlanmadığı ya da çok sınırlı öğrenme desteğinin ve rehberliğin sağlandığı açık sorgulama temelli öğretim yöntemleri bilişsel yükü arttırmakta ve yeni kavram ve becerilerin öğrenmesini



engelleyebilmektedir (Kirschner, Sweller ve Clark, 2006; Mayer, 2004). Bu nedenle, öğretmenin uygun düzeyde öğrenme desteği ve rehberlik sağladığı yönlendirilmiş sorgulama temelli öğretim yöntemi okul öncesi dönem çocukları için en uygunu yöntem gibi görünmektedir (Hobson vd., 2010; Trundle ve Saçkes, 2012).

Fen eğitimi dersi, öğrenme döngüsü ve proje yaklaşımı gibi çocukların aktif bir şekilde bilimsel olguları araştırdıkları, sorular sordukları, veri toplayıp analiz ettikleri ve sonuçları paylaşarak tartıştıkları öğretim stratejilerine ilişkin bilgi ve becerileri okul öncesi öğretmenlerine kazandırmayı hedeflemelidir (Curtis, 2002; İnan, Trundle ve Kantor, 2010; Katz ve Chard, 2000; Settlage, 2000; Türkmen, 2006). Oyun, drama ve müzik gibi okul öncesi dönem çocukları ile kavram ve beceri öğretiminde sıklıkla kullanılan yöntemlerin bilimsel kavramların öğretiminde ve öğrenme döngüsü ve proje yaklaşımı gibi öğretim stratejileri ile birlikte nasıl kullanılacağına ilişkin bilgi ve becerilerin öğretmen adayları tarafından fen eğitimi dersinde edinmesi sağlanmalıdır. Ayrıca, bilgisayar programları ve bilgisayar simülasyonlarının çocuklarla bilim öğretiminde kullanımına yönelik stratejiler ve örnek uygulamalar da öğretmen adayları ile paylaşılmalıdır (Akkoyunlu, Akman ve Tuğrul, 2002; Trundle ve Saçkes, 2008).

#### *Gelişimsel Olarak Uygun Bilimsel Kavramlar ve Süreç Becerileri*

Bilişsel psikoloji ve fen eğitimi alan yazını okul öncesi dönem çocukları için gelişimsel olarak uygun bilimsel kavramlar ve süreç becerileri üzerine önemli sayıda çalışma içermektedir. Artan sayıda ülke bu çalışmalar temelinde erken çocukluk döneminde bilim öğretimine yönelik standartlar geliştirmektedir. Örneğin Amerika Birleşik Devletleri'ndeki okul öncesi döneme ilişkin fen eğitimi standartları incelendiğinde üç temel alana ilişkin bilimsel kavramlara yönelik standartların geliştirildiği görülmektedir: fiziki bilimler, yaşam bilimleri ve dünya ve uzay bilimleri (Sackes, Trundle ve Flevares, 2009).

Bunun yanı sıra standartlar okul öncesi çocukları için uygun bilimsel süreç becerilerini de içermektedir. Okul öncesi eğitimi öğretmen adaylarına yönelik fen eğitimi dersi çocuklar için gelişimsel olarak uygun bilimsel kavram ve beceriler ile bunların okul öncesi eğitimi programındaki amaç ve kazanımlarla ilişkisine yönelik anlayışı kazandırmayı hedeflemelidir. Tablo 1'de okul öncesi çocukları için uygun olabilecek örnek bilimsel kavram ve süreç becerileri sunulmaktadır.

Tablo 1 Okul Öncesi Çocukları için Örnek Bilimsel Kavram ve Beceriler

Fiziki Bilimler	Yaşam Bilimleri	Dünya ve Uzay Bilimleri	Bilimsel Süreç Becerileri
Obje ve nesnelerin fiziksel özellikleri	Bitki ve hayvanlardaki değişim, yaşam döngüsü	Doğayı gözleme ve betimleme	Soru Sormak
Hareket ve değişim	Bitki ve hayvanların betimlenmesi, karşılaştırılması ve sınıflanması	Toprak, kaya, su gibi yaygın materyallerin özelliklerini anlama	Tahminde bulunmak
Ses	Bitki ve hayvanların habitatı	Hava Olayları	Gözlem yapmak
Işık ve gölge	Kalıtım	Farklı mevsimlerin özelliklerini tanıma	Veri toplamak, organize etmek ve kaydetmek
Fiziki değişim	Canlı ve cansız	Gece ve gündüz döngüsünü gözleme ve temsil etme	Neden sonuç ilişkisi kurmak

### *Bilim Etkinliklerinin ve Çocukların Değerlendirilmesi*

Öğretmen adaylarına kazandırılması gereken önemli bir beceri de fen etkinliklerini değerlendirme ve geliştirme becerisidir. Basılı olarak ve internet üzerinde okul öncesi döneme yönelik hazırlanmış pek çok fen etkinliği örnekleri bulunmaktadır. Öğretmen adaylarına bu etkinlikleri çağdaş fen eğitimi ilke ve yöntemleri ışığında değerlendirebilme, olası kavram yanlışlarını ve pedagojik hataları tespit etme, etkinlikleri öğrencilerinin özelliklerine ve kazandırılması hedeflenen kavram ve becerilere göre revize edip geliştirme becerileri kazandırılmalıdır. Bu amaçla öğretmen adaylarına piyasada mevcut fen etkinlikleri arasından seçecekleri bir etkinliği değerlendirmelerini ve revize etmelerini gerektiren bir ödev fen eğitimi dersi içinde verilebilir. Fen eğitimi dersinde bu tür uygulamalara yer vermek hazır fen etkinliklerinin birbiri ardınca aralarında bir bağlantı kurulmaksızın yapıldığı ve erken yaşlarda bilim öğretiminde sıklıkla gözlenen durumun azaltılmasına katkıda bulunabilir (Moscovici ve Nelson, 1998).

Fen eğitimi dersi öğretmen adaylarına çocukların bilim öğrenme süreç ve ürünlerini değerlendirme becerileri kazandırmayı da hedeflemelidir. Çocukların bilimsel kavramlara ilişkin anlayışlarını ve bilimsel süreç becerilerini kullanma yetkinliklerini değerlendirmeye yönelik çeşitli teknikler öğretmen adaylarına tanıtılıp, bu teknikleri kullanmaya ilişkin deneyimler kazanması sağlanabilir. Çocukların çizimlerinin (Bell 1993; Ehrlen, 2009), oyun

hamurları ve küre gibi fiziki modellerin (Ivarsson, Schoultz ve Saljo, 2002; Vosniadou, Skopeliti ve Ikospentaki, 2005) ve görüşme yönteminin (Ginsburg 1997; Piaget, 1972) nasıl etkili bir şekilde çocukların bilimsel kavramlara ilişkin anlayışlarını değerlendirmede kullanılabileceği okul öncesi öğretmen adaylarına öğretilir. Örneğin, çocukların dünyanın şekli hakkındaki kavramsal anlayışlarını değerlendirmek amacıyla çocuklardan oyun hamurlarını kullanarak dünyanın şeklini yapmaları istenebilir.

