Derleme Makale **Review Article**

Yaratıcı Problem Çözme Sürecinde Analojik ve Seçici Düşünme: Seçici Problem Çözme Modelinin Matematik Eğitiminde Uygulama Örneği

Analogical and Selective Thinking in Creative Problem Solving Process: The Use of Selective Problem Solving Model in Mathematics Education

Nilgün KİRİŞÇİ[1]

Anahtar Kelimeler
Matematiksel yaratıcılık, analojik düşünme, seçici düşünme, yaratıcı problem çözme, seçici problem çözme modeli.

Özet
Sıra dışı ve etkileyici çözümler üretme, orijinal problemler oluşturma ya da var olan problemleri farklı bir bakış açısı ile yeniden tasarlama matematikte yaratıcı olan öğrencilerden beklenilen temel beceriler olarak değerlendirilebilir. Bu becerilerin geliştirilmesinde yaratıcı problem çözme süreçleri ön plana çıkmaktadır. Yaratıcı problem çözme bir dizi algoritmik işlemin uygulanmasından öte orijinal düşünmeyi gerektiren bir eylem olarak tanımlanabilir. Problem çözme sürecine yönelik birçok yaklaşım olduğu gibi yaratıcılık için önemli görülen analojik düşünme ve seçici düşünme becerilerinin önemi araştırmacılar tarafından vurgulanmaktadır. Bu çalışmada yeni bir yaratıcı problem çözme modeli olan, matematiksel yaratıcılık eğitimi için önerilen Seçici Problem Çözme (SPÇ) modeli incelenmiştir. Bu doğrultuda alan yazın taraması yöntemi kullanılmıştır. Modelin yapısı ve işleyişi bir matematik problemi uygulama örneği ile ayrıntılı olarak açıklanmıştır. SPÇ modeli matematiksel yaratıcılığın gelişimi için önemli görülen problem çözme, problem oluşturma, seçici düşünme ve analojik düşünme becerilerini geliştirmeyi hedefleyen bir yaratıcı problem çözme modelidir.

Key Word
mathematical creativity, analogical thinking, selective thinking, creative problem solving, selective problem-solving model.

Abstract
Creating unusual and insightful solutions to a given problem, construction original problems or reformulation an old problem with a new perspective can be evaluated as basic skills expected from students who are creative in mathematics. Creative problem-solving processes come to the fore in the development of these skills. Creative problem solving can be defined as an action that requires original thinking rather than applying a series of algorithmic operations. As there are many approaches to the problem-solving process, the importance of analogical thinking and selective thinking, which are considered important for creativity, is emphasized by the researchers. In this study, the Selective Problem Solving (SPS) model, which is a new creative problem-solving model, proposed for mathematical creativity education was reviewed. The structure and functioning of the model is examined in detail with an example of a math problem. SPS model is a creative problem-solving model aims to develop problem solving, problem posing, selective thinking and analogical thinking skills that are considered important for the development of mathematical creativity.

Atıf için: For Citation Kirişçi, N. (2021). Yaratıcı problem çözme sürecinde analojik ve seçici düşünme: seçici problem çözme modelinin matematik eğitiminde uygulama örneği. *Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Fakültesi [MSKU Journal of Education],* 8(1), 72-84. DOI: 10.21666/muefd.755133

Received: 24.06.2020 Accepted: 28.12.2019 Published: 01.05.2021

Matematiksel etkinliklerin ve matematiksel düşünmenin temelini oluşturan "problem çözme" bir dizi algoritmik işlemin tekrar ederek uygulanmasından öte orijinal düşünmeyi gerektiren bir eylem olarak tanımlanabilir (Polya, 1957). Ünlü matematikçi Polya' nın problem çözme için yapmış olduğu bu tanımdan yola çıkılarak problem çözme, matematiksel yaratıcılığın sergilendiği bir eylem olarak

[1] *Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, nilgun.kirisci@adu.edu.tr, ORCID: 0000-0003-0925-7331*

değerlendirilebilir. Matematiksel yaratıcılığın problem çözme ile olan ilişkisinin matematiksel yaratıcılık tanımlarında sıklıkla problem çözme işlevinden bahsedilmesi ile de görebiliriz. Okul döneminde matematiksel yaratıcılık araştırmaları ile bilinen Haylock (1997) matematiksel yaratıcılığı, problem çözme sürecinde bilişsel ket vurmanın üstesinden gelme, esnek düşünebilme ve çoğul düşünme olarak tanımlanmıştır. Sriraman, Yaftian ve Lee (2011) okul dönemindeki matematiksel yaratıcılık ile profesyonel matematikçilerin yaratıcılıkları arasındaki ayrıma dikkat çekerek okul döneminde matematiksel yaratıcılığı sıra dışı ve etkileyici çözümler üretme, yeni problemler geliştirme ya da var olan problemleri farklı yaklaşımlar ile yeniden oluşturma olarak ele almaktadır. Chiu (2009), matematiksel yaratıcılığı öğrencilerin rutin ve rutin olmayan problemleri çözme yeteneği ile ilişkilendirirken Silver (1997) matematikte yaratıcılığı matematiksel problemlere orijinal çözümler geliştirme, birçok çözüm yöntemini kullanabilme, esnek düşünebilme yeteneği olarak tanımlamıştır. Matematiksel yaratıcılık tanımlarının yanı sıra problem çözme ve yaratıcılık süreçlerinin benzerliği de matematiksel yaratıcılık ve problem çözme ilişkisini açıklayabilir. Sheffield'in (2013) belirtmiş olduğu gibi matematikte yaratıcı olan öğrenciler Polya'nın dört adımlı problem çözme sürecini sıklıkla kullanan öğrencilerdir. Dolayısı ile matematikte yaratıcılığın geliştirilmesinde problem çözme sürecinin, bu süreçte gerçekleştirilen bilişsel eylemlerin ve tercih edilen stratejilerin önemi kaçınılmazdır.

