



<http://kefad.ahievran.edu.tr>

Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi

ISSN: 2147 - 1037

Fen Öğretiminde Kullanılan Problem Kurma Yaklaşımının Yaratıcı Düşünme Becerisine Etkisi

Nimet Akben

DOI:10.29299/kefad.2019.20.03.008

Makale Bilgileri

Yükleme:23/02/2019 Düzeltme:20/07/2019 Kabul: 17/08/2019

Özet

Günümüz öğretim programlarında üst düzey düşünme becerileri gelişmiş, seçici ve üretken bireyler yetiştirilmesine katkı sağlayacağına inanılan yaklaşımlar benimsenmektedir. Bunlardan bir tanesi de problem kurma yaklaşımıdır. İlkokul matematik öğretim programlarında önemle vurgu yapılan bu yaklaşımda öğrenciler, verilen problemler üzerinde değişiklikler yapabilmekte ya da kendileri yeni problemler oluşturabilmektedir. Matematik disiplini üzerinde birçok çalışmanın yapıldığı bu yaklaşım, matematik gibi algoritmik (sayısal) problemler içeren fen öğretiminde yeterince kullanılmamaktadır. Bu eksikliğin dikkate alınmasıyla yürütülen bu çalışmada Temel Matematik dersinde problem kurma ile ilgili bilgileri edinmiş olan sınıf öğretmeni adayları ile Fen Öğretimi dersinde problem kurma çalışmaları yürütülmüş ve uygulamaların adayların yaratıcı düşünme becerilerine etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Tek grup öntest-sontest modelinin kullanıldığı araştırmada adaylarla çeşitli problem kurma durumları gerçekleştirilmiş ve bunlar sınıf ortamında değerlendirilmiştir. Uygulamalardan önce ve sonra uygulanan “Yaratıcı Düşünme Becerileri Ölçeği” Whetton ve Cameron (2002) tarafından geliştirilmiş ve Aksoy (2004) tarafından olarak Türkçeye uyarlanmıştır. Bu çalışmada iç tutarlılık katsayısı (Cronbach Alfa) .72 olarak hesaplanan ölçekten alınan test puanlarının ortalamaları karşılaştırıldığında adayların yaratıcı düşünme becerilerinde anlamlı bir artış olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuca dayalı olarak problem kurma yaklaşımının fen öğretiminde kullanılması durumunda bireylerin yaratıcı düşünme becerilerinin gelişmesinde etkili olduğu ve bu yaklaşımın fen öğretiminde de dikkate alınması gerektiği ifade edilebilir.

Anahtar Kelimeler: Problem kurma, Fen Öğretimi, Yaratıcı düşünme becerileri

Sorumlu Yazar : Nimet Akben, Öğr. Gör. Dr., Ankara Üniversitesi, Türkiye, nakben@ankara.edu.tr
ORCID ID: 0000-0002-2346-0494

1281

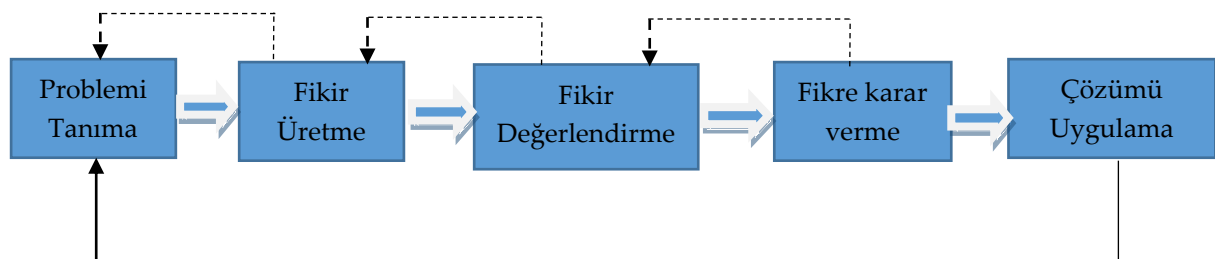
Atf için: Akben, N. (2019). Fen öğretiminde kullanılan problem kurma yaklaşımının yaratıcı düşünme becerisine etkisi. *Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20(3), 1281-1311.

Giriş

İnsan, makine ve bilgi teknolojilerinin birbirine bağlı olduğu, hatta çoğu zaman karar mekanizmasının makinelere bırakıldığı çağımızda her geçen gün yeni teknolojilerden ve yapay zeka formlarından söz edilmektedir. Bu durumda, üst düzey düşünme becerileri gelişmiş, seçici ve üretken bireylere ihtiyaç duyulmaktadır (Puncreobutr, 2016). Bu niteliklere sahip bireylerin yetiştirilebilmesi için eğitim süreçlerinde öğrencilerin yaratıcılık, girişimcilik, analitik düşünme ve problem çözme becerilerinin geliştirilebilmesi üzerinde durulmakta ve eğitimin temel kazanımları arasında bu becerilere önemle yer verilmektedir.

En önemli bilişsel yeteneklerden biri olarak kabul edilen yaratıcılık, “edinilen bilgi ve becerilerin kullanılarak yeni fikir ve ürünler ortaya konulması” (Isbell ve Raines, 2003), “fikirlerin saptanması, sorunun yeniden yapılanması, olasılıkların belirlenmesi” (Bruning, Schraw ve Ronningy, 1995) ya da “insanın problem çözme kapasitesi, yeni ve kabul edilebilir bir ürün ortaya koyma kapasitesi” (Nickerson, 1999) olarak tanımlanabilir. Sahip olunan bilgilerin karıştırılarak, yeni ve farklı şeyler açığa çıkarılması olarak da tanımlanan (Shaw ve Runko,1994) yaratıcılık, başka bir deyişle var olan problemi algılamak, probleme anlam vermek, yorumlamak ve genelleme yaparak kendi durumlarıyla uyumlu hale getirmektedir (Özcan, 2000).

Sorunları çözme, karar verme ve kendini ifade etme becerileriyle ilgili olması nedeniyle yaratıcılık bir süreci kapsar (Yurdakal, 2018). Bu süreçte öncelikle problemi doğru tanımlamak ve kapsamını sınırlamak, daha sonra uygun basamakları kullanarak yeni bir ürün ortaya koymak gerekmektedir. Yaratıcı kişiler aynı zamanda iyi birer problem çözücüdürler (Yaman, 2003). Yaratıcılık ve problem çözme arasındaki ilişkiyi Cropley (2008) problemlerin, “tanımlama dereceleri, çözüm yollarının belirlenme dereceleri ve çözümü fark etme ölçütlerinin netliği” basamaklarının incelemesi olarak açıklamaktadır. Yaratıcı problem çözme sürecinin basamakları Yaman (2003) tarafından ise Şekil 1’deki gibi verilmektedir.



Şekil 1. Yaratıcı problem çözme süreci (Yaman, 2003)

Şekil 1. de verilen yaratıcı problem çözme süreci incelendiğinde ilk aşama olan “problemin tanımı”nda bireyin sahip olduğu bilgilerle problemi anlamlandırması gerekmektedir. Daha sonraki aşamalarda problemin çözümü için fikirler üretmeli, bu fikirlerin doğruluğunu değerlendirmeli ve

hangi fikrin doğru çözüme götüreceğine karar vererek uygulamalıdır. Aşamalarda tanımlanan davranışlar dikkate alındığında bunların matematik ve fen derslerinde problem çözümünde kullanılması gereken davranışlar olduğu görülmektedir. Bu bağlamda; fen ve matematik derslerindeki problem türleri ve problem çözme basamakları araştırıldığında aşağıda kısaca açıklanan bilgilere ulaşılmıştır:

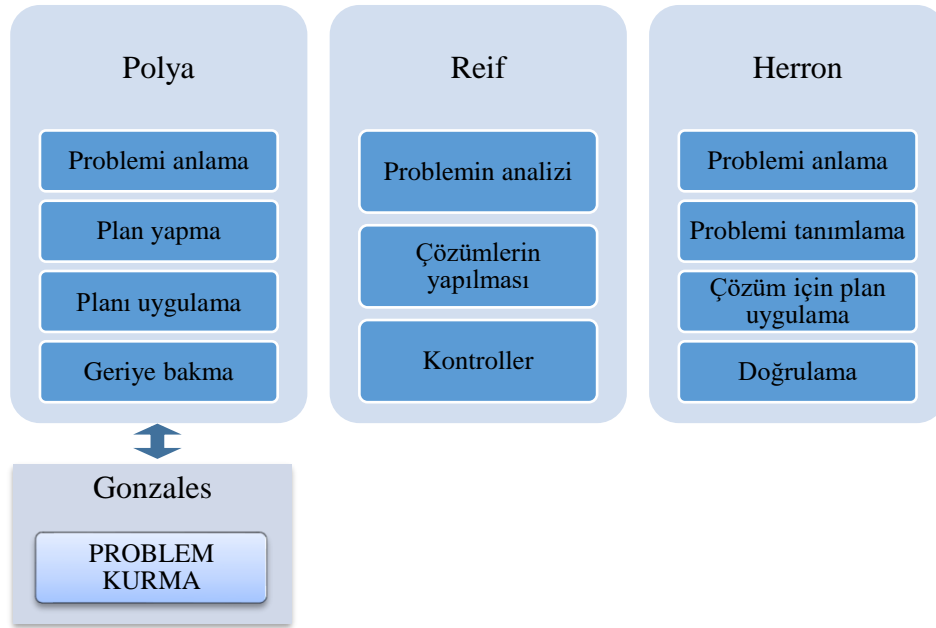
Matematik ve Fen Eğitimde Problem Türleri ve Çözüm Basamakları

Matematikselsel problemler; “kapalı uçlu problemler”, “açık uçlu problemler” ve “araştırmalar-projeler” olmak üzere üç başlık altında toplanmaktadır. *Kapalı uçlu problemlerde* gerekli bilgiler problem ifadesinde yer alır ve doğru cevap basit yollarla bulunabilir. Bu tür problemler kendi içerisinde “rutin” ve “rutin olmayan” problemler olmak üzere iki gruba ayrılır. Rutin (sıradan) problemler öğrenilmiş bilgi veya becerilere dayalı, dört işlem becerisi ile çözülebilen alıştıurma düzeyindeki sorulardır. Verilerin organize edilmesini, sınıflandırılmasını ve ilişkileri görme becerisi gerektiren problemler de rutin olmayan (sıradışı) problemlerdir (Arslan ve Altun 2007). Tek bir cevabı olmayan, günlük yaşamdaki problemleri kapsayan, eksik bilgi ve kabuller içeren problem türleri ise *açık uçlu problemlerdir* (Akay, 2006). Bu problemler belli bir yonteme dayanmadan da çözülebilmektedir ve birden çok cevapları bulunmaktadır.