### *Bilim Eğitiminin Matematik ve Çocuk Edebiyatı İle Bütünleştirilmesi*

Okul öncesi dönemdeki bilim eğitiminin çocukların öğrendikleri bilimsel kavram ve becerilerin diğer alanlarla ilişkisini görebileceği şekilde verilmesi önerilmektedir (French, 2004; Patrick, Mantzicopoulos ve Samarapungavan, 2009). Matematik ve çocuk edebiyatı bilim eğitiminin etkili bir şekilde bütünleştirilebileceği iki alandır. Bilim ve matematik eğitiminin bütünleştirilmesi çocuklara bilim ve matematik arasındaki ilişkiyi görmede ve her iki alanında ortak bilişsel süreçleri kullandığını fark etmede yardımcı olabilir (Berlin ve White, 1994; Charlesworth, 2005; Czerniak, Weber, Sandmann ve Ahern, 1999; Ginsburg ve Golbeck, 2004; Saçkes, Baskıda/b). Fen eğitimi dersi bilim ve matematiğin bütünleştirilmesi konusunda öğretmen adaylarını teşvik etmeli ve okul öncesi dönemde bilim ve matematik öğretiminin nasıl etkili bir biçimde bütünleştirilebileceğine ilişkin bilgi ve becerileri sunmalıdır. Öğretmen adayları bilim ve matematiğin bütünleştirilmesine yönelik genelde olumlu tutum içinde olsa da bütünleştirme konusundaki fikirleri çoğunlukla yüzeyseldir (Cady ve Rearden, 2007; Douville vd., 2003; Koirala ve Bowman, 2003). Fen eğitimi dersinde öğretmen adaylarıyla bilim ve matematiği bütünleştirmeye ilişkin modeller ve örnekler paylaşılmalı ve üst-bilişsel yansıtıcı düşünce kullanımının desteklenmesi yoluyla adayların bütünleştirmenin hedefleri ve yolları konusunda derin kavramsal anlayışa ulaşması teşvik edilmelidir (Saçkes, Flevaris, Gonya ve Trundle, 2012).

Çocuk edebiyatı bilim eğitiminin etkili bir şekilde bütünleştirilebileceği diğer bir alandır. Okul öncesi eğitimi öğretmenleri kurgusal çocuk kitaplarını öğretim amaçlı kullanmada yetkin ve deneyimlidirler (Sackes vd., 2009a). Çocuk kitapları çocukların bilim öğrenmeye yönelik ilgilerini ve tutumlarını desteklemede kullanılabilir (Morrow vd., 1997). Kurgusal çocuk kitapları bilimsel kavram ve becerileri çocukların yaşamları ile ilgili bir ortam içinde sunarak kavram ve becerileri daha anlamlı ve anlaşılır kılabilir (Henriques ve Chidsey, 1997). Fen eğitimi dersi bilim ve çocuk edebiyatının bütünleştirilmesi konusunda da öğretmen adaylarını teşvik etmelidir. Fen eğitimi dersi okul öncesi dönemde bilim ve çocuk edebiyatının öğretiminin nasıl etkili bir biçimde bütünleştirilebileceğine ilişkin bilgi ve

becerileri kazandırmayı hedeflemeli ve iki alanın bütünleştirilmesine ilişkin modeller ve örneklerin paylaşılmasını içermelidir (Sackes vd., 2009a,b; Trundle ve Saçkes, 2010).

### *Özel Gereksinimli Çocuklar*

Fen eğitimi dersi özel gereksinimli çocuklara yönelik kullanılabilir bilim eğitimi yöntem ve teknikleri konusunda da okul öncesi öğretmen adaylarına gerekli bilgi ve becerileri kazandırmayı amaçlamalıdır. Giderek artan sayıda özel gereksinimli çocuklar okul öncesi sınıflarında kaynaştırma programının bir parçası olarak yer almaktadır (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2010; Sucuoğlu, 2004). Sorgulama temelli bilim öğretiminin öğrenme bozukluğu, otizm, görme ve işitme bozukluğu gibi engellere sahip çocuklarla nasıl etkili bir şekilde kullanılacağına ilişkin bilgi ve beceriler öğretmen adaylarına ders kapsamında kazandırılmalıdır (Trundle, 2008; Trundle ve Saçkes, 2012).

### *Bilimin Doğası ve Bilim İnsanı Algısı*

Okul öncesi öğretmen adaylarının kavramsal anlayışının geliştirilmesi gereken bir diğer alan da bilimin doğasıdır. Bilimin geçici, öznel ve yaratıcı olduğuna ve deneye ve gözleme dayalı veriler üzerine kurulduğuna ilişkin fikirler okul öncesi öğretmen adayları ile paylaşılmalı ve bilimin doğasına ilişkin görüşleri zenginleştirilmelidir (Akerson, 2004; Akerson, Buck, Donnelly, Nargund-Joshi ve Weiland, 2011). Fen eğitimi dersinde öğretmen adayları ile okul öncesi dönemdeki çocuklara sunulabilecek bilimin doğasına ilişkin gelişimsel olarak uygun kavramların neler olabileceği tartışılmalı ve çocuklarda bu kavramlara ilişkin anlayışın nasıl oluşturulabileceğine ilişkin öğretim stratejileri uygulamalı olarak paylaşılmalıdır (Akerson, 2004; Akerson vd., 2011; Bell, 2007; Quigley, Pongsanon ve Akerson, 2011).

Okul öncesi öğretmen adaylarının ve çocukların bilimin doğasına ilişkin görüşlerini ve bilim öğrenmeye yönelik tutumlarını etkileyen etmenlerden biriside bilim insanı algılarıdır (Akerson, Buzzelli ve Donnelly, 2008; Chambers, 1983; Buldu, 2006; Farland-Smith, 2012; Finson, 2002; Güler ve Akman, 2006; Rosenthal, 1993; Ucar, 2012). Fen eğitimi dersinde “Bir Bilim İnsanı Çiz Testi” (Farland-Smith, 2012; Finson, Beaver ve Cramond, 1995) okul öncesi öğretmen adayları ile kullanılarak bilime ilişkin basmakalıp inançlarının farkına varmaları sağlanabilir ve bu inançlarının çocukları nasıl etkileyebileceği üzerine tartışılabilir. Ayrıca, öğretmen adaylarına bu aracı çocukların bilime ilişkin algılarını ortaya çıkarmak ve çocuklarda olumlu tutumlar geliştirmek amacı ile nasıl kullanabileceği konusunda stratejiler model olunarak gösterilebilir.

