



The Effect of the Project Practices Improved with Four Question Strategy to Science Process Skills

Fatma ŞAHİN* and Elif BENZER

Marmara University, İstanbul, TURKEY

Received: 10.04.2012 Accepted: 07.06.2012

Abstract – Nowadays, expected skills from students in science education are different. These skills are , starting from the scientific process skills, research skills, questioning, problem solving, project development and to put forth creativity while making them. However, it encounters difficulties for both teachers and students about finding the project subject and gaining the skills available in the program with these project subjects. For this reason, recent studies concentrates on improving strategies which will guide teachers and students on finding the project subject . One of these strategies is the project applications according to the strategy of the four questions. In this study, it is aimed that to examine the effect of project development strategy of the four questions on the scientific process skills of science teachers and elementary students. The study group is the combination of 14 teachers studying in the graduate programme and 111 level 2 elementary school students in the four school that these teachers worked. The pattern of the study is determined as enriched pattern. In this respect, data collection and evaluation was carried out using quantitative and qualitative research techniques. As a result of work, it is found that project implementation with the strategy of the four questions has a positive effect on the scientific process skills of each working group.

Key words: Four question strategy, science process skills, science education.

Summary

Purpose and significance

In recent years, studies in the science education for the development of science process skills has been increasing rapidly. National science standards (NRC, 2000) suggests the use of research and inquiry-based learning and the support of this with the project-based learning for the development of science process skills. Again, the same organization

* Corresponding author: Fatma Şahin, Prof.Dr. in Science Education, Atatürk Faculty of Education, Marmara University, Göztepe Campus, 34722, İstanbul, TÜRKİYE.
E- mail: fsahin@marmara.edu.tr

recommended the use of 5E method and the use of the strategy for the four questions in order to develop different projects in the depth stage of the 5E method.

Cothron, Giese and Rezba (1996) formed the four questions that make up this strategy as follows (Cited in Krantz & Barrow, 2006): 1. What materials are readily available for conducting experiments? 2. How do act? 3. How can you change the set of materials to affect the action? 4. How can you measure or describe the response of to the change?

Four questions strategy helps students to design experiments to find the answer to the question of worked on. Students, using the four-question strategy, develop method to solve the scientific questions with a great self-confidence, take more responsibility to carry out their own research (Barrow, 2006). Strategy of the four questions can be used as a part of research-based learning (Coleman, Thiessen, Wilson, Arey & Barrow, 1999) on designing the research of students (Barrow, 2008) and develop research skills (Barrow & Krantz, 2002).

Methods

Enriched pattern generates the pattern of this study of which examined the effect of scientific process skills of projects prepared by the four questions strategy. Study group is the combination of 14 teachers Marmara University Institute of Education Sciences within the areas of elementary science and mathematics education, 14 teachers studying in the graduate program during the 2010-2011 academic and 111 level 2 elementary school students of these teachers worked. In study, the datas were collected with the help of scientific process skills test, and students' reports. Data from this study were evaluated using quantitative and qualitative analysis methods.

Results

According to the findings posttest scores of teachers vary significantly according to pretest. ($p < 0,05$) and this difference in favor of the and posttest ($X_{\text{posttest}}=33,00 > X_{\text{pretest}}=31,71$). Similarly, students have increased their scores in a meaningful way after applications ($p < 0,05$ ve $X_{\text{posttest}}=13,45 > X_{\text{pretest}}=12,09$). Both finding shows that the method applied have positive effect on the scientific process skills.

Discussion and Conclusions

As a result of this study, it has been identified that both teachers and students have increased their scientific process skills in a meaningful way..With a question wondered in science education, the importance of scientific research and using scientific process skills emphasized both in the curriculum and the various sources. Four questions strategy takes

place as a strategy to help students and teachers in science education as the first step to make a research on a specific issue, on the step of the research question of writing. In addition, in the experimental stages that process skills especially of the skill areas that leads research of four question strategy can be used as a guide for teachers and students. It is thought that use of this strategy starting from the pre-school period to graduate education will make a positive effect on both develop their scientific process skills and make positive their attitudes towards to the making project that they think hard. This strategy is not only for science education but also a strategy that can be used in different disciplines.

Dört Soru Stratejisiyle Geliştirilen Proje Uygulamalarının Bilimsel Süreç Becerilerine Etkisi

Fatma ŞAHİN[†] ve Elif BENZER

Marmara Üniversitesi, İstanbul, TÜRKİYE

Makale Gönderme Tarihi: 10.04.2012 Makale Kabul Tarihi: 07.06.2012

Özet – Fen eğitiminde, özellikle son yıllarda, bilimsel süreç becerilerinden başlayarak araştırma, sorgulama, problem çözme, proje geliştirme ve bunları yaparken de yaratıcılık ortaya koyma becerileri öğrencilerden beklenmektedir. Ancak proje sorusu bulmada ve bu sorularla mevcut programdaki becerileri kazandırmada hem öğretmenler hem de öğrenciler için zorluklarla karşılaşmaktadır. Bu nedenle son çalışmalar öğrenciler ve öğretmenlere proje tasarlama rehberlik edecek stratejiler geliştirme üzerinde yoğunlaşmaktadır. Bu stratejilerden biri de dört soru stratejisine göre proje uygulamalarıdır. Bu çalışmada fen ve teknoloji ve matematik öğretmenleri ile ilköğretim öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine dört soru stratejisiyle proje geliştirme etkisini incelemek amaçlanmıştır. Çalışma grubunu lisansüstü programında öğrenim gören 14 öğretmen ve bu öğretmenlerin çalıştıkları dört okuldaki 111 ilköğretim 2. kademe öğrencileri oluşturmaktadır. Çalışmanın deseni zenginleştirilmiş desen olarak belirlenmiştir. Bu doğrultuda verilerin toplanması ve değerlendirilmesi nicel ve nitel araştırma teknikleri kullanılarak yapılmıştır. Çalışma sonucunda dört soru stratejisiyle proje uygulamalarının her iki çalışma grubunun bilimsel süreç becerilerinde de olumlu etkisinin olduğu bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: Dört soru stratejisi, bilimsel süreç becerileri, fen eğitimi.

Giriş

Son yıllarda fen eğitiminde bilimsel süreç becerilerinin geliştirilmesine yönelik çalışmalar hızla artmaktadır. Amerikan Milli Araştırma Konseyi [National Research Council (NRC), 2000] bilimsel süreç becerilerinin geliştirilmesi için araştırma ve sorgulamaya dayalı öğrenmenin kullanılmasını, araştırma ve sorgulamaya dayalı öğrenmenin de problem ve proje tabanlı öğrenme ile desteklenmesini önermektedir. Yine aynı kuruluş proje tabanlı öğrenmede 5E yönteminin kullanılmasını, 5E yönteminin de derinleştirme aşamasında farklı projeler geliştirebilmek için dört soru stratejisinin uygulanmasını önermiştir.

[†] İletişim: Fatma Şahin, Prof.Dr., Fen Bilgisi Öğretmenliği Anabilim Dalı, Atatürk Eğitim Fakültesi, Marmara Üniversitesi, Göztepe Kampüsü, 34722, Kadıköy-İstanbul, TÜRKİYE.
E- mail: fsahin@marmara.edu.tr

Bilimsel Süreç Becerileri

Bilimsel yöntem; problemlerin bilimsel olarak çözülmesini, olaylara mantıksal yaklaşımı ve farklı işlem basamaklarını içeren akıl yürütme sürecidir. Bu süreçteki bilgiye ulaşma ve bilgi üretme becerileri, bilimsel süreç becerileri olarak adlandırılır (Arslan ve Tertemiz, 2004; Dönmez ve Azizoğlu, 2009). Bilimsel süreç becerileri, bilimsel araştırma işlemlerini ve bu yöntemi anlama olarak tanımlanabilir (Bilgin, 2006). Bununla birlikte bilimsel süreç becerileri günlük yaşamın her anında bilimin doğasını anlayan, yaşam kalitesini arttıran ve bilimsel okuryazarlığa sahip bireylerin kullanabildikleri becerilerdir (Aktamış ve Ergin, 2008; Huppert & Lazarowitz, 2002).

Eğitimde bilimsel süreç becerileri, matematik ve dil gibi tüm disiplinlerin temelini oluşturur (Ostlund, 1998). Fen bilimlerinde ise bilimsel süreç becerileri örgün veya örgün olmayan fen içerikli öğrenmenin her ikisinde de anahtar rol oynayan fen uygulamalarının ayrılmaz bir parçasıdır (Keil, Haney & Zoffel, 2009). Fen öğretiminde anlamlı öğrenme bilimsel süreç becerilerini kullanarak olur (Harlen, 1999). Fenin öğretimi, aynı zamanda bilimsel süreç becerilerinin öğretimini içerir (Mohd Saat, 2004). Fende bilimsel süreç becerileri, öğrenmeyi kolaylaştırır, öğrencilerin aktif olmasını ve kendi öğrenmelerinde sorumluluk alma duygusunu geliştirir, öğrenmenin kalıcılığını artırır, öğrencilere araştırma yol ve yöntemlerini kazandırır (Temiz, 2007).

Nitekim ülkemizde 2006 yılında hazırlanan ilköğretim ikinci kademe fen ve teknoloji dersi öğretim programında bilimsel süreç becerilerine ve bilimsel düşünmeye verilen önemin arttığı görülmektedir (Temiz, 2010). Bu programda öğrencilere bilimsel araştırmanın yol ve yöntemlerini öğretmek amacıyla bilimsel süreç becerilerini kazandırmak esas alınmıştır [Milli Eğitim Bakanlığı (MEB), 2006].

Fen eğitiminde önemli bir yer tutan bilimsel süreç beceri alanları incelendiğinde bunların farklı kaynaklarda farklı başlıklara ayrıldığı görülmektedir. Örneğin; MEB (2006) bilimsel süreç becerilerini planlama ve başlama, uygulama ve analiz ve sonuç çıkarma olmak üzere üç başlık altında toplamıştır. Çepni, Ayas, Johnson ve Turgut (1997) ise bilimsel süreç becerilerini temel süreçler, nedensel süreçler ve deneysel süreçler olmak üzere üçe ayırmıştır. Gürdal, Şahin ve Çağlar (2001) bu süreçlerin temel süreçler ve deneysel süreçlerden oluştuğunu ifade etmişlerdir. Arslan ve Tertemiz'in (2004) çalışmasında ise bilimsel süreç becerilerine yurt dışı ve Türkiye'de yapılan çalışmalardan hareketle duyuşsal süreç becerileri de eklenmiştir (Arslan ve Tertemiz, 2004).

Bilimsel süreç beceri alanları hakkında farklı başlıklardan söz edilse de genel olarak bilimsel süreç becerilerine sahip bir öğrencide aranan özellikler; “araştırma için bir soru tanımlamak ve bu soruyu ifade etmek”, “araştırmanın hipotezini tanımlamak ve net olarak ifade etmek”, “değişkenleri belirlemek”, “araştırmayı tasarlamak”, “verileri toplamak, çözümlenmek ve yorumlamak”, “bulgulardan hareketle sonuçlar çıkarmak” ve “araştırmayı sözlü ve/veya yazılı olarak raporlaştırmak” olarak belirtilmiştir (Akinbobola & Afolabi, 2010; Aktamış ve Ergin, 2007; Bağcı Kılıç, Haymana ve Bozyılmaz, 2008; Colley, 2006; Dökme ve Ozansoy, 2004; Koray, Bahadır ve Geçgin, 2006; Yang & Heh, 2007).