Fen derslerindeki problem türleri dikkate alındığında bunların “algoritma (sayısal)” ve “kavram” olmak üzere iki genel grupta ele alındığı görülmektedir (Nakiboğlu ve Kalın, 2003). Öğrencilerin fazla düşünmesine ve yorumda bulunmasına gerek olmayan soru türleri *algoritmik (sayısal)* sorulardır. Bu tür problemlerde öğrenciler ezberledikleri formülleri kullanarak ve matematikselsel işlemler yaparak sonuca ulaşabilmektedir. Bu nedenle de bu tür problemlerde fazla düşünmelerine ve yorum yapmalarına gerek duyulmamaktadır (Lin, Chiu ve Chou, 2004; Nakhleh ve Mitchell, 1993). *Kavramsal* sorularla öğrencilerin kavramı nasıl tanımladığı ve yorumladığı belirlenmeye çalışılır (Watkins ve Hattie, 1985). Bu nedenle bu tür soruların cevaplandırılması derinlemesine anlamayı gerektirir. Algoritmik (sayısal) soruların sorulduğu sınavlarda başarılı olan öğrencilerin, kavramsal içerikli problemlerde aynı başarıyı elde edememesi, ezberlenen formüllerle problemlerin çözülebileceğini fakat bunun kavramların öğrenildiği anlamına gelmediğini göstermektedir (Nakhleh ve Mitchell, 1993). Kısacası öğrenciler bilimsel kavramaları tam olarak öğrenmeden formülleri ezberleyerek algoritmik problemleri başarıyla cevaplandırabilmektedirler. Fakat bunun tam tersi olarak kavramsal öğrenmeyi gerçekleştirebilen öğrenciler, bu bilgilerini algoritmik problemlerin çözümünde başarı ile kullanabilmektedir (Nakhleh ve Mitchell 1993, Boujaoude, Salloum, ve Abd-El-Khalick, 2004). Bu bilgilere dayalı olarak öğrencilere, ezberledikleri formül ve bilgilerle cevaplandırılacakları türde problemlerin değil, zihinlerinde yapılandırdıkları

bilgilerini ve üst düzey düşünme becerilerini kullanmalarını gerektirecek problemler yöneltmesi gerektiğini açıkça ifade edilebilir.

Yukarıda matematik ve fen disiplinleri için ayrı ayrı açıklanan problem türlerinin benzer nitelikte olması, her iki disiplinde kullanılan problem çözme basamaklarının da benzer olması gerektiğini düşündürmektedir. Bu görüşe dayalı olarak matematik ve fen disiplinlerindeki problem çözme basamakları incelendiğinde, matematik problemlerinin çözümü için beş, fen problemlerinin çözümü için üç ya da dört basamak önerildiği görülmektedir. Matematik disiplininde problem çözme basamakları; problemi anlama, bir plan kurma, planı uygulama, geriye bakma şeklinde Polya'nın (1957) önerdiği basamaklara ek olarak Gonzales'in (1994) önerdiği "problem kurma" ile toplam beş basamaktır. Buna karşın fen problemlerinin çözüm basamakları (Reif, 1995) tarafından; problemin analizi, çözümlerin yapılması ve kontroller olmak üzere üçe ayrılırken Herron (1996) tarafından; problemi anlama, problemi tanımlama, çözüm için plan uygulama ve doğrulama olmak üzere dört basamakta verilmektedir (Şekil 2).



Şekil 2. Matematik ve fen disiplinlerinde problem çözme basamakları (Akben, 2018)

Her iki disiplindeki problem çözme basamakları incelendiğinde matematik problemleri için önerilen "problem kurma" basamağının fen problemleri için önerilmediği, buna karşın diğer basamakların hemen hemen aynı içerikte olduğu görülmektedir. Bu durum problem kurma basamağının fen disiplinlerinde neden kullanılmadığı ve kullanılıp kullanılmayacağı sorusunu akıllara getirmektedir. Bu sorunun cevabı için öncelikle problem kurmanın içeriği araştırılmış ve aşağıda kısaca açıklanan bulgulara ulaşılmıştır.

Problem Kurma

Var olan problemler üzerinde değişiklik yapılarak yeni problemler oluşturma veya yeni problem üretme olarak tanımlanan problem kurma (English, 1997; Silver,1994) *yapılandırılmış, yarı-yapılandırılmış ve serbest* olmak üzere üç farklı durumda uygulanabilmektedir (Stoyanova ve Ellerton; 1996). *Yapılandırılmış problem kurma* durumları, çözülen bir problemin esas alınarak farklı problemlerin yazıldığı ya da verilerin değiştirilerek yeni problemlerin düzenlendiği durumlardır. Bu problem kurma durumu, verilerin sabit tutularak sonucu değiştirilmesi şeklindeki uygulamaları da kapsamaktadır. Verilen resimlere dayalı veya verilen probleme benzer problem yazma durumu *yarı yapılandırılmış problem kurma* durumlarıdır. Özel teoremlerle ilgili problemler yazma ya da sözel problemlerden oluşan problem kurma yarı yapılandırılmış problem kurma durumlarında yapılabilecek etkinliklerdir. Hiçbir problemin verilmeden ve bir sınırlama olmadan basitçe tasarlanan ve günlük yaşamdan olan problem kurma durumları ise *serbest problem kurma* durumlarıdır.

Matematik derslerinde yürütölen problem kurma uygulamaları ile öğrencilerin akademik başarılarının arttığı, problem çözüme, eleştirel düşünme ve yaratıcılık becerilerinin geliştiiği (Akay, 2006; Işık ve Kar, 2012; Kılıç, 2013; Tertemiz ve Sulak, 2013; Silver, 1994, Singer ve Voica, 2013; Lowrie, 2002) bilinmektedir. Bu bilgiler ışığında, günümüzde ihtiyaç duyulan birçok becerinin kazandırılmasında böylesine etkili olan bir yaklaşımın yalnızca matematik derslerinde kullanılması oldukça dikkat çekicidir. Oysaki bu yaklaşım, aynı matematik disiplinindeki gibi sayısal problemler içeren fen derslerinde de kullanılabilir. Nitekim bu eksikliğin fark edilmesi sonucu fizik ve kimya bölümü öğrencileri ile yürütölen problem kurma uygulamaları sonunda öğrencilerin problem çözüme ve üstbiliş becerilerinde artış olduğu tespit edilmiştir (Akben, 2018). Aynı şekilde sınıf öğretmenleri adayları ile mol konusunda yürütölen problem kurma uygulamaları sonunda da adayların problem çözüme ve akademik başarılarının arttığı belirlenmiştir (Akben, 2019).

Yukarıda kısaca açıklanmaya çalışılan bilgilere dayalı olarak günümüzde problem çözüme ve yaratıcı düşünme becerisi gelişmiş bireylere ihtiyaç duyulduğu ve bu becerilerin kazandırılmasında matematik derslerinde kullanılan problem kurma yaklaşımının önemli bir role sahip olduğu söylenebilir. Bunlara ek olarak fen ve matematik disiplinleri karşılaştırıldığında da her iki disiplinde aynı problem çözüme basamaklarının kullanıldığı fakat fen öğretiminde problem kurma yaklaşımının dikkate alınmadığı görölmektedir. Bu durum; problem kurma uygulamalarının fen derslerinde kullanılması durumunda yaratıcı düşünme becerisine etkisinin ne olacağı sorusunu akıllara getirmektedir.

Tüm bu bilgiler ışığında öğrencilerin yaratıcı düşünme becerilerinin geliştirilmesinde fen derslerinin önemli bir role sahip olduğu ve problem kurma yaklaşımının fen derslerinde

kullanılmasıyla da bu becerilerin gelişimine katkı sağlanabileceği ayrıca yaratıcı düşünme becerisi gelişmiş öğretmenlerin öğrencilerin becerileri geliştirmede etkili olacağı söylenebilir. Fakat bunun yanı sıra problem kurma yaklaşımının fen derslerindeki kullanımı ile ilgili yalnızca birkaç çalışma olması, gelecek nesillere fen eğitimi verecek öğretmen adaylarının derslerde bu uygulamaları deneyimleme fırsatı bulamadıkları anlamına gelmektedir.

Bu görüşlere dayalı olarak bu çalışmada, problem kurma ile ilgili temel bilgileri “Temel Matematik” dersinde edinen ve fen öğretim programlarının uygulayıcısı olacak sınıf öğretmeni adayları ile Fen Öğretimi dersinde problem kurma çalışmaları yürütülmüş ve bu uygulamaların adayların yaratıcı düşünme becerilerine etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaç doğrultusunda;

- Problem kurmaya dayalı problem çözme uygulamaları, sınıf öğretmeni adaylarının yaratıcı düşünme becerilerinin geliştirilmesinde etkili midir?

sorusuna cevap aranmıştır.

Yöntem

Araştırma Deseni

Bu araştırmada, matematik derslerinden problem kurma ile ilgili bilgi ve deneyim edinen sınıf öğretmeni adayları ile fen öğretimi dersinde problem kurma uygulamaları yürütülmüş ve bu uygulamaların adayların yaratıcı düşünme becerilerine etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Yarı deneysel bir çalışma olan bu araştırmada tek grup öntest - sontest modelinden yararlanılmıştır. Temelde öğrenci düzeylerinin belirlenebilmesinde bir avantaj olarak görülen bu modelde, bağımlı değişkende bir değişim olup olmadığını gözlemleyebilme imkânı bulunduğundan (Karasar, 2005) “Yaratıcı Düşünme Becerileri Ölçeği” araştırmanın bağımlı değişkenine uygulama öncesi ön test ve uygulama sonrası son test olarak verilmiştir. Uygulamanın etkisini değerlendirmek amacıyla da iki ölçüm arasındaki farklılık (Büyüköztürk, Kılıç Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2014) incelenmiştir.

Çalışma Grubu

Amaçlı örneklem seçimi ile oluşturulan araştırma katılımcıları, 2018-2019 eğitim-öğretim yılında Ankara’daki bir devlet üniversitesinin Sınıf Eğitimi Anabilim Dalı 3.sınıfında öğrenim gören ve Fen ve Teknoloji Öğretimi II dersini alan öğretmen adaylarıdır. Çalışma derse kayıtlı 31 öğretmen adayı ile yürütülmüştür. Adayların 6’si erkek 25’i kız öğrencidir.