## Duyuşsal Öğeler

### *Bilim Öğrenmeye ve Öğretmeye İlişkin Tutumlar*

Yukarıdaki paragraflarda da vurgulandığı üzere bilimsel süreç becerilerinin ve bilimsel kavramlara ilişkin anlayışın geliştirilmesinin yanı sıra erken çocukluk dönemindeki fen eğitimin hedeflerinden birisi de çocukta bilime ve bilim öğrenimine ilişkin olumlu tutumlar geliştirmektir. Duyuşsal giriş davranışlarından birisi olan tutum (Bloom, 1995), çocukların hâlihazırdaki ve geleceğe yönelik bilim öğrenme performanslarına ilişkin beklentilerini etkilemektedir (Demirbaş ve Yağbasan, 2004). Erken çocuklukta bilim öğrenimine ilişkin olumsuz deneyimler edinen çocuklar bilime yönelik olumsuz tutumlar geliştirerek ileriki yıllarda bilim öğreniminden kaçınabilmektedir (Simpson ve Oliver, 1990). Çocukların bilim ve bilim öğrenimine ilişkin tutumlarının temelleri okul öncesi dönemde şekillenmekte, bu durum da okul öncesi öğretmenlerine çocukta bilime yönelik olumlu tutum geliştirmede önemli bir rol yüklemektedir (Davies ve Howe, 2003, Koballa ve Crawley, 1985). Çocuklarda bilime ve bilim öğrenimine ilişkin olumlu tutumlar geliştirme hedefi okul öncesi öğretmenlerinin kendilerinin de bilim öğrenme ve öğretimine ilişkin olumlu tutumlara sahip olması ile mümkündür. Araştırmalar okul öncesi öğretmenlerinin ve öğretmen adaylarının bilim öğrenme başarıları ile çocuklara sağlayacakları bilim öğretiminin niceliğini ve niteliğini belirleyen etmenlerden birisinin de öğretmenlerin bilim eğitime yönelik tutumları olduğunu ortaya koymuştur (Çamlıbel-Çakmak, 2006; Cho, Kim, ve Choi, 2003; Erden ve Sönmez, 2011; Jarrett, 1999; Ünal ve Akman, 2006; Varol, Baskıda).

Bu nedenle okul öncesi öğretmen adaylarına yönelik fen eğitimi dersi öğretmen adaylarında bilim öğrenme ve öğretimine ilişkin olumlu tutumlar geliştirdiği kanıtlarla desteklenmiş öğeleri içermelidir. Fen eğitimi dersi, öğretmen adaylarının temel bilimsel kavramları ve bu kavramların öğretimine ilişkin bilgi ve becerileri yaparak yaşayarak öğrenecekleri öğrenme fırsatları sağlanılarak ve bilim öğretiminde teknoloji entegrasyonunu vurgulayarak zenginleştirilmelidir (Akerson, 2004; Bulunuz, Jarrett, ve Bulunuz, 2001; Coulson, 1992; Pedersen ve McCurdy, 1992). Fen eğitimi dersi bilim eğitiminin amacının olgulara ilişkin bilgiler yığının ezberlenmesinin aksine bilimsel düşünme becerileri ve kavramsal anlayışı geliştirme olduğunu yaşantılarla okul öncesi öğretmen adaylarına sunmalıdır. Fen eğitimi dersinde bu tür yaşantılarla karşılaşan okul öncesi öğretmen adayları çocuklara güvenli ve sıcak bir ortamda, gelişimsel olarak uygun, onların merak duygularını ve katılımını teşvik eden bilim öğrenme fırsatları sunarak çocukların tutumlarını olumlu yönde

etkileyebilirler (Akman, 2003; Hamurcu, 2006; Harlan ve Rivkin, 2000; Lind, 2000; Ünal ve Akman, 2006).

### *Bilim Öğrenmeye ve Öğretmeye İlişkin Motivasyonel İnançlar*

Tutumların yanı sıra, fen eğitimi dersi hedef yönelimi, öz-yeterlik inancı ve görev değeri gibi motivasyonel öğeleri de öğretmen adaylarının eğitiminde etkili bir şekilde işe koşmalıdır. Araştırmalar motivasyonel inançların öğrencilerin bilişsel ve üst-bilişsel strateji kullanımını etkileyerek öğrenmelerine olumlu düzeyde katkıda bulunduğunu göstermektedir (Ames, 1992; Bandura, 1989; Covington, 2000; Eccle ve Wigfield, 2002). Bununla birlikte, dersin içeriğini öğrenebileceğine inanan, dersi geçmekten öte içeriği anlamaya odaklanan ve ders içeriğinin mesleki yaşantısına yapacağı katkıyı tanıyan ve önemseyen öğrencilerin ders içeriğini anlamalarını kolaylaştıran bilişsel stratejileri daha sıklıkla ve etkili bir şekilde kullanmaktadırlar (Linnenbrink ve Pintrich 2003; Meece vd., 2006; Pintrich, 1999; Schunk, 1990; Vermetten vd., 2001; Zusho ve Pintrich, 2003). Motivasyonel inançlar bilişsel ve üst-bilişsel strateji kullanımını teşvik etmek yoluyla öğretmen adaylarının bilimsel kavramları ve onların öğretime ilişkin ilke ve yöntemleri öğrenmelerini kolaylaştırmakta ve desteklemektedir (Schraw vd., 2006; Wolters, 1999; Wolters ve Rosenthal, 2000). Bu nedenle fen eğitimi dersinde temel bilimsel kavramlar ve bunların çocuklara öğretime ilişkin pedagojik ilke ve yöntemler öğretmen adaylarına sunulurken motivasyonel inançları destekleyen stratejiler kullanılmalıdır (Saçkes, 2010).

