

Projeye Dayalı Öğrenmenin Öğretmen Adaylarının Eleştirel Düşünme Eğilimleri, Problem Çözme Becerileri ve Bilimsel Yaratıcılıklarına Etkisi (Effect of Project-Based Learning on Prospective Science Teachers' Critical Thinking Dispositions, Problem-Solving Skills and Scientific Creativity)

Canan LAÇIN ŞİMŞEK¹ Eda DEMİRHAN¹ ve Ayşe Nesibe KÖKLÜKAYA^{2*}

¹ Sakarya Üniversitesi, Sakarya

² Gazi Üniversitesi, Ankara

(Cilt: 6, Sayı: 2, Aralık 2018, s. 197 - 212)

Özet:

Bu çalışmada bir proje çalışmasının fen bilimleri öğretmen adaylarının problem çözme, eleştirel düşünme ve bilimsel yaratıcılıklarına etkisinin araştırılması amaçlanmıştır. Araştırmada nicel araştırma yöntemlerinden tek grup ön test son test deneysel desen kullanılmıştır. Araştırma, bir devlet üniversitesinin Fen Bilgisi Öğretmenliği programında üçüncü sınıfta "Fen Öğretimi Laboratuvar Uygulamaları II" dersini alan 32'si kız, 18'i erkek toplam 50 öğrenci ile 8 haftada gerçekleştirilmiştir. Araştırmada veri toplama araçları olarak "California Eleştirel Düşünme Eğilimi Ölçeği", "Problem Çözme Envanteri ve "Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği" kullanılmıştır. Veriler, bağımlı örneklem t-testi ile SPSS 20.0 paket programı kullanılarak analiz edilmiştir. Araştırma sonucunda, projeye dayalı öğrenme kapsamında hareket zinciri mekanizmaları oluşturmaya yönelik uygulamaların fen bilimleri öğretmen adaylarının problem çözme, bilimsel yaratıcılık ve eleştirel düşünme becerilerinin meraklılık alt boyutunu geliştirdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Projeye dayalı öğrenme, eleştirel düşünme, problem çözme, bilimsel yaratıcılık, fen bilimleri öğretmen adayı

Abstract:

In this research, it was aimed to investigate the effects of a project work on problem-solving, critical thinking and scientific creativity of prospective science teachers. A single group pre-test

* Sorumlu Yazar: E-mail: nkoklukaya@gazi.edu.tr

ISSN: 2148-2160, ©2018

Gönderilme Tarihi: 20.03.2018 – Kabul Tarihi:19.06.2018

post-test experimental design was used from quantitative research methods in the study. The study was conducted with a total of 50 students 32 of whom were female and 18 were male, who attended the third semester of "Science Teaching Laboratory Applications II" course at a state university in Science Teacher Training Program in 8 weeks. "California Critical Thinking Disposition Inventory", "Problem Solving Inventory" and "Scientific Creativity" were used as data collection tools in this study. Data were analyzed with paired samples t-test and by using the SPSS 20.0 package program. Results revealed that project-based learning which consists of creating a motion chain increased the prospective science teachers' problem solving, scientific creativity and just subscales of inquisitiveness in critical thinking disposition scores.

Keywords: *Project-based learning, critical thinking, problem solving, scientific creativity, prospective science teacher*

Giriş

Bilimsel bilginin hızlı artışı ve teknolojinin büyük bir hızla gelişmesi, 21. yüzyılda ihtiyaç duyulan insan niteliklerinin değişmesine neden olmuştur. Dolayısıyla gelecek nesillerin yetiştirilmesinde önemli rolü olan eğitim-öğretim süreçlerinde farklılaşmaya gidilmesi bir zorunluluk haline gelmiştir. Bu farklılaşma ülkemizde özellikle 2005-2006 yılında uygulanmaya başlanan fen programlarında yapılandırmacı yaklaşımın vurgulanması ile kendini göstermektedir. Buna göre öğrencilerin aktif olacakları projeye dayalı öğrenme, problem tabanlı öğrenme, sorgulamaya dayalı öğrenme gibi yöntemler ile onlara problem çözme, eleştirel düşünme, yaratıcılık gibi üst düzey düşünme becerilerinin kazandırılması hedeflenmektedir.

Bu yöntemlerden birisi olan projeye dayalı öğrenmede; gerçek hayatta karşılaşılan problemlerin küçük gruplarla ya da bireysel olarak çözümü amaçlanmaktadır (Korkmaz & Kaptan, 2001; Larmer & Mergendoller, 2010). Projeye dayalı öğrenme, bireylerin, dikkatlice tasarlanmış ürün ve görevler etrafında şekillendirilmiş karmaşık sorularla desteklenmiş kapsamlı bilimsel araştırma yollarını kullanarak bilimsel bilgi ve beceriler edindikleri sistematik bir öğrenme yaklaşımı olarak tanımlanmaktadır (Markham, Larmer & Ravitz, 2003; Solomon, 2003). Bu süreçte öğrenciler diğer disiplinlerle bağlantı kurarak ürettikleri çözümü sunarlar (Ay, 2013; McGrath, 2002; Solomon, 2003; Wolk, 2001). Bu doğrultuda projeler, öğrencilerin kendi öğrenmelerinde sorumluluk almalarına ve başkaları ile işbirlikli çalışmalarına imkân sağlamaktadır (Demirhan, Köklükaya & Laçın-Şimşek, 2017; Saban, 2002). Ayrıca projeye dayalı öğrenme öğrencilerin fiziksel ve sosyal çevrelerine karşı sorumluluk duygularının artmasını sağlamakta (Dori & Tal, 2000; Edmunds, Arshavsky, Glennie, Charles & Rice, 2017; Sari, Prasetyo & Wibowo, 2017) ve öğrencileri motive ederek kalıcı öğrenmeyi kolaylaştırmaktadır (Vatansever Bayraktar, 2015). Ayrıca Requies, Agirre, Barrio ve Graells (2018), küçük gruplarla yürütülen projeye dayalı öğrenme uygulamalarının geleneksel öğretim yöntemlerine göre öğrencilerin akademik başarılarını arttırdığını ve öğrenme yeteneklerini geliştirdiğini belirtmişlerdir. Yine Cole, Means, Simkins ve Tavali (2002) proje tabanlı öğrenmenin, anlamlı öğrenmeyle birlikte öğrencilerin bilgilerini yapılandırmaları için kendi kendilerine çalışmalarlarıyla ürünler ortaya koymalarına ve problem çözme becerilerini geliştirmeye imkân sağlaması açısından avantajlı olduğunu ifade