Veri Toplama Aracı

Bu çalışmada öğretmen adaylarının yaratıcılık düzeylerinin belirlenmesinde Whetton ve Cameron (2002) tarafından “How Creative Are You?” adıyla geliştirilen ve Aksoy (2004) tarafından

“Yaratıcı Düşünme Becerileri Ölçeği” olarak Türkçeye uyarlanan ölçek kullanılmıştır. Toplam 40 maddeden oluşan bu ölçeğin 39 maddesi “Katılıyorum”, “Katılmıyorum” ve “Kararsızım” alternatiflerini içeren üçlü likert tipinde derecelendirme ölçeğidir. Ölçekte yer alan her bir madde en az -2, en çok 4 puan değerindedir (Aksoy, 2004). Puanların toplamı sonucunda ölçekten alınabilecek puan aralığı -18 ile 96 arasında değişmektedir. Ölçeğin 40. sorusu yaratıcılıkla ilgili 54 sıfat sözcüğü içeren dereceleme ölçeğidir ve sıfatların puan değerleri 0 ile 2 arasındadır. Sıfatlara ait puan değerleri de her bir adayın toplam yaratıcılık puanlarına eklenmektedir. Bu puanların eklenmesiyle toplam puan 116’ya ulaşabilmektedir. Ölçeğin değerlendirilmesinde, elde edilen puan aralıklarına göre; 0-9 puan aralığı “yaratıcı değil”, 10-19 puan aralığı “ortalamanın altında yaratıcı”, 20-39 puan “orta”, 40-64 puan “ortalamanın üzerinde yaratıcı”, 65-94 puan aralığı “çok yaratıcı” ve 95-116 puan aralığı ise “olağanüstü yaratıcı olarak” olarak tanımlanmaktadır. Toplam puanların artması, yaratıcılık düzeyinde artış olduğu anlamına gelmektedir (Aksoy, 2004). Bu çalışmada ölçeğin 39 maddesi için hesaplanan iç tutarlılık katsayısı (Cronbach Alfa) .72 olarak bulunmuştur.

Uygulama Süreci

Araştırmaya katılan adaylar 1. sınıf Temel Matematik dersi kapsamında problem kurma ile ilgili temel bilgileri edinmişlerdir. Bu nedenle uygulamalara geçilmeden önce öğretmen adaylarına problem kurma ile ilgili ön bilgileri hatırlatılmıştır. Önceki yıllarda Temel Matematik dersinde yaptıkları uygulamalar üzerinden farklı problem kurma durumları olduğu belirtilerek, bunların fen derslerindeki algoritmik (sayısal) problemler için de kullanılabileceği ve 1.sınıfta aldıkları Genel Kimya ile 2. sınıfta aldıkları Genel Fizik derslerinde çözdükleri algoritmik problemlerin benzerlerini kendilerinin de oluşturulabileceği ifade edilmiştir. Yapılan bu açıklamaların ardından “Yaratıcı Düşünme Becerileri Ölçeği” öntest olarak uygulanmıştır.

Uygulamanın ilk oturumunda, Genel Kimya dersi madde konusunda öğrendikleri kütle, hacim ve yoğunluk kavramaları hatırlatılarak yoğunluk kavramı ile ilgili hacim değerinin hesaplanmasını gerektiren bir problem verilmiş ve bu problemdeki verileri ya da bulunması istenen kavramı değiştirerek kendilerinin bir problem yazmaları istenmiştir. İkinci oturumda ise fizik dersinde öğrendikleri hız kavramına ait hız ve zaman değerlerinin verildiği, yer değiştirme miktarının istendiği ve birim çevirmelerin gerektiği bir problem verilmiştir. Yine bu problemdeki verileri ya da bulunması istenen kavramı değiştirerek kendilerinin bir problem yazmaları istenmiştir. Üçüncü oturumda Genel Kimya dersinde öğrendikleri atom ve kütle numarası ile ilgili hesaplamalar esas alınarak, proton ve elektron sayısı üzerinde yazılı olan bir atom modeli resmi verilmiş ve bununla ilgili bir problem yazmaları istenmiştir. Uygulamanın dördüncü oturumunda Fizik ders konularından kuvvet seçilmiş ve adaylara herhangi bir veri verilmeden bileşke kuvvet konusunda bir problem yazmaları istenmiştir. Böylelikle adayların yapılandırılmış, yarı-yapılandırılmış ve serbest problem

kurma durumlarının tümünü deneyimleri sağlanmıştır. Beşinci ve son oturumda ise adaylardan, istedikleri herhangi bir fizik ya da kimya ders konusunda problem kurmaları istenmiş ve bu oturumun sonunda “Yaratıcı Düşünme Becerileri Ölçeği” sontest olarak uygulanmıştır.

Uygulama sürecindeki her bir oturumda oluşturulan problemler gönüllü öğretmen adayları tarafından sınıf ortamında sunulmuş ve diğer adayların görüşleri de alınarak tartışılmıştır. Oturumlar 40 ile 60 dakikalık sürelerde tamamlanmıştır.

Verilerin Analizi

Verilerin analizinde SPSS 22.0 istatistik programından yararlanılmıştır. Öğretmen adaylarının “Yaratıcı Düşünme Becerileri Ölçeği”ne vermiş oldukları cevaplar bu programa kaydedilerek öncelikle araştırmanın betimsel istatistikleri yapılmıştır. Tablo 1’de verilen değerler dikkate alındığında basıklık ve çarpıklık katsayılarının ± 1 aralığında olduğu görülmektedir. Bu katsayıların ± 2 sınırlarında olması durumunda dağılım normal kabul edileceğinden (George ve Mallery, 2010) araştırma verileri parametrik yöntemlerle değerlendirilmiştir. Sonuçların değerlendirilmesinde 0.05 anlamlılık düzeyi esas alınmıştır.

Tablo 1. *Yaratıcı düşünme becerileri ölçeği öntest-sontest puanları betimsel istatistiği*

Değişkenler	N	\bar{X}	S	Mod	Medyan	Ranj	B.K.	Ç.K.
Öntest	31	37.90	6,75	29	37	24	0.64	-0.25
Sontest	31	40.90	5.88	39	41	21	-0.25	-0.81

Bulgular

Araştırmada elde edilen verilerin değerlendirilmesinde ilk olarak adayların öntestten ve sontestten aldıkları puanların esas alınmasıyla, yaratıcılık gruplarının frekans ve yüzde değerleri hesaplanmıştır. “Yaratıcı Düşünme Becerileri Ölçeği” öntest puanlarına göre yaratıcılık gruplarının frekans ve yüzde değerleri Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Öntest yaratıcılık ölçeğinden alınan puanlara göre sahip olunan yaratıcılık düzeyleri dağılımı

Yaratıcılık Grubu	Puan Aralığı	f	%
Yaratıcı olmayan	10'dan az	-	-
Ortanın altında	10-19	-	-
Orta	20-39	22	71
Ortanın üstünde	40-64	8	25.8
Oldukça yaratıcı	65-94	1	3.2
Olağanüstü yaratıcı	95-116	-	-
Toplam		31	100

Tablo 2'deki değerler incelendiğinde "yaratıcı olmayan" ve "ortanın altında yaratıcı" düzeyde hiçbir adayın yer almadığı görülmektedir. Adayların büyük çoğunluğu (%71'i) orta yaratıcılık düzeyindedir. Araştırmaya katılan adayların yaklaşık %25.8'i "ortanın üzerinde yaratıcı" düzeydedir. Sadece bir adayın öntest puanının "oldukça yaratıcı" düzeyde olduğu görülmektedir.

Adayların sontestten aldıkları puanlara göre yaratıcılık gruplarının frekans ve yüzde değerleri incelendiğinde Tablo 3'de verilen değerlere ulaşılmıştır.

Tablo 3. Sontest yaratıcılık ölçeğinden alınan puanlara göre sahip olunan yaratıcılık düzeyleri dağılımı

Yaratıcılık Grubu	Puan Aralığı	f	%
Yaratıcı olmayan	10'dan az	-	-
Ortanın altında	10-19	-	-
Orta	20-39	17	54.8
Ortanın üstünde	40-64	11	35.5
Oldukça yaratıcı	65-94	3	9.7
Olağanüstü yaratıcı	95-116	-	-
Toplam		31	100

Sontestten alınan yaratıcılık puanlarına göre "orta" yaratıcılık düzeyinde aday sayısının azaldığı, bu adayların yaratıcılık düzeylerinin "ortanın üstü" ve "oldukça yaratıcı" düzeylere yükseldiği görülmektedir. "Orta" yaratıcılık düzeyinde %16.2'lik bir azalma görülürken öntestte %25.8 düzeyinde olan "ortanın üstü" yaratıcılık düzeyi sontestte %35.5'e ve %3,2 olan "oldukça yaratıcı" düzey %9.7'ye yükselmiştir.

Yaratıcılık düzeylerinin belirlenmesinin ardından adayların, öntest ve sontest ortalama puanları ilişkili örneklem t-testi ile karşılaştırılarak yaratıcılık becerilerinde anlamlı bir artış olup olmadığı belirlenmeye çalışılmıştır. t-testi sonuçları Tablo 4'de verilmiştir.

Tablo 4. *Yaratıcılık beceri ölçeği öntest ve sontest ortalamaları ilişkili örneklem t-testi*

Testler	N	\bar{X}	Ss	Sd	t	p*
Öntest	31	37.90	6.75	30	-2.12	0.042
Sontest	31	40.90	5.88			

p* < .05

Tablo 4 incelendiğinde fen öğretimi dersinde öğretmen adayları ile yürütülen problem kurma uygulamaları sonrasında adayların yaratıcılık becerilerinde anlamlı bir artış olduğu tespit edilmiştir [$t_{(30)}=-2.12$, $p<.05$]. Adayların uygulama öncesi ortalama puanları 37.90 iken, uygulama sonrası 40.90'a yükselmiştir. Bu bulgu fen ders konularında yürütülen problem kurma uygulamalarının adayların yaratıcılık becerilerinin gelişmesinde önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir.

Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Matematik öğretiminde problem çözme kadar önemli olan problem kurma yaklaşımı, bir çok ülkede olduğu gibi ülkemizde de matematik programlarında önemle üzerinde durulan temel bir beceridir (National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 2000; Australian Education Council, 1991; Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2018). Yapılan birçok araştırma matematik öğretiminde kullanılan problem kurma yaklaşımının öğrencilerin, problem çözme (Cai ve Cifarelli, 2005; English, 1998; Silver, 1994, 1997; Singer ve Moscovici, 2008, Akay, 2006; Turhan, 2011) ve yaratıcı düşünme becerilerinin (Cai ve Hwang, 2002; Silver, 1994) gelişmesinde etkili olduğu göstermektedir. Yeni bir problemin kurulmasına ya da verilen bir problemlerin yeniden yapılandırılmasına dayalı olan problem kurma yaklaşımı, matematik öğretim programlarında ilkökul düzeyinde dahi yer alırken, aynı matematik derslerinde olduğu gibi sayısal problemleri içeren fen derslerinde hiç dikkate alınmaması oldukça dikkat çekicidir.

Bu görüşler ışığında dayalı olarak bu çalışmada, meslek yaşamlarında hem matematik hem de fen bilimleri öğretim programlarının uygulayıcısı olacak sınıf öğretmenleri adayları ile fen dersi konularında problem kurma çalışmaları yürütülmüş ve bu çalışmaların adayların yaratıcılık becerilerine etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Ulaşılan bulgular yürütülen çalışma sonunda adayların yaratıcılık becerilerinde anlamlı bir artış olduğunu göstermiştir. Elde edilen bu sonuç problem kurma becerisinin, yaratıcı düşünme becerisiyle ilişkili olduğunu ifade eden (Arıkan ve Ünal, 2013; Contreras, 2013; Van Harpen ve Sriraman, 2013) çalışmaları destekler niteliktedir. Ayrıca öğrencilerin bile problem kurma uygulamalarının yaratıcılığı arttırdığı görüşünde (Kartal, 2017) oldukları düşünüldüğünde bu çalışmada ulaşılan sonucun bekleneni karşıladığı ifade edilebilir.

İstatistiksel hesaplamalar adayların yaratıcılık becerilerinde anlamlı bir artış olduğunu göstermiş olsa da öntest ve sontest aritmetik ortalamaları dikkate alındığında 37,9'lık ortalamanın 40,9'a yükseldiği yani ancak %8'lik bir artış sağlanabildiği görülmektedir. Bu sonuç gerçekte çokta beklenen bir artışın sağlanamadığını düşündürülebilir. Bu düşünce Akay'ın (2006) çalışmasında da belirttiği gibi yaratıcılık becerisinin geliştirilebilmesi için uzun döneme ihtiyaç olduğu görüşü ile açıklanabilir. Benzer olarak yaratıcılık becerileri ve problem çözme ile ilgili araştırmalarda bu görüşü destekler niteliktedir. Aksoy'un (2004) yapmış olduğu araştırmaya göre de problem çözmeye dayalı öğrenme yaklaşımı, deney grubu öğrencilerinin yaratıcılık becerilerinin gelişmesinde anlamlı bir farklılık oluşturmamıştır. Öğrencilerin yaratıcılık puanlarında belli bir düzeyde artış kaydedildiyse de deney grubu öğrencilerinin yaratıcılık becerilerinde anlamlı bir fark kaydedilememiştir.

Araştırma bulguları ile adayların puan aralıklarına göre yaratıcılık gruplarındaki frekans ve yüzde değerleri incelendiğinde öntest ve sontest sonuçları arasında büyük bir fark olmadığı görülmektedir. Öntest puan aralıklarına göre "yaratıcı olmayan" ve "ortanın altında yaratıcı" düzeyde hiçbir öğretmen adayının olmadığı bulgusu sontest için de geçerlidir. Yine aynı şekilde öntest ve sontest bulgularına göre "Olağanüstü yaratıcı" düzeyde hiçbir öğretmen adayı bulunmamaktadır. Öntest sonuçlarına göre "orta düzeyde yaratıcı" olan aday sayısı 22 iken sontest sonuçları bu sayının 17 ye düştüğünü göstermektedir. Yaratıcılık düzeyinde artış olan beş adaydan 3'ü yaratıcılığını "ortanın üzerinde" düzeyine taşıırken, 2'si "oldukça yaratıcı" gruba geçmişlerdir. Bu artışta problem kurma uygulamalarının etkili olduğu söylenebilir. Bunun yanı sıra Osborne'nin (2000) yaratıcı düşünme becerilerinin geliştirilmesi üzerine yaptığı çalışmada belirttiği gibi yaratıcılığı geliştirmenin zor olduğu ve bu süreçte birçok etkenin yer aldığı da dikkate alınmalıdır.

Yaratıcılığın geliştirilmesinin zaman alacağı olduğunu savunan görüşlerin yanı sıra bu araştırma elde edilen bulguların öğretmen adaylarının yaratıcılık becerilerinde anlamlı bir artış göstermesi oldukça manidardır. Bu araştırma için asıl anlamlı olan sonuç ise problem kurma yaklaşımının fen öğretiminde de kullanılabileceği ve kullanılması durumunda bireylerin yaratıcı düşünme becerilerinin gelişmesinde etkili olduğudur. Bu ve önceki çalışmalardan elde edilen sonuçlara dayalı olarak *problem kurma yaklaşımının* fen öğretiminde de kullanılmasıyla öğrencilerin "problem çözme beceri"leri ile "üstbiliş farkındalık" larının (Akben, 2018), "akademik başarılarının" (Akben, 2019) ve "yaratıcılık becerilerinin" gelişmesinde önemli bir rolü olduğu ifade edilebilir. Tüm bu sonuçlara dayalı olarak aşağıda sıralanan önerilerin önemli olabileceği düşünülmektedir.

- 1) *Problem kurma yaklaşımına* fen öğretiminde de yer verilmelidir. Bu sayede öğrencilerin fen konularını derinlemesine öğrenmelerine katkı sağlanabileceğine inanılmaktadır.

- 2) *Problem kurma yaklaşımı* farklı fen konularında da uygulanarak, yaklaşım fen öğretimindeki etkisi daha detaylı araştırılmalıdır.
- 3) *Problem kurma yaklaşımının* özellikle öğretmen eğitimde önemli olduğu görüşü doğrultusunda, öğretmen adaylarının lisans eğitimleri sırasında matematik derslerinde olduğu gibi fen derslerinde de bu yöntemin birebir uygulamaları ile karşılaşmaları gerektiği düşünülmektedir. Bu düşünceye dayalı olarak problem kurma yaklaşımına öğretmen yetiştirme programlarının fen bilimleri öğretim derslerinde de yer verilebilir.

Kaynakça

- Akay, H. (2006). *Problem kurma yaklaşımı ile yapılan matematik öğretiminin öğrencilerin akademik başarısı, problem çözme becerisi ve yaratıcılığı üzerindeki etkisinin incelenmesi*. Doktora tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Akben, N. (2018). Effects of the problem-posing approach on students' problem solving skills and metacognitive awareness in science education. *Research in Science Education*, 1-23. DOI:10.1007/s11165-018-9726-7
- Akben, N. (2019). Mol kavramının öğretiminde problem kurma yaklaşımına dayalı problem çözme uygulamaları. *YYÜ Eğitim Fakültesi Dergisi*, 16(1), 79-100. <http://dx.doi.org/10.23891/efdyyu.2019.119>
- Aksoy, B. (2004). *Coğrafya öğretiminde problem dayalı öğrenme yaklaşımı*. Doktora tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Arıkan, E. E. ve Ünal, H. (2013). Problem posing and problem solving ability of students with different socio economics levels. *International Journal Social Science Research*, 2 (2), 16-25.
- Arslan, C., ve Altun, M. (2007). Learning to solve non-routine problems. *Elementary Education Online*, 6(1), 50- 61.
- Australian Education Council (1991). *A national statement on mathematics for Australian schools*. 03.03.2019 tarihinde <http://apo.org.au/taxonomy/term/1028> adresinden erişilmiştir.
- Boujaoude, S., Salloum, S., ve Abd-El-Khalick, F. (2004). Relationships between selective cognitive variables and students' ability to solve chemistry problems. *International Journal of Science Education*, 26, 63 -84.
- Bruning, R.H., Schraw, G.J., Ronning, R.R. ve Glover, J. A. (1995). *Cognitive psychology and instruction*. 15.04.2019 tarihinde https://books.google.com.tr/books/about/Cognitive_psychology_and_instruction.html?id=SXHUAAAAMAAJveredir_esc=y adresinden erişilmiştir.

- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. (2014). *Bilimsel araştırma yöntemleri* (17. baskı). Ankara: Pegem Akademi.
- Cai, J., ve Cifarelli, V. (2005). Exploring mathematical exploration: How two college students formulated and solved their own mathematical problems. *Focus on Learning Problems in Mathematics*, 27(3), 43.
- Cai, J., ve Hwang, S. (2002). Generalized and generative thinking in U.S. and Chine students' mathematical problem solving and problem posing. *Journal of Mathematic Behavior*, 2(1), 401-421.
- Contreras, J. N. (2013). Fostering mathematical creativity through problem posing and modeling using dynamic geometry: Viviani's problem in the classroom. *Journal of Mathematics Education at Teachers College*, 4(2), 66-72.
- Cropley (2008). Creativity in education and learning, A guide for teachers and educators, *British Library Cataloguing in publication data*. 15.06.2019 tarihinde https://books.google.com.tr/books?hl=en&v=1iEQOKNT6vsCveoi=fnd&pg=PR1&veots=nqfwcNdHzDvesig=davd7zMBdW58XsrzoN1PM2pb4v0veredir_esc=y#v=onepage&veqef=false adresinden erişilmiştir.
- English, L. D. (1997). The development of fifth grade children's problem posing abilities. *Educational Studies in Mathematics*, 34, 183 –217.
- English, L. D. (1998). Children's problem posing within formal and informal contexts. *Journal for Research in Mathematics Education*, 29(1), 83–106.
- George, D., ve Mallery, M. (2010). *IBM SPSS statistics 23 step by step: A simple guide and reference* (14th ed.). New York: Routledge.
- Gonzales, N. A. (1994). Problem posing: a neglected component in mathematics courses for prospective elementary and middle school teachers. *School Science and Mathematics*, 94(2), 78–84.
- Herron, J. D. (1996). *The chemistry classroom: formulas for successful teaching*. Washington: American Chemical Society,
- Isbell, R. T. ve Raines S. C. (2003). *Creativity and The Arts with Young Children*. 30.04.2019 tarihinde https://books.google.com.tr/books?hl=en&v=9Y0KAAAAQBAJ&veoi=fnd&pg=PR5&vedq=Creativity+and+The+Arts+with+Young+Children.+Canadaveots=RTHCFVvm5svesig=ZNie-XpU-Mx311tEe7QP56XyDpwveredir_esc=y#v=onepage&veq=Creativity%20and%20The%20Arts%20with%20Young%20Children.%20Canadavef=false adresinden erişilmiştir.