Öğretmen adaylarına yeni öğrendikleri bilimsel kavramların nasıl daha önce bildikleri kavramlar üzerine inşa olduklarını görmelerinde yardım etme, küçük gruplar içinde bilimsel kavramları öğrenmede başarılı ve daha az başarılı öğretmen adaylarını eşleştirme ve onlara öğrenmeleri konusunda kısa sürede geri dönüt verme kendilerini bilim öğrenmede daha yetkin ve yeterli hissetmelerini sağlayabilir (Greene vd., 2004; Pajares ve Miller, 1994; Tuckman, 1996; Tuckman ve Sexton, 1992). Kavramsal anlayışı performans ve notun üstünde tutma ve öğretimi öğretmen adaylarını üstesinden gelebilecekleri bir zorluk derecesinde sunma öğretmen adaylarının hedef yönelimi inançlarını geliştirebilir (Covington, 2000; Eccles ve Wigfield, 2002; Horvath, Herleman ve McKie, 2006). Bilimsel kavramları öğrenmeye yönelik ilgilerini arttırmak ve bunun kişisel ve mesleki yaşamlarına katkısını görmelerini sağlamak öğretmen adaylarının görev değeri inançlarını güçlendirebilir (Chambers ve Andre, 1995; Horvath vd., 2006).

Fen eğitimi dersi okul öncesi öğretmen adaylarının bilimsel kavramları öğrenmedeki öz-yeterlilik inançlarını geliştirmenin yanı sıra onların bilim öğretime ilişkin öz-yeterlilik

inançlarını da geliştirmeyi hedeflemelidir. Araştırmalar pek çok okul öncesi öğretmeni ve öğretmen adayının çocuklara bilimsel kavram ve becerileri öğretmede kendini yeterli hissetmediklerini ortaya koymuştur (Bleicher, 2004; Ekinci-Vural ve Hamurcu, 2008; Devecioğlu, Akdeniz ve Ayvacı, 2005; Garbett, 2003; Jarrett, 1999). Düşük öz-yeterlilik inancı nedeniyle okul öncesi öğretmenleri sınıflarındaki çocuklara kısıtlı ve nitelik açısından zayıf bilim öğrenme fırsatları sunmaktadır (Cho, Chung-Ang, Kim ve Choi, 2003; Garbett 2003; Saçkes, Baskıda/a; Varol, Baskıda; Kallery ve Psillos, 2001). Bu nedenle fen eğitimi dersi okul öncesi öğretmen adaylarının çocuklara bilim öğretme konusundaki öz-yeterlilik inançlarını geliştirecek öğeleri içermelidir. Öğretmen adaylarının öğretecekleri temel bilimsel kavramlara ilişkin alan bilgilerini güçlendirmek, çocuklar için gelişimsel olarak uygun materyalleri ve pedagojik ilke ve teknikleri bilim öğretiminde kullanma bilgi ve becerilerini geliştirmek ve okul öncesi döneme özgü etkili bilim öğretim etkinliklerine ve uygulamalarına yönelik deneyimlerini zenginleştirmek adayların çocuklara bilim öğretimine ilişkin öz-yeterlilik inançlarını arttırabilir.

### **Bilişsel Öğeler**

Bilişsel stratejilerin etkili kullanımı akademik öğrenmeler için önemli bir öğedir. Öğrencilerin bilişsel stratejileri derste sunulan kavram ve becerileri öğrenmelerini kolaylaştıracak şekilde seçip kullanabilme yetenekleri akademik başarılarında önemli bir rol oynamaktadır. Çalışmalar başarılı ve daha az başarılı öğrenciler arasında bilişsel strateji kullanımı açısından başarılı öğrenciler lehine anlamlı farklar olduğunu göstermektedir (Nole, 1988; Thomas ve Rohwer, 1986). Başarılı öğrenciler öğrenme ödevlerinin başarılı bir şekilde gerçekleştirilmesi için gerekli stratejileri seçip kullanabilirken, daha az başarılı öğrenciler ya etkili stratejilerden yoksun bulunmakta ya da uygun stratejileri seçme ve kullanma becerilerine sahip olmamaktadırlar. Ayrıntılandırma ve düzenleme gibi bilişsel stratejileri etkili bir şekilde kullanmak üstbiliş mekanizması tarafından yönetilmektedir (Heikkila ve Lonka, 2006; Wolters, 1999). Yüksek düzeyde üstbiliş becerisine sahip öğrenciler zihinsel repertuvarlarında mevcut olan bilişsel stratejilerin farkında olup bu stratejileri uygun zaman ve ortamda etkili bir şekilde kullanabilmektedirler (Romainville, 1994). Üstbilişsel farkındalık ya da üstkavramsal farkındalık (Flavell, 1986) etkili öğrenmeyi kolaylaştırmanın yanı sıra öğrencilerin içsel olarak tutarlı zihinsel modeller oluşturmasına ve öğrenilen bilimsel kavramların daha kalıcı olmasına katkıda bulunmaktadır (Saçkes, 2011).

Okul öncesi öğretmen adaylarının fen eğitimi dersindeki bilimsel ve pedagojik kavramları etkili bir şekilde öğrenmesini, içsel olarak tutarlı kavramsal anlayışlar

geliştirmesini ve dersteki öğrenmelerinin kalıcı olmasını sağlamak için öğretmen adaylarını bilişsel ve üstbilişsel stratejileri kullanmaya teşvik edici ortamlar hazırlanmalı ve bu ortamlar öğretim etkinliklerinin bir parçası haline getirilmelidir (Saçkes, 2010). Fen eğitimi dersini veren eğitimciler bilişsel strateji kullanımında öğrencilere model olabilirler. Öğrencilerin dikkatini hâlihazırda bildikleri kavramlar ile derste öğrenecekleri kavramlar arasındaki ilişkiye çekerek kavramları düzenleme ve anlamaya ilişkin kavram haritaları oluşturma, model oluşturma ve manipüle etme gibi öğrenmeyi kolaylaştıran stratejileri tanıtabilirler (Schraw, Crippen ve Hartley, 2006). Ayrıntılandırma ve düzenleme gibi bilişsel stratejilerin kullanımı açıkça öğretilir ya da öğretim etkinlikleri bu stratejilerin kullanımını teşvik edecek şekilde kullanılabilir (Butler, 2000; Hofer ve Yu, 2003). Benzer şekilde üstbilişsel stratejilerde açıkça öğretilir ya da öğretim etkinlikleri bu stratejilerin kullanımını teşvik edecek şekilde düzenlenebilir. Eğitimciler konu anlatımı öncesinde öğrencileri kavramsal anlayışları üzerinde yansıtıcı biçimde düşünmeye davet eden sorular sorarak ve fiziki ya da dijital modellerin kullanımı vasıtası ile fikirlerini test etmeleri için fırsatlar sağlayarak bilişsel süreçlerini düzenleme ve kontrol etmelerinde öğrencilere destek olabilir (Beeth, 1998; Vosniadou, Ioannides, Dimitrakopoulou, ve Papademetriou, 2001).