Öğrencilerin bilimsel süreç becerilerine ilişkin yeterliklerini belirleyebilmek için aşağıdaki işlemler önerilmektedir (Harlen, 1999):

1. Öğrencilerin mantıksal ilişkileri nasıl tanımladıklarını gözleme ve dinleme.
2. Öğrencilerin fikirlerini, mantıksal çıkarımlarını sorgulama ve sorular kullanma.
3. Öğrencilere bilimsel süreç becerilerini kullanırken nelere gereksinim duyacakları doğrultusunda görevler verme.
4. Öğrencilerin resim yapma, rol oynama, kavram haritası hazırlama ve yazı yazma aracılığıyla düşüncelerini aktarmalarına izin verme.

Öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini değerlendirmeye yönelik farklı araştırma yöntemleriyle yapılan birçok çalışma mevcuttur. Burada yapılan çalışmalar; durum tespiti, bilimsel süreç becerilerinin ilişkili olduğu diğer değişkenler ve bilimsel süreç becerilerinin geliştirilmesi olmak üzere üç kısımda özetlenmiştir.

Farklı özelliklere sahip öğrencilerin bilimsel süreç beceri seviyelerinin belirlendiği araştırmalarda şu sonuçlar elde edilmiştir: Sinan ve Uşak (2011) biyoloji öğretmenlerinin bilimsel süreç becerilerini yüksek seviyede bulmuşlardır. Mbewe, Chabalengula ve Mumba (2010) ilköğretim öğretmen adaylarının, Akar (2007) ise sınıf öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerinin istenilen düzeyde olmadığını belirtmişlerdir. Sınıf öğretmenliği bölümüyle yapılan diğer çalışmalarda ise henüz mezun olmayanların deneysel süreç becerilerinde sorun yaşadıkları (Laçın Şimşek, 2010), mezun olanların ise bilimsel süreç becerilerine yönelik teorik bilgiye sahip olmadıkları (Türkmen ve Kandemir, 2011) bulunmuştur. Beaumont-Walters ve Soyibo (2001) lise öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerini zayıf ve yetersiz bulmuştur. Aydoğdu (2006) ilköğretim 2. kademe öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerini zayıf bulurken, Büyük, Tanık ve Saraçoğlu (2011) ile Öztürk, Tezel ve Acat (2010) bu kademedeki öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini orta seviyede tespit etmişlerdir.

Bilimsel süreç becerilerinin diğer değişkenlerle ilişkisini belirlemeye yönelik çalışmalarda; tutumun bilimsel süreç becerilerine (Demir, 2007), bilimsel süreç becerilerinin de başarıya (Başer, 2006; Bilgin ve Geban, 2006) olumlu etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte bilimsel süreç becerilerinin tutum (Aydoğdu, 2006; Dönmez ve Azizoglu, 2009) ve başarı (Aydoğdu, 2006; Feyzioğlu, 2009) ile olumlu ilişkide olduğu bulunmuştur.

Bilimsel süreç becerilerinin geliştirilmesine yönelik farklı yaş gruplarıyla ve farklı konularda yapılan araştırmalarda ise çeşitli yöntemlerin olumlu etkileri ortaya konmuştur. Bu çalışmalarda; proje tabanlı öğrenme (Altun Yalçın, Turgut ve Büyükkasap, 2009; Birinci, 2008; Çelik, 2009), problem tabanlı öğrenme (Benli ve Sarıkaya, 2011; Doğru, 2008; Pakyürek Karaöz, 2008), araştırma tabanlı öğrenme (Basağa, Geban ve Tekkaya, 1994; Ergül ve diğer., 2011; Yaşar ve Duban, 2009), 5E (Altun Yalçın, Açışlı ve Turgut, 2010; Anagün ve Yaşar, 2009; Sevinç, 2008), tahmin/tartışmaya dayalı öğrenme döngüsü (Lavoie, 1999), basit malzemelerle fen etkinlikleri (Başdaş, 2007), bilimin doğası etkinlikleri (Can ve Şahin Pekmez, 2010) ve öğrenci merkezli eğitim (Akçay ve Yager, 2010) uygulamalarının bilimsel süreç becerilerine olumlu etkisi tespit edilmiştir. Bu yöntemlerin geneline bakıldığında araştırmayı temel alan yöntemler oldukları görülmektedir. Nitekim; Bağcı Kılıç, Haymana ve Bozyılmaz (2008) ile Tatar, Korkmaz ve Şaşmaz Ören (2007) araştırmaya dayalı laboratuvar etkinliklerinin bilimsel süreç becerilerini geliştirmede önemli yer tuttuğunu belirtmişlerdir. Colley'e (2006) göre de araştırma tabanlı öğrenme, problem tabanlı öğrenme ve proje tabanlı öğrenme, öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirmeleri için fen öğretmenlerine yardım edebilecek en önemli yaklaşımlardır. Bu üç yaklaşım; öğretmen merkezli öğrenmeden ziyade öğrenci merkezli öğrenme, pasif öğrenmeden ziyade aktif öğrenme, bireysel öğrenmeden ziyade işbirliğine dayalı öğrenme, içerik ve süreci ayırmak yerine bütünleştirme gibi vurguladığı yapılar bakımından birbirlerine benzerlik göstermektedir. Aşağıda bu üç yaklaşım ayrı başlıklar halinde sunulmuştur.

Araştırma Tabanlı Öğrenme

1910 yılında John Dewey, düşünme becerilerinin fen sınıflarında çok fazla yer almadığını ve buradan hareketle araştırma tabanlı öğrenmenin ilköğretim fen programlarında kullanılması gerektiğini belirtmiştir (Barrow, 2006). Günümüzde araştırma tabanlı öğrenme, fen eğitiminin temeli olarak kabul edilir (Karsai & Kampis, 2010) ve anlamlı öğrenmeyi arttırdığı için fen eğitiminde önemli bir yer tutar (Plevyak, 2007; Wilke & Straits, 2005).

Araştırma tabanlı öğrenmenin temelini oluşturan “araştırma” kavramının fen sınıfları için kapsamına aşağıda yer verilmiştir (NRC, 2000):

- ✓ Öğrencilerin geliştirmesi gereken bilişsel becerileri kapsar.
- ✓ Soruları yazma, bu sorulara cevap verme, araştırma yapma gibi bilim insanları tarafından kullanılan bilimsel yöntemi kavramayı kapsar.
- ✓ Bilimsel sorgulamayı öğrenmeyi, sorgulama becerilerini geliştirmeyi ve fen kavramlarını anlamak için öğrencilere yardım eden değişik öğretim stratejilerini kapsar.

“Araştırma” kavramının kapsamıyla birlikte bilimsel bir araştırma yapabilmek için gerekli bilgi ve becerilere aşağıda yer verilmiştir (Wilke & Straits, 2005):

- ✓ Gerçeğe dayanan içerik bilgisi,
- ✓ Genel süreç becerileri (gözleme, sınıflandırma, düzenleme, çizme, yazma, ölçme, tahmin etme, sonuç çıkarma, çözümlenme, uygulama, özetleme, yorumlama, değerlendirme, sentez etme, yaratıcılık, problem çözme...vb.),
- ✓ Bilimsel yöntem becerileri (sorular sorma, hipotez hazırlama, tahminlerde bulunma, deney tasarlama, verileri toplama ve çözümlenme, sonuç çıkarma, kanıtları değerlendirme, model yapma, yargılarda bulunma... vb.),
- ✓ Deney tasarlama becerileri (hata kaynaklarını belirleme, bağımlı/bağımsız/kontrol değişkenlerini belirleme, uygun materyalleri seçme, sınırlılıkları belirleme...vb.).

Buradan hareketle belirtilen her bir araştırma becerisinin bilimsel süreç becerileriyle de paralel olduğu, bu anlamda da araştırmaya dayalı öğrenmenin bilimsel süreç becerilerini geliştirmede önemli bir etkisinin olabileceği söylenebilir.

Problem Tabanlı Öğrenme

Probleme dayalı öğrenmede öğrenci karmaşık bir durum veya olay ile karşı karşıya bırakılır. Burada önemli olan öğrencilerin bu sorunu sahiplenmeleri, ondan sorumlu olmalarıdır. Sorumluluk ve sahiplenme duygusuna sahip öğrenciler problemin çözümünde tüm yolları denerler. Bu noktada öğretmenin yapması gereken ise problemin gerçek hayattan seçilmesine dikkat etmesidir (Kılınç, 2007). Problem tabanlı öğrenmede öğretmenler, öğrencilerin ne bildiklerini, ne bilmeye ihtiyaç duyduklarını ve gerekli bilgiyi en iyi nereden bulabileceklerini tanımlamalarına yardım eder. Öğrenciler de üzerinde düşündükleri probleme çözüm bulabilmek için bir bilim adamı rolüyle hareket ederler (Drake & Long, 2009).

Fen derslerinde kazanılan bilgi ve becerilerin günlük yaşamda karşılaşılan problemlerin çözülmesinde kullanılabilmesi için derste uygulanacak metotların başında probleme dayalı

öğrenme gelir. Probleme dayalı öğrenme sürecindeki işlem basamakları; problemin farkına varılması ve problemin tanımlanması, problemin tam ve doğru olarak açıklanması, problemi çözmek için gerekli olan bilginin tanımlanması, bilgi toplamak için gerekli olan kaynakların belirlenmesi, olası çözümlerin oluşturulması, çözümlerin analiz edilmesi ve çözümün sözlü ya da yazılı rapor halinde sunulmasıdır (Kaptan ve Korkmaz, 2001).

Proje Tabanlı Öğrenme

Proje tabanlı öğrenme ürün veya performansla tasarlanan, derste öğrencilerin yeni bilgi ve beceriler edindiği bir eğitim yaklaşımıdır (Simkins, Cole, Tavalin & Means, 2002). Bu yaklaşım yoğun bir araştırma süreci içerisinde; gerçek sorular, dikkatli bir şekilde düzenlenmiş projeler ve projelerle ilgili yerine getirilecek çeşitli görevlerle, öğrencilerin bilgi ve becerilerini öğrenme ortamının içinde tutar (Elder, 2003). VanCleave (2007) proje basamaklarını; proje konusunun seçilmesi, araştırmanın yapılması, probleme karar verilmesi, hipotezin belirlenmesi, uygulamanın tasarlanması, uygulamanın yapılması, sonuçların kaydedilmesi, rapor hazırlanması ve sunum yapılması olarak belirtmiştir.

Proje tabanlı öğrenmenin öğrencilere kazanımları çeşitli kaynaklarda; öğrencilerin sınıfta ilgi ve düşünme becerilerini geliştirdiği (Glaser, 2000), öğrenci motivasyonu arttırdığı (Warner 1996; Bartscher, Gould & Nutter, 1995), öğrencilere sorumluluk almayı öğrettiği (Hancock, Storey, Downing & Szewczak, 2001) ve bilimsel süreç becerilerinin geliştirilmesine imkân tanıdığı (Chin & Chia, 2004) şeklinde ifade edilmiştir.