- Işık, C., ve Kar, T. (2012). Sınıf öğretmeni adaylarının problem kurma becerileri. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12(23), 190-214.
- İşleyen, T. ve Küçük, B. (2013). Öğretmen adaylarının yaratıcı düşünme düzeylerinin farklı değişkenler açısından incelenmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 10(21), 199-208.
- Jay, E. S. ve Perkins, D. N., (1997). Problem finding, the search for mechanism, İçinde M. A. Runco (Ed), *The creativity research handbook* (257- 293). Cresskil, NJ: Hampton.
- Karasar, N. (2005) *Bilimsel araştırma yöntemi* (14. Baskı). Ankara: Nobel Yayın Dağıtım
- Kartal, E. (2017). *Dördüncü sınıf öğrencilerinin sembolik, sayısal ve sözel biçimde verilmiş problemleri çözme ve kurma becerilerinin incelenmesi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Osmangazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, Türkiye.
- Kılıç, Ç. (2013). Sınıf öğretmeni adaylarının farklı problem kurma durumlarında sergilemiş oldukları performansın belirlenmesi. *Eğitim Bilimleri: Teori ve Uygulama*, 13(2), 1195- 1211.
- Lowrie, T. (2002). Young children posing problems: The influence of teacher intervention on the type of problems children pose. *Mathematics Education Research Journal*, 14(2), 8798.
- Lin, H. S., Chiu, H. L., ve Chou, C. Y. (2004). Student understanding of the nature of science and their problem solving strategies. *International Journal of Science Education*, 26(1), 101–112.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2018. İlkokul fen bilimleri programı. 01.02.2019 tarihinde <http://mufredat.meb.gov.tr/Dosyalar/201812312311937-FEN%20B%C4%B0L%C4%B0MLER%C4%B0%20C3%96%C4%9ERET%C4%B0M%20PROGRAMI2018.pdf> adresinden erişilmiştir.
- Nakhleh, M. B., ve Mitchell, R. C. (1993). Concept learning versus problem solving: There is a difference. *Journal of Chemical Education*, 70(3), 190–192.
- Nakiboğlu, C., ve Kalın,Ş. (2003). High school students' difficulties about problem solving in chemistry courses I: according to experienced chemistry teachers. *Kastamonu Education Journal*, 11(2), 305–316.
- National Council of Teachers of Mathematics [NCTM] (2000). The principles and standards for school mathematics. 12.03.2019 tarihinde <http://www.nctm.org/Standards-and-Positions/Principles-and-Standards/>. adresinden erişilmiştir.
- Nickerson, R. S. (1999). *Enhancing creativity*. in sternberg, R.-J.: *Handbook of Creativity*. 05.05.2019 tarihinde [https://books.google.com.tr/books?hl=envelr=veid=d1KTEQpQ6vsCveoi=fnndvepg=PA392vedq=Nickerson,+R.+S.+\(1999\).+Enhancing+creativity.+%C4%B1n+sternbergveots=Ft1Z0mvpA_ves](https://books.google.com.tr/books?hl=envelr=veid=d1KTEQpQ6vsCveoi=fnndvepg=PA392vedq=Nickerson,+R.+S.+(1999).+Enhancing+creativity.+%C4%B1n+sternbergveots=Ft1Z0mvpA_ves)

ig=DwaOv6nGpHJ1Zjul7zrZXllokmYveredir_esc=y#v=onepageveq=Nickerson%2C%20R.%20S.%20(1999).%20Enhancing%20creativity.%20%C4%B1n%20sternbergvef=false. adresinden erişilmiştir.

Osborne, R. E. (2000). A model for student success: critical thinking and “at risk” students, *The Journal of Scholarship of Teaching and Learning*, 1(1), 41-47.

Özcan, O. A. (2000). *Algıdan yoruma yaratıcı düşünce*, İstanbul: Avcıol Yayıncılık.

Polya, G. (1957). *How to solve it. A new aspect of mathematical method*. Princeton, NJ: Princeton. 01.03.22019 tarihinde https://notendur.hi.is/hei2/teaching/Polya_HowToSolveIt.pdf adresinden erişilmiştir.

Puncreobutr, V. (2016). Education 4.0: new challenge of learning. *Journal of Humanities and Social Sciences*. 2(2) 92-97.

Reif, F. (1995) Understanding and teaching important scientific thought processes. *American Journal of Physics*, 63, 17 –35.

Shaw, M. P., ve Runco M. A. (1994). *Creativity of affect*. New Jersey: Ablex Publishing Corporation.

Stoyanova, E., ve Ellerton, N. F. (1996). A framework for research into students’ problem posing. İçinde P. Clarkson (Ed.), *Technology in Mathematics Education* (518–525). Melbourne: Mathematics Education Research Group of Australasia.

Tertemiz, N. I., ve Sulak, S. E. (2013). Examination of problem posing skills of fifth grade students in primary education. *Elementary Education Online*, 12(3), 713-729.

Turhan,B. (2011).*Examination of effects of mathematics teaching with problem posing approach on sixth grade students’ problem solving success, problem posing abilities and views towards mathematics*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Anadolu Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Türkiye.

Silver, E. A. (1994). On mathematical problem posing. *For the Learning of Mathematics*, 14(1), 19–28.

Silver, E. A. (1997). Fostering creativity through instruction rich in mathematical problem solving and problem posing. *ZDM*, 29(3), 75–80.

Singer, M., ve Voica, C. (2013). A problem-solving conceptual framework and its implications in designing problem-posing tasks. *Educational Studies in Mathematics.*, 83(1), 9–26.

Singer, F. M., ve Moscovici, H. (2008). Teaching and learning cycles in a constructivist approach to instruction. *Teaching and Teacher Education*. 24(6). 1613-1634. DOI:10.1016/j.tate.2007.12.002.

Soylu, H. (2004). *Fen öğretiminde yeni yaklaşımlar: Keşif yoluyla öğrenme*, Ankara: Nobel Yayın Dağıtım

- Van Harpen, X. Y. ve Sriraman, B. (2013). Creativity and mathematical problem posing: An analysis of high school students' mathematical problem posing in China and the USA. *Educational Studies in Mathematics*, 82(2), 201-221. doi: 10.1007/s10649-012-9419-5.
- Watkins, D., ve Hattie, J. (1985). A longitudinal study of the approaches to learning of Australian tertiary students. *Human Learning*, 4, 127-141.
- Yaman, S. (2003). *Fen bilgisi eğitiminde probleme dayalı öğrenmenin öğrenme ürünlerine etkisi*. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Türkiye.
- Yurdakal, İ. H. (2018). *Yaratıcı okuma çalışmalarının ilkokul 4. sınıfta okuma ve yaratıcı düşünme becerilerini geliştirmeye etkisi*. Doktora Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Türkiye.

<http://kefad.ahievran.edu.tr>

Ahi Evran University Journal of Kırşehir Education Faculty

ISSN: 2147 - 1037

Impact of Problem Posing Approach in Science Education on Creative Thinking Skills

Nimet Akben

DOI:10.29299/kefad.2019.20.03.008

[Article Information](#)

Received:23/02/2019 Revised:20/07/2019 Accepted:17/08/2019

Abstract

In current educational programming, advanced thinking skills are developed and several concepts adopted to contribute to upbringing selective and productive individuals. One of these is an understanding of problem posing. Included even in the primary school math education programs, this is such an approach that students may modify the given problems or form new ones on their own. This concept has been much studied in Mathematics and however is unused in science education which similarly contains algorithmic problems. In the present study, we aim to determine the effects of the applications on creative thinking skills of class teacher candidates and perform problem posing activities in Science Teaching courses with these subjects having background information regarding problem posing in Basic Math classes. In the experiment using one group pretest posttest model, we created different problem posing scenarios with the candidates to evaluate in classroom setting. "Creative Thinking Skills Scale" developed by Whetton and Cameron (2002) and adapted to Turkish by Aksoy (2004) was applied before and after the trials. In this study we compared mean test scores from the sample whose internal consistency coefficient or Cronbach Alfa was computed as .72 and determined a significant increase in their creative thinking skills. Hence, we suggest that using problem posing concept will have impact on personal development of creative thinking skills and should be considered in science education.

Keywords: Problem-posing , Science education , Creative thinking skills

Introduction

In our age when human, machine and information technologies are connected and furthermore decision-making mechanism is left to the machines, emerging technologies and artificial intelligence forms are mentioned each passing day. In such a case, individuals with high-level thinking skills and selective and productive individuals are needed (Puncreobutr, 2016). In order to train individuals with these qualities, in the education process, it is dwelt on improving students' skills such as problem solving, creativity, entrepreneurship and analytical thinking.

Creativity, which is considered as one of the most important cognitive abilities, is defined as the "introduction of new ideas and products by using the acquired knowledge and skills" (Isbell and Raines, 2003), as "identifying ideas, restructuring the problem, identifying possibilities" (Bruning, Schraw and Ronningy, 1995) or as "human's problem solving capacity, the capacity to produce a new and acceptable product" (Nickerson, 1999). Creativity, which is also defined as revealing new and different things by combining the obtained information (Shaw and Runko, 1994), in other words, is to perceive the current problem, to give meaning, to interpret and to harmonize it with their own situation by generalizing (Özcan, 2000).

Creativity covers a process, as it relates to the ability to solve problems, to make decisions and to express oneself (Yurdakal, 2018). In this process, it is necessary to define the problem correctly and limit its scope firstly, and afterwards, it is necessary to present a new product using the appropriate steps. Creative people are also good problem solvers in the same time (Yaman, 2003). Cropley (2008) explains the relationship between creativity and problem-solving as "degree of identification of problems, degree of determination of solutions to problems, and examining the steps of clarity of criteria for recognizing the solution of problems". On the other hand, the stages of the creative problem-solving process are given by Yaman (2003) as in Figure 1.