## Sonuç

Bu makalede okul öncesi öğretmenliği lisans programlarının üçüncü yılında verilen fen eğitimi dersinin geliştirilmesine yönelik bir model önerisinde bulunulmuştur. Önerilen modelin fen eğitimi dersini veren öğretim elemanlarına ders içeriği ve sürecini tasarlamada rehberlik etmesi beklenmektedir.

Makalede fen eğitimi dersine yönelik yapılan öneriler dört temel başlık altında toplanmıştır: bilimsel alan bilgisi, pedagojik alan bilgisi, duyuşsal alanlar ve bilişsel alanlar. Modelin öğeleri ve öğelere yönelik içerik ve stratejiler tablo 2’de verilmiştir.

Öğretmen adaylarının bilimsel alan bilgilerini desteklemek için fen eğitimi dersinde, okul öncesinde sıklıkla konu olan ve çocukların ilgisini çeken bilimsel kavramlara ilişkin öğretmen adaylarının kavramsal anlayışları desteklenmeli ve bu amaçla, fen bilgisi öğretmenliği programında ve fen-edebiyat fakültesinde görev yapan öğretim üyeleri ile işbirliği yapılmalıdır. Bilimsel kavramlar öğretmen adaylarında kavramsal değişme yaratacak bir ortamda adaylarla paylaşılmalıdır. Fen eğitimi dersini almadan önce okul öncesi öğretmenliği lisans programlarının ilk iki yılı içerisinde Fizik, Kimya, Biyoloji ve Astronomi alanlarındaki temel kavramların öğretildiği içeriği alan dışı öğretmenlere yönelik düzenlenmiş seçmeli dersler açılarak öğretmen adaylarının alan bilgisi desteklenebilir.



Tablo 2 Okul Öncesi Öğretmenliği Fen Eğitimi Dersinin Öğeleri

Öğeler	İçerik ve Stratejiler
Bilimsel Alan Bilgisi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Okul öncesinde sıklıkla konu olan ve çocukların ilgisini çeken temel bilimsel kavramlara ilişkin anlayışın geliştirilmesi <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Fen eğitimi dersinde temel kavramların öğretimi</li> <li>○ Fen eğitimi dersini almadan önce öğretmen adaylarının bilimsel alan bilgisinin geliştirilmesi</li> </ul> </li> </ul>
Pedagojik Alan Bilgisi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Etkili Öğretim Yöntemleri <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Sorgulama temelli öğretim</li> <li>○ Öğrenme döngüsü</li> <li>○ Proje yaklaşımı</li> <li>○ Bilgisayar destekli öğretim</li> </ul> </li> <li>• Gelişimsel Olarak Uygun Bilimsel Kavramlar ve Süreç Becerileri <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Fiziki bilimler</li> <li>○ Yaşam bilimleri</li> <li>○ Dünya ve uzay bilimleri</li> <li>○ Süreç becerileri</li> </ul> </li> <li>• Bilim Etkinliklerinin ve Çocukların Değerlendirilmesi <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Basılı ve çevrimiçi etkinliklerin değerlendirilmesi ve geliştirilmesi</li> <li>○ Çocukların bilimsel kavramları anlayışlarının ve süreç becerilerini kullanımlarının değerlendirilmesi</li> </ul> </li> <li>• Bilim Eğitiminin Matematik ve Çocuk Edebiyatı İle Bütünleştirilmesi <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Matematik ve bilimde ortak olan süreç becerilerini kullanma</li> <li>○ Kurgusal ve bilgilendirici çocuk kitaplarını bilim eğitiminde kullanma</li> </ul> </li> <li>• Özel Gereksinimli Çocuklar <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Sorgulama temelli bilim öğretiminin özel gereksinimli çocuklarla kullanımı</li> </ul> </li> <li>• Bilimin Doğası ve Bilim İnsanı Algısı <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Gözlem ve çıkarım ile kuram ve kanun arasındaki farkların tartışılması</li> <li>○ Bilimsel yöntem ve bilme yolları gibi kavramların tartışılması</li> <li>○ Bir bilim İnsanı Çiz Testinin değerlendirme, farkındalık yaratma ve tutum geliştirme amaçlı kullanımı</li> </ul> </li> </ul>
Duyuşsal Öğeler	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bilim öğrenimine ve öğretimine yönelik tutumların ve öz-yeterlik inancının geliştirilmesi</li> <li>• Bilim öğrenimine yönelik amaç yönelimi ve görev değeri inancının geliştirilmesi</li> </ul>
Bilişsel Öğeler	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hedeflenen kavram ve becerilerin edinilmesini kolaylaştırmaya yönelik strateji kullanımının desteklenmesi. <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Bilişsel stratejilerin kullanımı</li> <li>○ Üst-bilişsel stratejilerin kullanımı</li> <li>○ Üst-bilişsel ya da üst-kavramsal farkındalığın artırılması</li> </ul> </li> </ul>

Fen eğitimi dersi, öğrenme döngüsü ve proje yaklaşımı gibi öğretme stratejilerine ilişkin bilgi ve becerileri ile oyun, drama ve müzik gibi yöntemlerin bu stratejiler ile birlikte nasıl kullanılabilmesine ilişkin bilgi ve becerileri öğretmen adaylarına kazandırmalıdır. Bilgisayar teknolojisinin, çocuk edebiyatının ve matematiğin bilim öğretimi ile bütünleştirilmesine yönelik beceriler de adaylara kazandırılmalıdır. Öğretmen adaylarının mevcut bilim eğitimi etkinlerini değerlendirme ve geliştirme becerileri artırılmalı ve çocukların bilimsel kavramları anlama ve bilimsel süreç becerilerini kullanma düzeylerini belirlemeye yönelik değerlendirme yapma becerileri geliştirilmelidir.

Sorgulama temelli bilim öğretiminin özel gereksinimli çocuklarla nasıl etkili bir şekilde kullanılabilmesine ilişkin bilgi ve beceriler de öğretmen adaylarına fen eğitimi ders kapsamında kazandırılmalıdır. Fen eğitimi dersinde öğretmen adaylarının bilimin doğasına ilişkin anlayışlarının zenginleştirilmesi hedeflenmeli ve bilimin doğasına ilişkin gelişimsel olarak uygun kavramların neler olabileceği tartışılmalı ve çocuklarda bu kavramlara ilişkin anlayışın nasıl oluşturulabileceğine ilişkin öğretim stratejileri uygulamalı olarak paylaşılmalıdır. Fen eğitimi dersi, öğretmen adaylarının bilim öğrenme ve öğretmeye yönelik olumlu tutumlar geliştirmelerine yardımcı olmak için, bilimsel kavram ve becerileri yaparak yaşayarak öğrenecekleri öğrenme fırsatları sağlanılarak ve bilim öğretiminde teknoloji entegrasyonunu vurgulayarak zenginleştirilmelidir.