etmektedirler. Ancak projeye dayalı öğrenme yöntemi ile ilgili her ne kadar okul öncesinden yükseköğretim seviyesine kadar çeşitli araştırmalar olsa da (Baran, 2007; Bayram & Seloni, 2014; Bouillion & Gomez, 2001; Juan & Lin, 2008; Mioduser & Betzer, 2008; Özcan, 2007; Seo, Templeton & Pellegrino, 2008; Shacter & Edgerly, 1999; Thomas, 2000; Yıldızbaş & Canoğlu, 2007), bu konudaki çalışmaların daha çok ilk ve ortaöğretim düzeyindeki öğrenciler ile yürütüldüğü görülmektedir (Bayram & Seloni, 2014; Coşkun, 2004; Erdem & Akkoyunlu, 2002; Haliloğlu & Asan, 2004; Korkmaz & Kaptan, 2002). Yükseköğretim seviyesindeki öğrenciler ile yapılan çalışmaların ise sınırlı sayıda olduğu göze çarpmaktadır (Brunetti, Pettrell & Sawada, 2003; Gülbahar & Tinmaz, 2006; Güven, 2011). Bununla birlikte projeye dayalı öğrenmenin farklı derslerde ve üst düzey düşünme becerilerine (eleştirel düşünme, problem çözme, yaratıcı düşünme, yaratıcılık, üst bilişsel farkındalık vb.) olumlu etkisi olduğunu belirten çeşitli araştırmalar olduğu görülmektedir (Birinci, 2008; Çorapçıgil, Demirhan, Laçın - Şimşek & Önder, 2017; Demirhan, 2002; Ersoy, 2013; Koç, 2007; Özdemir, 2006; Semerci, 2000; Yurdakul & Demirel, 2011).

Projeye dayalı öğrenmenin kazandırmayı hedeflediği becerilerden birisi olan problem çözme, problemlerin üstesinden gelmeyle aynı anlama gelmekle birlikte bilişsel, duyuşsal ve davranışsal etkinliklerle ilişkili olan karmaşık bir süreç olarak görülmektedir (Serin, Serin & Saygılı, 2009). Gür ve Hangül (2015) bu doğrultuda çeşitli tanımlardan yola çıkarak problem çözme, zihni karıştıran ve inancı belirsizleştiren durumun ortadan kaldırılması olarak tanımlamışlardır. İnsanoğlunun doğuştan sahip olduğu problem çözme becerisi, eğitim ve deneyimlerle gelişerek (Çağlayan, 2007), bireylerin yaşama aktif olarak katılmalarında (Yavuz & Atar, 2016) ve koşullara uyum sağlayarak başarılı ve bağımsız bireyler olmalarında (Kalaycı, 2001) gerekli olan önemli bir beceridir. Bu sebeple problem çözme becerilerinin öğrencilere kazandırılması, birçok ülkenin eğitim programlarının temel amaçları arasında yer almaktadır (Lesh & Zawojewski, 2007). Bu doğrultuda Izgar, Gürsel, Kesici ve Negiş (2004) eğitim sistemlerinin problem çözme becerilerini geliştirici özellik taşıması gerektiğini belirtmektedirler. Böylelikle öğrencilerin olumlu sosyal etkileşim becerileri ve pozitif benlik algısına sahip bireyler olarak yetişerek (Şahin, Şahin & Heppner, 1993), derslerinde başarılı ve hayatlarında karşılaşılabilecek problemlere karşı mücadeleci yaklaşım sergileyen bireyler olmaları amaçlanmaktadır (Dede & Yaman, 2006). Bununla birlikte problem çözme becerilerinin öğrencilerin çok yönlü, eleştirel ve yaratıcı düşüncelerine katkı sağladığı bir gerçektir (Dow & Mayer, 2004).

Projeye dayalı öğrenmenin kazandırmayı hedeflediği bir diğer beceri olan eleştirel düşünme, aktif, yeni fikirlere açık olan ve bunları destekleyen, fikirlerin organizasyonunu sağlayan bir düşünme biçimidir (Cüceloğlu, 1995). Eleştirel düşünmenin egemen olmadığı bir toplumun, gelişmiş bir toplum olamayacağı görüşü pek çok araştırmacı tarafından ifade edilmektedir (Aybek, 2007; Gürkaynak, Üstel & Gürgöz, 2003). Çünkü eleştirel düşünme, temel bir sorgulama aracı olup eğitim açısından özgürleştirici bir güç, birey açısından ise özel ve güçlü bir toplumsal yaşam kaynağı, aynı zamanda demokratik toplumun önemli bir bileşenidir (Facione, 1998). MEB (2018) de yayınladığı öğretim programında eleştirel

düşünebilen bireylerin yetiştirilmesine vurgu yapmaktadır. Çünkü günümüz çağı iş birliği içinde çalışabilme becerisi olan, olaylara ve ilişkilere eleştirel düşünerek yaklaşabilen, problem çözme becerilerine sahip, kendi öğrenmesinin sorumluluğunu alabilen bireylerin yetiştirilmesini bir zorunluluk haline getirmektedir (Hammer & Dusek, 2005; MEB, 2018; Nelson, 1999). Öğrencilerin sadece bilgi sahibi olması değil aynı zamanda iş ya da kişisel yaşamlarında etkili olabilmek adına karşılaştıkları problemleri çözebilmeye yönelik eleştirel düşünme becerisine de sahip olmaları gerekmektedir (Snyder & Snyder, 2008). Eleştirel düşünme tüm bireylerde geliştirilebilir bir düşünme becerisidir (Walsh & Paul, 1988). Ancak eleştirel düşünme becerisinin geliştirilmesi tek başına öğretim programlarıyla sağlanamaz. Programla birlikte öğretmenlerin de eleştirel düşünme becerisi ve bu beceriyi öğrenciye nasıl kazandıracakları konusunda bilgi sahibi olması gerekmektedir (Dutoğlu & Tuncel, 2008).

Fen alanlarındaki yaratıcılık olarak da adlandırılan bilimsel yaratıcılık (Aktamış & Ergin, 2006; İşler & Bilgin, 2002), var olan ya da daha önce karşılaşılmamış bir problem durumunu kişinin keşfedebilmesi, çözümü için çeşitli yollar hayal edebilmesi ve çözümler için yeni yollar bulması olarak tanımlanmaktadır (Hu & Adey, 2002). Bilimsel yaratıcılıkta insan gereksinimleri ön planda olup, çoğu zaman sahip olunan bilgileri yeni durumlara uygulamayı gerektirir (Can, 2007). Bilimsel yaratıcılık daha çok bir problemle karşılaşıldığında ortaya çıktığından dolayı (Aktamış & Ergin, 2006) genel yaratıcılıktan ayrılması gerektiği ifade edilmiştir (Liang, 2002; Lin, Hu, Adey & Shen, 2003). Bir diğer tanıma göre yeni bir ürün ortaya koyma ya da var olan bir ürünü geliştirirken hangi basamakların kullanıldığı ve problemin nasıl fark edildiğine bağlı olan bilimsel yaratıcılığın (Aktamış & Ergin, 2007) problem çözme süreçlerini de içerdiği söylenebilir. Ayrıca Liang'ın (2002) bilime özgü yaratıcılık için gerekli olan bileşenler olarak problem çözme, hipotez oluşturma, deney tasarlama ve hipotez test etme, çıkarsama ve öngörme bileşenlerini belirtmesi problem çözme ile aralarındaki ilişkinin varlığını vurgulamaktadır.