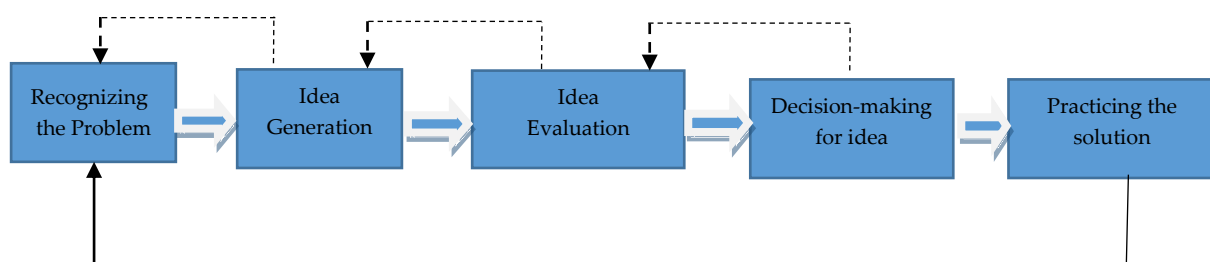


Figure 1. Creative problem-solving process (Yaman, 2003)

When the creative problem-solving process given in Figure 1 is examined, in the "recognizing the problem" stage, which is the first stage, the individual should make sense of the problem with the information he / she has. In the following stages, ideas should be generated for the solution of the

problem, the accuracy of these ideas should be assessed and these ideas should be implemented by deciding which one of them will lead to the right solution. Considering the behaviors defined in the stages, it is seen that these are behaviors that should be used in problem-solving process in mathematics and science courses. In this context, when the problem types and problem-solving stages in science and mathematics courses are investigated, the following brief information was reached:

Problem Types and Solution Stages in Mathematics and Science Education

Mathematical problems are classified under three headings as “closed-ended problems”, “open-ended” problems and “research-projects”. In *closed-ended problems*, the necessary information is included in the problem statement and the correct answer can be found in simple ways. Such problems are divided into two groups as “routine” and “non-routine” problems. Routine (ordinary) problems are questions that are based on learned knowledge or skills and that can be solved with four operations skills. On the other hand, problems that require the organization of data, classification and the ability to see relationships are non-routine (extraordinary) problems (Arslan and Altun 2007). The problems that do not have a single answer, which include problems in daily life and that contain incomplete information and assumptions are *open-ended problems* (Akay, 2006). These problems can be solved without relying on a certain method and they have multiple answers.

Considering the types of problems in science courses, it is seen that these problems are discussed in two general groups: “algorithm (numerical)” and “concept” (Nakiboglu and Kalin, 2003). The types of questions that students do not need to think much and to comment on them are *algorithmic (numerical)* questions. In such problems, students can reach the result by using the formulas they memorized and by doing mathematical operations. Therefore, they are not needed to think and comment on such problems (Lin, Chiu, and Chou, 2004; Nakhleh and Mitchell, 1993). With *conceptual* questions, it is tried to determine how students define and comment the concept (Watkins and Hattie, 1985). Therefore, answering such questions requires in-depth understanding. The fact that the students who succeeded in the exams where algorithmic (numerical) questions are asked could not achieve the same success in the conceptual problems shows that problems can be solved by memorized formulas but this does not mean that the concepts are learned (Nakhleh and Mitchell, 1993). In short, students are able to successfully solve algorithmic problems by memorizing formulas without fully learning scientific concepts. But, on the contrary, students who can realize conceptual learning can use this knowledge successfully in solving algorithmic problems (Nakhleh and Mitchell 1993, Boujaoude, Salloum, and Abd-El-Khalick, 2004). Based on this information, it can be clearly stated to the students that they should be directed to the problems that require them to use the knowledge they have structured in their minds and the problems that require them to use their high-

level thinking skills, not the problems they can answer with the formulas and information they memorize.

The fact that the types of problems described above for mathematics and science disciplines are of similar nature suggests that the problem-solving stages used in both disciplines should be similar. Based on this view, examining the problem-solving stages in mathematics and science disciplines, it is seen that five stages are proposed for the solution of mathematical problems, three or four stages for the solution of science problems. Problem-solving stages in mathematics discipline are five steps in total, four steps from Polya (1957)'s suggestion as to be "understand the problem, make a plan, do the plan and look back" and "problem posing" suggested by Gonzales (1994). However, while the solution stages of science problems are divided into three parts by Reif (1995) as analysis of the problem, making solutions and control; those stages are given in four steps by Herron (1996) as understand the problem, define the problem, make a plan for solution and verify the solution (Figure 2).

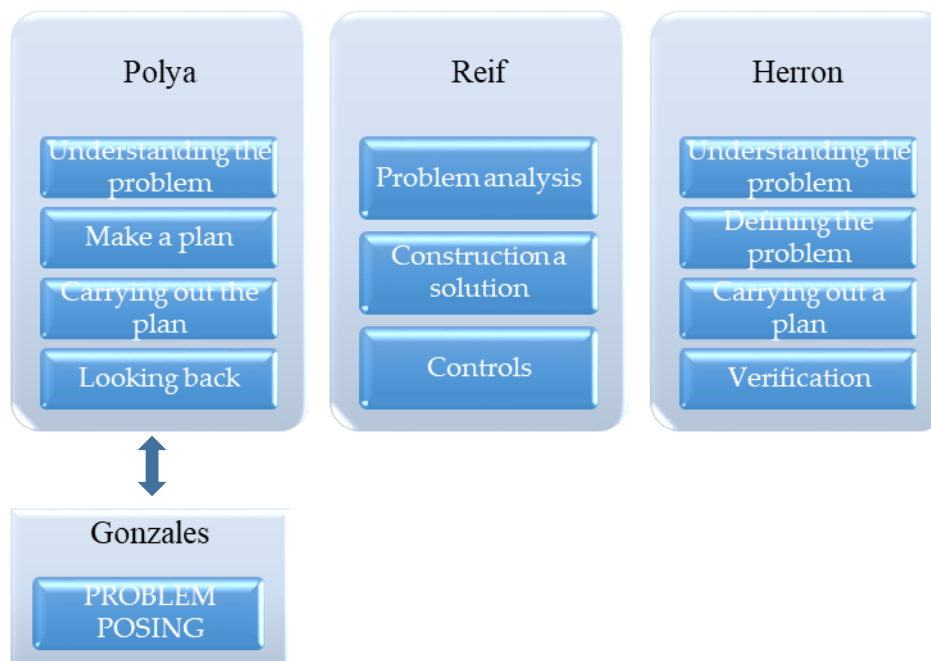


Figure 2. Problem-solving stages in mathematics and science disciplines (Akben, 2018)

When the problem-solving stages in both disciplines are examined, it is seen that the "problem posing" step for mathematics problems is not recommended for science problems, however, the other stages appear to be almost identical. This raises the question of why the problem posing step is not used in science disciplines and of whether the problem posing step can be used. For the answer to this question, firstly, the content of problem posing was investigated and the results briefly explained below are obtained.

Problem Posing

Problem posing, which is defined as creating new problems by making changes on current problems or producing new problems (English, 1997; Silver, 1994), can be applied in three different situations as to be *structured*, *semi-structured* and *unstructured* (Stoyanova and Ellerton; 1996). *Structured problem posing* situations are the situations where different problems are designed on the basis of a solved problem or new problems are modified by editing the data. This problem posing step also includes practices such as changing the result by keeping the data constant. The states of problem posing based on given pictures or problem posing similarly to the given problem are *semi-structured problem posing* status. Problem writing related to special theorems or problem posing consisting of verbal problems are the activities that can be done in case of semi-structured problems. The problem-solving situations, which are simply designed without any given problems and without any limitation, are *unstructured problem posing* situations.

It is known that students' academic achievement increases with problem posing practices carried out in mathematics courses, furthermore, their skills of problem solving, critical thinking and creativity are developed (Akay, 2006; Işık and Kar, 2012; Kılıç, 2013; Tertemiz and Sulak, 2013; Silver, 1994, 2013; Lowrie, 2002). In the light of this information, it is quite remarkable that such an effective approach is used only in mathematics courses to provide many skills needed today. However, this approach should be used in science courses that contain numerical problems just like in the discipline of mathematics. As a matter of fact, as a result of the discovery of this deficiency, at the end of the problem posing practices carried out with physics and chemistry students, it was determined that there was an increase in students' problem solving and metacognition skills (Akben, 2018). Similarly, at the end of the problem posing practices related to mole carried out with the preservice classroom teachers, it was identified that preservice teachers' problem solving and academic successes were increased (Akben, 2019).

Based on the information tried to be briefly explained above, it can be said that individuals with advanced problem solving and creative thinking skills are needed in the present day and problem posing approach used in mathematics courses has an important role in gaining these skills. Additionally, comparing science and mathematics disciplines, it is seen that the same problem solving steps are used in both disciplines, however, the problem posing approach was not taken into account at all in science teaching. This raises the question of what will be the effect of creative thinking skills if problem posing practices are used in science courses. Besides, the fact that problem posing approach has never been used in science courses so far means that preservice teachers who will provide science education to future generations have never experienced these practices in their courses.

Based on these views, in this study, problem solving activities were carried out with preservice classroom teachers who acquire the basic knowledge of problem solving in “Basic Mathematics” course and will be the implementer of science education programs and the effects of these practices on the creative thinking skills of the preservice teachers were tried to be determined.

In accordance with this purpose; the answer to the following question was sought:

- Is problem solving practices based on problem posing effective in developing critical thinking skills of preservice classroom teachers?

Method

In this section, the research design, study group, data collection tool, implementation process and data analysis are included.

Research Design

In this study, problem posing practices were carried out in science courses with preservice classroom teachers who have gained knowledge and experience in mathematics and the effect of these practices on the creative thinking skills of the preservice teachers was tried to be determined. In this experimental study, one group pretest posttest experimental design was used. In this model, which is basically seen as an advantage in determining student levels, since it is possible to observe whether there is a change in the dependent variable (Karasar, 2005), “The Creative Thinking Skills Scale” was applied to the dependent variable of the research as pretest and posttest before and after the study. In order to evaluate the effect of the practice, on the other hand, the difference between the two measurements was examined (Büyüköztürk, Kılıç Çakmak, Akgün, Karadeniz and Demirel, 2014),

Study Group

The participants of the study, formed with purposeful sampling, consist of preservice teachers who are third-grade students in the Division of Classroom Education of a public university in Ankara and who have courses in Science and Technology Teaching Course II. The study was conducted with 31 preservice teachers who are registered to the course. Six of the preservice teachers were male student and twenty-five of them female.

