

## Mol Kavramının Öğretiminde Problem Kurma Yaklaşımına Dayalı Problem Çözme Uygulamaları

Nimet AKBEN\*

**Öz:** Son yıllarda geliştirilen fen ve matematik öğretim programları incelendiğinde, bu dersler için problem çözme ve sayısal sonuçlara ulaşma gibi ortak hedeflerin benimsendiği görülmektedir. Bu hedeflere ulaşmada temel alınan öğretim yaklaşımları karşılaştırıldığında ise matematik öğretiminde önemli bir yere sahip olan problem kurma yaklaşımına fen öğretiminde hiç yer verilmediği ortaya çıkmıştır. Matematik öğretimindeki uygulamalarında, problem çözme becerisinin gelişmesinde ve akademik başarının artmasında etkili olduğu bilinen problem kurma yaklaşımının, fen öğretiminde hiç yer almaması oldukça dikkat çekicidir. Bu amaçla bu çalışmada kimya dersi mol kavramı öğretiminde problem kurmaya dayalı problem çözme çalışmaları yürütülmüş ve bu yaklaşımın adayların problem çözme becerilerine ve akademik başarılarına etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Araştırma 2016-2017 eğitim-öğretim yılında sınıf öğretmenliği anabilim dalında öğrenim gören 83 öğretmen adayı ile yürütülmüştür. Öntest-sontest yarı deneysel modelin kullanıldığı çalışmada 42 öğretmen adayı deney grubunu, 41 aday ise kontrol grubunu oluşturmuştur. Deney grubu ile mol kavramı öğretim sürecinde problem kurma ve çözme çalışmaları yürütülürken kontrol grubu ile yalnızca problem çözme çalışmaları yapılmıştır. Çalışma sonunda her iki gruba uygulanan akademik başarı testi ve problem çözme envanteri sonuçları problem kurmaya dayalı problem çözme uygulamalarının, öğretmen adaylarının hem problem çözme becerilerinin hem de akademik başarılarının artmasında etkili olduğu göstermiştir. Bu bulgulara dayalı olarak, matematik öğretiminde etkili olduğu bilinen problem kurma yaklaşımının, fen öğretiminde de kullanılarak gelecek nesillere, fen konularındaki problemleri analiz edebilme fırsatının verilmesi gerektiği söylenebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Kimya Eğitimi, Mol kavramı, Problem kurma, Problem çözme becerileri, Sınıf öğretmen adayları

\*Öğr. Gör. Dr. Ankara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Fakültesi, Temel Eğitim Bölümü, Email: [nakben@ankara.edu.tr](mailto:nakben@ankara.edu.tr)  
Orcid No: 0000-0002-2346-0494

## Problem Solving Practices Based on Problem Posing Approach in Teaching the Mole Concept

**Abstract:** A review of the science and mathematics teaching programs developed in recent years shows that common goals such as problem solving and attaining numeric results are adopted. A comparison of the teaching approaches adopted in achieving these goals, on the other hand, shows that the problem posing approach, which is considered important in mathematics teaching is not used at all in science teaching. It is quite remarkable to see that problem posing approach that is known to be very effective in mathematics teaching practices, developing problem solving skills and increasing academic success is not used at all in science teaching. Therefore, the present study aims to identify the effects of this approach on students' achievements in mole concept and students' problem solving abilities by performing problem solving practices based on problem posing in teaching the mole concept in the chemistry class. The research was conducted with 83 teacher candidates studying at the primary education program during the 2016-2017 academic year. In the study, the pretest-posttest quasi-experimental design was used, and the experimental group was comprised of 42 candidates, while the control group was comprised of 41 teacher candidates. While problem posing and solving practices were performed with the experimental group in the mole concept, only problem-solving practices were performed with the control group. At the end of the study, academic achievement test and problem solving inventory applied in both groups showed that problem solving based problem solving practices were effective in increasing both teacher candidates' problem solving skills and academic success. Based on these findings, the problem-solving approach, which is known to be effective in mathematics teaching, may be suggested to be used in science teaching to give the future generations the opportunity to analyse the science problems.

**Keywords:** Chemistry education, Mole concept, Pretest-posttest quasiexperimental design, Problem posing, Problem solving skills.

### Giriş

Son yıllarda, fen ve matematik disiplinlerinin birbiriyle yakından ilişkili olduğu sıklıkla vurgulanmakta ve geliştirilen programlarda iki disiplinin ortak uygulanmalarının öneminden söz edilmektedir (National Research Council [NRC], 2012; Next Generations Science Standards [NGSS], 2013). Özellikle günümüzde, sadece matematik ve fen disiplinleri değil bu disiplinlerin uygulama alanı olan teknoloji ve mühendislik alanları da bir arada ele alınarak fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) eğitimini temel alan programlar

geliştirilmiştir. Araştırma temelli yenilikçi stratejileri benimseyen FeTeMM eğitimi çerçevesinde matematik ve fen alanlarının birbiri ile ilişkisi vurgulanmakta ve K-12 düzeyinde problem çözme ve sayısal sonuçlara ulaşma gibi süreçlerde matematik ve fen ders içeriklerinin kesiştiği ifade edilmektedir (NRC, 2011, 2012; NGSS, 2013). İki disiplinde de problem çözme süreç ve düşünme becerilerinin temel alınarak, günlük yaşam problemlerini çözebilecek beceriye sahip bireyler yetiştirilmesinin hedeflenmesi (National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 2000; NRC, 2012; NGSS, 2013; Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2013a; b), bu disiplinlerde kullanılan öğretim yöntemlerinin karşılaştırılması gerektiğini düşündürmektedir. Bu düşünceden yola çıkılarak araştırmada öncelikle fen ve matematik disiplinlerindeki problem türleri ve problem çözme yöntemleri araştırılmıştır.

## Teorik Çerçeve

### Matematik ve fen eğitimde problem türleri ve problem çözme

Rutin problemlerden, düşünme süreçlerinin kullanıldığı açık uçlu sorulara kadar çeşitlilik gösteren matematiksel problemler; *kapalı uçlu problemler*, *açık uçlu problemler* ve *araştırmalar-projeler* olmak üzere üç genel başlıkta sınıflandırılmaktadır (Akay, 2006). Aşağıda, çalışma kapsamında olan kapalı ve açık uçlu problemler hakkında kısaca bilgi verilmiştir:

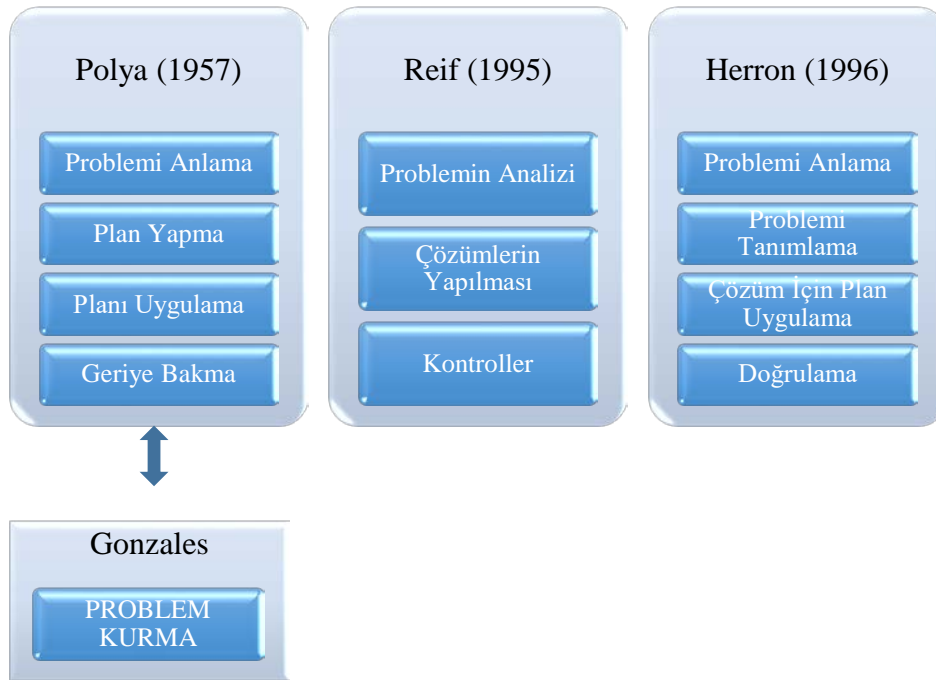
*Kapalı uçlu problemler.* Doğru cevabın basit yollarla belirlenebildiği, gerekli bilgilerin problem ifadesinde verildiği problem türleridir. Bu tür problemlerde kendi içinde “rutin” ve “rutin olmayan” problemler olarak ikiye ayrılır. Alıştırma denebilecek düzeyde olan, öğrenilmiş bir olgu ya da becerinin doğrudan uygulamasına dayalı ve dört işlem becerisi ile çözülebilecek türdeki sorular rutin (sıradan) problemlerdir. Sadece işlem becerisi ile çözülemeyen, verilerin organize edilmesini, sınıflandırılmasını ve ilişkileri görme becerisini de gerektiren problem türleri ise rutin olmayan (sıra dışı) problemlerdir. Bu tür soruların çözümünde doğru sonucu bulmaktan çok, sonucun elde edilmesinde kullanılan yaklaşımlar ve sonuca yönelik yapılan mantıksal tahminler daha önemlidir.

*Açık uçlu problemler.* Tek bir cevabı olmayan, günlük yaşamdaki problemleri kapsayan, eksik bilgi ve kabuller içeren problemlerdir. Bu problemlerin çözümü için belli bir yöntem yoktur; problemler farklı yollarla çözülebilir ve olası birçok cevabı vardır. Öğrencilerin yaratıcılıklarının ve hayal güçlerinin gelişmesine yardımcı olur.

Fen derslerindeki problem türleri incelendiğinde ise bunların çoğunlukla “algoritma” veya “kavram” ağırlıklı olmak üzere iki genel grupta toplandığı görülmektedir (Nakiboğlu ve Kalın 2003). Formüllerin uygulanmasını ve sayısal işlemlerin yapılmasını gerektiren sorular

algoritmik diğer adıyla matematiksel problem türleridir. Bu problem türünde öğrenciler fazla düşünmeye ve yoruma gerek duymadan ezberledikleri denklem ve formüllerle sorunun cevabına ulaşabilmektedirler (Yenilmez ve Yaşa, 2008). Kavramsal problem türleri ise, öğrencilerin kavramı nasıl tanımladığını ve yorumladığını belirlemeye yönelik sorulardır (Watkins & Hattie, 1985). Bu soru türleri matematiksel problemlere göre daha derinlemesine bir anlamının olmasına gerektirmektedir.

Matematik ve fen disiplinleri için incelenen problem türlerinin benzer niteliklere sahip olması, iki disiplinde kullanılan problem çözme basamaklarının da benzer süreçleri içermesini gerektiğini düşündürmektedir. Bu amaçla matematik ve fen alanlarında yapılan araştırmada, matematik problemlerinin çözümü için Polya (1957, akt. Akben, 2018)'nın, *problemi anlama, plan kurma, planı uygulama ve geriye bakma* olmak üzere dört basamak önerdiği görülmektedir. 1994 yılında Gonzales'in (akt. Akben, 2018) bu basamaklara *problem kurma*'yı da eklemesiyle matematik problemlerinin çözümünde beş basamak belirlenmiştir. Fen bilimlerine özgü problem çözme basamakları Reif (1995, akt. Akben, 2018) tarafından *problemin analizi, çözümlerin yapılması, kontroller* olmak üzere üç; Herron (1996, akt. Akben, 2018) tarafından da *problemi anlama, problemi tanımlama, çözüm için bir plan uygulama ve doğrulama* olacak şekilde dört basamakta verilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Matematik ve fen disiplinlerinde problem çözme basamakları (Akben, 2018).

Yapılan literatür taraması problem çözümede “*problemi anlama – çözüm için bir plan geliştirerek uygulama – sonucu kontrol etme*” basamaklarının hem matematik hem de fen

alanlarında ortak olduğunu göstermektedir. Bu paralelliğe rağmen matematik disiplininde yer alan *problem kurma* basamağından fen disiplinlerinde hiç söz edilmemektedir. Bu durum, fen ve matematik disiplinlerinin ortak problem çözme basamaklarını benimsedikleri halde *problem kurma sürecinin fen öğretimde neden yer almadığı?* sorusunu akla getirmektedir. Bu sorunun cevabı için öncelikle problem kurmanın içeriği araştırılmış ve aşağıda kısaca açıklanan bilgilere ulaşılmıştır.

### **Problem kurma nedir?**

Problem çözenin bir boyutu olan problem kurma yaklaşımı, yeni problem üretme veya var olan problemler üzerinde değişiklik yapılarak yeni problemler oluşturma olarak tanımlanmaktadır (English, 1997; Silver,1994). Verilen problem türüne göre problem kurma çalışmaları *yapılandırılmış, yarı-yapılandırılmış ve serbest* olmak üzere üç farklı durumda uygulanabilmektedir (Stoyanova ve Ellerton;1996).

**Yapılandırılmış problem kurma durumları:** Özel bir probleme dayalı olarak yürütülen problem kurma etkinliğidir. Çözülen bir problem esas alınarak bundan farklı problemler kurulduğu ya da verilerin değiştirilerek yeni problemlerin düzenlendiği veya verilerin sabit tutularak sonucun değiştirildiği problem kurma durumudur.

**Yarı-yapılandırılmış problem kurma durumları:** Öğrencilere açık uçlu bir durumun verilerek, onlardan bilgi, beceri ve deneyimlerini kullanarak problem kurmalarının istendiği durumlardır. Yarı yapılandırılmış problem durumları; açık-uçlu problemler (matematiksel araştırmalar), verilen problemlere benzer problemler, benzer durumdaki problemler, çok özel teoremlerle ilgili problemler, verilen resimlerden çıkartılan problemler ve sözel problemlerden oluşmaktadır.

**Serbest problem kurma durumları:** Günlük yaşamla ilgili bir durumun verilerek öğrencilerden problem kurulmasının istenmesidir. Bu etkinliklerde öğrencilere problem verilmez. Sınırlandırma olmaksızın, basitçe tasarlanan ya da doğal duruma uygun problem kurmaları istenir.