Sözü edilen kazanımların yanında sınıfta öğrencilerin proje yürütürken karşılaştıkları zorluk ve engeller de bulunmaktadır. Bu zorluk ve engellere aşağıda yer verilmiştir (Kyburz-Graber, Hofer & Wolfensberger, 2006):

1. Proje sırasında oluşan çeşitli sıkıntılarla başa çıkabilme,
2. Projeye ilişkili tüm boyutlarda disiplinler arası düşünebilme,
3. Proje içeriğini öğrenme süreçleri ve değer yargıları ile bütünleştirebilme,
4. Projenin her aşamasında öğrenme ve öğretme modelini geliştirebilme.

Bu maddeler haricinde proje tabanlı öğrenmenin en çok zorlanılan yanlarından biri de proje konusu bulmaktır. Bu zorluğun aşılması için iki önemli yöntemin bir arada kullanılması önerilmiştir. Bunlardan biri 5E modeli diğeri ise 5E'nin derinleştirme aşamasında proje konusu bulmak için kullanılan dört soru stratejisidir (Krantz & Barrow, 2006). Bilindiği gibi

5E, öğrencilere öğrenme sırasında daha aktif bir rol almalarını sağlayan araştırma tabanlı öğrenmenin bir türüdür. 5E öğrenme modelinin aşamaları şu şekildedir (Patro, 2008):

Giriş (engage): Öğrencileri heyecanlandırmak için konuyla ilgili bir giriş yapılır.

Keşfetme (explore): Bir sorunu/problemi incelemeleri için öğrencilere fırsatlar sunulur.

Açıklama (explanation): Öğrenciler yaptıkları inceleme sonucunda konu ile ilgili açıklama yapar.

Derinleştirme (elaborate): Konuyla ilgili daha ayrıntılı incelemeler yapılır.

Değerlendirme (evaluate): Öğrencinin süreçteki öğrenmesini değerlendirilir.

Dört soru stratejisi ise Cothron, Giese ve Rezba (1996) tarafından araştırma sürecini anlamaları için ilköğretim öğrencilerine yardım edecek bir araç olarak tasarlanmıştır (Akt. Barrow & Krantz, 2002). Merak edilen veya araştırılmak istenen bir konuda farklı değişkenleri kullanarak konunun farklı açılardan sorgulanmasını sağlayan dört soru stratejisiyle ilgili bilgilere aşağıda yer verilmiştir.

Dört Soru Stratejisi

Dört soru stratejisi araştırma ve sorgulamaya dayalı öğrenmeyle fen derslerinin yürütülmesinde etkili bir yoldur (NRC, 1996). Cothron, Giese ve Rezba (1996) bu stratejiyi oluşturan dört soruyu aşağıdaki şekilde belirtmişlerdir (Akt. Krantz & Barrow, 2006):

1. Araştırmanızla ilgili hangi materyallere kolayca ulaşabilirsiniz?
2. Sonuçta ne olmasını/görmeyi bekliyorsunuz?
3. Materyalleri nasıl çeşitlendirebilirsiniz?
4. Değişkenlerin değiştirilmesiyle bulunan sonucu/sonuçları nasıl ölçebilir veya tanımlayabilirsiniz?

Dört soru stratejisi üzerinde çalışılan soruya cevap bulabilmek için öğrencilerin deney tasarımlarına yardım eder. Öğrenciler dört soru stratejisini kullanarak daha büyük bir özgüvenle bilimsel sorularını çözmeye yönelik yöntem geliştirirler, kendi araştırmalarını yürütmek için daha fazla sorumluluk alırlar (Barrow, 2006). Öğrencilerin kendi araştırmalarını tasarlamalarında (Barrow, 2008) ve araştırma becerilerini geliştirmelerinde (Barrow & Krantz, 2002) araştırma tabanlı öğrenmenin bir parçası olarak (Coleman, Thiessen, Wilson, Arey & Barrow, 1999) dört soru stratejisi kullanılabilir.

Dört soru stratejisi öğrencilerin hangi materyal, değişkenler ve ölçme stratejilerini kullanacakları konusunda onlara yardım eder. Öğrenciler değiştirilebilen materyallerin bütün

farklı yollarını listeledikleri zaman tek bir denemenin bir hipotezi kanıtlayamayacağını farkına varırlar (Barrow, 2008). Bu stratejinin kullanımı öğrencilerin ilköğretimden üniversiteye kadar kendi sorularını cevaplamalarında bir biçim uygulamaları için öğrencilere yardım eder (Barrow, 2010).

Tablo 1’de dört soru stratejisinin 5E yönteminde uygulanmasına örnek verilmiştir.

Tablo 15E Yönteminde 4 Soru Stratejisinin Uygulanması

| 5E aşamaları | Etkinlik (Sorgulama Becerileri) |
|---------------------|--|
| Giriş | 1. Tohumların farklılıklarını tanımlama, 2. Gözlemleri ve geliştirilen bilgi iddialarını listeleme (<i>Olası sorular üretme, gözlem yapma</i>). |
| Keşfetme | 1. Önceden islatılmış tohumlar, 2. Tohumlarla ilgili araştırma, 3. Küçük bir kutunun içine birkaç tohum ekme, 4. Tohumların yolculuğu başladı (<i>Olası sorular üretme, kullanılabilir soruları kesin ve net ifade etme, planlama ve düzenleme, uygun ölçme araçlarını seçme, araştırma yapma, uygun teknikler, verileri çözümlleme, bulguları yorumlama</i>). |
| Açıklama | 1. Tohumlar küçük kutunun içinde yetişir, 2. Öğrenciler tohumların yolculuğundaki gözlemlerini ve ölçme kayıtlarını açıklar, 3. Öğrenciler tohumların büyümesini tartışır (<i>Sorular sorma, verileri çözümlleme ve yorumlama, sonuçları belirleme, sonuçları destekleme, sonuçları paylaşma</i>). |
| Derinleştirme | 1. Öğrenciler bütün bir yaşam döngüsü deneyimi için bitki diker, 2. Öğrenciler 4 soru stratejisini kullanarak tohumlarla bağımsız araştırmalar yapmaya başlar, 3. Öğrenciler diğer ilgili alanlarda tohumları araştırır, 4. Tohumların yolculuğuna devam edilir, 5. Laboratuvar raporları yapılandırılır (<i>Sorular sorma, bilimsel sorgulama boyunca hangi sorular tanımlandı, planlama ve düzenleme, uygun yöntem seçme, gözlemler yapma, araştırma yapma, verileri çözümlleme ve yorumlama, uygun araçlar, uygun teknikler, eleştirel düşünme, mantıksal düşünme, ilişkiler kurma, açıklamalar yapma, sonuçları paylaşma, daha fazla araştırmalar önerme</i>). |
| Değerlendirme | 1. Bitkinin büyüme süreci boyunca yolculuğu uzun süreli kayıt yapılır, 2. Kapsamlı rapor yazılır, 3. Şiir, sanat, biyo-mühendislik araştırma, ürün tüketimi, vs. (<i>Bulguları grafikler, tablolar, resimler kullanarak sunma, veri ve çözümlmeler ile sonuçları ilişkilendirme, yeni sorular düzenleme</i>). |

Çalışmanın Önemi

Fen ve teknoloji öğretimi bilimsel süreç becerilerini hem içeriğin anlaşılmasında bir araç olarak kullanır hem de bu becerilerin sürekli kullanılmasıyla geliştirilmesini sağlar. Yukarıda bir kavramsal çerçeve içerisinde belirtilen bilimsel süreç becerilerinin fenedeki öneminden de hareketle, çalışmada fen ve teknoloji ve matematik öğretmenleriyle ilköğretim öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerini geliştirmek amaçlanmıştır. Bilimsel süreç becerilerinin geliştirilmesi için ise araştırmaya dayalı öğretim tekniklerinden dört soru stratejisiyle proje tasarımı yapılmıştır. Buradan hareketle çalışma; dört soru stratejisiyle proje tasarımı, 5 fen ve teknoloji ve 9 matematik öğretmeni, 111 ilköğretim ikinci kademe öğrencisi ve ulaşılabilen kaynaklar ile sınırlandırılmıştır.

Alanyazın çerçevesinde, araştırmaya dayalı öğrenmenin bilimsel süreç becerilerinde olumlu etkisinin bulunduğuna yönelik eğilim mevcuttur. Bununla birlikte dört soru

stratejisinin bilimsel süreç becerileri üzerindeki etkisiyle ilgili bir çalışmaya rastlanmamıştır. Öğrencilerin rahatça uygulayabilecekleri bu yöntemin, bilimsel süreç becerileri üzerindeki etkisini araştırmak amacıyla çalışmanın problem cümlesini “Dört soru stratejisiyle proje geliştirmenin fen ve teknoloji ve matematik öğretmenleri ile ilköğretim öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine etkisi var mıdır?” oluşturmuştur. Çalışmanın araştırma soruları aşağıda belirtilmiştir.

1. Dört soru stratejisiyle geliştirilen projelerin, fen ve teknoloji ve matematik öğretmenlerinin bilimsel süreç becerilerine etkisi var mıdır?

2. Dört soru stratejisiyle geliştirilen projelerin, ilköğretim ikinci kademe öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine etkisi var mıdır?

Yöntem

Dört soru stratejisiyle hazırlanan projelerin bilimsel süreç becerilerine etkisinin incelendiği bu çalışmanın desenini zenginleştirilmiş desen oluşturmaktadır. Zenginleştirilmiş desen, nicel ve nitel verilerin eş zamanlı toplandığı ve bulgulardan hareketle verilerin birbirlerini destekleyip desteklemediğine bakıldığı çalışmalardır (Büyüköztürk, Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2011). Çalışmada da tek gruplu ön test-son test araştırma desenindeki deneysel desen ile nicel olarak veriler çözümlenmiş, süreç boyunca öğretmen ve öğrencilerin hazırladıkları raporlar içerik analizi ile nitel olarak değerlendirilmiştir. Çalışmada aynı zamanda öğretmenlere konuyla ilgili verilen eğitimin öğrencilere ne kadar yansıtıldığı, uygulama sırasında elde edilen proje raporlarıyla nitel olarak değerlendirilmiştir.

Çalışma Grupları

Çalışma grubu olarak seçilen öğretmenler ve öğretmenlerin çalıştıkları okullardaki öğrencilerin oluşturduğu çalışma gruplarının özelliklerine aşağıda yer verilmiştir.

Araştırmaya Katılan Öğretmenler

Öğretmenlerin oluşturduğu çalışma grubu, büyükşehirdeki bir üniversitenin eğitim bilimleri enstitüsü bünyesinde ilköğretim fen ve matematik eğitimi alanlarında 2010-2011 eğitim-öğretim döneminde lisansüstü eğitim gören, 13’ü bayan ve 1’i bay toplam 14 öğretmenden oluşmaktadır. Makale konusunun içeriği proje uygulamalarını kapsadığı için uygulamanın yapılacağı çalışma grubu lisansüstü programda “proje geliştirme” olarak adlandırılan derse devam eden öğretmenlerden seçilmiştir.