Öğretmen adaylarının motivasyonel inançlarını, bilişsel ve üst-bilişsel strateji kullanımlarını fen eğitimi dersi süresince teşvik etmek yoluyla derste geçen bilimsel kavramları ve onların öğretimine ilişkin ilke ve yöntemleri öğrenmeleri kolaylaştırılmalı ve desteklemektedir. Bunun yanı sıra, fen eğitimi dersi öğretmen adaylarının bilim öğretimine ilişkin öz-yeterlilik inançlarını da geliştirmeyi hedeflemelidir. Öğretmen adaylarının öğretecekleri temel bilimsel kavramlara ilişkin alan bilgilerini güçlendirerek ve çocuklar için gelişimsel olarak uygun materyalleri ve pedagojik ilke ve teknikleri bilim öğretiminde kullanma bilgi ve becerilerini geliştirerek onların bilim öğretimine ilişkin öz-yeterlilik inançları arttırabilir. Öğretmen adaylarına okul öncesi döneme özgü etkili bilim öğretim etkinliklerine ve uygulamalarına yönelik deneyimlerini zenginleştirme fırsatları sağlamak da adayların çocuklara bilim öğretimine ilişkin öz-yeterlilik inançlarını arttırabilir.

Bu makalede önerilen fen eğitimi dersi modelinin öğretmen adaylarının bilimsel ve pedagojik alan bilgisi ve bilim öğretimine yönelik öz-yeterliliklerinin gelişimi üzerine olumlu katkısı olabilir. Araştırmacılar, deneysel çalışmalar ile bu modelin okul öncesi öğretmen adaylarının çocuklara bilim öğretme yeterlilikleri üzerindeki kısa ve uzun süreli etkisini araştırabilirler.

## Kaynaklar

- Akerson, V. (2004). Designing a science methods course for early childhood preservice teachers. *Journal of Elementary Science Education*, 16(2), 19-32.
- Akerson, V., Buck, G., Donnelly, L., Nargund-Joshi, V., & Weiland, I. (2011). The importance of teaching and learning nature of science in the early childhood years. *Journal of Science Education and Technology*, 20(5), 537-549.
- Akkoyunlu, B., Akman, B., & Tuğrul, B. (2002). Investigation of kindergarten children's computer literacy skills. *Journal of Qafqaz University*, 1(9), 43-52.
- Akman, B. (2003). Okulöncesinde fen eğitimi. *Yaşadıkça Eğitim*, 79, 14-16.
- Aktaş Arnas, Y. (2002). Okulöncesi dönemde fen eğitiminin amaçları. *Çocuk Gelişimi ve Eğitimi Dergisi*, 6-7, 1-6.
- Anderson, R. D. (2007). Inquiry as an organizing theme for science curricula. In *Handbook of Research on Science Education* (eds. S. Abell and N. Lederman), pp. 807-830. Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah, NJ.
- Appleton, K. (1992). Discipline knowledge and confidence to teach science: self-perceptions of primary teacher education students. *Research in Science Education*, 22(1), 11-19.
- Ayvacı, H.Ş., Devecioğlu, Y., Yiğit, N. (2002). Okulöncesi öğretmenlerinin fen ve doğa etkinliklerindeki yeterliliklerinin belirlenmesi. 5. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresinde sunulmuş bildiri, 16-18 Eylül, ODTÜ, Ankara, Türkiye.
- Beeth, M. E. (1998). Teaching for conceptual change: Using status as a metacognitive tool. *Science Education*, 82, 343-356.
- Bell, B. (1993). *Children's Science, Constructivism and Learning in Science*. Victoria: Deakin University.
- Bell, R. L. (2007). *Teaching the nature of science through process skills: Activities for grades 3-8*. Allyn & Bacon.
- Bell, R. L., Smetana, L., & Binns, I. (2005). Simplifying inquiry instruction. *The Science Teacher*, 72(7), 30-33.
- Berlin, D. F., & White, A. L. (1994) The Berlin-White integrated science and mathematics model. *School Science and Mathematics*, 94(1), 2-4.
- Bloom, S. B. (1995). *İnsan nitelikleri ve okulda öğrenme*. (Çev. Durmuş Ali Özçelik). İstanbul: Milli Eğitim Basımevi.

- Buldu, M. (2006). Young children's perceptions of scientists: A preliminary study. *Educational Research*, 48(1), 121-132.
- Butler, D. (2002). Individualized instruction in self-regulated learning. *Theory Into Practice*, 41, 81-92.
- Büyüктаşkapu, S., Çeliköz, N., & Akman, B. (2012). Yapılandırmacı bilim öğretim programının 6 yaş çocuklarının bilimsel süreç becerilerine etkisi. *Eğitim ve Bilim*, 37(165), 275-292.
- Cady, J. A., & Rearden, K. (2007). Pre-service teachers' beliefs about knowledge, mathematics, and science. *School Science and Mathematics*, 107(6), 237-245.
- Carey, S., & Spelke, E. S. (1994). Domain-specific knowledge and conceptual change. In L.A. Hirschfeld & S. A. Gelman (Eds.), *Mapping the Mind: Domain Specificity in Cognition and Culture*, (pp. 169-201). New York: Cambridge University Press.
- Chambers, D.W. (1983). Stereotypic images of the scientist: The draw-a-scientist test. *Science Education*, 67(2), 255-265.
- Charlesworth, R. (2005). Prekindergarten mathematics: Connecting with standards. *Early Childhood Education Journal*, 32(4), 229-236.
- Curtis, D. (2002). The power of projects. *Educational Leadership*, 60(1), 50-54.
- Czerniak, C. M., Weber, W. B., Sandmann, A. J., & Ahern, J. (1999). A literature review of science and mathematics integration. *School Science and Mathematics*, 99(8), 421-430.
- Coulson, R. (1992). Development of an instrument for measuring attitudes of early childhood educators towards science. *Research in Science Education*, 22, 101-105.
- Çamlıbel Çakmak, Ö. (2006). Okul öncesi öğretmen adaylarının fene ve fen öğretimine yönelik tutumları ile bazı fen kavramlarını anlama düzeyleri arasındaki ilişkinin incelenmesi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bolu.
- Davies, D., & Howe, A. (2003), *Teaching science and design and technology in the early years*. London: David Fulton Publishers.
- Demirbaş, M. & Yağbasan, R. (2004). Fen bilgisi öğretiminde, duyuşsal özelliklerin değerlendirilmesinin işlevi ve öğretim süreci içinde, öğretmen uygulamalarının analizi üzerine bir araştırma. *Gazi Üniversitesi Kirşehir Eğitim Fakültesi*, 5(2), 177-193.