### **Araştırmanın Önemi**

Ülkemizde, Amerika Bileşik Devletleri, Avustralya, Çin ve İngiltere gibi dünyanın birçok ülkesinde matematik ve fen öğretiminin temel hedefi “*öğrendiği bilgileri kullanabilen, yeni bilgiler üreten ve problem çözme becerisi gelişmiş bireyler yetiştirilmesi*”dir. Bu niteliklere sahip bireylerin yetiştirilmesinde etkili olacağı düşünülen ve matematik öğretiminde yaygın kullanılan problem kurma yaklaşımının (Australian Education Council, 1991; Senior Secondary Mathematics Curriculum Standards [SSMCS], 2003; Cai ve Nie, 2007) fen alan derslerinde hiç kullanılmaması oldukça dikkat çekicidir. Alan yazında yapılan araştırmalar, problem kurma yaklaşımının matematik eğitiminde etkin bir role sahip olduğunu göstermiştir. Problem kurma yaklaşımı öğrencilerin akademik başarılarının artmasında ve eleştirel düşünme becerilerinin, yaratıcılıklarının ve problem çözme becerilerinin gelişmesinde etkili olduğunu

göstermektedir (Akay, 2006; Işık ve Kar, 2012; Kılıç, 2013; Tertemiz ve Sulak, 2013; Silver, 1994, 2013; Lowrie, 2002).

Ulaşılan bu bilgilere dayanarak matematik ve fen disiplinlerinin birbiri ile yakından ilişkili olduğu, bu bağlamda ortak hedefler içerdikleri ve matematiksel problemlerin çözümünde aynı çözüm yollarını benimsedikleri söylenebilir (Akben, 2018). İki disipline ait bu ortak noktaların bu denli açık olarak bilinmesine ve matematik disiplinindeki birçok araştırma ile olumlu etkilerinin belirlenmesine rağmen *problem kurma yaklaşımının* fen derslerindeki matematiksel problemler için kullanılmaması bir eksikliklerdir. Bu nedenle *problem kurma yaklaşımının* fen alanı derslerindeki matematiksel problemler için de kullanılması gerektiği düşünülmektedir.

### **Araştırmanın Amacı**

Problem kurma yaklaşımının, fen alanlarında kullanılan matematiksel problemlerdeki etkisini belirlemek amacıyla yürütülen bu çalışmada genel kimya dersi kapsamında problem kurma uygulamaları gerçekleştirilmiş ve bu uygulamaların, öğrencilerin problem çözme becerilerine ve akademik başarılarına etkisi araştırılmaya çalışılmıştır. Bu amaçla ilk olarak problem kurma uygulamalarının gerçekleştirileceği bir kimya ders konusu araştırılmış, bu konunun özellikle matematiksel problemler içermesine ve güç öğrenilen bir kimya konusu olmasına özen gösterilmiştir. Alanyazında yapılan araştırmalar sonunda, mol kavramında madde miktarı, Avogadro sayısı ve hesaplamalarla ilgili kavramsal yanlışların yaygın olduğu (Krishnan ve Howe, 1994; Padilla ve Furio-Mas, 2007), bu yanlışların giderilmesinde ve kavramsal değişimin sağlanmasında geleneksel öğretim yöntemlerinin etkili olmadığı (Özmen, 2004) belirlendiğinden bu çalışmada mol kavramı seçilerek aşağıdaki araştırma sorularına cevap aranmıştır.

1. Problem kurmaya dayalı problem çözme uygulamaları, sınıf öğretmeni adaylarının mol kavramındaki problem çözme becerilerinde etkili midir?
2. Problem kurmaya dayalı problem çözme uygulamaları, sınıf öğretmeni adaylarının mol kavramındaki akademik başarılarında etkili midir?

## **Yöntem**

### **Araştırma Modeli ve Katılımcılar**

Problem kurma temelli problem çözme uygulamalarının, öğretmen adaylarının problem çözme becerilerine ve kimya dersi mol konusundaki akademik başarılarına etkisinin belirlenmeye çalışıldığı bu çalışmada yarı deneysel model kullanılmıştır. Araştırma sorularına cevap bulabilmek için Problem Çözme Envanteri öntest ve sontest olarak, akademik başarı ölçeği ise sontest olarak uygulanmıştır. Araştırmanın deneysel deseni Tablo 1’de verilmiştir.

**Tablo 1.** Araştırmanın Deneysel Deseni

Gruplar	Ön Testler	Süreç	Son Testler
Deney	Problem Çözme Envanteri	Mol konusu ile ilgili problem kurma temelli problem çözme uygulamaları	Problem Çözme Envanteri Akademik Başarı Testi
Kontrol	Problem Çözme Envanteri	Mol konusu ile ilgili problem çözme uygulamaları	Problem Çözme Envanteri Akademik Başarı Testi

Araştırmanın katılımcılarını, 2016-2017 eğitim-öğretim yılında Ankara'daki bir devlet üniversitesinin Sınıf Öğretmenliği Anabilim Dalının 1.sınıfında öğrenim gören ve genel kimya dersini alan öğretmen adayları oluşturmuştur. Araştırmaya katılan adaylar bu dersten önce yalnızca lise 9. Sınıfta genel kimya dersi almış ve problem kurmaya dayalı problem çözme yaklaşımını hiç kullanmamışlardır. Derse kayıtlı 83 öğretmen adayı arasından gönüllülük esasına dayalı olarak seçilen 42 aday ile deney grubu oluşturulmuş ve bu grupta mol kavramı konusunda problem kurma ve çözme uygulamaları gerçekleştirilmiştir. Kontrol grubundaki 41 aday ile yine mol kavramı konusunda yalnızca problem çözme çalışmaları yürütülmüştür.

### Veri Toplama Araçları

Genel kimya dersi mol kavramı konusunda problem kurma temelli problem çözme uygulamalarını yürüten deney grubu öğretmen adayları ile yalnızca problem kurma uygulamalarına katılan kontrol grubu öğretmen adaylarının akademik başarılarının karşılaştırılmasında, araştırmacı tarafından geliştirilen mol kavramı akademik başarı ölçeği kullanılmıştır. Bu ölçek ilk kez 2015 yılında geliştirilmiş ve 2015-2016 öğretim yılı bahar döneminde aynı ders kapsamında 87 öğrenciye uygulanmıştır. Mol kavramı ile ilgili “mol-kütle”, “mol-hacim”, “mol-tanecik” ilişkilerine dayalı 7 açık uçlu matematiksel problemi içeren bu ölçeğin kapsam geçerliliği için kimya eğitimi alanında uzman iki kişinin görüşüne başvurulmuştur. Ayrıca ölçeğin güvenilirliği için, pilot uygulama sırasındaki puanlama hem araştırmacı hem de başka bir uzman tarafından gerçekleştirilmiştir. Puanlayıcılar arası güvenilirlik katsayısı 0,84 olarak hesaplanmış ve ölçek üzerinde herhangi bir değişikliğe gerek duyulmadan bu araştırmada kullanılmıştır.

Araştırmada yürütülen problem çözme ve problem kurma temelli problem çözme uygulamalarının, öğrencilerin problem çözme becerilerine etkisini belirlemek amacıyla “Problem Çözme Envanteri” (Heppner ve Petersen, 1982) kullanılmıştır. 35 maddeden oluşan ve 6 dereceli likert tipi cevap seçeneklerine sahip envanter, Şahin, Şahin ve Heppner (1993)

tarafından Türkçe'ye uyarlanmıştır. Şahin, Şahin ve Heppner (1993) envanterin geneli için Cronbach alpha güvenirlik katsayısını 0.88 olarak hesaplamışken, bu çalışmada Cronbach alpha güvenirlik katsayısını 0.79 olarak bulunmuştur.