Tablo 2 Öğretmenlerin Cinsiyete Göre Dağılımı

| | Bayan öğretmen | | Bay öğretmen | | Toplam |
|---------------------|----------------|-----|--------------|----|--------|
| | N | % | N | % | N |
| Fen Bilgisi Eğitimi | 4 | 80 | 1 | 20 | 5 |
| Matematik Eğitimi | 9 | 100 | 0 | 0 | 9 |
| Genel toplam | 13 | 93 | 1 | 7 | 14 |

Araştırmaya Katılan Öğrenciler

Araştırmanın bir diğer çalışma grubunu 2010-2011 eğitim-öğretim döneminde büyükşehirdeki ilköğretim okullarının ikinci kademelerinde öğrenim gören 111 öğrenci oluşturmaktadır. Bu öğrenciler çalışmanın uygulanması ve izin alma sürecinin kolaylığı için yukarıda sözü edilen öğretmenlerin çalıştığı dört farklı okuldan seçilmiştir. Çalışmada ilköğretim seviyesindeki öğrencilerin seçilmesinin nedeni, öğretmenlerin seviye olarak ilköğretim öğrencilerine ders veriyor olmasıdır.

Tablo 3 Öğrencilerin Cinsiyete ve Okula Göre Dağılımı

| | Kız öğrenci | | Erkek Öğrenci | | Toplam |
|--------------|-------------|----|---------------|----|--------|
| | N | % | N | % | N |
| 1. Okul | 11 | 50 | 11 | 50 | 22 |
| 2. Okul | 9 | 69 | 4 | 31 | 13 |
| 3. Okul | 18 | 51 | 17 | 49 | 35 |
| 4. Okul | 21 | 51 | 20 | 49 | 41 |
| Genel toplam | 59 | 53 | 52 | 47 | 111 |

Veri Toplama Araçları

Araştırmada nicel ve nitel veri toplama araçları kullanılmıştır.

Nicel Veri Toplama Araçları

Çalışmada hem öğretmenler hem de öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini değerlendirmek için Okey ve arkadaşları tarafından 1982 yılında geliştirilen ve Özkan, Petek ve Geban (1992) tarafından Türkçeye uyarlanan “Bilimsel Süreç Becerileri Testi” kullanılmıştır. Test iki farklı çalışmadan alınarak araştırmanın örneklem gruplarına uygulanmıştır. Birinci örneklem grubunu oluşturan öğretmenler için testin Morgil, Güngör Seyhan ve Seçken (2009) tarafından öğretmen adaylarına uygulanmış 36 soruluk hali kullanılmıştır. Testin ikinci örneklem grubunu oluşturan öğrenciler için alındığı çalışma ise Aydoğdu'nun (2006) “İlköğretim fen ve teknoloji dersinde bilimsel süreç becerilerini

etkileyen değişkenlerin belirlenmesi” isimli yüksek lisans tez çalışmasıdır. Burada testi oluşturan 25 sorunun her birinde çoktan seçmeli dört madde bulunmaktadır. Morgil, Güngör Seyhan ve Seçken’in (2009) çalışmasında testin güvenilirliği 0,82, Aydoğdu (2006)’nun çalışmasında ise 0,81 olarak bulunmuştur. Dört soru stratejisiyle proje geliştirilmesinin bilimsel süreç becerilerine etkisinin araştırıldığı bu çalışmada ise güvenilirlik katsayısı alfa; öğretmenler için 0,71, öğrenciler için 0,86 olarak tespit edilmiştir.

Nitel Veri Toplama Araçları

Hem öğretmenlerin hem de öğrencilerin gruplar halinde yaptıkları projeler nitel olarak içerik analizi ile değerlendirilmiştir. Ayrıca öğretmen ve öğrencilerin bilimsel süreç becerileri testinde hangi süreçlerde daha başarılı olduğunun değerlendirilmesi de nitel olarak yüzde ve frekanslarla yapılmıştır. Nitel veri toplama aracı olarak belirtilen projelerin hazırlanma süreci araştırmanın uygulanması kısmında belirtilmiştir.

Araştırmanın Uygulanması

Araştırmaya katılan öğretmen ve öğrencilere uygulama öncesi ve sonrasında bilimsel süreç beceri testi uygulanmıştır. Uygulama sürecinde ise öğretmenlere proje yapma ve proje konusu bulma ile ilgili eğitim verilerek, kazanımlarını öğrencilerine aynı şekilde aktarmaları istenmiştir. Bu amaçla araştırmanın uygulanması iki aşamada gerçekleştirilmiştir. Birinci aşaması, öğretmen eğitimi için araştırmacılar tarafından öğretmenlere verilen seminerler; ikinci aşaması, öğretmenlerin seminerlerden edindikleri kazanımları öğrencilerine aktardıkları ve uygulama yaptırdıkları ilköğretim okullarında yürütülen derslerdir.

Araştırmanın Birinci Aşaması: Öğretmen Eğitimi

Araştırmaya katılan öğretmenlere beş hafta üçer saatlik toplam 15 saat araştırmacılar tarafından konu ile ilgili bilgilendirme seminerleri yapılmıştır. Seminerin birinci haftasında bilimsel bir projenin aşamaları, ikinci haftasında bu aşamaları öğrencilerine günlük hayat problemleri ile nasıl öğretebilecekleri örneklerle açıklanmıştır. Üçüncü hafta proje konusu bulmada yardımcı bir araç olarak 4 soru stratejisi tanıtılmış, dördüncü ve beşinci haftalarda bu stratejiye örnek uygulamalar yapılmıştır. Örnek uygulamalarda öğretmenler üçer ve dörder kişilik dört gruba ayrılmış ve her bir gruba bir konu (Çimlenme, küflenme, sıvıların akışkanlığı, asit-baz tepkimesi: sirke ve soda) verilmiştir. Sonrasında öğretmenlerin dört soru stratejisini uygulayarak konu ile ilgili çok sayıda proje sorusu bulmaları sağlanmıştır. Tablo 4’te dört soru stratejisine bir örnek verilmiştir.

Tablo 4 Dört Soru Stratejisi: Öğretmen Uygulamasına Örnek

| Ana Konu: Çimlenme | | | | | | | |
|--|-----------------------|----------------------------|--------------------|-------------|--------------|------------|------------------|
| 1. Tohumlar ile ilgili yapacağınız deneylerde hangi materyalleri kullanabiliriz? | | | | | | | |
| <i>Tohumlar</i> | <i>Su</i> | <i>Kap</i> | <i>Toprak</i> | <i>Işık</i> | <i>Gübre</i> | <i>Isı</i> | <i>Diğerleri</i> |
| 2. Tohumlara ne olacak? | | | | | | | |
| <i>Tohumlar çimlenir ve büyürler</i> | | | | | | | |
| 3. Materyalleri nasıl çeşitlendirebiliriz? | | | | | | | |
| <i>Tohumlar</i> | <i>Toprak</i> | <i>Su</i> | <i>Kap</i> | | | | |
| <i>Küçük</i> | <i>Nemli</i> | <i>Distile su</i> | <i>Toprak kap</i> | | | | |
| <i>Büyük</i> | <i>Kuru</i> | <i>Musluk suyu</i> | <i>Küçük saksı</i> | | | | |
| <i>Kalın kabuklu</i> | <i>Bahçe toprağı</i> | <i>Sıcak su</i> | <i>Yoğurt kabı</i> | | | | |
| <i>İnce kabuklu</i> | <i>Gübreli toprak</i> | <i>Oda sıcaklığında su</i> | <i>Cam kase</i> | | | | |
| <i>Örnek Proje Konuları:</i> | | | | | | | |
| 1. <i>Küçük tohumlar nemli toprakta oda sıcaklığında su kullanarak daha mı hızlı çimlenir?</i> | | | | | | | |
| 2. <i>İnce kabuklu tohumlar nemli toprakta daha mı hızlı çimlenir?</i> | | | | | | | |
| ... | | | | | | | |
| ... | | | | | | | |
| <i>Bunlar gibi her materyal grubundan bir malzeme seçilerek çok sayıda proje konusu bulunabileceği fark ettirilir.</i> | | | | | | | |
| 4. Tohumdaki değişimleri nasıl ölçebilir ya da nasıl nitelendirebilirim? | | | | | | | |
| <i>Çimlenen tohum sayısı</i> | | | | | | | |
| <i>Çimlenen tohumların kök uzunluğu</i> | | | | | | | |

Araştırmanın İkinci Aşaması: Öğretmenlerin Öğrencilerini Eğitimi

Beş hafta boyunca dört soru stratejisi ile proje tasarımı yapan öğretmenler, benzer bir eğitim semineri ve uygulamaları ile farklı projeler bulabileceklerini görmüşlerdir. Böylece öğretmenler, kazanımlarını okullarındaki öğrencileriyle paylaşmışlardır. İlköğretim öğrencileri de dört soru stratejisi ile proje konusu bulma aşamalarını gruplar halinde yerine getirerek çeşitli projeler hazırlamışlardır. Bu uygulamanın örneğine Tablo 5'te yer verilmiştir.

Tablo 5 DörtSoru Stratejisi: Öğrenci Uygulamasına Örnek

| Ana Konu: Çimlenme | | | |
|---|------------------|------------------------------|-----------------------|
| 1. Tohumlar ile ilgili yapacağınız deneylerde hangi materyalleri kullanabiliriz? | | | |
| <i>Toprak</i> | <i>Su</i> | <i>Tohumlar</i> | <i>Kaplar</i> |
| 2. Tohumlara ne olacak? | | | |
| <i>Çimlenme olayını gözlemlemeyi bekliyoruz.</i> | | | |
| 3. Materyalleri nasıl çeşitlendirebiliriz? | | | |
| <i>Tohumlar</i> | <i>Toprak</i> | <i>Su</i> | <i>Ortam</i> |
| <i>Kuşyemi</i> | <i>Kum</i> | <i>İçme suyu-Musluk suyu</i> | <i>Sıcak ortam</i> |
| <i>Buğday</i> | <i>Bahçe</i> | <i>Maden suyu</i> | <i>Soğuk ortam</i> |
| <i>Büyük kuru fasulye</i> | <i>Az toprak</i> | <i>Sıcak su-Soğuk su</i> | <i>Karanlık ortam</i> |
| Örnek Proje Konuları: | | | |
| 1. Çim adamın güneş ışığında durmasıyla karanlık ortamda durması çimlenmeyi etkiler mi? | | | |
| 2. Çim adam içme suyuyla sulanırsa mı, musluk suyuyla sulanırsa mı daha çabuk çimlenir? | | | |
| 3. Çim adama az su dökersek mi, çok su dökersek mi daha çok çimlenir? | | | |
| 4. Çim adamı hazırlarken kullanacağımız çorabın kalınlığı çimlenmeyi etkiler mi? | | | |
| 5. Çim adama az ya da çok toprak koymamız çimlenme süresini etkiler mi? | | | |
| 6. Çim adama az ya da çok tohum koymamız çimlenme süresini etkiler mi? | | | |
| 4. Tohumdaki değişimleri nasıl ölçebiliriz ya da nasıl nitelendirebiliriz? | | | |
| <i>Çimlenen tohumların boylarını cetvelle ölçebiliriz.</i> | | | |
| <i>Çimlenme sürelerini ölçebiliriz.</i> | | | |
| <i>Çimlenen tohum sayısını sayabiliriz.</i> | | | |

Verilerin Analizi

Verilerin analizi başlığı, veri çözümleme yöntemlerine göre iki alt başlığa ayrılmıştır.