Projeye dayalı öğrenmenin öğrencilerin öğrenmelerini (ChanLin, 2008; Paramita Citradevi, Widiyatmoko & Khusniati, 2017; Poonpon, 2011) yaşam becerilerini (Barak & Raz, 2000; Thomas, 2000), teknolojiyi kullanma becerilerini (Doppelt, 2000), bilimsel süreç becerilerini (Paramita Citradevi, Widiyatmoko & Khusniati, 2017) öz-denetim becerilerini (Gerlach, 2008), eleştirel düşünme eğilimlerini (Doppelt, 2000), problem çözme becerilerini (Doppelt, 2000; Jumaat, Tasir, Abd Halim & Ashari, 2017) ve bilimsel yaratıcılıklarını (Kotze & Cooper, 2000) geliştirdiği göz önünde bulundurulduğunda, bu yöntemin fen bilimleri öğretmenlerinin yetiştirilmesinde önemli bir yeri olan Fen Öğretimi Laboratuvar Uygulamaları II dersinde kullanılmasının öğretmen adaylarına önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir. Bu bağlamda bu araştırma ile projeye dayalı öğrenme kapsamında hareket zinciri mekanizmaları oluşturmaya yönelik uygulamaların fen bilimleri öğretmen adaylarının problem çözme, eleştirel düşünme ve bilimsel yaratıcılıklarına etkisi araştırılmıştır.

Yöntem

Bu araştırma zayıf deneysel yöntemlerden tek grup ön test son test modeline göre yürütülmüştür. Bu modelde hem deney öncesi (ön test) hem de deney sonrası (son test)

ölçmeler yapılmaktadır (Karasar, 2006). Bu çalışmada *Bir Hareket Zinciri Oluşturma* projesinde yer alan öğretmen adaylarına *California Eleştirel Düşünme Eğilimi Ölçeği*, *Problem Çözme Envanteri* ve *Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği* hem ön test olarak hem son test olarak uygulanmıştır.

Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubunu, Türkiye’de bir devlet üniversitesinin Fen Bilgisi Öğretmenliği Programında üçüncü sınıfta “*Fen Öğretimi Laboratuvar Uygulamaları II*” dersini alan 32’si kız, 18’i erkek olmak üzere toplam 50 öğrenci oluşturmaktadır.

Veri Toplama Araçları

Araştırmada veri toplama araçları olarak *California Eleştirel Düşünme Eğilimi Ölçeği*, *Problem Çözme Envanteri* ve *Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği* kullanılmıştır.

California eleştirel düşünme eğilimi ölçeği: Ölçek, Facione, Facione ve Giancarlo (1998) tarafından geliştirilmiş olup Kökdemir (2003) tarafından Türkçe’ye uyarlanmıştır. Türkçe’ye uyarlanan form sistematiklik, doğruyu arama, kendine güven, meraklılık, açık fikirlik ve analitiklik olmak üzere altı alt boyuttan ve toplam 51 maddeden oluşmaktadır. Alt boyutların iç tutarlıkları 0.61 ile 0.78 arasında değişmekte olup, ölçeğin toplam iç tutarlılık katsayısı 0.88 olarak bulunmuştur (Kökdemir, 2003). Ölçek, 6’lı likert tipte hazırlanmıştır ve ölçekten alınan toplam puan artışı kişinin eleştirel düşünme eğilimlerinin artışı ifade etmektedir. Ayrıca Kökdemir (2003), ölçeğin toplam puanı 240’dan az olan kişilerin genel eleştirel düşünme eğilimlerinin düşük, 300’den fazla olanların ise yüksek olarak belirtilebileceğini ifade etmiştir. Bu çalışmada ise ölçeğin Cronbach Alfa güvenilirlik katsayısı 0.88 olarak bulunmuştur.

Problem çözme envanteri (PÇE): Bu ölçek, Heppner ve Petersen (1982) tarafından geliştirilmiş olup Türkçe’ye Şahin, Şahin ve Heppner (1993) tarafından uyarlanmıştır. 5’li likert tipte ve toplam 35 sorudan oluşan ölçeğin Cronbach Alfa güvenilirlik katsayısı 0.88’dir. Ölçekten 32 ile 192 arasında puan alınabilmekte olup, alınan toplam puan artışı bireylerin problem çözme becerileri konusunda kendilerini yetersiz olarak algıladıklarını göstermektedir.

Bilimsel yaratıcılık ölçeği (BYÖ): Bilimsel yaratıcılık ölçeği, Hu ve Adey (2002) tarafından geliştirilmiş olup, Kadayıfçı (2008) ve Deniz-Çeliker ve Balım (2012) tarafından Türkçe’ye uyarlanmıştır. Hu ve Adey (2002) tarafından bilimsel yaratıcılık yapı modeli esas alınarak geliştirilen ölçek, alışılmadık kullanımlar, problemi keşfetme, ürün geliştirme, bilimsel imgelem, problem çözümü, fen deneyi, ürün tasarımı olmak üzere yedi açık uçlu sorudan oluşmaktadır. Bu sorular akıcılık, esneklik ve özgünlük bileşenleri dikkate alınarak değerlendirilmektedir. Bu çalışmada Deniz-Çeliker ve Balım (2012) tarafından belirlenen değerlendirme kriterleri dikkate alınarak puanlar hesaplanmıştır. Ölçeğin iç güvenilirlik katsayısı Kadayıfçı (2008) tarafından 0.73 ve Deniz-Çeliker ve Balım (2012) tarafından ise 0.86 olarak belirtilmiştir.