### Veri Toplama Süreci

Uygulamalara geçilmeden önce deney ve kontrol gruplarının, akademik başarı ve problem çözme becerilerindeki denklikleri belirlenmeye çalışılmıştır. İlk olarak grupların akademik başarıları dikkate alındığında; adayların mol kavramıyla ilgili ön bilgilerinin olmaması ve üniversite giriş sınavının aynı puan türünde olması ve belli puan aralığındaki adayların sınıf öğretmenliği programına girmeye hak kazanması nedeniyle tüm katılımcıların, akademik başarı yönünden denk olduğu kabul edilmiştir. Katılımcıların problem çözme becerilerinin karşılaştırılabilmesi için de problem çözme envanteri deney ve kontrol gruplarına ön test olarak uygulanmıştır.

Araştırmada uygulamalara başlanmadan önce tüm adaylarla yapılan ilk görüşmede öncelikle araştırmanın amacı ve uygulamaları hakkında genel bir bilgi verilmiştir. Yapılacak uygulamaların, mol kavramının derinlemesine öğrenilmesinde etkili olabileceğinin düşünüldüğü ve uygulamaların sonunda akademik başarıları ile problem çözme becerilerinin değerlendirileceği ifade edilmiştir. Açıklamaların ardından mol kavramıyla ilgili ön bilgileri sorulduğunda adayların, bu kavramı daha önce öğrenmediklerini belirtmeleri üzerine akademik başarı testi ön test olarak uygulanamamıştır. Bu görüşmenin sonunda problem çözme envanteri tüm adaylara ön test olarak uygulanmış ve gönüllük esasına göre deney ve kontrol grupları oluşturulmuştur.

İlk görüşmenin ardından başlatılan araştırma süreci haftada ikişer saatlik oturumlar halinde toplam sekiz haftada tamamlanmıştır. İlk iki oturum, mol kavramının genel açıklamalarını ve örnek problemlerin çözümünü içerdiğinden deney ve kontrol gruplarında aynı kapsamda ve ders saatleri içerisinde yürütülmüştür. Sonraki altı oturum ise ders saatleri dışında, deney ve kontrol gruplarında ayrı zamanlarda yürütülmüştür. Bu süreçte deney grubundaki öğretmen adayları farklı türlerde toplam 9 soruluk problem kurma ve çözme çalışması yaparken, kontrol grubundaki adaylar 12 soruluk problem çözme çalışması yapmışlardır. Oturumlar aşağıda açıklanan şekilde yürütülmüştür:

*1. Oturum:* Katılımcıların, mol kavramıyla ilgili ön bilgileri bulunmadığından araştırma sürecinin ilk oturumuna bu kavramın açıklanmasıyla başlanmıştır. Öncelikle Avogadro sayısı ile mol kavramının ilişkisi açıklanarak bu ilişkiye ait eşitlik verilmiş ve bazı atom, molekül



örnekleri üzerinden hesaplamalar yapılmıştır. Adayların mol-tanecik sayısı ilişkisini kavramalarının ardından mol-kütle eşitliği verilmiş ve örneklerle pekiştirilmeye çalışılmıştır.

2. *Oturum:* Bir önceki oturumda verilen bilgilerin hatırlatılması amacıyla bu oturuma mol-tanecik sayısı ve mol-kütle ilişkilerine ait örneklerle başlanmıştır. Öğretmen adaylarının bu ilişkileri kavramaları ve verilen hesaplamaları başarıyla tamamlamalarının ardından mol-hacim ilişkisi açıklanmıştır. Mol-hacim ilişkisini içeren çeşitli sorular çözüldükten sonra, mol-tanecik sayısı-kütle-hacim ilişkilerini içeren problemlere geçilmiştir. Bu oturumun sonunda hem deney hem de kontrol grubunu oluşturan adaylar araştırmanın amacına yönelik uygulamalara katılabilecek eşit bilgi düzeyine ulaşmışlardır. Bundan sonraki oturumlar deney ve kontrol gruplarında ayrı zamanlarda ve ders saatleri dışında yürütülmüştür.

3. *Oturum:* Deney grubunu oluşturan ve katıldıkları bu araştırma ile ilk kez problem kurma deneyimi yaşayacak olan öğretmen adaylarına yapılandırılmış türde bir problem kurma durumu verilerek (EK1-1. Problem kurma durumu), kendi problemlerini yazarak çözmeleri istenmiştir. Yapılandırılmış türde problem kurmanın daha kolay olması nedeniyle seçilen bu örnek üzerinde adaylar zorluk çekmeden problemlerini yazarak çözebilmişlerdir. Çözümleri sırasında eksik ya da fazla olan bilgileri fark eden adaylar kurdukları probleme dönerek gerekli düzeltmeleri yapmışlardır. Problem kurma ve çözme işlemlerinin tamamlanmasının ardından, isteyen adaylar yazdıkları problemi sınıf ortamında paylaşarak yaptıkları çözümleri açıklamışlardır. Problemlerin kurulması ya da çözümleri sırasında görülen eksik ve/veya hatalı bilgiler araştırmacı tarafından düzeltilmiştir.

Kontrol grubuyla yürütülen çalışmanın bu oturumunda, mol-kütle ilişkisini içeren 3 problem verilerek adaylardan bunları çözmeleri istenmiştir. Adayların çözümlerini tamamlamalarının ardından bu problemler, sınıf ortamında çözümlenerek adayların kendi çözümlerini değerlendirmeleri sağlanmıştır.

4. *Oturum:* Deney grubu öğretmen adaylarının problem kurma deneyimlerinin yeni olması nedeniyle bu oturumda yine yapılandırılmış problem kurma durumları tercih edilmiş ve mol kütle ve mol tanecik sayısına dayalı iki problem kurarak çözmeleri istenmiştir. Problem kurma ve çözme işlemlerinin tamamlanmasının ardından yine isteyen adaylar yazdıkları problemi sınıf ortamında paylaşarak yaptıkları çözümleri açıklamışlardır.

Kontrol grubundaki öğretmen adaylarına ise mol-kütle ve mol-tanecik sayısına dayalı 3 problem verilmiş ve çözmeleri istenmiştir. Çözümlerin tamamlanmasının ardından problemler yine sınıf ortamında çözümlenerek adayların değerlendirmeleri sağlanmıştır.

5. *Oturum:* Bu oturumda deney grubu öğretmen adaylarına iki yarı yapılandırılmış problem kurma durumu verilmiş (EK1-2. Problem kurma durumu) ve kendi problemlerini yazarak çözmeleri istenmiştir. Problem kurma durumlarının birinde bazı madde örneklerini ve bunlara ait kütle değerlerini içeren bir tablo kullanılmıştır. Diğer oturumlarda olduğu gibi gönüllü adaylar, yazdıkları problemi sınıf ortamında paylaşarak çözümlerini açıklamışlardır.

Bu oturumda kontrol grubuna verilen bir problemde, deney grubuna verilen tablonun aynısını kullanılmıştır. Fakat bu grupta, tabloya ait soru, araştırmacı tarafından önceden oluşturulmuş ve adaylardan sadece çözümü istenmiştir. Deney grubundaki öğretmen adayları ile aynı kimyasal madde türlerine ait problemleri çözmeleri için gerçekleştirilen bu uygulamanın ardından kontrol grubundaki adaylarla iki problem daha çözülmüştür.

6. *Oturum:* Deney grubundaki öğretmen adaylarının problem kurma becerilerini biraz daha geliştirebilmek ve özgüvenlerini artırmak amacıyla bu aşamada bir yarı yapılandırılmış (EK1-3. Problem kurma durumu), bir de serbest problem kurma durumu kullanılmıştır. Yarı yapılandırılmış problem kurma durumunda tablodan yararlanılmıştır. Bu oturumda da kurulan problemlere ve bunların çözümlerine örnekler verilmiştir.