Verilerin Nicel Analizi

Dört soru stratejisiyle proje geliştirme uygulamalarının öncesinde ve sonrasında kullanılan bilimsel süreç becerileri testinden elde edilen verilerin SPSS 17 programıyla çözümlenmesi, çalışmanın nicel analizini oluşturmaktadır.

Grupların öntest ve sontestleri arasında karşılaştırma yapılmadan önce elde edilen verilerin normal dağılımda olup olmadıkları kontrol edilmiştir. Bu durumda grup büyüklüğü 50'den küçük olan testlerde Shapiro-Wilk, 50'den büyük olanlarda ise Kolmogorov smirnov testi ile normal dağılıma bakılmıştır (Büyüköztürk, 2007). Elde edilen sonuçlara Tablo 6'da yer verilmiştir.

Tablo 6 Verilerin Normal Dağılım Durumları

| | Öğretmenler için (N=14) | | Öğrenciler için (N=111) | |
|---|--------------------------------|----------------|--------------------------------|----------------|
| | Shapiro-Wilk | | Kolmogorov-Smirnov | |
| | Öntest | Sontest | Öntest | Sontest |
| p | 0,038<0,05 | 0,000<0,05 | 0,200>0,05 | 0,200>0,05 |

Tablo 6’da öğrenciler için verilerin normal dağılımda olduğu, öğretmenlerden elde edilen verilerin ise normalden sapma gösterdiği görülmektedir. Bu durumda öğretmenlerin öntest ve sontest karşılaştırmasında ilişkili gruplar Wilcoxon işaretli sıralar testi, öğrencilerin öntest ve sontest karşılaştırmasında ise ilişkili gruplar t testi kullanılmıştır.

Verilerin Nitel Analizi

Bilimsel süreç becerileri testinden elde edilen öntest ve sontest ortalamalarına bakılarak her bir süreç (hipotez kuma, değişkenleri belirleme...vb.) ortalamasındaki artışın, yüzde olarak hangisinde/hangilerinde daha başarılı olduğu tespit edilmiştir.

Öğretmen ve öğrencilerin proje konularına göre dört soru stratejisiyle soru üretmeleri, değişkenleri belirlemeleri, buna göre verilerin toplanması ve çözümlenmesi aşamalarının raporlar üzerinden değerlendirilmesi ve bu değerlendirmenin yukarıda sözü edilen bilimsel süreç becerileri testindeki verilerle karşılaştırılması yapılmıştır. Raporda; problem ve hipotez, değişkenlerin belirlenmesi, verilerin toplanması ve çözümlenmesi aşamalarının değerlendirilmesi; doğru kullanıma 2, kısmen doğru kullanıma 1, yanlış kullanıma ve boş bırakılmasına ise 0 puan verilerek yapılmıştır. Böylece öğretmenlerin bilimsel süreç becerileri kazanımlarına paralel olarak öğrencilerinde de benzer bir kazanımın olup olmadığı, yani öğrendiklerini öğrencilerine ne kadar yansıttıklarının incelenmesi nitel olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca hem öğretmen hem de öğrencilerin dört soru stratejisiyle proje sorusu üretmelerinin sayısı hesaplanmıştır.

Bulgular

Bu bölümde bulgular, çalışmanın alt problemlerine göre iki başlık altında sunulmuştur.

Öğretmenlerin bilimsel süreç becerileri ile ilgili bulgular

“Dört soru stratejisiyle geliştirilen projelerin, fen ve teknoloji ve matematik öğretmenlerinin bilimsel süreç becerilerine etkisi var mıdır?” alt probleminden hareketle öğretmenlere verilen seminerlerin öncesinde ve sonrasında kullanılan bilimsel süreç becerileri testinden elde edilen bulgulara Tablo 7’de yer verilmiştir.

Tablo 7 Öğretmenlerin Bilimsel Süreç Becerileri İçin z Testinden Elde Edilen Bulgular

| | | N | X | z | p |
|----------|---------|----------|----------|----------|----------|
| Öğretmen | Öntest | 14 | 31,71 | -2,032 | 0,04 |
| | Sontest | 14 | 33,00 | | |

Tablo 7'deki bulgulara göre öğretmenlerin sontestten aldıkları puanlar önteste göre anlamlı bir şekilde farklılık göstermektedir ($p < 0,05$). Puan ortalamalarına bakıldığında bu farklılığın sontest lehine olduğu görülmektedir ($X_{\text{sontest}}=33,00 > X_{\text{öntest}}=31,71$). Bu bulgudan hareketle dört soru stratejisiyle proje geliştirmenin, öğretmenlerin bilimsel süreç becerileri üzerinde olumlu etkisinin olduğu söylenebilir. Bununla birlikte uygulanan yöntemin hangi beceri alanlarında ne kadar etkisinin olduğu da belirlenmiştir. Bu belirlemede bilimsel süreç becerileri testinde bulunan her bir alan için yüzdeler artışa ve öğretmenlerin hazırladıkları proje raporlarının puan olarak değerlendirilmesine Tablo 8'de yer verilmiştir.

Tablo 8 Öğretmenlerin Bilimsel Süreç Beceri Alanlarının Değerlendirilmesi

| Bilim Süreç Beceri Alanları | Bilimsel süreç becerileri testi | | | Öğretmenlerin raporları | | | | |
|--|---------------------------------|--------------------|-------|-------------------------|--------------|--------|-----|--------|
| | Öntest başarı (%) | Sontest başarı (%) | Artış | Doğru | Kısmen Doğru | Yanlış | Boş | Toplam |
| Problem ve hipotez | 81,63 | 84,69 | 3,1 | 2x2=4 puan | 2x1=2 puan | - | - | 6 puan |
| Değişkenler | 82,74 | 89,29 | 6,5 | 3x2=6 puan | 1x1=1 puan | - | - | 7 puan |
| Verilerin toplanması süreci (deney tasarımı) | 95,24 | 97,62 | 2,4 | 1x2=2 puan | 3x1=3 puan | - | - | 5 puan |
| Verilerin çözümlenmesi | 73,81 | 80,95 | 7,1 | 4x2=8 puan | - | - | - | 8 puan |

Tablo 8'deki bilimsel süreç becerileri testinden edinilen bulgular incelendiğinde, öğretmenlerin en fazla verilerin çözümlenmesi (%7,1 artışla) ve değişkenlerin belirlenmesi (%6,5 artışla) basamaklarında başarı gösterdikleri görülmektedir. Öğretmenlerin raporlarının değerlendirilmesiyle edinilen bulgularda da grupların hepsinin verilerin çözümlenmesi ve yorumlanması kısmını eksiksiz yaptıkları görülmektedir (8 puan). Bunun ardından değişkenlerin belirlenmesi (7 puan) ve probleme yönelik hipotez kurma (6 puan) aşamaları gelmektedir. Raporlarda en düşük puan ise verilerin toplanması sürecini içeren deney tasarımından alınmıştır (5 puan). İki farklı veri toplama aracından elde edilen bulgulardan hareketle öğretmenlerin sahip oldukları bilimsel süreç beceri düzeylerinin hepsinin arttığı, en çok ise değişkenlerin belirlenmesi ve verilerin çözümlenmesi becerilerinin geliştiği söylenebilir.

Öğrencilerin bilimsel süreç becerileri ile ilgili bulgular

“Dört soru stratejisiyle geliştirilen projelerin, ilköğretim ikinci kademe öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine etkisi var mıdır?” alt probleminden hareketle öğrencilere uygulama

yapılmadan önce ve uygulamadan sonra kullanılan bilimsel süreç becerileri testinden elde edilen bulgulara Tablo 9’da yer verilmiştir.

Tablo 9 Öğrencilerin Bilimsel Süreç Becerileri İçin t Testinden Elde Edilen Bulgular

| | | N | X | ss | sd | t | p |
|---------|---------|-----|-------|-------|-----|-------|------|
| Öğrenci | Öntest | 111 | 12,09 | 4,140 | 110 | -3,32 | 0,00 |
| | Sontest | 111 | 13,45 | 3,951 | | | |

Tablo 9’daki bulgulara göre öğrenciler uygulama sonrasında puanlarını uygulama öncesine göre arttırmışlardır ($X_{\text{sontest}}=13,45 > X_{\text{öntest}}=12,09$). Bu artışın önteste göre anlamlı bir farklılık gösterdiği tablodan görülmektedir ($p < 0,05$). Buradan hareketle dört soru stratejisiyle proje geliştirmenin bilimsel süreç becerilerine olumlu etkisinin olduğu söylenebilir. Uygulanan yöntemin hangi beceri alanlarında ne kadar etkisinin olduğunu tespit etmeye yönelik yapılan değerlendirmeden elde edilen bulgulara Tablo 10’da yer verilmiştir.

Tablo 10 Öğrencilerin Bilimsel Süreç Beceri Alanlarının Değerlendirilmesi

| Bilim Süreç Beceri Alanları | Bilimsel süreç becerileri testi | | | | Öğrencilerin raporları | | | |
|--|---------------------------------|-----------------------|-------|-----------------|------------------------|--------|-------|------------|
| | Öntest başarı (%) | Sontest başarı (%) | Artış | Doğru | Kısmen Doğru | Yanlış | Boş | Toplam |
| Problem ve hipotez | 47,23 | 47,88 | 0,6 | 9x2=18 puan | 8x1=8 puan | 7x0=0 | 2x0=0 | 26 puan |
| Değişkenler | 48,35 | 57,06 | 8,7 | 14x2=28 puan | 7x1=7 puan | 5x0=0 | - | 35 puan |
| Verilerin toplanması süreci (deney tasarımı) | 57,66 | 61,56 | 3,9 | 7x2=14 puan | 11x1=11 puan | 7x0=0 | 1x0=0 | 25 puan |
| Verilerin çözümlemesi | 42,04 | 46,85 | 4,8 | 13x2=26 puan | 10x1=10 puan | 3x0=0 | - | 36 puan |

Tablo 10’daki hem bilimsel süreç becerileri testindeki artışlardan hem de öğrenci raporlarının değerlendirilmesinden, değişkenlerin belirlenmesi (%8,7) ve verilerin çözümlenmesi (%4,8) basamaklarında öğrencilerin daha başarılı oldukları görülmektedir. Öğrencilerin hazırladıkları raporlara bakıldığında ise verilerin çözümlenmesi (36 puan) ve değişkenlerin belirlenmesi (36 puan) alanlarının, birbirine çok yakın puanlarla, yüksek oranda doğru yapıldığı tespit edilmiştir. Bunları hipotez belirleme ve deney tasarımı izlemektedir.

Bilimsel süreç beceri alanlarının incelenmesinde öğretmen ve öğrencilerden elde edilen bulguların paralellik göstermesi (Tablo 8 ve Tablo 10), öğretmenlerin kazandıkları bilimsel süreç beceri alanlarını öğrencilerine de benzer düzeyde yansıttıkları şeklinde yorumlanabilir.

Bu durum uygulanan yöntemin daha çok değişkenleri belirleme ve verilerin çözümlenmesi basamaklarına etkisinin olduğu şeklinde de yorumlanabilir.