Data Collection Tool

In this study, in determining the creativity levels of preservice teachers, the scale which is developed by Whetton and Cameron (2002) with the name of “How Creative Are You?” and adopted to Turkish by Aksoy (2004) with the name of “Creative Thinking Skills Scale” were used. This scale consists of 40 items in total and is a Three-Point Likert Type scale, 39 items of the scale consist of the options of “Agree”, “Disagree” and “Neutral”. Each item in the scale has a value of at least -2 and at most 4 points (Aksoy, 2004). The range of points that can be obtained from the scale as a result of the total points vary between -18 to 96. The 40th question of the scale is a rating scale that contains 54

adjective words about creativity and the adjective score values are between 0 and 2. Score values of adjectives are also added to the total creativity scores of each preservice teacher. With the addition of these points, the total score can reach 116. In the evaluation of the scale, according to the score ranges obtained; those following values are defined: 0-9 points "not creative", 10-19 points "creative below the average", 20-39 points "average", 40-64 points "creative above the average", 65-94 points "very creative", 95-116 points "extraordinary creative". The increase in total scores means an increase in creativity (Aksoy, 2004). In this study, internal consistency coefficient (Cronbach's alpha) calculated for 39 items of the scale was found to be .72.

Implementation Process

Preservice teachers who participated in the study gained basic knowledge about problem-solving within the scope of first grade Basic Mathematics course. For this reason, preservice teachers were reminded of prior knowledge about problem-solving before the implementation. It was stated that there were different problem-posing situations based on the practices they made in the Basic Mathematics course in the previous years, and that they can also be used for algorithmic (numerical) problems in science courses, and that the algorithmic problems they solved in the General Chemistry courses they took in the first-grade and the General Physics courses they took in the second-grade could be created by themselves. Following these explanations, the "Creative Thinking Skills Scale" was applied as a pretest.

In the first session of the implementation, the concepts of mass, volume and density that they learned about matter in General Chemistry course were reminded, a problem which requires calculation of volume value related to density concept is given and they were asked to write a problem by changing the data in this problem or the concept to be found. In the second session, on the other hand, they were given a problem where the speed and time values of the concept of speed they learned in physics course, the amount of displacement is desired and unit conversions are required is given. Again, they were asked to write a problem by changing the data or the desired concept in this problem. In the third session, the calculations related to atomic and mass numbers learned in General Chemistry course were taken as basis, proton and electron number is written on the picture of an atomic model is given and they were asked to write a problem about it. In the fourth session of the implementation, force has been selected from Physics course subjects, and the preservice teachers were asked to write a problem about the resultant force without giving any data. In this way, the preservice teachers were allowed to experience all of their structured, semi-structured and unstructured problem situations. In the fifth and last session, preservice teachers were asked to pose problem on physics or chemistry and at the end of this session, the "Creative Thinking Skills Scale" was applied as posttest.

Problems, created in each session during the implementation process, were presented by volunteer preservice teachers in classroom environment and a discussion environment was created by taking the opinions of other preservice teachers. The sessions were completed in 40 to 60 minutes.

Data Analysis

SPSS 22.0 statistical program was used to analyze the data. Answers of preservice teachers to the "Creative Thinking Skills Scale" saved in this program and descriptive statistics of the research were done first. When the values given in Table 1 are considered, it is seen that coefficient of kurtosis and coefficient of skewness are within ± 1 range. Since the distribution will be considered normal if these coefficients are within ± 2 limits (George and Mallery, 2010), the research data were evaluated with parametric methods. 0.05 significance level was taken as the basis for the evaluation of the results.

Table 1. *Descriptive statistics of Creative thinking skills scale pretest-posttest scores*

Variants	N	\bar{X}	S	Mod	Median	Ranj	B.K.	Ç.K.
Pretest	31	37.90	,75	29	37	24	0.64	-0.25
Posttest	31	40.90	.88	39	41	21	-0.25	-0.81

Findings

In the evaluation of the data obtained in the research, firstly, the frequency and percentage values of the creativity groups were calculated based on the scores obtained by the preservice teachers from the pretest and posttest. The frequency and percentage values of creativity groups according to pretest scores of "Creative Thinking Skills Scale" are given in Table 2.

Table 2. *Distribution of creativity levels according to the pretest scores of the creativity scale*

Creativity Group	Score Range	f	%
Non-creative	less than 10	-	-
Below-average	10-19	-	-
Average	20-39	22	71
Above-average	40-64	8	25.8
Very creative	65-94	1	3.2
Extraordinary creative	95-116	-	-
Total		31	100

When the values in Table 2 are examined, it is seen that there are no preservice teachers at the levels of "non-creative" and "below-average". The majority (71%) of the preservice teachers are at the

level of average creativity. Approximately 25.8% of the preservice teachers were at the level of “above-average creativity”. It is seen that only one preservice teacher’s pretest score is at the level of “very creative”.

When the frequency and percentage values of the creativity groups are examined according to the scores obtained from the posttest of the preservice teachers, the values given in Table 3 were reached.

Table 3. *Distribution of creativity levels according to the scores obtained from posttest creativity scale*

Creativity Group	Score Range	f	%
Non-creative	Less than 10	-	-
Below-average	10-19	-	-
Average	20-39	17	54.8
Above-average	40-64	11	35.5
Very creative	65-94	3	9.7
Extraordinary creative	95-116	-	-
Total		31	100

It is seen that the number of preservice teachers at the level of “average” creativity decreased according to the creativity scores obtained from the posttest, it is observed that the creativity levels of these preservice teachers increased to the levels of “above-average creative” and “very creative”. While there is a decrease in “average” creativity level with 16.2%, creativity level of “above-average” increased from 25.8% of pretest to 35.5% of posttest and the level of “very creative” increased to the level of 9.7%.

After determining creativity levels, pretest and posttest mean scores of the preservice teachers were compared with related samples t-test, and it was tried to determine whether there is a significant increase in creativity skills. t-test results are given in Table 4.

Table 4. *Sample t-test related to creativity skill scale pretest and posttest averages*

Tests	N	\bar{X}	Ss	Sd	t	p*
Pretest	31	37.90	6.75	30	-2.12	0.042
Posttest	31	40.90	5.88			

p* < .05

When Table 4 is examined, it was found that there was a significant increase in the creativity skills of the preservice teachers after the problem-posing practices carried out with prospective teachers in science teaching course [$t_{(30)}=-2.12, p<.05$]. The mean scores of the applicants before the implementation increased from 37.90 to 40.90 after the practice. This result shows that problem-posing

practices carried out in science course subjects have a significant effect on the development of the creativity skills of the preservice teacher.

Conclusion and Discussion

Problem posing approach, which is as important as problem solving in mathematics teaching is a basic skill which is emphasized in mathematics programs in our country, too (National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 2000; Australian Education Council, 1991; Ministry of National Education [MEB], 2018). Many researches have shown that the problem-posing approach used in mathematics teaching is effective in the development of students' problem solving (Cai and Cifarelli, 2005; English, 1998; Silver, 1994, 1997; Singer and Moscovici, 2008, Akay, 2006; Turhan, 2011) and creative thinking skills (Cai and Hwang, 2002; Silver, 1994). While the problem-solving approach, which is based on the establishment of a new problem or the restructuring of a given problem, takes place even at elementary school level in mathematics curricula, it is noteworthy that it is not taken into consideration in science courses that contain numerical problems just like in mathematics courses.

Based on these opinions, in this research, studies were conducted with preservice classroom teachers, who will be the implementers of both mathematics and science curricula, about problem solving in science subjects and the effects of these studies on the creativity skills of the preservice teachers were tried to be determined. The results obtained showed that there was a significant increase in the creativity skills of the preservice teachers. This result supports studies (Arıkan and Ünal, 2013; Contreras, 2013; Van Harpen and Sriraman, 2013) that state that problem-posing skills are related to creative thinking skills. Moreover, considering that even students think that problem-solving practices increase creativity (Kartal, 2017), it can be stated that the result reached in this study meets the expectation.

Although statistical calculations showed a significant increase in the creativity of the preservice teachers, when the arithmetic means of pretest and posttest are taken into consideration, it is seen that the average of 37.9 has increased to 40.9, which means that only an 8% of increase can be achieved. This result may suggest that an expected increase is not actually achieved. This idea, as Akay (2006) stated in his study, can be explained by the view that to develop creativity a long term is needed. Similarly, research on creativity skills and problem solving supports this view. According to the study of Aksoy (2004), problem-solving based learning approach did not create a significant difference in the development of creativity skills of experimental group students. Although the creativity scores of the students increased at a certain level, there was no significant difference in the creativity of experimental group students.

When the research results and the frequency and percentage values of the creativity groups according to the score ranges of the preservice teachers were examined, it is seen that there was no significant difference between pretest and posttest results. According to pretest score ranges, the result that there were no preservice teachers at the “non-creative” and “below-average” creativity level is also valid for the posttest. Again, likewise, according to the pretest and posttest results, there were no preservice teachers at the “extraordinary creative” level. According to the pretest results, while the number of preservice teachers at the “average” level is 22, the posttest results show that this number dropped to 17. While three out of five preservice teachers with increased creativity take their creativity to the “above-average” level, two of them increased to the group of “very creative”. It can be said that problem-posing practices are effective in this increase. And besides, as Osborne (2000) stated in his study on the development of creative thinking skills, it should be noted that it is difficult to develop creativity and there are many factors involved in this process.

In addition to the arguments that development of creativity will take time, it is significant that the results obtained with this research showed a significant increase in the creativity skills of preservice teachers. The main meaningful result for this research is, on the other hand, is the fact that the problem-posing approach can be used in science teaching and that it is effective in the development of creative thinking skills of individuals. Based on the results obtained from this and previous studies, by using *problem-posing approach* also in science teaching, it can be stated that students' “problem solving skills” and “metacognition awareness” (Akben, 2018) play an important role in the development of their “academic achievement” (Akben, 2019) and “creativity skills”. Based on these results, it is thought that the recommendations listed below may be important.

- 1) *Problem-posing approach* should be included in science teaching, too. It is believed that students can contribute to the in-depth learning of science subjects in this way.
- 2) The impact of the approach on science teaching should be investigated in more detail by applying the *problem-posing approach* in different science subjects, too.
- 3) In line with the view that *problem-posing approach* is important particularly in teacher education, it is thought that preservice teachers should meet a direct implementation of this method in science courses as in mathematics course during their undergraduate education. Based on this idea, the problem-posing approach can also be included in science teaching courses of teacher training programs.