Kontrol grubu öğretmen adayları ile mol-kütle-hacim ilişkisine dayalı 3 problem çözümlenerek çözüm yolları ve sonuçlar değerlendirilmiştir.

7. *Oturum:* Problem kurmada deneyim kazanmış olan deney grubu öğretmen adaylarına, bu son oturumda bir yarı yapılandırılmış, bir de serbest problem kurma durumu verilmiş (EK1-4. Problem kurma durumu) ve kendi problemlerini yazarak çözmeleri istenmiştir. Sınıfta bazı örneklere yer verilmesinin ardından, oturumun sonunda problem çözme envanteri son test olarak uygulanmıştır.

Kontrol grubunda mol-kütle-hacim-tanecik sayısı ilişkilerine dayalı üç problemin çözüldüğü bu oturum sonunda adaylara, problem çözme envanteri son test olarak uygulanmıştır.

8. *Oturum:* Bu oturumda deney ve kontrol gruplarını oluşturan tüm adaylara akademik başarı testi uygulanmıştır. Yedi açık uçlu soruyu içeren bu başarı testi için adaylara bir saat süre verilmiştir. Testin tamamlanmasından sonra sorular çözümlenerek adayların kendilerini değerlendirmeleri sağlanmıştır.

(Deney grubuna verilen problem kurma durumlarına bazı örnekler Ek 1’de, öğretmen adayları tarafından kurulan bazı problem örnekleri ise Ek 2’de verilmiştir. EK-2’deki örnekler katılımcıların kodları ile verilmiştir. Kodlamalarda ÖA, öğretmen adayı ifadesine karşılık gelmektedir.)

## Verilerin Analizi

Verilerin analizinde öncelikle deney ve kontrol gruplarının problem çözme envanterinden aldıkları puanların betimsel istatistikleri yapılarak analizlerde kullanılacak teknikler belirlenmeye çalışılmıştır. Betimsel istatistik sonucunda elde edilen değerler dikkate alındığında dağılımın normal olduğu görülmüş ve analizlerde t-testi kullanılmıştır. Analizler sonucunda grupların ölçme araçlarından aldıkları test puanlarının aritmetik ortalamalarının anlamlı bir şekilde farklılık göstermesi durumunda, uygulamanın etkili olduğu kabul edilmiştir. Verilerin analizinde SPSS 13.0 programından yararlanılmıştır.

## Bulgular

Bu bölümde ilk olarak analizlerde kullanılacak test türünün belirlenmesi amacıyla yapılan betimsel istatistik sonuçları verilmiştir. Tablo 2'deki sonuçlar, basıklık ve çarpıklık katsayılarının  $\pm 2$  sınırları içerisinde kaldığını, bu durumda dağılımın normal kabul edilerek (George ve Mallery, 2010) parametrik testlerin kullanılabilceğini göstermektedir.

**Tablo 2.** Deney ve Kontrol Grupları Problem Çözme Envanteri Öntest ve Sontest Puanları Betimsel İstatistikleri

	Değişkenler	N	$\bar{X}$	SS	Mod	Medyan	Ranj	B.K.	Ç.K.
Öntest	Deney	42	115.12	11.26	117.00	117.00	55.00	1.25	-1.01
	Kontrol	41	115.19	11.50	115.00	117.00	48.00	-0.30	-0.51
Sontest	Deney	42	136.97	14.44	131.00	138.00	61.00	-0.13	-0.16
	Kontrol	41	120.14	10.23	120.00	120.00	39.00	-0.78	-0.11

Araştırmada elde edilen verilerin değerlendirilmesinde ilk olarak deney ve kontrol gruplarının problem çözme envanteri ön test puanları karşılaştırılarak grupların denklikleri araştırılmıştır. Bu amaçla her iki grubun problem çözme envanteri ön test aritmetik ortalamaları bağımsız örneklem t-testi ile karşılaştırılmıştır.

**Tablo 3.** Deney ve Kontrol Grubu Problem Çözme Envanteri Ön Test Ortalamalarının t-testi Sonuçları

Gruplar	N	$\bar{X}$	Ss	Sd	t	p
Deney	42	115.11	11.26	81	-0,3	0.97
Kontrol	41	115.19	11.50			

Tablo 3'teki t-testi sonuçları her iki grubun ön test puan ortalamalarının birbirine çok yakın olduğunu ve bu değerler arasında anlamlı bir farkın olmadığını ( $t = -0.3$ ,  $p > 0.01$ ) göstermektedir. Bu bulgulara dayanarak, araştırmaya katılan deney ve kontrol gruplarının problem çözme becerilerinin denk olduğu kabul edilmiştir.

Grupların denklikleri istatistiksel olarak belirlendikten sonra, problem kurmaya dayalı problem çözme uygulamaları gerçekleştiren deney grubu ile sadece problem çözme uygulamalarını yürüten kontrol grubu öğretmen adaylarının problem çözme becerileri karşılaştırılmaya çalışılmıştır. Bu amaçla deney ve kontrol gruplarının son test aritmetik ortalamaları bağımsız örneklem t-testi ile karşılaştırılmıştır. Test sonuçları Tablo 4'teki gibidir.

**Tablo 4.** Deney ve Kontrol Grupları Problem Çözme Envanteri Son Test Ortalamaları t-testi Sonuçları

Gruplar	N	$\bar{X}$	Ss	Sd	t	p
Deney	42	136.97	14.44	81	6.12	0.000
Kontrol	41	120.14	10.23			

Tablo 4'teki değerler, problem kurmaya dayalı problem çözme uygulamalarını gerçekleştiren deney grubu ile sadece problem çözme uygulamalarını yürüten kontrol grubu öğretmen adaylarının problem çözme becerileri arasında anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir ( $t= 6.12$ ,  $p<0.01$ ). Bu bulgulara ulaşılmasının ardından deney ve kontrol gruplarının ön test ve son testleri arasındaki farkın manidarlığı araştırılmış, bu amaçla her bir grubun ön test ve son test ortalamalarının ilişkili örneklem t- testi sonuçlarına bakılmıştır.

**Tablo 5.** Deney ve kontrol grupları problem çözme envanteri ön test-son test ortalamaları t testi sonuçları

Gruplar	Ölçümler	N	$\bar{X}$	SS	Sd	t	p
Deney	Öntest	42	115.11	11.26	41	8.6	0.000
	Sontest	42	136.97	14.44			
Kontrol	Öntest	41	115.19	11.50	40	2.22	0.032
	Sontest	41	120.14	10.23			

Tablo 5'teki değerler, ilk kez problem kurma temelli problem çözme uygulamalarına katılan deney grubu öğrencilerinin uygulama öncesi 115.11 olan problem çözme envanteri ortalama puanlarının, uygulama sonrasında 136.97'e yükseldiğini göstermektedir. Kontrol grubu öğrencilerinin ise ön testten ortalama puanları 115.19 iken, problem çözme uygulamaları sonunda ortalama puanları 120.14 olarak hesaplanmıştır. Grupların ön test ve son test ortalama puanları karşılaştırıldığında sonuçlar, deney grubu adaylarının problem çözme envanteri öntest ve sontest puanları arasında sontest lehine anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir ( $t=8.6$ ,

$p < 0.01$ ). Kontrol grubu adaylarının ise aynı teste ait öntest ve sontest puanları arasında anlamlı bir fark bulunmamaktadır ( $t = 2.22$ ,  $p > 0.01$ ).