Araştırma Süreci

Projeye dayalı öğrenme çerçevesinde yürütülen bu araştırmada öğretmen adayları Fen Öğretimi Laboratuvar Uygulamaları II dersi kapsamında “*Bir Hareket Zinciri Oluşturma*” projesinde görev almışlardır. Bu projede amaç, öğretmen adaylarının gruplar halinde temel fen prensiplerini (enerji dönüşümleri, etki tepki prensibi, kimyasal reaksiyonlar, basit makineler, elektrik devreleri, mıknatıslanma vb.) kullanarak altı adımdan oluşan ve birbirini takip eden bir sistem tasarlamalarıdır. Hazırladıkları projelerde öğretmen adaylarının bir mekanizmayı hareket ettirerek müzik çalması, lambanın yanması ya da şemsiyenin açılması gibi kendi seçtikleri bir olayı çalıştırmaları hedeflenmiştir. Bu doğrultuda öğretmen adayları iki ana gruba ayrılmışlardır ve böylelikle proje bitiminde birbirini takip eden fen prensiplerinden oluşan iki farklı hareket zinciri mekanizması oluşturulmuştur. İki ana grup kendi içerisinde 3-5 kişiden oluşan alt gruplara ayrılarak bu süreçte alt grupların birbirini takip eden hareket zinciri mekanizmaları oluşturmaları sağlanmıştır. Bu nedenle araştırma sürecinde hem grup çalışması hem de gruplar arası çalışma bir arada gerçekleştirilmiştir. Araştırma planı, öğretmen adayları ile paylaşılmış olup projenin başlangıç ve bitiş tarihleri önceden belirtilmiştir. Sekiz hafta süren bu araştırmada alt grupların kendisinden önceki ve sonraki proje tasarımlarından haberdar olarak birleştirmeleri yaparken sorun yaşamamaları için sosyal ağlardan biri olan facebook üzerinde grup kurulmuştur. Bu grup üzerinden her bir alt grup kendi hareket zinciri mekanizması ile ilgili bilgileri paylaşmıştır. Ayrıca araştırmanın üçüncü haftasında alt gruplar ders içerisinde tahtaya kendi olası düzeneklerini çizmiş ve diğer alt grupları kendi mekanizmaları hakkında bilgilendirmişlerdir. Beşinci haftada ise her bir alt grup kendi mekanizmasının çalışan bir videosunu çekerek facebook üzerinden diğer gruplar ile paylaşmıştır. Böylelikle tüm grupların birbirinin çalışmasından haberdar olmaları sağlanarak, bağlantı yapmaları gereken noktalar için yeniden düzenlemeler yapmalarına olanak sağlanmıştır.

Verilerin Toplanması ve Analizi

Veriler, proje süreci başlamadan önce ön test ve proje bitiminde son test şeklinde toplanmıştır. Öğretmen adaylarının çalışmada kullanılan ölçeklere verdikleri yanıtların genel dağılımlarının belirlenmesi ve nicel verilerin normal dağılım gösterip göstermediğinin araştırılmasında normallik testine başvurulmuştur. Yapılan Kolmogorov-Smirnov testi sonuçlarına göre verilerin normal dağılım gösterdiği bulunmuştur ($p>0.05$). Buna göre, projeye dayalı öğrenmenin öğretmen adaylarının eleştirel düşünme eğilimleri, problem çözme becerileri ve bilimsel yaratıcılıklarına etkisi (bağımlı örneklem) ilişkili örneklem t-testi kullanılarak incelenmiştir. Toplanan veriler SPSS 20.0 paket programı ile analiz edilmiş ve anlamlılık düzeyi $p<0.05$ olarak belirlenmiştir.

Bulgular

Projeye dayalı öğrenme kapsamında hareket zinciri mekanizmaları oluşturmaya yönelik uygulamaların fen bilimleri öğretmen adaylarının problem çözme, eleştirel düşünme ve bilimsel yaratıcılıklarına etkisinin araştırıldığı bu çalışmada verilerin analiz edilmesiyle elde edilen bulgular ayrı başlıklar halinde sunulmuştur.

Problem Çözme Becerilerine İlişkin Bulgular

Projeye dayalı öğrenmenin öğretmen adaylarının problem çözme envanterinden elde ettikleri puan ortalamalarına etkisine ilişkin ilişkili t-testi sonuçları Tablo 1’de belirtilmiştir.

Tablo 1. Problem çözme envanterinden aldıkları puan ortalamalarına göre ilişkili örneklem t-testi sonuçları

	Testler	N	\bar{X}	SD	Df	t	p
Problem çözme	Ön test	50	130.19	11.35	49	9.39	.000
	Son test	50	112.53	7.16			

Tablo 1’e göre öğretmen adaylarının problem çözme envanterinden aldıkları ön test ve son test puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık vardır ($t(49)=9.39$, $p<0.05$). Öğretmen adaylarının ön testten $\bar{X}_{\text{öntest}}=130.19$ ve son testten ise $\bar{X}_{\text{sontest}}=112.53$ puan ortalamalarına sahip oldukları belirlenmiştir. Ölçekten alınan toplam puanlar düştükçe bireylerin problem çözme becerilerinin arttığı göz önüne alındığında farklılığın son test puanları lehine anlamlı olduğu görülmektedir. Bu bulguya göre öğretmen adaylarının projeye dayalı öğrenmeye yönelik yaptıkları uygulamanın problem çözme becerilerini geliştirdiği söylenebilir.

Eleştirel Düşünme Eğilimlerine İlişkin Bulgular

Projeye dayalı öğrenmenin öğretmen adaylarının eleştirel düşünme eğilimlerine etkisi ilişkili örneklem t-testi ile analiz edilmiştir. Analiz sonuçları Tablo 2’de belirtilmiştir.

Tablo 2. Eleştirel düşünme eğilimleri ölçeğinden alınan ön test ve son test puan ortalamalarına göre ilişkili örneklem t-testi sonuçları

	Testler	N	\bar{X}	SD	df	t	p
Sistematiklik	Ön test	50	26.99	4.37	49	.809	.422
	Son test	50	26.44	4.54			
Doğruyu arama	Ön test	50	26.46	5.42	49	-.398	.693
	Son test	50	26.71	5.94			
Kendine güven	Ön test	50	30.81	4.96	49	-.664	.510
	Son test	50	31.23	4.20			
Meraklılık	Ön test	50	40.67	5.74	49	-2.925	.005
	Son test	50	42.73	6.14			
Açık fikirlilik	Ön test	50	51.27	6.55	49	-.390	.698
	Son test	50	51.67	9.48			
Analitiklik	Ön test	50	49.46	4.76	49	.482	.632
	Son test	50	49.17	5.40			
Genel ölçek	Ön test	50	225.68	23.59	49	-.806	.424
	Son test	50	227.98	26.78			

Tablo 2'ye göre öğretmen adaylarının eleştirel düşünme eğilimleri ölçeğinden aldıkları toplam ön test ve son test puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur ($t(49) = -0.806, p > 0.05$). Eleştirel düşünme eğilimleri ölçeğinden sadece meraklılık alt boyutunda öğretmen adaylarının ön test ve son testten aldıkları puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmaktadır ($t(49) = -2.925, p < 0.05$). Öğretmen adaylarının meraklılık alt boyutuna ilişkin ön test ve son test puan ortalamalarına bakıldığında $\bar{X}_{\text{öntest}} = 40.67$ 'den $\bar{X}_{\text{sontest}} = 42.73$ 'e yükseldiği görülmektedir.