- Devecioğlu, Y., Akdeniz, A. R., & Ayvaci, H. Ş. (2005). Öğretmen Adaylarının Geliştirdikleri Materyallerin Uygulanabilirliklerinin Değerlendirilmesi, *XIV. Ulusal Eğitim Bilimleri Kongresi, Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi*, 28-30 Eylül 2005, Denizli.
- Douville, P., Pugalee, D. K., & Wallace, J. D. (2003). Examining instructional practices of elementary science teachers for mathematics and literacy integration. *School Science and Mathematics*, 103(8), 388-396.
- Ehrlen, K. (2009). Drawings as representations of children's conceptions. *International Journal of Science Education*, 31(1), 41-57.
- Ekinci-Vural, D., & Hamurcu, H. (2008). Okul öncesi öğretmen adaylarının fen öğretimi dersine yönelik öz yeterlik inançları ve görüşleri. *İlköğretim Online*, 7 (2), 456-467.
- Erden, F. T., & Sönmez, S. (2010). Study of Turkish preschool teachers' attitudes toward science teaching. *International Journal of Science Education*, 33(8), 1149-1168.
- Farland-Smith, D. (2012). Development and field test of the modified draw-a-scientist test and the draw-a-scientist rubric. *School Science and Mathematics*, 112(2), 109-116.
- Finson, K. D. (2002). Drawing a scientist: What we do and do not know after fifty years of drawings. *School Science and Mathematics*, 102(7), 335-345.
- Finson, K. D., Beaver, J. B., & Cramond, B. L. (1995). Development and field test of a checklist for the draw-a-scientist test. *School Science and Mathematics*, 95(4), 195-205.
- Flavell, J. H. (1986). The development of children's knowledge about the appearance-reality distinction. *American Psychologist*, 41, 418-425.
- French, L. (2004). Science as the center of a coherent, integrated early childhood curriculum. *Early Childhood Research Quarterly*, 19(1), 138-149.
- Ginsburg, H. P. (1997). *Entering the Child's Mind: The Clinical Interview in Psychological Research and Practice*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Ginsburg, H. P., & Golbeck, S. L. (2004). Thoughts on the future of research on mathematics and science learning and education. *Early Childhood Research Quarterly*, 19(1), 190-200.
- Gönen, M., & Dalkılıç, N. U. (2000). *Çocuk eğitiminde drama yöntem ve uygulamalar*. İstanbul: Epsilon Yayınları.

- Greenfield, D. B., Jirout, J., Dominguez, X., Greenberg, A., Maier, M., & Fuccilo, J. (2009). Science in the preschool classroom: A programmatic research agenda to improve science readiness. *Early Education and Development, 20*(2), 238-264.
- Güler, T., & Akman, B. (2006). 6 year old children's views on science and scientists. *Hacettepe University Journal of Education, 31*, 55-66.
- Güler, D., & Bıkmaz, F. H. (2002). Anasınıflarda fen etkinliklerinin gerçekleştirilmesine ilişkin öğretmen görüşleri. *Eğitim Bilimleri ve Uygulama, 1*(2), 249-267.
- Hamurcu, H. (2006). Okulöncesi öğretmen adaylarının fen öğretimi hakkındaki görüşleri. 7. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Ankara: 7-9 Eylül 2006.
- Harlan, J. D., & Rivkin, M. S. (2000). Science experiences for the early childhood years: An Integrated Approach (7th ed.). Ohio: Prentice Hall.
- Heikkila, A., & Lonka, K. (2006). Studying in higher education: students' approaches to learning, self-regulation, and cognitive strategies. *Studies in Higher Education, 31*(1), 99-117.
- Henriques, L., & Chidsey, J. L. (1997). *Analyzing and using children's literature to connect school science with parents and home*. Paper presented at the annual meeting of the AETS, Cincinnati, OH.
- Herron, M. D. (1971). The nature of scientific inquiry. *School Review, 79*(2), 171-212.
- Hobson, S. M., Trundle, K. C., & Sackes, M. (2010). Using a planetarium software program to promote conceptual change with young children. *Journal of Science Education and Technology, 19*(2), 165-176.
- Hofer, B. K., & Yu, S. L. (2003). Teaching self-regulated learning through a "learning to learn" course. *Teaching of Psychology, 30*(1), 30-33.
- Inan, H. Z., Trundle, K. C., & Kantor, R. (2010). Understanding natural sciences education in a Reggio Emilia-inspired school. *Journal of Research in Science Teaching, 47*, 1186-1208.
- Ivarsson, J., Schoultz, J., & Saljo, R. (2002). Map reading versus mind reading: Revisiting children's understanding of the shape of the earth. In M. Limon & L. Mason (Eds.), *Reconsidering Conceptual Change: Issues in Theory and Practice* (59-76). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Katz, L. G., & Chard, S. C. (2000). *Engaging Children's Minds: The Project Approach* (2nd ed.). Stamford, CT: JAI Press.

- Kallery, M., & Psillos, D. (2001). Pre-school teachers' content knowledge in science: Their understandings of elementary science concepts and of issues raised by children's questions. *International Journal of Early Years Education*, 9(3), 165-177.
- Kirschner, P., Sweller, J., & Clark, R. (2006). Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experimental and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist*, 40, 75-86.
- Koballa, J. R., & Crowley, F. E. (1985). The influences of attitude on science teaching and learning. *School Science and Teaching*, 20(4), 222-232.
- Koirala, H. P., & Bowman, J. K. (2003). Preparing middle level preservice teachers to integrate mathematics and science: Problems and possibilities. *School Science and Mathematics*, 10(3), 145-154.
- Küçüközer, H., & Bostan, A., (2010). Ideas of kindergarten students on the day-night cycles, the seasons and the moon Phases. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 6(2), 267-280.
- Kuhn, D., & Pearsall, S. (2000). Developmental origins of scientific thinking. *Journal of Cognition and Development*, 1, 113-129.
- Lind, K. K. (2000). Exploring science in early childhood education (3rd.ed.). Albany: Delmar. Albany
- Mayer, R. (2004). Should there be a three-strike rule against pure discovery learning? The case for guided methods of instruction. *American Psychologist*, 59, 14-19.
- Morrow, L. M., Pressley, M., Smith, J. K., & Smith, M. (1997). The effect of a literature-based program integrated into literacy and science instruction with children from diverse backgrounds. *Reading Research Quarterly*, 32, 54-76.
- Metz, K. E. (1997). On the complex relation between cognitive developmental research and children's science curricula. *Review of Educational Research*, 67(1), 151-163.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2010). *Okullarımızda neden niçin nasıl kaynaştırma yönetici öğretmen ve aile kılavuzu*. Milli Eğitim Bakanlığı Özel Eğitim Rehberlik ve Danışma Hizmetleri Genel Müdürlüğü: Ankara.
- Nayfeld, I., Brenneman, K., & Gelman, R. (2011). Science in the classroom: Finding a balance between autonomous exploration and teacher-led instruction in preschool settings. *Early Education & Development*, 22(6), 970-988.
- Nolen, S. B. (1988). Reason for studying: motivational orientations and study strategies. *Cognition and Instruction*, 5(4), 269-287.