Bilimsel süreç beceri alanlarının doğru, kısmen doğru ve yanlış olmalarına yönelik cevaplardan örneklere aşağıdaki Tablo 11’de yer verilmiştir. Öğretmenlerin ve öğrencilerin raporlarının puanlandırılmasına örnekler ayrı ayrı verildiğinde çok yer tutacağından her iki çalışma grubunun örneklerine aynı tabloda yer verilmiştir.

Tablo 11Raporlarda Bilimsel Süreç Beceri Alanlarının Değerlendirilmesine Örnek Cümleler

| | Doğru cevap örneği | Kısmen doğru cevap örneği | Yanlış cevap örneği |
|--|--|--|---|
| Hipotez | <i>Ekmeğin cinsinin küflenme süresi üzerine etkisi vardır.</i> | ¹ <i>Ekmeğin üzerine sürülen farklı maddelerin küflenme üzerine etkisi vardır.</i> | ² <i>Kepekli ekmeği saklamanın sarılan koruma kâğıdının etkisi vardır.</i> |
| Değişkenleri belirleme | <i>Hipotez: Tohum çeşidinin çimlenme süresine etkisi vardır. Bağımlı değişken: Çimlenme süresi Bağımsız değişkenler: Mercimek, fasulye, mısır, nohut tohumları.</i> | ³ <i>Hipotez: Tohumların büyüklüğünün çimlenme süresine etkisi vardır. Bağımlı değişken: Çimlenme Bağımsız değişkenler: Farklı büyüklükte fasulye tohumları (büyük, orta, küçük).</i> | ⁴ <i>Hipotez: Tohumların çeşidinin çimlenme üzerine etkisi vardır. Bağımlı değişken: Tohum çeşidi Bağımsız değişken: Çimlenme</i> |
| Verilerin toplanması süreci (deney tasarımı) | <i>Hipotez: Bir liranın üzerine alkol damlattığımızda suya göre daha az damlada taşar. Bağımlı değişken: Damla sayısı Bağımsız değişkenler: Su ve alkol. Deney tasarımı: İki tane demir 1 lira alınır. Paranın üzerine önce su damlatılır ve paradan su taşana kadar damla sayısı not edilir. Sonra aynı kişi aynı elle ve aynı damlalıkla bu kez su yerine alkol damlatır ve taşıdığı son damlaya kadar damla sayısı sayılır.</i> | ⁵ <i>Hipotez: Damlalıkların ucu genişledikçe bozuk para üzerinde daha az damla sayısında su taşar. Bağımlı değişken: Suyun taşması, Bağımsız değişken: Farklı genişlikte uçlara sahip damlalıklar Deney tasarımı: Ucu 3 ve 5 mm olan damlalıkla 1 liranın üzerine su damlatılır. Ucu 5 mm olanda daha fazla damlada taşma görülür.</i> | ⁶ <i>Hipotez: Farklı büyüklükteki bozuk paralar farklı damla sayısında taşar. Bağımlı değişken: Su miktarı Bağımsız değişken: Para büyüklüğü Deney tasarımı: 5, 10, 25 ve 50 kuruşluk paralar farklı miktarda suyun içine atılır. Taşan su miktarlarının farklı olduğu görülür.</i> |
| Verilerin çözümlenmesi | <i>Hipotez: Sirkenin yoğunluğu azaldıkça sodayla tepkimesinde çıkan köpük miktarı azalır. Bağımlı değişken: Köpük miktarı Bağımsız değişken: Sirkenin yoğunluğu Deney tasarımı: Aynı marka sirkeden üç behere 10’ar ml konulur. Bu beherlerden birine 10 ml, diğerine 30 ml su konulur, üçüncü behere ise hiçbir şey eklenmez. Su konulan beherlerden 10’ar ml başka iki behere aktarılır. Böylece üç farklı yoğunlukta sirke elde edilir. Sonra her bir beherin içine aynı miktarda soda ilave edilir. Verilerin çözümlenmesi: Aynı anda sodanın beherlere eklenmesiyle 5 saniye içinde hangi beherde daha fazla köpük miktarı çıktığı beherlerdeki ml çizgileri ile ölçülür. Buna göre sadece sirkede daha fazla köpürme olmuştur.</i> | ⁷ <i>Hipotez: Karıştırma arttıkça soda ve sirke karışımı daha fazla köpürür. Bağımlı değişken: Soda miktarı Bağımsız değişken: Karıştırma sayısı Deney tasarımı: İki behere 10’ar ml sirke konulur ve birer çay kaşığı soda dökülür. Çay kaşığı ile biri karıştırılır diğeri karıştırılmaz. Verilerin çözümlenmesi: Karıştırılan beherdeki sirke ve sodanın daha fazla köpürdüğü görülür.</i> | ⁸ <i>Hipotez: Aynı miktarda sirke ve sodanın bulunduğu farklı büyüklükteki beherlerde köpürme miktarı aynıdır. Bağımlı değişken: Köpürme miktarı Bağımsız değişken: Farklı büyüklükte beherler Deney tasarımı: 50, 100, 150 ve 250 ml’lik beherlere aynı miktarda sirke koyarız ve üzerine aynı miktarda soda ekleriz. Köpürme miktarlarını karşılaştırırız. Verilerin çözümlenmesi: 50, 100 ve 150 ml’lik beherlerde köpürme miktarları karşılaştırılır. 50 ml’lik beherde daha fazla köpük taşıdığı için hipotezimiz doğru değildir.</i> |

¹ Bu örnekte; hipotez cümlesinde bağımlı değişkenin hangi açıdan değerlendirileceğine (küflenme hızı, küflenme miktarı,... vb.) yer verilmemiştir.

² Bağımlı ve bağımsız değişken net değil, cümle yapı ve ögeleri anlaşılmamaktadır.

³ Bağımlı değişkenin çimlenme süresi olması gerekir, yoksa çimlenme yönü gibi faktörler de incelenebilir.

⁴ Bağımlı ve bağımsız değişken kavramları birbiri yerine yazılmıştır.

⁵ Deney tasarımının işlem basamağı doğru, fakat gözlem yanlıştır.

⁶ Bu örnekte deney tasarımı hipotezi destekler nitelikte tasarlanmamakla beraber içerik olarak da farklı konulara değinilmiştir. Ayrıca bağımlı değişkenin ifade edilmesinde de yanlışlık bulunmaktadır.

⁷ Hipotezde karıştırma arttıkça köpürme miktarının da artacağı ifade edilmiştir. Burada karıştırma yapılmayan ve yapılan olmak üzere iki grup bulunmaktadır. “Daha fazla” ifadesi için bu deney tasarımı yeterli değildir. Hem deney tasarımındaki eksikliğin yansıması hem de sadece gözleme dayalı bir yorum yapılması verilerin çözümlenmesinde eksiklik oluşturmaktadır.

⁸ 50 ml’lik beherde daha fazla köpük taşması kurdukları hipotezle ters düşmemektedir. Burada deney tasarımı ve çözümlenmede kullanılacak yöntem doğru, fakat beher büyüklüklerinde köpürme miktarı hesaba katılmamıştır. Sonuçta verilerin çözümlenmesi kısmında yaptıkları yorum yanlıştır.

Sonuç ve Tartışma

Dört soru stratejisi kullanılarak çimlenme, küflenme, sıvıların akışkanlığı, asit-baz tepkimesi konularında proje geliştirmenin öğretmen ve ilköğretim öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine etkisinin araştırıldığı bu çalışmada aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

Yapılan uygulama sonrasında, birinci araştırma sorusuna cevaben; dört soru stratejisi ile geliştirilen proje uygulamalarının, fen ve teknoloji ve matematik öğretmenlerinin bilimsel süreç becerilerini anlamlı bir şekilde arttırdığı tespit edilmiştir (Tablo 7). Bilimsel süreç becerileri ölçeğinin alt boyutlara göre yüzde artışlarıyla ve proje raporlarının içerik analiziyle değerlendirilmesinde, öğretmenlerin en çok verilerin çözümlenmesi ve değişkenlerin belirlenmesi becerilerinde başarı gösterdikleri tespit edilmiştir (Tablo 8). Bu sonuç; dört soru stratejisiyle proje uygulamalarının fen ve teknoloji ve matematik öğretmenlerinin bilimsel süreç becerilerine olumlu etkisinin olduğunu göstermektedir.

İkinci araştırma sorusunu cevaplamak için yapılan incelemede de dört soru stratejisi ile geliştirilen proje uygulamalarının ilköğretim öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerini anlamlı bir şekilde arttırdığı tespit edilmiştir (Tablo 9). Bilimsel süreç becerileri ölçeğinin alt boyutlara göre yüzde artışlarıyla değerlendirilmesinde, öğrencilerde yüksek oranda değişkenleri belirleme ve verilerin değerlendirilmesi süreç becerilerinde diğer süreç beceri alanlarına göre (hipotez kurma ve deney tasarımı) yüzde olarak daha fazla artma olduğu bulunmuştur. Proje uygulamaları sonunda öğrencilerin hazırladıkları raporlar incelendiğinde de değişkenleri belirleme ve verilerin değerlendirilmesi becerilerinden yüksek puan aldıkları görülmüştür (Tablo 10). Bu sonuç; dört soru stratejisiyle proje uygulamalarının ilköğretim ikinci kademe öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine olumlu etkisini göstermektedir.

Bilimsel süreç becerileri testi ve raporlardan elde edilen benzer sonuçlar göz önünde bulundurulduğunda, bu sonuçların öğretmenlerin bilimsel süreç becerileri ile ilgili kazanımlarını öğrencilerine de yansıttıklarını gösterdiği gibi aynı zamanda uygulanan yöntemin daha çok değişkenleri belirleme ve verilerin çözümlenmesi becerilerine etki ettiğini de gösterebilir. Dört soru stratejisini oluşturan sorulara bakıldığında bu soruların değişkenleri değiştirme (1, 2 ve 3. sorular) ve verilerin değerlendirilmesi (4. soru) becerilerini temel aldığı görülmektedir. Bu noktanın da özellikle iki becerideki artışta rolü olduğu söylenebilir.

Özellikle proje çalışmalarının önemli bir yer tuttuğu fen eğitiminde (Korkmaz ve Çakmakçı, 2006; Korkmaz ve Kaptan, 2001; Şahin ve Öztürk, 2009) çok sayıda değişken belirleyip bu değişkenleri kendi içinde çeşitlendirerek çok çeşitli proje sorusu üretmek hem öğretmen hem de öğrenci bazında kayda değer bir gelişme olarak sayılabilir. Bu noktada dört soru stratejisinin öğrencilerin daha çok proje üretmelerine, onların feni daha iyi anlamalarına ve bilimsel yöntem becerilerini kazanmalarına yardım edeceği düşünülmektedir.