Bilimsel Yaratıcılıklarına İlişkin Bulgular

Projeye dayalı öğrenme sürecinin katılımcıların bilimsel yaratıcılıklarına etkisi ilişkisiz örneklem t-testi ile incelenmiş olup, analiz sonuçları Tablo 3'te belirtilmiştir.

Tablo 3. Bilimsel yaratıcılık ölçeğinden alınan puan ortalamalarına göre ilişkili örneklem t-testi sonuçları

	Testler	N	\bar{X}	SD	Df	t	p
Bilimsel yaratıcılık	Ön test	50	61.26	15.37	49	-4.354	.000
	Son test	50	73.04	19.75			

Tablo 3'e göre öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılık ölçeğinden aldıkları ön test ve son test puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık vardır ($t(49) = 9.39, p < 0.05$). Bilimsel yaratıcılık ön testi puan ortalamaları ($\bar{X} = 61.26$), bilimsel yaratıcılık son testi puan ortalamalarından ($\bar{X} = 73.04$) daha yüksek olduğu için fark kontrol grubu lehinedir. Buna göre öğretmen adaylarının projeye dayalı öğrenme kapsamında hareket zinciri mekanizmalarını oluşturmalarının öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılığını geliştirmeye katkı sağladığı söylenebilir.

Tartışma ve Sonuçlar

Araştırma kapsamında fen bilimleri öğretmen adayları projeye dayalı öğrenme yöntemi çerçevesinde planlanan "Bir Hareket Zinciri Oluşturma" projesinde sekiz haftalık süre boyunca grup çalışmaları gerçekleştirmişlerdir. Proje sürecinin sonunda her bir gruptaki öğrenciler birbiriyle uyumlu çalışan bir hareket zinciri mekanizması oluşturarak sunmuşlardır. Buna bağlı olarak araştırmada projeye dayalı öğrenmenin fen bilimleri öğretmen adaylarının problem çözme, eleştirel düşünme ve bilimsel yaratıcılıklarına etkisi incelenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre projeye dayalı öğrenmenin katılımcıların problem çözme becerileri ve bilimsel yaratıcılıklarında genel olarak ve eleştirel düşünme eğilimleri ölçeğinde ise sadece ölçeğin meraklılık alt boyutu açısından son testler lehine istatistiksel olarak anlamlı bir farklılaşmaya neden olduğu bulunmuştur.

Araştırmanın bulgularından birisi projeye dayalı öğrenmenin katılımcıların problem çözme becerilerini geliştirmesidir. Bir hareket zinciri oluşturma sürecinde katılımcıların birbirine uyumlu malzemeler bulmaları, tasarımları ve birbirine uymayan kısımlar için çözüm önerileri tasarımlarının onların problem çözme becerilerini arttırmada etkili olduğu

söylenbilir. Ayrıca Frank, Lavy ve Elata (2003) projeye dayalı öğrenmenin öğrencilerin problem çözme becerilerini arttırdığını tespit etmişler. Bu durumunun sebebinin Barak ve Raz (2000) çalışmalarında proje tabanlı öğrenmenin öğrencilerin problem çözmede daha sabırlı ve cesur olmalarını sağlaması açısından problem çözme becerilerine katkı sağladığını ifade ederek açıklamışlardır. Yine Heckendorn'un (2002) projeye dayalı öğrenmenin öğrencilerin problem çözme becerilerine olumlu katkısına ilişkin bulguları çalışma bulguları ile paralellik göstermektedir.

Eleştirel düşünme açısından projeye dayalı öğrenmenin sadece ölçeğin alt boyutlarından biri olan "meraklılık" alt boyutunda istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde puan ortalamalarını artırdığı bulunmuştur. Meraklılık, herhangi bir kazanç ya da çıkar beklentisi olmaksızın kişinin bilgi edinme ve yeni şeyler öğrenme eğilimini yansıtmak olduğuna göre (Kökdemir, 2003) projeye dayalı öğrenmeye yönelik yapılan uygulamanın öğretmen adaylarının bu özelliklerini geliştirdiği söylenebilir. Korkmaz ve Kaptan'a (2001) göre projeye dayalı öğrenmenin avantajlarından birisi de eleştirel düşünme becerilerini desteklemesidir. Bununla birlikte Ersoy (2013) ortaöğretim öğrencileri ile yürüttüğü çalışmada projeye dayalı öğrenmenin öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerini arttırdığını belirlemiştir. Benzer şekilde Lagnado (2004) ve Birinci (2008)'nin proje tabanlı öğrenme yaklaşımının öğrencilerin eleştirel düşünme eğilimlerine olumlu katkıda bulunduğu şeklindeki bulguları araştırma sonuçlarını destekler niteliktedir.

Araştırmanın bir diğer önemli bulgusu ise projeye dayalı öğrenmenin fen bilimleri öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılıklarını arttırdığı bulgusudur. Projeye dayalı öğrenme uygulamalarının gerçekleştirildiği ders olan Fen Öğretimi Laboratuvar Uygulamaları dersi öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılıklarını geliştirmeye yönelik bir ders olması sebebiyle (Şahin Pekmez, Aktamış & Can, 2010) katılımcıların bilimsel yaratıcılıklarının gelişimine olumlu katkısının olduğu söylenebilir. Bununla birlikte Demirhan, Önder ve Beşoluk'un (2018) araştırma bulgularına göre de öğretmen adaylarının "Fen Öğretimi Laboratuvar Uygulamaları" dersini bilimsel yaratıcılıklarını en çok arttıran ders olarak belirtmeleri benzer şekilde çalışma bulguları ile ilişkilendirilebilir. Bilimsel yaratıcılık ölçeği akıcılık, esneklik ve özgünlük açısından değerlendirmeyi ele aldığından içerdiği sorular açısından farklı amaçlarla üretilen/kullanılan çeşitli malzemeler ya da değişik kullanımları içermektedir. Bu açıdan süreç içerisinde öğretmen adaylarının bir hareket zinciri mekanizmalarını oluşturmaları için çok sayıda denemeler yaparak çeşitli malzemeleri üretim amaçlarından farklı olarak kullanmalarının bilimsel yaratıcılık puanlarını arttırmada etkili olduğu söylenebilir. Deniz-Çeliker (2012) ve Doppelt (2000) benzer şekilde projeye dayalı öğrenmenin öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarını olumlu olarak etkilediğini belirtmişlerdir. Yine Kotze ve Cooper (2000) projeye dayalı öğrenme yönteminin öğrenciyi gerçek yaşam problemleri üzerinde düşündürerek problemi çözmeye yönlendirdiğini ve böylece yöntemin öğrencilerde yaratıcı düşünme becerilerini geliştirdiğini ifade etmişlerdir. Ayrıca çeşitli araştırma sonuçlarına göre projeye dayalı öğrenmenin öğrencilerin yaratıcı düşüncelerini arttırdığı bulgularının bu araştırma

sonuçlarını desteklediği söylenebilir (Ayob, Hussain, Mustafa & Shaarani 2010; Birinci, 2008; Koçoğlu & Köymen, 2003; Korkmaz & Kaptan, 2001; Memişoğlu, 2011).