Tablo 4 ve Tablo 5'teki değerler dikkate alındığında öğretmen adaylarının problem çözme becerilerinin gelişiminde, problem kurma temelli problem çözmenin sadece problem çözmeye göre daha etkili olduğu ifade edilebilir.

Araştırmada yürütülen uygulamaların adayların, problem çözme becerisine etkisinin belirlenmesinin ardından mol kavramındaki akademik başarılarına etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla deney ve kontrol gruplarına uygulanan akademik başarı testi ortalama puanları, ilişkisiz örneklem t-testi ile karşılaştırılmıştır (Tablo 6).

**Tablo 6.** Deney ve Kontrol Grupları Akademik Başarı Testi Ortalamaları t– testi Sonuçları

Gruplar	N	$\bar{X}$	Ss	Sd	t	p
Deney	42	65.59	14.06	81	4.55	0.000
Kontrol	41	51.73	13.64			

Tablo 6'daki değerler deney grubu öğretmen adaylarının akademik ortalamalarının 65.59 iken, kontrol grubundaki adayların ortalamalarının 51.73 olduğunu göstermektedir. Grupların ortalama puanları karşılaştırıldığında deney grubu lehine anlamlı bir fark olduğu görülmektedir ( $t = 4.55$ ,  $p < 0.01$ ).

Bulgulardan elde edilen sonuçlar, problem kurmaya dayalı problem çözme uygulamalarının hem problem çözme becerilerinin geliştirilmesinde hem de akademik başarının artırılmasında sadece problem çözmeye göre daha etkili olduğunu göstermiştir.

### Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmanın çıkış noktasını, matematik eğitiminde yaygın olarak kullanılan ve önemle üzerinde durulan “problem kurma temelli problem çözme” yaklaşımının fen derslerindeki matematiksel problemler için neden kullanılmadığı sorusu oluşturmuştur. Temelde bu soruya dayalı olarak yürütülen çalışmada, fen alan derslerinden kimya dersi esas alınarak bu dersin, en çok matematiksel problem türlerini içeren ve kavram yanlışlığının yaygın olduğu mol konusu seçilmiştir. Sınıf öğretmenliği programında verilen Genel Kimya dersi kapsamındaki mol kavramı öğretiminde uygulanacak olan problem kurma temelli problem çözme çalışmaları için deney ve kontrol grupları oluşturulmuş ve problem kurma temelli problem çözme çalışmalarına katılan öğretmen adayları ile yalnızca problem çözümü yapan adayların problem çözme becerileri ve akademik başarıları karşılaştırılmıştır.

Araştırmada elde edilen bulgular değerlendirildiğinde problem kurmaya dayalı problem çözme uygulamalarını gerçekleştiren öğretmen adaylarının problem çözme becerilerinde anlamlı bir artış olduğu görülmüştür. Buna karşın, yalnızca problem çözme çalışmalarını yürüten kontrol grubu öğretmen adaylarının problem çözme becerilerinde önemli bir gelişme kaydedilememiştir. Ayrıca deney grubu öğretmen adayları ile kontrol grubu öğretmen adaylarının problem çözme becerileri karşılaştırıldığında problem kurmaya dayalı problem çözme çalışmalarına katılan deney grubu öğretmen adaylarının problem çözme becerilerinde, kontrol grubundaki öğretmen adaylarına göre anlamlı düzeyde bir farklılık olduğu görülmektedir. Bu bulgular göstermektedir ki problem kurma yaklaşımının kimya derslerinde kullanımı, öğrencilerin problem çözme becerilerinin gelişimine önemli bir katkı sağlamaktadır. Ulaşılan bu sonuç problem kurma yaklaşımının matematik derslerinde kullanımının, öğrencilerin problem çözme becerilerinin geliştirilmesinde etkili olduğu (Nicolaou ve Philippou, 2007; Kara, Özdemir, İpek, Albayrak, 2010; Rosli, Capraro ve Capraro, 2014; Akay 2006) sonucu ile paralellik göstermektedir.

Araştırmanın diğer veri kaynağı olan akademik başarı test sonuçları değerlendirildiğinde deney grubu öğretmen adaylarının akademik başarılarının, kontrol grubu öğretmen adaylarının akademik başarılarından önemli ölçüde farklılık gösterdiği bulunmuştur. Bu bulgu, problem kurma yaklaşımının kimya derslerinde kullanılmasının, öğrencilerin akademik başarılarının artırılmasında önemli bir role sahip olduğunu göstermektedir. Bu sonuç da matematik derslerinde problem kurma yaklaşımının kullanılmasıyla öğrencilerin akademik başarılarının arttığını gösteren sonuçlarla uyumludur (Akay, 2006; Nicolaou ve Philippou, 2007; Rosli, Capraro ve Capraro, 2014).

Fen ve matematik derslerinde, öğrencilerin problem çözme becerilerinin geliştirilmesinin hedeflenmiş olması ve matematik derslerinde kullanıldığında etkili sonuçlar verdiği bilinen problem kurma uygulamalarının, fen derslerindeki matematiksel problemler için kullanıldığında da etkili olması gerçekte beklenen bir durumdur ve bu araştırmanın bulgularıyla da desteklenmiştir. Bu sonuca dayanarak matematik öğretiminde önemli bir yere sahip olan problem kurma yaklaşımının en kısa zamanda fen öğretiminde ve öğretmen yetiştirme programlarında da yer alması gerektiği söylenebilir. Yaklaşım öncelikle fen öğretimi derslerinde öğretmen adaylarına kavratılmaya çalışılmalı ve yapılacak uygulamalarla adayların bütün problem kurma durumlarını deneyimlemeleri sağlanmalıdır. Bu yolla adayların meslek yaşamlarındaki fen derslerinde problem kurma yaklaşımını kullanabilecekleri düşünülmektedir. Sınıf düzeyine göre yapılandırılmış, yarı yapılandırılmış ya da serbest

problem kurma çalışmaları gerçekleştiren öğrencilerin de fen konularındaki problemleri analiz edebilme ve kavramları derinlemesine öğrenme fırsatı bulabileceklerine inanılmaktadır.

Araştırma kapsamında yalnızca kimya dersi mol kavramı ile sınırlı olan sonuçlar, hem kimya hem de fizik derslerinde matematiksel problemlerin çözümünü içeren konuların öğretiminde problem kurma temelli problem çözme çalışmalarının yürütülerek öğrencilerin problem çözme becerilerine ve akademik başarılarına etkisinin belirlenmesine ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir. Özellikle de fen derslerinde problem kurma temelli problem çözme uygulamalarının olmayışı ve bu derslerdeki pek çok konunun matematiksel problem çözümlerini gerektirmesi, bu konuya dayalı araştırmaların çeşitliliğini ve önemini açıkça ortaya koymaktadır. Bu sebeple ilerideki araştırmalar için farklı fizik ve kimya konuları seçilerek bunların öğretiminde problem kurma temelli problem çözme çalışmalarına yer verilmeli ve öğrencilerde geliştirilecek beceriler belirlenmeye çalışılmalıdır. Bunun da ötesinde, ölçülecek beceriler sadece problem çözme becerisi ve akademik başarı ile sınırlı tutulmayarak yaratıcı düşünme, üstbilis gibi farklı beceriler de çalışmalara dahil edilmelidir.