Benzer çalışmalar incelendiğinde Türkiye’de yapılan çalışmalarda dört soru stratejisinin uygulandığı bir kaynağa rastlanmamıştır. Yabancı kaynaklarda ise dört soru stratejisinin bilimsel süreç becerileri üzerindeki olumlu etkisiyle ilgili deneysel bir çalışma bulunmamakla beraber, Barrow (2006) bu stratejiyle öğrencilerin bilimsel sorularını çözmeye yönelik yöntem geliştirdiklerini ifade ederek bu stratejinin bilimsel süreç becerilerinin gelişiminde önemli katkısının olduğunu ifade etmiştir. Bununla birlikte dört soru stratejisini bünyesinde barındıran araştırma tabanlı öğrenme ve proje geliştirme yöntemlerinin bilimsel süreç becerilerinin gelişimi üzerine etkisine yönelik çalışmalar mevcuttur (Altun Yalçın, Turgut ve Büyükkasap, 2009; Basağa, Geban ve Tekkaya, 1994; Birinci, 2008; Çelik, 2009; Duban,

2008; Ergül ve diğer., 2011; Krystyniak, 2001; Smith, 1997; Tatar, 2006; Yaşar ve Duban, 2009).

Araştırma tabanlı eğitimin temel amacı olarak bilimsel süreç becerilerinin gelişimi ifade edilmektedir (Kirch, 2007). Aynı zamanda bilimsel süreç becerileri de araştırma tabanlı öğrenmede gereklidir (Moore, 2003). Hem araştırma tabanlı öğrenmenin bilimsel süreç becerilerine ihtiyaç duyması, hem de bunun doğal bir sonucu olarak araştırma tabanlı öğrenmeyle bilimsel süreç becerilerinin geliştirilmesi göz önünde bulundurulduğunda ikisinin de birbirine yardımcı vasıtasıyla fen eğitiminin daha güçlü olabileceği kaçınılmazdır. Bu noktada araştırma tabanlı öğrenmenin sınıf ortamında kolaylıkla uygulanmasını sağlayan dört soru stratejisi, fen sınıflarında uygulanması isabetli bir yol olmaktadır.

Fen eğitiminde merak edilen bir sorudan hareketle bilimsel araştırma yapmak ve bunun için gerekli olan bilimsel süreç becerilerini kullanmanın önemi hem ilköğretim programında hem de çeşitli kaynaklarda vurgulanmaktadır. Dört soru stratejisi belirli bir konuda araştırma yapabilmek için ilk basamak olan araştırma sorusu yazma basamağında öğrenci ve öğretmenlere yardımcı bir strateji olarak fen eğitiminde yerini alır. Bunun yanında deneysel süreç becerilerinin kullanıldığı aşamalarda dört soru stratejisinden özellikle araştırmaya yön veren beceri alanlarının (değişkenlerin çeşitlendirilmesi ve belirlenmesi, verilerin toplanması ve çözümlene yöntemleri) bir bütün ve düzen halinde uygulanması ve planlanmasında öğretmen ve öğrencilere kılavuz olarak yararlanılabilir.

Öneriler

Bu çalışmayla dört soru stratejisinin bilimsel süreç becerilerini geliştirmedeki olumlu etkisiyle birlikte bu stratejinin farklı eğitim kademelerinde uygulanabileceği de gösterilmiştir. Bu stratejinin okul öncesi dönemden başlayarak lisansüstü eğitim de dâhil kullanılması, hem bilimsel süreç becerilerini geliştirme hem de öğrencilerin zor olarak gördüğü proje yapmalarına yönelik tutumlarını olumlu hale getirmede olumlu etki yapacağı düşünülmektedir. Böylece bu stratejinin her yaş grubunda uygulanması önerilmektedir.

Bu çalışmada dört soru stratejisi, proje tasarımının bir parçası olarak kullanılmıştır. Bunun haricinde bu strateji 5E yönteminin derinleştirme ve araştırma tabanlı öğrenmede araştırmaya başlama aşamalarında da kullanılabilir. Ayrıca bu strateji kullanılma amacına göre ders içeriğinde farklı şekillerde kullanılabilir. Örneğin; deney yaparken aynı konuda farklı gruplara farklı deneyler gerçekleştirmelerine fırsat tanır.

Bu strateji fen eğitimi haricinde farklı disiplinlerde de kullanılabilir bir stratejidir.

Fen eğitiminde veya diğer disiplinlerde yürütülen çalışmalarda dört soru stratejisinin araştırma becerileri, problem çözme becerileri gibi farklı beceri alanlarına etkisi incelenebilir.

Kaynakça

- Akar, Ü. (2007). *Öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerileri ve eleştirel düşünme beceri düzeyleri arasındaki ilişki*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Afyonkocatepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Denizli.
- Akçay, H. & Yager, R.E. (2010). The impact of a science/technology/society teaching approach on student learning in five domains. *Journal of Science Education and Technology*, 19(6), 602-611.
- Akinbobola, A.O. & Afolabi, F. (2010). Analysis of science process skills in west african senior secondary school certificate physics practical examinations in Nigeria. *Bulgarian Journal of Science and Education Policy*, 4(1), 32-47.
- Aktamış, H. & Ergin, Ö. (2007). Bilimsel süreç becerileri ile bilimsel yaratıcılık arasındaki ilişkinin belirlenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 33, 11-23.
- Aktamış, H. & Ergin, Ö. (2008). The effect of scientific process skills education on students' scientific creativity, science attitudes and academic achievements. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 9(1), 1-21.
- Altun Yalçın, S. Açıslı, S. & Turgut, Ü. (2010). 5E öğretim modelinin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel işlem becerilerine ve fizik laboratuvarlarına karşı tutumlarına etkisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 18(1), 147-158.
- Altun Yalçın, S., Turgut, Ü. & Büyükkasap, E. (2009). Proje tabanlı öğretim yönteminin öğrencilerin elektrik konusu akademik başarılarına, fiziğe karşı tutumlarına ve bilimsel işlem becerilerine etkisinin incelenmesi. *International Online Journal of Educational Sciences*, 1(1), 81-105. [Online]: Retrieved on 19-December-2011, at URL: http://www.iojes.net/userfiles/article/iojes_134.pdf
- Anagün, Ş.S. & Yaşar, Ş. (2009). Developing scientific process skills at Science and Technology course in fifth grade students. *Elementary Education Online*, 8(3), 843-865. [Online]: Retrieved on 09-November-2011, at URL: <http://ilkogretim-online.org.tr/vol8say3/v8s3m17.pdf>

- Arslan, A. & Tertemiz, N. (2004). İlköğretimde bilimsel süreç becerilerinin geliştirilmesi. *Gazi Üniversitesi Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 4(2), 479-492.
- Aydoğdu, B. (2006). *İlköğretim fen ve teknoloji dersinde bilimsel süreç becerilerini etkileyen değişkenlerin belirlenmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Bağcı Kılıç, G., Haymana, F. & Bozyılmaz, B. (2008). İlköğretim fen ve teknoloji dersi öğretim programının bilim okuryazarlığı ve bilimsel süreç becerileri açısından analizi. *Eğitim ve Bilim*, 33(150), 52-63.
- Barrow, L.H. & Krantz, P.D. (2002). Inquiry, land snails, and environmental factors. *Science activities*, 39(3), 34-37.
- Barrow, L.H. (2006). A brief history of inquiry: From Dewey to standards. *Journal of Science Teacher Education*, 17, 265-278.
- Barrow, L.H. (2008). Facilitating Designs: for Inquiry with the Four-Question Strategy. *Science Activities*, 45(1), 9-11.
- Barrow, L.H. (2010). Encouraging creativity with scientific inquiry. *Creative Education*, 1, 1-6.
- Bartscher, K., Gould, B. & Nutter, S. (1995). Increasing student motivation through project based learning. (ERIC Document Reproduction Service No. ED392549).
- Basağa, H. Geban, Ö. & Tekkaya, C. (1994). The effect of the inquiry teaching method on biochemistry and science process skill achievements. *Biochemical Education*, 22(1), 29-32.
- Başdaş, E. (2007). *İlköğretim fen eğitiminde, basit malzemelerle yapılan fen aktivitelerinin bilimsel süreç becerilerine, akademik başarıya ve motivasyona etkisi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa.
- Başer, M. (2006). Effects of conceptual change and traditional confirmatory simulations on pre-service teachers' understanding of direct current circuits. *Journal of Science Education and Technology*, 15(5), 367-381.
- Beaumont-Walters, Y. & Soyibo, K. (2001). An analysis of high school students' performance on five integrated science process skills. *Research in Science & Technological Education*, 19(2), 133-145.

- Benli, E. & Sarıkaya, M. (2011). Fen bilgisi öğretmen adaylarının fene karşı tutumları ve bilimsel işlem becerileri üzerine probleme dayalı öğrenme ve cinsiyet etkilerinin araştırılması: Kazan taşı problemi. *e-Journal of New World Sciences Academy*, 6(1), 1295-1308. [Online]: Retrieved on 22-December-2011, at URL: http://newwsa.com/makale_detay.asp?d=1&makale_detay_id=2214&dergi_id=2&sayi_id=43#.
- Bilgin, İ. & Geban, Ö. (2006). The effect of cooperative learning approach based on conceptual change condition on students' understanding of chemical equilibrium concepts. *Journal of Science Education and Technology*, 15(1), 31-46.
- Bilgin, İ. (2006). The effects of hands-on activities incorporating a cooperative learning approach on eight grade students' science process skills and attitudes toward science. *Journal of Baltic Science Education*, 1(9), 27-37.
- Birinci, E. (2008). *Materyal tasarımı ve geliştirilmesinde proje tabanlı öğrenmenin kullanılmasının öğretmen adaylarının eleştirel düşünme, yaratıcı düşünme ve bilimsel süreç becerilerine etkisi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Zonguldak.
- Böyük, U., Tanık, N. & Saraçoğlu, S. (2011). İlköğretim ikinci kademe öğrencilerinin bilimsel süreç beceri düzeylerinin çeşitli değişkenler açısından incelenmesi. *TUBAV Bilim Dergisi*, 4(1), 20-30.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö.E., Karadeniz, Ş. & Demirel, F. (2011). Bilimsel araştırma yöntemleri. *Ankara: Pegem Akademi*.
- Büyüköztürk, Ş. (2007). Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı: İstatistik, Araştırma Deseni, SPSS Uygulamaları ve Yorum. 15. Baskı. Ankara: Pegem Akademi.
- Can, B. & Şahin Pekmez, E. (2010). Bilimin doğası etkinliklerinin ilköğretim yedinci sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerinin geliştirilmesindeki etkisi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27, 113-123.
- Chin, C. & Chia, L.G. (2004). Implementing project work in biology through problem based learning. *Journal of Biological Education*, 38(2), 69-75.
- Coleman, P., Thiessen, R., Wilson, D., Arey, B. & Barrow, L.H. (1999). Studying land snails: Inquiry with K-W-L or four question strategies. *Science Activities*, 35(2), 28-30.
- Colley, K.E. (2006). Understanding ecology content knowledge and acquiring science process skills through project-based science instruction. *Science Activities*, 43(1), 26-33.