Özetle projeye dayalı öğrenmenin fen bilimleri öğretmen adaylarının problem çözme becerilerini ve bilimsel yaratıcılıklarını artırdığı bulunmuştur. Ayrıca eleştirel düşünme becerileri açısından sadece meraklılık alt boyutunda puan ortalamalarını arttırdığı bulunmuştur. Sonuç olarak, projeye dayalı öğrenmenin bireylerin problem çözme becerilerini ve bilimsel yaratıcılıklarını artırdığı, eleştirel düşüncelerini geliştirdiği görülmüştür. Bu bağlamda, öğrencilerin proje çalışmalarında yer alması önemli görünmektedir. Öğrencilere proje çalışması yaptırılabilmesi için öğretmenlerin bu konuda bilgi ve deneyime sahip olması, proje çalışmalarında aktif olarak yer alması önemli ve oldukça gerekli görünmektedir. Dolayısıyla eğitim fakültelerinde projeye dayalı öğrenmeye yönelik dersler verilmesi ve öğretmen adaylarının proje çalışmalarında yer alarak bu süreci deneyimlemeleri oldukça önemlidir. Bu sebeple bu çalışma ile öğrencilere proje çalışması yaptırılabilmesi için öğretmenlerin bu konuda bilgi ve deneyime sahip olmaları amacıyla eğitim fakültelerinde öğretmen adaylarına yeterli öğrenme ortamları düzenlenmesi önerilmektedir. Ayrıca Fen Öğretimi Laboratuvar Uygulamaları II dersinde projeye dayalı öğrenme yönteminin kullanılmasının öğretmen adaylarının iletişim becerileri, yaşam becerileri ve girişimcilik becerileri gibi 21.yy becerileri üzerine etkisi de başka çalışmalarla incelenebilir.

Kaynaklar

Aktamış, H. & Ergin, Ö. (2006). Science education and creativity. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20, 77 - 83.

Aktamış, H. & Ergin, Ö. (2007). Bilimsel süreç becerileri ile bilimsel yaratıcılık arasındaki ilişkinin belirlenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 33(33), 11 - 23.

Ay, Ş. (2013). Öğretmen adaylarının proje tabanlı öğrenme ve geleneksel öğretime ilişkin görüşleri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 28(1), 53 - 67.

Aybek, B. (2007). Eleştirel düşünmenin öğretiminde öğretmenin rolü. *Bilim, Eğitim ve Düşünce Dergisi*, 7(2), 31 - 35.

Ayob, A., Hussain, A., Mustafa, M. M. & Shaarani, M. F. A. S. (2010). Nurturing creativity and innovative thinking through experiential learning. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 18, 247 - 254.

Barak, M. & Raz, E. (2000). Hot-air balloons: project-centered study as a bridge between science and technology education. *Science Education*, 84(1), 27 - 42.

Baran, M. (2007). *Proje tabanlı öğrenme modelinin fizik öğretmenliği ikinci sınıf öğrencilerinin elektrostatik konusu başarısına ve fiziğe yönelik tutumlarına etkisi üzerine bir araştırma*. Yüksek Lisans Tezi, Dicle Üniversitesi, Diyarbakır.

Bayram, H. & Seloni, Ş. R. (2014). Proje tabanlı öğrenme yaklaşımının ilköğretim 5. sınıf öğrencilerinin fen bilgisi başarılarına, kavramsal anlamalarına ve tutumlarına etkisi. *Eğitim Bilimleri Dergisi*, 39, 71 - 84.

Birinci, E. (2008). *Materyal tasarımı ve geliştirilmesinde proje tabanlı öğrenmenin kullanılmasının öğretmen adaylarının eleştirel düşünme, yaratıcı düşünme ve bilimsel süreç becerilerine etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Zonguldak.

Bouillion, L. M. & Gomez, L. M. (2001). Connecting school and community with science learning: real world problems and school-community partnerships as contextual scaffolds. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(8), 878 - 898.

Brunetti, A. J., Petrell, R. J. & Sawada, B. (2003). Team project-based learning enhances awareness of sustainability at the University of British Columbia, Canada. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 4(3), 210 - 217.

Can, B. (2007). Creativity and science education. *The First Teacher Educator Magazine*, 13.

ChanLin, L.-J. (2008). Technology integration applied to project-based learning in science. *Innovations in Education and Teaching International*, 45(1), 55 - 65.

Cole, K., Means, B., Simkins, M. & Tavalı, F. (2002). *Increasing student learning through multimedia projects*. Association for Supervision and Curriculum Development, Virginia, Alexandria (USA).

Coşkun, M. (2004). *Coğrafya eğitiminde proje tabanlı öğrenme yaklaşımı*. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

Cüceloğlu, D. (1995). *İyi Düşün Doğru Karar Ver*. Sistem Yayıncılık, İstanbul.

Çağlayan, H. S. (2007). *Beden eğitimi ve spor yüksekokulu öğrencilerinin öğrenme biçimleri ile problem çözme becerileri arasındaki ilişkinin incelenmesi*. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

Çorapçıgil, A., Demirhan E., Laçın-Şimşek, C. & Önder, İ. (2017) Fen bilgisi öğretmenliği adaylarının yaratıcılıkları: "Ben zoru severim" projesi örneği. *Kesit Akademi Dergisi*, 3(12), 600 - 622.

Dede, Y. & Yaman, S. (2006). Fen ve matematik eğitiminde problem çözme: Kuramsal bir çalışma. *Çukurova Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(32), 116 - 128.

Demirhan, C. (2002). *Program geliştirmede proje tabanlı öğrenme yaklaşımı*. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.