### **Makalenin Bilimdeki Konumu**

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi/Kimya Eğitimi

### **Makalenin Bilimdeki Özgünlüğü**

Bu çalışmada fen ve matematik disiplinleri dikkate alınmış ve iki disiplinin ortak yönleri araştırılmıştır. Bu disiplinlerin birbiriyle ilişkisi tüm eğitimciler tarafından kabul edilmekte ve her iki disiplinin de bireylerin problem çözme becerilerini geliştirmeyi hedefledikleri bilinmektedir. Ancak matematik eğitimde kullanılan ve öğrencilerin gelişimine önemli katkılar sağlayan problem çözme yaklaşımı fen eğitimindeki matematiksel problemlerde hiç kullanılmamaktadır. Literatürde yapılan araştırmalarda bu konuyla ilgili hiçbir çalışmaya rastlanamamıştır. Bu sebeple bu araştırma kapsamında öğretmen adayları ile yürütülen kimya dersinde problem kurma uygulamaları ve bu uygulamaların öğrencilerin akademik başarılarına ve problem çözme becerilerine etkisi araştırılmıştır. Bu konuda daha önce hiç çalışma yapılmadığından bu yapılmış ilk çalışmadır.

### **Ekler**

**EK-1:** Deney grubuna verilen problem kurma durumlarına bazı örnekler.

1) 62 gram  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  bileşiği kaç moldür? (Ca:40 g/mol, P:31 g/mol, O:16 g/mol)

Yukarıda verilen problemin sayı değerlerini ya da bilgilerini değiştirerek yeni bir problem kurunuz.

2) Standart şartlar altında 13.44 L. hacim kaplayan  $\text{CH}_4$  gazı ile ilgili bir problem kurarak çözünüz.

3) Aşağıdaki tabloda verilen değer ya da değerleri kullanarak bir problem kurunuz ve çözünüz.

(Ca:40 g/mol, C:12 g/mol, O:16 g/mol, H:1 g/mol, Na:23 g/mol, Cl:35.5 g/mol)

Madde	Kütle (g.)
$\text{CaCO}_3$	15
$\text{H}_2\text{O}$	45
$\text{NaCl}$	117
$\text{C}_2\text{H}_6$	120

4) Mol kavramı ile ilgili bir problem kurunuz ve çözünüz.

**EK – 2:** Öğretmen adayları tarafından kurulan bazı problem örnekleri

2 Numaralı soru için öğretmen adayları tarafından kurulan problem örnekleri.

ÖA–8) Standart şartlar altında  $\text{CH}_4$  gazı 13.44 L. hacim kaplıyor. Buna göre;

a)Kaç moldür?                      b)Kaç tane molekül içerir?

ÖA–12) Standart şartlar altında 13.44 L. hacim kaplayan  $\text{CH}_4$  gazı kaç tane atomdan oluşur?

ÖA–17) Standart şartlar altında 13.44 L. hacim kaplayan  $\text{CH}_4$  gazı;

a)Kaç moldür?      b) Kaç gramdır?      c) Kaç mol atom içerir?

ÖA–33) Standart şartlar altında 13.44 L. hacim kaplayan  $\text{CH}_4$  gazı ile aynı kütledeki  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ 'nin mol sayısını bulunuz.

ÖA–34) Standart şartlar altında 13.44 L. hacim kaplayan  $\text{CH}_4$  gazı ile aynı mol sayısındaki  $\text{O}_2$  gazının kütlelerini bulunuz.

3Numaralı soru için öğretmen adayları tarafından kurulan problem örnekleri.

ÖA – 8) 120 gram  $\text{C}_2\text{H}_6$  gazı;

a)Kaç moldür?      b)Kaç tane C atomu içerir?      c) NŞA' da kaç litre hacim kaplar?

ÖA – 12) 15 gram  $\text{CaCO}_3$ 'daki ve 120 gram  $\text{C}_2\text{H}_6$ 'daki C atomu sayılarını karşılaştırınız.

ÖA – 33) 117 gram  $\text{NaCl}$ 'de kaç gram Na vardır?

ÖA – 34) 45 gram  $\text{H}_2\text{O}$  kaç moldür ve kaç tane H atomu vardır?

ÖA – 35) 15 gram  $\text{CaCO}_3$  ve 45 gram  $\text{H}_2\text{O}$ 'daki oksijen atomlarının kütlelerinin toplamı nedir?

ÖA – 38) Tabloda verilen maddelerin mol sayılarını karşılaştırınız.

ÖA – 40) 45 gram  $\text{H}_2\text{O}$  içerisinde kaç gram H vardır?

### Kaynakça

Akay, H. (2006). *Problem kurma yaklaşımı ile yapılan matematik öğretiminin öğrencilerin akademik başarısı, problem çözme becerisi ve yaratıcılığı üzerindeki etkisinin*



- incelenmesi*. (Yayımlanmamış 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
- Australian Education Council (1991). *A national statement on mathematics for Australian schools*. <http://apo.org.au/taxonomy/term/1028> adresinden alınmıştır.
- Cai, J., & Nie, B. (2007). Problem solving in chinese mathematics education: research and practice. *ZDM: Mathematics Education*, 39, 459-473.
- English, L. D. (1997). The development of fifthgrade children's problem posing abilities. *Educational Studies in Mathematics*, 34, 183-217.
- George, D., & 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.
- Heppner, P. P., & Petersen, C. H. (1982). The development and implications of a personal problem-solving inventory. *Journal of Counseling Psychology*, 29(1), 66-75.
- Herron, J. D. (1996). *The chemistry classroom: formulas for successful teaching*. Washington: American Chemical Society, p. 63.
- Işık, C., & Kar, T. (2012). Sınıf öğretmeni adaylarının problem kurma becerileri. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 12(23), 190-214.
- Kılıç, Ç. (2013). Sınıf öğretmeni adaylarının farklı problem kurma durumlarında sergilemiş oldukları performansın belirlenmesi. *Eğitim Bilimleri: Teori ve Uygulama*, 13(2), 1195-1211.
- Krishnan, S. R., & Howe, A. C. (1994). The mole concept: Developing an instrument to assess conceptual understanding. *Journal of Chemical Education*, 71(8), 653-658.
- 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), 87-98.
- Milli Eğitim Bakanlığı (2013a). İlkokul fen bilimleri programı. <http://ttkb.MEB.gov.tr> adresinden alınmıştır.
- Milli Eğitim Bakanlığı (2013b). Ortaokul matematik programları. <http://ttkb.MEB.gov.tr> adresinden alınmıştır.