References

- Akay, H. (2006). *Problem kurma yaklaşımı ile yapılan matematik öğretiminin öğrencilerin akademik başarısı, problem çözme becerisi ve yaratıcılığı üzerindeki etkisinin incelenmesi*. Doktora tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Akben, N. (2018). Effects of the problem-posing approach on students' problem solving skills and metacognitive awareness in science education. *Research in Science Education*, 1-23. DOI:10.1007/s11165-018-9726-7
- Akben, N. (2019). Mol kavramının öğretiminde problem kurma yaklaşımına dayalı problem çözme uygulamaları. *YYÜ Eğitim Fakültesi Dergisi*, 16(1), 79-100. <http://dx.doi.org/10.23891/efdyyu.2019.119>
- Aksoy, B. (2004). *Coğrafya öğretiminde problem dayalı öğrenme yaklaşımı*. Doktora tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Arkan, E. E. ve Ünal, H. (2013). Problem posing and problem solving ability of students with different socio economics levels. *International Journal Social Science Research*, 2 (2), 16-25. <http://dergipark.org.tr/ijssresearch/issue/32876/365290>.
- Arslan, C., and Altun, M. (2007). Learning to solve non-routine problems. *Elementary Education Online*, 6(1), 50– 61.
- Australian Education Council (1991). *A national statement on mathematics for Australian schools*. 03.03.2019 tarihinde <http://apo.org.au/taxonomy/term/1028> adresinden erişilmiştir.
- Boujaoude, S., Salloum, S., and Abd-El-Khalick, F. (2004). Relationships between selective cognitive variables and students' ability to solve chemistry problems. *International Journal of Science Education*, 26, 63 –84.
- Bruning, R.H., Schraw, G.J., Ronning, R.R. ve Glover, J. A. (1995). *Cognitive psychology and instruction*. 15.04.2019 tarihinde https://books.google.com.tr/books/about/Cognitive_psychology_and_instruction.html?id=SXHuAAAAMAAJ&redir_esc=y adresinden erişilmiştir.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. (2014). *Bilimsel araştırma yöntemleri* (17. baskı). Ankara: Pegem Akademi.
- Cai, J., and Cifarelli, V. (2005). Exploring mathematical exploration: How two college students formulated and solved their own mathematical problems. *Focus on Learning Problems in Mathematics*, 27(3), 43.

- Cai, J., & Hwang, S. (2002). Generalized and generative thinking in U.S. and Chine students' mathematical problem solving and problem posing. *Journal of Mathematic Behavior*, 2(1), 401-421.
- Contreras, J. N. (2013). Fostering mathematical creativity through problem posing and modeling using dynamic geometry: Viviani's problem in the classroom. *Journal of Mathematics Education at Teachers College*, 4(2), 66-72.
- Cropley (2008). Creativity in education and learning, A guide for teachers and educators, *British Library Cataloguing in publication data*. 15.06.2019 tarihinde https://books.google.com.tr/books?hl=en&lr=&id=1iEQOKNT6vsC&oi=fnd&pg=PR1&ots=nqfwcNdHzD&sig=davd7zMBdW58XsrzoN1PM2pb4v0&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false adresinden erişilmiştir.
- English, L. D. (1997). The development of fifth grade children's problem posing abilities. *Educational Studies in Mathematics*, 34, 183–217.
- English, L. D. (1998). Children's problem posing within formal and informal contexts. *Journal for Research in Mathematics Education*, 29(1), 83–106.
- George, D., and Mallery, M. (2010). *IBM SPSS statistics 23 step by step: A simple guide and reference* (14th ed.). New York: Routledge.
- Gonzales, N. A. (1994). Problem posing: a neglected component in mathematics courses for prospective elementary and middle school teachers. *School Science and Mathematics*, 94(2), 78–84.
- Herron, J. D. (1996). *The chemistry classroom: formulas for successful teaching*. Washington: American Chemical Society,
- Isbell, R. T. ve Raines S. C. (2003). *Creativity and The Arts with Young Children*. 30.04.2019 tarihinde https://books.google.com.tr/books?hl=en&lr=&id=9Y0KAAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR5&dq=Creativity+and+The+Arts+with+Young+Children.+Canada&ots=RTHCFVVM5s&sig=ZNIE-XpU-Mx311tEe7QP56XyDpw&redir_esc=y#v=onepage&q=Creativity%20and%20The%20Arts%20with%20Yong%20Children.%20Canada&f=false adresinden erişilmiştir.
- Işık, C., and Kar, T. (2012). Sınıf öğretmeni adaylarının problem kurma becerileri. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 12(23), 190-214.
- Jay, E. S. ve Perkins, D. N., (1997). Problem finding, the search for mechanism, İçinde M. A. Runco (Ed), *The creativity research handbook* (257- 293). Cresskil, NJ: Hampton.
- Karasar, N. (2005) *Bilimsel araştırma yöntemi* (14. Baskı). Ankara: Nobel Yayın Dağıtım

- Kartal, E. (2017). *Dördüncü sınıf öğrencilerinin sembolik, sayısal ve sözel biçimde verilmiş problemleri çözme ve kurma becerilerinin incelenmesi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Osmangazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, Türkiye.
- Kılıç, Ç. (2013). Sınıf öğretmeni adaylarının farklı problem kurma durumlarında sergilemiş oldukları performansın belirlenmesi. *Eğitim Bilimleri: Teori ve Uygulama*, 13(2), 1195- 1211.
- Lowrie, T. (2002). Young children posing problems: The influence of teacher intervention on the type of problems children pose. *Mathematics Education Research Journal*, 14(2), 8798.
- Lin, H. S., Chiu, H. L., and Chou, C. Y. (2004). Student understanding of the nature of science and their problem solving strategies. *International Journal of Science Education*, 26(1), 101–112.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2018. İlkokul fen bilimleri programı. 01.02.2019 tarihinde <http://ttkb.MEB.gov.tr> adresinden erişilmiştir.
- Nakhleh, M. B., and Mitchell, R. C. (1993). Concept learning versus problem solving: there is a difference. *Journal of Chemical Education*, 70(3), 190–192.
- Nakiboğlu, C., and Kalın,Ş. (2003). High school students' difficulties about problem solving in chemistry courses I: according to experienced chemistry teachers. *Kastamonu Education Journal*, 11(2), 305–316.
- National Council of Teachers of Mathematics [NCTM] (2000). The principles and standards for school mathematics. 12.03.2019 tarihinde <http://www.nctm.org/Standards-and-Positions/Principles-and-Standards/>. adresinden erişilmiştir.
- Nickerson, R. S. (1999). *Enhancing creativity*. in sternberg, R.-J.: *Handbook of Creativity*. 05.05.2019 tarihinde [https://books.google.com.tr/books?hl=en&lr=&id=d1KTEQpQ6vsC&oi=fnd&pg=PA392&dq=Nickerson,+R.+S.+\(1999\).+Enhancing+creativity.+%C4%B1n+sternberg&ots=Ft1Z0mvpA_&sig=DwaOv6nGpHJ1Zjul7zrZXllokMY&redir_esc=y#v=onepage&q=Nickerson%2C%20R.%20S.%20\(1999\).%20Enhancing%20creativity.%20%C4%B1n%20sternberg&f=false](https://books.google.com.tr/books?hl=en&lr=&id=d1KTEQpQ6vsC&oi=fnd&pg=PA392&dq=Nickerson,+R.+S.+(1999).+Enhancing+creativity.+%C4%B1n+sternberg&ots=Ft1Z0mvpA_&sig=DwaOv6nGpHJ1Zjul7zrZXllokMY&redir_esc=y#v=onepage&q=Nickerson%2C%20R.%20S.%20(1999).%20Enhancing%20creativity.%20%C4%B1n%20sternberg&f=false) adresinden erişilmiştir.
- Osborne, R. E. (2000). A model for student success: critical thinking and “at risk” students, *The Journal of Scholarship of Teaching and Learning*, 1(1), 41-47.
- Özcan, O. A. (2000). *Algıdan yoruma yaratıcı düşünce*, İstanbul: Avcıol Yayıncılık.
- Polya, G. (1957). *How to solve it. A new aspect of mathematical method*. Princeton, NJ: Princeton. 01.03.2019 tarihinde https://notendur.hi.is/hei2/teaching/Polya_HowToSolveIt.pdf. adresinden erişilmiştir.

- Puncreobutr, V. (2016). Education 4.0: new challenge of learning. *Journal of Humanities and Social Sciences*, 2(2) 92-97.
- Reif, F. (1995) Understanding and teaching important scientific thought processes. *American Journal of Physics*, 63, 17 –35.
- Shaw, M. P., and Runco M. A. (1994). *Creativity of affect*. New Jersey: Ablex Publishing Corporation.
- Stoyanova, E., and Ellerton, N. F. (1996). A framework for research into students' problem posing. İçinde P. Clarkson (Ed.), *Technology in Mathematics Education* (518–525). Melbourne: Mathematics Education Research Group of Australasia.
- Tertemiz, N. I., and Sulak, S. E. (2013). Examination of problem posing skills of fifth grade students in primary education. *Elementary Education Online*, 12(3), 713-729.
- Turhan,B. (2011).*Examination of effects of mathematics teaching with problem posing approach on sixth grade students' problem solving success, problem posing abilities and views towards mathematics*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Anadolu Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Türkiye.
- Silver, E. A. (1994). On mathematical problem posing. *For the Learning of Mathematics*, 14(1), 19–28.
- Silver, E. A. (1997). Fostering creativity through instruction rich in mathematical problem solving and problem posing. *ZDM*, 29(3), 75–80.
- Singer, M., and Voica, C. (2013). A problem-solving conceptual framework and its implications in designing problem-posing tasks. *Educational Studies in Mathematics.*, 83(1), 9–26.
- Van Harpen, X. Y. ve Sriraman, B. (2013). Creativity and mathematical problem posing: An analysis of high school students' mathematical problem posing in China and the USA. *Educational Studies in Mathematics*, 82(2), 201-221. doi: 10.1007/s10649-012-9419-5.
- Watkins, D., and Hattie, J. (1985). A longitudinal study of the approaches to learning of Australian tertiary students. *Human Learning*, 4, 127–141.
- Yaman, S. (2003)*Efen bilgisi eğitiminde probleme dayalı öğrenmenin öğrenme ürünlerine etkisi*. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, eğitim Bilimleri Enstitüsü, Türkiye.
- Yurdakal, İ. H. (2018). *Yaratıcı okuma çalışmalarının ilkokul 4. sınıfta okuma ve yaratıcı düşünme becerilerini geliştirmeye etkisi*. Doktora Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Türkiye.