- Opfer, J. E., & Siegler, R. S. (2004). Revisiting preschoolers' living things concept: A microgenetic analysis of conceptual change in basic biology. *Cognitive Psychology*, 49, 301-332.
- Özbey, S., & Alisinanoglu, F. (2008). Identifying the general ideas attitudes and expectations pertaining to science activities of the teachers employed in preschool education. *Journal of Turkish Science Education*, 5(2), 82-94.
- Patrick, H., Mantzicopoulos, P., & Samarapungavan, A. (2009). Motivation for learning science in kindergarten: Is there a gender gap and does integrated inquiry and literacy instruction make a difference. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(2), 166-191.
- Pedersen, J. E., & McCurdy, D. W. (1992). The effects of hands-on, minds-on teaching experiences on attitudes of preservice elementary teachers. *Science Education*, 76(2), 141-46.
- Piaget, J. (1972). *Child's Conceptions of the World* (J. and A. Tomlinson, Trans.). Lanham, Maryland: Littlefield Adams.
- Quigley, C., Pongsanon, K., & Akerson, V. (2011). If we teach them, they can learn: Young students views of nature of science during an informal science education program. *Journal of Science Teacher Education*, 22(2), 129-149.
- Romainville, M. (1994). Awareness of cognitive strategies: The relationship between university students' metacognition and their performance. *Studies in Higher Education*, 19(3), 359-366.
- Rosenthal, D. B. (1993). Images of scientists: A comparison of biology and liberal studies majors. *School Science and Mathematics*, 93(4), 212-216.
- Saçkes, M. (Baskıda/a). How often do early childhood teachers teach science concepts? Determinants of the frequency of science teaching in kindergarten. *European Early Childhood Education Research Journal*.
- Saçkes, M. (Baskıda/b). Children's competencies in process skills in kindergarten and their impact on academic achievement in third grade. *Early Education and Development*.
- Saçkes, M. (2010). The role of cognitive, metacognitive, and motivational variables in conceptual change: Preservice early childhood teachers' conceptual understanding of the cause of lunar phases. Unpublished Dissertation, The Ohio State University, Columbus, Ohio.



- Saçkes, M. (2011). The influence of metacognitive strategy use on preservice early childhood teachers' coherency of conceptual understandings. *E-International Journal of Educational Research*, 2(4), 44-54.
- Saçkes, M., Flevaris, L. M., Gonya, M., & Trundle, K. C. (2012). Preservice early childhood teachers' sense of efficacy for integrating mathematics and science: Impact of a methods course. *Journal of Early Childhood Teacher Education*, 33(4), 349-364.
- Saçkes, M., Trundle, K. C., Bell, R. L., & O'Connell, A. A. (2011). The influence of early science experience in kindergarten on children's immediate and later science achievement: Evidence from the Early Childhood Longitudinal Study. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(2), 217-235.
- Saçkes, M., Trundle, K. C., & Flevaris, L. M. (2009a). Using children's literature to teach standard-based science concepts in early years. *Early Childhood Education Journal*, 36(5), 415-422.
- Saçkes, M., Trundle, K. C., & Flevaris, L. (2009b). Using children's books to teach inquiry skills. *Young Children*, 64(6), 24-31.
- Settlage, J. (2000). Understanding the learning cycle: Influences on abilities to embrace the approach by preservice elementary school teachers. *Science Education*, 84(1), 43-50.
- Schraw, G., Crippen, K. J., & Hartley, K. (2006). Promoting self-regulation in science education: Metacognition as a part of a broader perspective on learning. *Research in Science Education*, 36, 111-139.
- Simpson, R. D. & Oliver, J. S. (1990). A summary of major influences on attitude toward and achievement in science among adolescent students. *Science Education*, 74, 1-18.
- Sucuoğlu, B. (2004). Türkiye'de kaynaştırma uygulamaları: Yayınlar/araştırmalar (1980-2005). *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Özel Eğitim Dergisi*, 5(2), 15-23.
- Thomas, J. W., & Rohwer, W. D. (1986). Academic studying: the role of learning strategies. *Educational Psychologist*, 21(1&2), 19-41.
- Trundle, K. C., & Saçkes, M. (2010). Look! It is going to rain: Using books and observations to promote young children's understanding of clouds. *Science and Children*, 47(8), 29-31

- Trundle, K. C., & Saçkes, M. (2012). Science and early education. In R. C. Pianta, W. S. Barnett, L. M. Justice, & S. M. Sheridan (Eds.), *Handbook of early childhood education*. New York: Guilford Press.
- Tu, T. (2006). Preschool science environment: What is available in a preschool classroom? *Early Childhood Education Journal*, 33(4), 245-251.
- Türkmen, H. (2006). Öğrenme döngüsü yaklaşımıyla ilköğretimde fen nasıl öğretilmelidir? *İlköğretim Online*, 5(2), 1-15.
- Ucar, S. (2012). How do pre-service science teachers' views on science, scientists, and science teaching change over time in a science teacher training program? *Journal of Science Education and Technology*, 21(2), 255-266.
- Ucar, S., Trundle, K. C., & Krişsek, L. A. (2011). Inquiry-based instruction with archived, online data: An intervention study with preservice teachers. *Research in Science Education*, 41 (2), 261-282.
- Ünal, M., & Akman, B. (2006). Okulöncesi öğretmenlerinin fen eğitimine karşı gösterdikleri tutumlar. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30, 66-73.
- Wolters, C. A. (1999). The relationship between high school students' motivational regulation and their use of learning strategies, effort, and classroom performance. *Learning and Individual Differences*, 3(3), 281-299.
- Vosniadou, S., Ioannides, C., Dimitrakopoulou, A., & Papademetriou, E. (2001). Designing learning environments to promote conceptual change in science. *Learning and Instruction*, 11, 381-419.
- Vosniadou, S., Skopeliti, I., & Ikospentaki, K. (2005). Reconsidering the role of artifacts in reasoning: Children's understanding of the globe as a model of the earth. *Learning and Instruction*, 15, 331-351.