Demirhan, E., Köklükaya, A. N. & Laçın-Şimşek, C. (2017). Projeye dayalı öğrenmenin yararları: Proje günlükleri örneği. *Anadolu Öğretmen Dergisi*, 1(2), 1 - 20.

Demirhan, E., Önder, İ. & Beşoluk, Ş. (2018). Fen bilimleri öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılık ve akademik başarılarının yıllara göre değişimi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 26(3), 685 - 696.

Deniş-Çeliker, H. (2012). *Fen ve teknoloji dersi "güneş sistemi ve ötesi: uzay bilimcesi" ünitesinde proje tabanlı öğrenme uygulamalarının öğrenci başarılarına, yaratıcı düşüncelerine, fen ve teknolojiye yönelik tutumlarına etkisi*. Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

Deniş-Çeliker, H. & Balım, A. G. (2012). Bilimsel yaratıcılık ölçeğinin Türkçeye uyarlama süreci ve değerlendirme ölçütleri. *Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 5(2), 1 - 21.

Doppelt, Y. (2000). Developing pupils' competencies through creative thinking in technological projects. *The 28th Israel Conference on Mechanical Engineering*, Ben-Gurion University of the Negev Beer-Sheva, Israel.

Dori, Y. & Tal, R. (2000) Formal and informal collaborate projects: engaging in industry with environment awareness. *Science Education*, 84(1), 1 - 19.

Dow, G. T. & Mayer, R. E. (2004). Teaching students to solve insight problems: Evidence for domain specificity in creativity training. *Creativity Research Journal*, 16(4), 389 - 398.

Dutoğlu, G. & Tuncel, M. (2008). Aday öğretmenlerin eleştirel düşünme eğilimleri ile duygusal zekâ düzeyleri arasındaki ilişki. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(1), 11 - 32.

Edmunds, J., Arshavsky, N., Glennie, E., Charles, K. & Rice, O. (2017). The relationship between project-based learning and rigor in STEM-focused high schools. *Interdisciplinary Journal of Problem - Based Learning*, 11 (1).

Erdem, M. & Akkoyunlu, B. (2002). İlköğretim sosyal bilgiler dersi kapsamında beşinci sınıf öğrencileriyle yürütölen ekiple proje tabanlı öğrenme üzerine bir çalışma. *İlköğretim Online*, 1(1), 2 - 11.

Ersoy, R. (2013). *Biyoloji eğitiminde proje tabanlı öğrenme yaklaşımının ortaöğretim öğrencilerinin üstbilişsel farkındalıklarına ve eleştirel düşünme eğilimlerine etkisi*. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

Facione, P. A. (1998). *Critical Thinking: What It Is and What It Counts*. California Academic Press, California.

Facione, P. A., Facione, N.C. & Giancarlo, C. A. F. (1998). The California critical thinking dispositions inventory. California: Academic Press.

Frank, M., Lavy, I. & Elata, D. (2003). Implementing the project-based learning approach in an academic engineering course. *International Journal of Technology and Design Education*, 13, 273 - 288.

Gerlach, D. L. (2008). Project-based learning as a facilitator of self-regulation in a middle school curriculum. Pittsburgh: University of Pittsburgh, Umi number: 3322305.

Gölbahar, Y. & Tinmaz, H. (2006). Implementing project-based learning and e-portfolio assessment in an undergraduate course. *Journal of Research on Technology in Education*, 38(3), 309 - 327.

Gür, H. & Hangöl, T. (2015). Ortaokul öğrencilerinin problem çözme stratejileri üzerine bir çalışma. *Pegem Eğitim ve Öğretim Dergisi*, 5(1), 95 - 112.

Gürkaynak, İ., Üstel, F. & Gürgöz, S. (2003). *Eleştirel Düşünme*. İstanbul: Sabancı Üniversitesi, Eğitim Reformu Girişimi.

Güven, E. (2011). *Çevre eğitiminde tahmin-gözlem-açıklama destekli proje tabanlı öğrenme yönteminin farklı değişkenler üzerine etkisi ve yonteme ilişkin öğrenci görüşleri*. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

Haliloğlu, Z. & Asan, A. (2004). *Proje tabanlı öğrenme yönteminin ilköğretim ikinci kademe okullarında yürütülen bilgisayar derslerindeki etkililiği*. 12. Eğitim Bilimleri Kongresi Bildirileri Kitabı (Cilt 2), Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Yayını, Ankara.

Hammer, C. & Dusek, V. (2005). Science studies across general education. *A broader View of Scientific Literacy*, 7(2), 21 - 23.

Heckendorn, R. B. (2002). Building abeawulf: leveraging research and department needs for student enrichment via project based learning. *Computer Science Education*, 12, 255 - 273.

Heppner, P. P. & Petersen, C. H. (1982) The development and implications of a personal problem solving inventory. *Journal of Counselling Psychology*, 29, 66 - 75.

Hu, W. & Adey, P. (2002). A scientific creativity test for secondary school students. *International Journal of Science Education*, 24(4), 389 - 403.

Izgar, H., Gürsel, M., Kesici, Ş. & Negiş, A. (2004). Önder davranışlarının problem çözme becerisine etkisi. XIII. Ulusal Eğitim Bilimleri Kurultayı, 6 - 9 Temmuz 2004, İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Malatya.

İşler, A. Ş. & Bilgin, A. (2002). Eğitim fakültesi sınıf öğretmenliği adaylarının yaratıcılık hakkındaki düşünceleri. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 15(1), 133 - 152.

Juan, L. & Lin, C. (2008). Technology integration applied to project-based learning in science. *Innovations in Education and Teaching International*, 45(1), 55 - 65.

Jumaat, N. F., Tasir, Z., Abd Halim, N. D. & Ashari, Z. M. (2017). Project-based learning from constructivism point of view. *Advanced Science Letters*, 23(8), 7904 - 7906.

Kadayıfçı, H. (2008). *Yaratıcı düşünmeye dayalı öğretim modelinin öğrencilerin maddelerin ayrılması ile ilgili kavramları anlamalarına ve bilimsel yaratıcılıklarına etkisi*. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

Kalaycı, N. (2001). *Sosyal Bilgilerde Problem Çözme ve Uygulamalar*. Gazi Kitabevi, Ankara.

Karasar, N. (2006). *Bilimsel Araştırma Yöntemi*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.

Koç, G. (2007). *Eğitimde yeni yönelimler*. (Ed: Özcan Demirel). Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.

Koçoğlu, Ç. & Köymen, Ü. (2003). Öğrencilerin hiperortam tasarımcısı olarak katıldığı öğrenme çevresinin yaratıcı düşünmeye etkisi. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 2(3), 127 - 136.