- Çelik, S. (2009). *Projeye dayalı öğrenme yaklaşımının fen bilgisi öğretmen adaylarının bilim ve teknolojinin doğası anlayışlarına ve bilimsel süreç becerilerine etkisi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Çepni, S., Ayas, A., Johnson, D.& Turgut, M. F. (1997). Fizik Öğretimi. YÖK/Dünya Bankası Milli Eğitimi Geliştirme Projesi Hizmet Öncesi Öğretmen Eğitimi, Ankara: YÖK.
- Demir, M. (2007). *Sınıf öğretmeni adaylarının bilimsel süreç becerileriyle ilgili yeterliklerini etkileyen faktörlerin belirlenmesi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Doğru, M. (2008). The application of problem solving method on science teacher trainees on the solution of the environmental problems. *Journal of Environmental & Science Education*, 3(1), 9-18.
- Dökme, İ. & Ozansoy, Ü. (2004). Fen öğretiminde bilimsel iletişim kurabilme becerisi. *XIII. Ulusal Eğitim Bilimleri Kurultayı, 6-9 Temmuz 2004 İnönü Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Malatya*.
- Dönmez, F. & Azizoğlu, N. (2009). Meslek lisesi öğrencilerinin bilimsel süreç beceri düzeylerine okul türü, tutum ve yaşın etkisi, *The First International Congress of Educational Research, -13 may 2009, Çanakkale, Turkey*.
- Drake, K.N. & Long, D. (2009). Rebecca's in the dark: A comparative study of problem-based learning and direct instruction/experiential learning in two 4th-grade classrooms. *Journal of Elementary Science Education*, 21(1), 1-16.
- Duban, N. (2008). *İlköğretim fen ve teknoloji dersinin sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımına göre işlenmesi: Bir eylem araştırması*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Anadolu Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Elder, J.L. (2003). A field guide to environmental literacy: Making strategic investments in environmental education. Rock Spring: Environmental Education Coalition.
- Ergül, R., Şimşekli, Y., Çalış, S., Özdilek, Ş., Göçmençebebi, Ş. & Şanlı, M. (2011). The effects of inquiry-based science teaching on elementary school students' science process skills and science attitudes. *Bulgarian Journal of Science and Education Policy*. 5(1), 48-68.

- Feyzioğlu, B. (2009). An investigation of the relationship between science process skills with efficient laboratory use and science achievement in chemistry education. *Journal of Turkish Science Education*, 6(3), 114-132.
- Glaser, K.W. (2000). Teacher development through project based learning: The Hollywood elementary story. (ERIC Document Reproduction Service No.ED470905).
- Gürdal, A., Şahin, F. & Çağlar, A. (2001). Fen Eğitimi: İlkeler, Stratejiler ve Yöntemler. İstanbul: Marmara Üniversitesi Yayını No:668.
- Hancock, C., Storey, A., Downing, J. & Szewczak, S.M. (2001). Interagency Resource Teams: A Model for Collaborative Approaches to Environmental Education. *Conservation Biology*, 15(3), 596-602. <http://www.jstor.org/stable/3061439>. Web adresinden 30 Nisan 2009 tarihinde edinilmiştir.
- Harlen, W. (1999). Purposes and procedures for assessing science process skills. *Assessment in Education*, 6(1), 129-144.
- Huppert, F. & Lazarowitz, R. (2002). Computer simulations in the high school: students' cognitive stages, science process skills and academic achievement in microbiology. *International Journal of Science Education*, 24(8), 803-821.
- Kaptan, F. & Korkmaz, H. (2001). Fen eğitiminde probleme dayalı öğrenme yaklaşımı. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20, 185-192.
- Karsai, I. & Kamps, G. (2010). The crossroads between biology and mathematics: The scientific method as the basics of scientific literacy. *Bioscience*, 60(8), 632-638.
- Keil, C., Haney, J. & Zoffel, J. (2009). Improvements in student achievement and science process skills using environmental health science problem-based learning curricula. *Electronic Journal of Science Education*, 13(1), 1-18. [Online]: Retrieved on 19-December-2011, at URL: <http://ejse.southwestern.edu/article/view/7782>.
- Kılınç, A. (2007). Probleme dayalı öğrenme. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 15(2), 561-578.
- Kirch, S.A. (2007). Re/Production of science process skills and a scientific ethos in an early childhood classroom. *Cultural Studies of Science Education*, 2(4), 785-845.
- Koray, Ö., Bahadır, H. & Geçgin, F. (2006). Bilimsel süreç becerilerinin 9. sınıf kimya ders kitabı ve kimya müfredatında temsil edilme durumları. *ZKÜ Sosyal Bilimler Dergisi*, 2(4), 147-156.
- Korkmaz, H. & Çakmakçı, G. (2006). Proje tabanlı öğrenme yaklaşımı. M. Bahar (Der.), *Fen ve Teknoloji Öğretimi* (s.109-135). Ankara: PegemA.

- Korkmaz, H. & Kaptan, F. (2001). Fen eğitiminde proje tabanlı öğrenme yaklaşımı. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, (20), 193-200.
- Krantz, P.D. & Barrow, L.H. (2006). Inquiry with seeds: To Meet the Science Education Standards. *The American Biology Teacher*, 68(2), 92-97.
- Krystyniak, R.A. (2001). *The effect of participation in an extended inquiry project on general chemistry student laboratory interactions, confidence, and process skills*. Unpublished dissertation, University of Northern Colorado, USA.
- Kyburz-Graber, R., Hofer, K. & Wolfensberger, B. (2006). Studies on a socio-ecological approach to environmental education: A contribution to a critical position in the education for sustainable development discourse. *Environmental Education Research*, 12(1), 101–114.
- Laçın Şimşek, C. (2010). Classroom teacher candidates' sufficiency of analyzing the experiments in primary school science and technology textbooks' in terms of scientific process skills. *Elementary Education Online*, 9(2), 433-445. [Online]: Retrieved on 21-October-2011, at URL: <http://ilkogretim-online.org.tr/vol9say2/v9s2m1.pdf>.
- Lavoie, D.R. (1999). Effects of emphasizing hypothetico-predictive reasoning within the science learning cycle on high school student's process skills and conceptual understandings in biology. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(10), 1127-1147.
- Mbewe, S., Chabalengula, V.M. & Mumba, F. (2010). Pre-service teachers' familiarity, interest and conceptual understanding of science process skills. *Problems of Education in the 21st Century*, 22, 76-86.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) (2006). İlköğretim fen ve teknoloji dersi öğretim programı. Ankara.
- Mohd Saat, R. (2004). The acquisition of integrated science process skills in a web-based learning environment. *Research in Science & Technological Education*, 22(1), 23-40.
- Moore, J.E. (2003). The art of sorting: Using venn diagrams to learn science process skills. *Science Activities*, 39(4), 17-21.
- Morgil, İ., Güngör Seyhan, H. & Seçken, N. (2009). Proje destekli kimya laboratuvarı uygulamalarının bazı bilişsel ve duyuşsal alan becerilerine etkisi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 6(1), 89-107.

- National Research Council (NRC). (2000). Inquiry and the National Science Education Standards. Washington, DC: National Academy Press.
- National Research Council (1996). National science education standards. Washington, DC: National Academy Press.
- Ostlund, K. (1998). What the research says about science process skills: How Can Teaching Science Process Skills Improve Student Performance in Reading, Language Arts, and Mathematics?. *Electronic Journal of Science Education*, 2(4). [Online]: Retrieved on 21-October-2011, at URL: <http://wolfweb.unr.edu/homepage/jcannon/ejse/ostlund.html>
- Öztürk, N. Tezel, Ö. & Acat, M.B. (2010). Science process skills levels of primary school seventh grade students in science and technology lesson. *Journal of Turkish Science Education*, 7(3), 15-28.
- Pakyürek Karaöz, M. (2008). *İlköğretim fen ve teknoloji dersi "kuvvet ve hareket" ünitesinin probleme dayalı öğrenme yaklaşımıyla öğretiminin öğrencilerin bilimsel süreç becerileri, başarıları ve tutumları üzerine etkisi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Muğla Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla.
- Patro, E.T. (2008). Teaching Aerobic Cell Respiration Using the 5Es. *American Biology Teacher*, 70(2), p85-87.
- Plevyak, L.H. (2007). What do preservice teachers learn in an inquiry-based science methods course? *Journal of Elementary Science Education*, 19(1), 1-13.
- Sevinç, E. (2008). *5E Öğretim modelinin organik kimya laboratuvarı dersinde uygulanmasının öğrencilerin kavramsal anlamalarına, bilimsel süreç becerilerinin gelişimine ve organik kimya laboratuvarı dersine karşı tutumlarına etkisi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Simkins, M., Cole, K., Tavalin, F. & Means, B. (2002). Increasing student learning through multimedia projects. Alexandria, Virginia USA: Association for Supervision & Curriculum Deve.
- Sinan, O. & Uşak, M. (2011). Biyoloji Öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerinin değerlendirilmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 8(15), 333-348.

- Smith, D.W. (1997). Elementary students' use of science process skills in problem-solving: The effects of an inquiry-based instructional approach. Unpublished dissertation, Ohio State University, USA.
- Şahin, M. & Öztürk, Ş. (2009). Role and importance of project based lesson in science and technology. *International Journal of Educational Researchers*, 1(1), [Online]: Retrieved on 27-December-2011, at URL: <http://www.eab.org.tr/eab/oc/egtconf/pdfkitap/pdf/240.pdf>.
- Tatar, N. (2006). *İlköğretim fen eğitiminde araştırmaya dayalı öğrenme yaklaşımının bilimsel süreç becerilerine, akademik başarıya ve tutuma etkisi*. Yayımlanmamış Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Tatar, N., Korkmaz, H. & Şaşmaz Ören, F. (2007). Effective tools as a developing scientific process skills in inquiry-based science laboratories: Vee & I diagrams. *Elementary Education Online*, 6(1), 76-92. [Online]: Retrieved on 21-October-2011, at URL: <http://ilkogretim-online.org.tr/vol6say1/v6s1m7.pdf>.
- Temiz, B.K. (2007). *Fizik öğretiminde öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin ölçülmesi*. Yayımlanmamış Doktora tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Temiz, B.K. (2010). Bilimsel süreç becerilerini ölçmede içerik seçiminin önemi. *e-Journal of New World Sciences Academy*, 5(2), 614-628. [Online]: Retrieved on 21-October-2011, at URL: http://newwsa.com/makale_detay.asp?d=1&makale_detay_id=1471&dergi_id=2&sayi_id=53.
- Türkmen, H. & Kandemir, E.M. (2011). Öğretmenlerin bilimsel süreç becerileri öğrenme alanı algıları üzerine bir durum çalışması. *Journal of European Education*, 1(1), 15-24.
- VanCleave, J. (2007). *Janice VanCleave's great science project ideas from real kids*. New York: John Wiley & Sons.
- Warner, A.K. (1996). *Applied education in environmental science: An example from rough rock community school on the Navajo Reservation*. Unpublished Dissertation, Prescott College, Arizona.
- Wilke, R.R. & Straits, W.J. (2005). Practical advice for teaching inquiry-based science process skills in the biological sciences. *The American Biology Teacher*, 67(9), 534-540.

- Yang, K.Y. & Heh, J.S. (2007). The impact of internet virtual physics laboratory instruction on the achievement in physics, science process skills and computer attitudes of 10th-grade students. *Journal of Science Education and Technology*, 16(5), 451-461.
- Yaşar, Ş. & Duban, N. (2009). Students' opinions regarding to the inquiry-based learning approach. *Elementary Education Online*, 8, 2, 457-475. [Online]: Retrieved on 19-October-2011, at URL: <http://ilkogretim-online.org.tr/vol8say2/v8s2m15.pdf>.