- Nakiboğlu, C., & 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. <http://www.nctm.org/Standards-and-Positions/Principles-and-Standards> adresinden alınmıştır.
- National Research Council (NRC), (2011). Successful K-12 STEM education: identifying effective approaches in science, technology, engineering, and mathematics. <https://www.nap.edu/download/13158> adresinden alınmıştır.
- National Research Council (NRC), (2012). A framework for K–12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas. <https://www.nap.edu> adresinden alınmıştır.
- NGSS Lead States. (2013). Next generation science standards: for states, by states. <http://www.nextgenscience.org/> adresinden alınmıştır.
- Özmen, H. (2004). Some student misconceptions in chemistry: a literature review of chemical bonding. *Journal of Science Education and Technology*. 13(2). 147-159. doi: 1059-0145/04/0600-0147/0
- Padilla, K., & Furio-Mas, C. (2008). The importance of history and philosophy of science in correcting distorted views of 'amount of substance' and 'mole' concepts in chemistry teaching. *Science and Education*, 17. 403-427 doi:10.1007/s11191-007-9098-2
- Polya, G. (1957). How to solve it. A new aspect of mathematical method. Princeton, NJ: Princeton. [https://notendur.hi.is/hei2/teaching/ Polya\\_HowToSolveIt.pdf](https://notendur.hi.is/hei2/teaching/Polya_HowToSolveIt.pdf) adresinden alınmıştır.
- Rosli, R., Capraro, M. M., & Capraro, R. M. (2014). International the effects of problem posing on student mathematical learning: a meta-analysis. *Education Studies*, 7(13), 227-241. doi:10.5539/ies.v7n13p227
- Reif, F. (1995) Understanding and teaching important scientific thought processes. *American Journal of Physics*, 63, 17 –35.
- Şahin, N. H., Şahin, N., & Heppner, P. (1993). Psychometric properties of the problem solving inventory in a group of Turkish university students. *Cognitive Therapy and Research*, 17(3), 379-385.
- Senior Secondary Mathematics Curriculum Standards [SSMCS]. (2003). *Mathematics curriculum standards*. Ministry of Education of People's Republic of China.
- Silver, E. A. (1994). On mathematical problem posing. *For the Learning of Mathematics*, 14(1), 19-28.

- Silver, E. A. (2013). Problem-posing research in mathematics education: looking back, looking around, and looking ahead. *Educational Studies in Mathematics*, 83, 157-162. doi: 10.1007/s10649-013-9477-3
- Stoyanova, E., & Ellerton, N. F. (1996). A framework for research into students' problem posing. In P. Clarkson (Eds.), *Technology in Mathematics Education*, Melbourne: Mathematics Education Research Group of Australasia.
- Tertemiz, N. I., & Sulak, S. E. (2013). Examination of problem posing skills of fifth grade students in primary education. *Elementary Education Online*, 12(3), 713-729. <http://ilkogretimonline.org.tr/vol12say3.html> adresinden alınmıştır.
- Watkins, D., & Hattie, J. (1985). A longitudinal study of the approaches to learning of Australian tertiary students. *Human Learning*, 4, 127-141.
- Yenilmez, K., & Yaşa, E. (2008). İlköğretim öğrencilerinin geometrideki kavram yanılgıları. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12(2), 461-483.

## Summary

### Statement of Problem

The common aspects of the mathematics and science fields have been identified within the framework of the STEM education that adopts research-based innovative strategies, and the contents of mathematics and science classes have been told to intersect in such processes at K-12 level as problem solving and attaining numeric results (National Research Council [NRC], 2011; 2012; Next Generations Science Standards [NGSS], 2013). Both disciplines are based on problem solving processes and thinking skills (National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 2000; NRC, 2012; NGSS, 2013; Ministry of National Education [MoNE], 2013a; 2013b). When compared the problem-solving methods in science and mathematics disciplines, we realize that the processes of “understanding the problem-developing and implementing a plan-checking the result” are similar in both disciplines. Despite these common processes, the step of “problem posing” in mathematics discipline is not mentioned in science disciplines. This brings to mind the question why the step of “problem posing” is in place for mathematics problems and is not used for mathematical problems in science disciplines.

**Purpose of the study:** The purpose of the study to carry out problem solving practices based on problem posing by selecting a science subject based on mathematical problem solutions and identify the effect of these practices on students' problem-solving skills and academic success.

For this purpose was determined the mole concept, and answers to the following questions were sought.

1. Is problem solving practices based on problem posing in teaching the mole concept in the chemistry class effective on improving the problem-solving skills of primary school teacher candidates?
2. Is problem solving practices based on problem posing in teaching the mole concept in the chemistry class effective on improving the academic success of primary school teacher candidates?

### Method

In order to answer the research questions, the Problem-Solving Inventory was applied as pretest and posttest and the academic success scale was applied only as posttest. The study group was composed of teacher candidates who are studying at a public university in the 2016-2017 academic years. An experimental group was formed with 42 students selected on voluntary basis from among 83 students registered in the class, and with this group, problem posing and solving practices were done on the mole concept. Only problem-solving practices were done with 41 students in the control group again on the mole concept. To determine the effect of problem-solving skills, the “Problem Solving Inventory” was used. In comparing the teacher candidates in the experimental group that performed problem solving practices based on problem posing and the teacher candidates in the control group that participated only in problem solving practices, the academic success scale developed by the researcher was used.

### Findings

In the evaluation of the data acquired in the research, the pretest scores of the experimental and control groups on the problem-solving inventory were compared to explore the equivalence of the groups. For this purpose, the pretest arithmetic means of the problem-solving inventory of both groups were compared with independent samples t-test. t-test results show that there is no significant variation between these values.

When the pretest and posttest mean scores of the groups are compared, the results show that there is a significant variation in favor of the posttest between the pretest and posttest scores of the candidates in the experimental group on the problem-solving inventory. The values in academic success test show that the academic mean of the teacher candidates in the experimental group is 65.59 while that of the candidates in the control group is 51.73. When the mean scores of the groups are compared, there is a significant variation in favor of the experimental group.

The results acquired from the findings show that problem solving practices based on problem solving are more effective on both improving the problem-solving skills and increasing academic success than problem solving only.

### Discussion and Conclusion

The starting point of the present study is the question why the approach of “problem solving based on problem posing” that is prevalently used and greatly emphasized in mathematics education is not used for algorithmic problems in science classes. In this research, problem solving practices based on problem posing, which is known to be effective on improving the problem-solving skills and academic success of the students in mathematics education, was used in teaching the mole concept in the General Chemistry class. For this purpose, experimental and control groups were created, and the problem-solving skills and academic success of the teacher candidates that participated in problem solving practices based on problem posing and the teacher candidates that only solved problems were compared. When the findings acquired in the research were evaluated, a significant improvement was observed in the problem-solving skills of the teacher candidates that performed problem solving practices based on problem posing. These findings show that the use of the problem posing approach in chemistry classes significantly contributes to the improvement of the students’ problem-solving skills. This conclusion is in parallel with the conclusion that the use of the problem posing approach in mathematics classes is effective on improving the students’ problem-solving skills (Nicolaou & Philippou, 2007; Kara, Özdemir, İpek, & Albayrak, 2010; Rosli, Capraro & Capraro, 2014; Akay 2006).

When the other data resource of the research, the results of the academic success test, are evaluated, the academic success of the teacher candidates in the experimental group was found to significantly vary from that of the teacher candidates in the control group. This finding shows that the use of the problem posing approach in chemistry classes has an important role in improving the students’ academic success. This result is consistent with the results that show that the students’ academic success improves with the use of the problem posing approach in mathematics classes (Akay, 2006; Nicolaou & Philippou, 2007; Rosli, Capraro & Capraro, 2014).

It is actually expected that it is aimed to improve the students’ problem-solving skills in science and mathematics classes and that the problem posing practices that is known to produce effective results when used in mathematics classes is also effective when used for mathematics problems in science classes, which is also supported by this research. Based on this result, it may be suggested that the problem posing approach that is very important in mathematics



education must also be included in science education and teacher training programs at the shortest time possible. Teacher candidates must acquire experience by comprehending the theory of this approach and doing practices and apply it to their future career. This way, future generations must have the opportunity to analyze the problems of science and learn the concepts in depth. The results that are limited to the mole concept of the chemistry class in the research show that problem solving practices based on problem posing in teaching subjects that involve solving mathematics problems in both chemistry and physics classes are necessary to identify its effect on the students' problem-solving skills and academic success.