Korkmaz, H. & Kaptan, F. (2001). Fen eğitiminde proje tabanlı öğrenme yaklaşımı. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20, 193 - 200.

Korkmaz, H. & Kaptan, F. (2002). Fen eğitiminde proje tabanlı öğrenme yaklaşımının ilköğretim öğrencilerinin akademik başarı, akademik benlik kavramı ve çalışma sürelerine etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22, 91 - 97.

Kotze A. & Cooper L. (2000). Exploring the transformative potential of projectbased learning in university adult education. *Studies in the Education of Adults*, 32, 212 - 28.

Kökdemir, D. (2003). *Belirsizlik durumlarında karar verme ve problem çözme*. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara.

Lagnado, J. M. (2004). *Students' perceptions of nature of science and process of science through a project-based science program*. Ph.D Thesis, Columbia University Teachers College.

Larmer, J. & Mergendoller, J. R. (2010). The main course, not dessert: How are students reaching 21st century goals? With 21st century learning. Buck Institute for Education.

Lesh, R. & Zawojewski, J. S. (2007). Problem solving and modeling. In F. Lester (Ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 763 - 804). Greenwich, CT: Information Age Publishing.

Liang, J. C. (2002). *Exploring scientific creativity of eleventh grade students in Taiwan*. Master Thesis, The University of Texas, Austin.

Lin, C., Hu, W., Adey, P. & Shen, J. (2003). The influence of CASE on scientific creativity. *Research in Science Education*, 33(2), 143 - 162.

Markham, T., Larmer, J. & Ravitz, J. (2003). *Project-Based Learning Handbook: A Guide to Standards Focused Project-Based Learning for Middle and High School Teachers*. Novato, CA: Buck Institute for Education.

McGrath, D. (2002). Getting started with project based learning. *Learning and Leading With Technology*. 30(3), 42 - 50.

MEB (2018). Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı) <http://mufredat.meb.gov.tr/Dosyalar/201812312311937FEN%20B%C4%BOL%C4%BOMLER%C4%B0%20C3%96%C4%9ERET%C4%B0M%20PROGRAMI2018.pdf> adresinden 22.10.2018 tarihinde erişilmiştir.

Memişoğlu, H. (2011). The effect of project based learning approach in social sciences class on the student success and memorability. *International Journal of Humanities and Social Science*, 1(21), 295 - 307.

Mioduser, D. & Betzer, N. (2008). The contribution of project-based-learning to highachievers' acquisition of technological knowledge and skills. *International Journal of Technology & Design Education*, 18(1), 59 - 77.

Nelson, G. D. (1999). Science literacy for all in the 21st century. *Educational Leadership*, 57(2), 14 - 17.

Özcan, R. (2007). *Alg biyoteknolojisinde proje tabanlı öğrenme yaklaşımının öğrencilerin akademik başarıları, tutum ve görüşlerine etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

Özdemir, E. (2006). *Proje tabanlı öğrenmenin öğrencilerin geometri başarılarına ve geometriye yönelik tutumlarına etkisinin araştırılması*. Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.

Paramita Citradevi, C., Widiyatmoko, A. & Khusniati, M. (2017). The effectiveness of project based learning (pjbl) worksheet to improve science process skill for seven graders of junior high school in the topic of environmental pollution. *Unnes Science Education Journal*, 6(3), 1677 - 1685.

Poonpon, K. (2011). Enhancing English skills through project-based learning. *The English Teacher*, XL: 1 - 10.

Requies, J. M., Agirre, I., Barrio, V. L. & Graells, M. (2018). Evolution of project-based learning in small groups in environmental engineering courses. *Journal of Technology and Science Education*, 8(1), 45 - 62.

Saban, A. (2002). *Öğrenme Öğretme Süreci*. Nobel Yayın Dağıtım, 2. Baskı, Ankara.

Sari, K. A., Prasetyo, Z. K. & Wibowo W. S. (2017). Development of science student worksheet based on project based learning model to improve collaboration and communication skills of junior high school student. *Journal of Science Education Research*, 1(1), 1 - 6.

Semerci, N. (2000). Kritik düşünme geliştirilebilir mi? *Yaşadıkça Eğitim Dergisi*, 66, 30 - 34.

Seo, K. K., Templeton, R. & Pellegrino, D. (2008). Creating a ripple effect: Incorporating multimedia-assisted project-based learning in teacher education. *Theory into Practice*, 47, 259 - 265.

Serin, O., Serin, N. B. & Saygılı G. (2009). The effect of educational technologies and material supported science and technology teaching on the problem solving skills of 5th grade primary school student. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 1, 665 - 670.

Shacter, A. M. & Edgerly, J. S. (1999). Campus environmental resource assessment projects for non-science majors. *Journal of Chemical Education*, 76(12), 1667 - 1670.

Solomon, G. (2003). Project based learning: A primer. *Technology and Learning*, 23(6), 20 - 30.

Snyder, L. G. & Snyder, M. J. (2008). Teaching critical thinking and problem solving skills. *Delta Pi Epsilon Journal*, 50, 90 - 99.

Şahin Pekmez, E., Aktamış, H. & Can, B. (2010). Fen laboratuvarı dersinin öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerileri ve bilimsel yaratıcılıklarına etkisi. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11(1), 93 - 112.

Şahin, N., Şahin, N. H. & Heppner, P. P. (1993). Psychometric properties of the problem solving inventory in a group of Turkish university students. *Cognitive Therapy and Research*, 17(4), 379 - 396.

Thomas, J. W. (2000). *A review of research on projet-based learning*. San Rafael, CA: Autodesk.

Vatansever Bayraktar, H. (2015). Proje tabanlı öğrenme yaklaşımı. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 8(37), 709 - 718.

Walsh, D. & Paul, R. (1988). *The goal of critical thinking: From educational ideal of educational reality*. American Federation of Teachers, Washington, D.C.

Wolk, S. (2001). What should we teach? The benefits of exploratory time. *Educational Leadership*, 59(2), 56 - 59.

Yavuz, E. & Atar, H. Y. (2016). Examining the effects of students and school variables on PISA 2012 problem solving achievement in Turkey: New Trends and Issues. *Proceedings on Humanities and Social Sciences*, 2(5), 24 - 30.

Yıldızbaş, F. & Canoğlu, M. (2007). Okul öncesi eğitimde proje tabanlı öğrenmenin sezgisel matematik becerilerine etkisi. I. Ulusal İlköğretim Kongresi, 15 - 17 Kasım 2007, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.

Yurdakul, B. & Demirel, Ö. (2011). Yapılandırmacı öğrenme yaklaşımının öğrenenlerin üstbiliş farkındalıklarına katkısı. *International Journal of Curriculum and Instructional Studies*, 1(1), 71 - 85.