Alan yazında matematiksel yaratıcılığı açıklamaya, bu kavramı tanımlamaya yönelik birçok çalışma yer almaktadır. Ancak matematiksel yaratıcılığın nasıl geliştirilebileceğini konu edinen yeteri kadar araştırmayla karşılaşılmamaktadır (Pham ve Cho, 2018). Bu açıdan yeni bir problem çözme modeli olan Seçici Problem Çözme Modeli'nin incelendiği bu araştırmanın matematiksel yaratıcılığın geliştirilmesine yönelik alan yazına katkı sağlayacağı söylenebilir. Bunun yanı sıra matematiksel yaratıcılık eğitiminde önemli role sahip olan matematik öğretmenlerinin yeni bir problem çözme modeli ile tanışmaları ve derslerinde uygulayabilmeleri açısından çalışmanın önemli olduğu düşünülmektedir. Matematiksel yaratıcılık eğitiminde matematik öğretmenlerinin yeterliliği de göz önünde bulundurulması gereken önemli konulardan biridir (Beghetto, 2007). Matematikte yaratıcı öğrencileri yetiştirecek öğretmenler, ders içeriğini farklılaştırabilmeli ve uygun stratejileri seçerek organize edebilmelidir (Starko, 2018). Dolayısıyla matematiksel yaratıcılığın gelişimini destekleyecek öğretmenlerin eğitimleri de oldukça önemlidir (Mann, 2006). Bu çalışmanın matematik öğretmenleri için hazırlanmış eğitim programlarına içerik oluşturması açısından da öneme sahip olduğu belirtilebilir. Bu doğrultuda gerçekleştirilen çalışmada yeni bir problem çözme modeli olan Seçici Problem Çözme Modelinin kuramsal yapısının incelenmesi ve modelin aşamalarının bir matematik problemi örneği ile ayrıntılı olarak açıklanması amaçlanmıştır.

Yöntem

Bu çalışmada alan yazın taraması yöntemi kullanılmıştır. Alan yazın taraması incelenen araştırma konusunun kuramsal yapısını ve kökeni belirlemek, konuya ilişkin önemli değişkenleri keşfetmek, yeni bir bakış açısı sunmak ve çıkarımlarda bulunmak amacıyla gerçekleştirilmiştir (Hart, 2018). Bu doğrultuda matematiksel yaratıcılık becerilerinin gelişimini destekleyen; problem çözme, problem oluşturma, seçici düşünme ve analojik düşünme becerilerini bütüncül olarak geliştirmeyi hedefleyen Seçici Problem Çözme (SPÇ) modeli kuramsal yapısı ayrıntılı olarak incelenmiştir. Modelin temelini oluşturan analojik düşünme ve seçici düşünme yaratıcılık becerileri kavramsal olarak tartışılarak matematiksel yaratıcılık eğitimindeki rolü incelenmiştir. Modelin aşamaları bir matematik problemi örneği ile ayrıntılı olarak açıklanmıştır. SPÇ Modelini konu alan araştırmalar incelenerek modelin gelişimine yönelik önerilerde bulunulmuştur.

Analojik düşünme ve seçici düşünmenin kullanılması ile yaratıcı problem çözme sürecini geliştirmeyi hedefleyen Seçici Problem Çözme modeline ilişkin açıklamalar öncesi analojik ve seçici düşünme kavramları tartışılarak incelenmiştir.

Analojik Düşünme

Analojik düşünme, bilginin bir sistemden (kaynak, temel, öğrenilmiş analog), diğerine (hedef, yeni analog) transfer edilmesi ile gerçekleşmektedir (Bassok, 2003; Gentner, 1998). İki sistem arasındaki benzerliğin fark edilmesi ve eşleştirilmesi ile bilgi transferi başarılabilir (English, 1997). Analojiler çığır açmış keşiflerde olduğu kadar eğitim uygulamalarında da önemli bir yere sahiptir.

Analojiler eğitim uygulamalarında genellikle soyut kavramların öğretimi sırasında bir öğretim aracı olarak kullanılmaktadır. Gentner, Loewenstein ve Thompson (2003) bu tür kullanımları analojilerin öğretimde standart kullanımı olarak nitelendirmektedir. Biyoloji eğitiminde bir hücrenin kutuya ya da molekülün esnek bir topa (Harrison & Treagust, 2006), fizik dersinde elektrik devresinin suyun akışına (Vosniadou, 1989) ya da matematikte negatif sayılar ile yapılan çıkarma işleminin eksilen para miktarına benzetilmesi (Richland, Holyoak & Stigler, 2004) bu tür kullanım için verilebilecek örneklerden birkaçıdır. Öğrenme sürecinde analojilerin bu tür kullanımları oldukça etkili olmalarına karşın öğrencinin geçmiş bilgilerine ve deneyimlerine uygun analojileri belirlemek açısından uygulanabilirliği sınırlı kalmaktadır (Gentner, Loewenstein, & Thompson, 2003). Bunun yanı sıra analojilerin bu kullanımı öğretmenler tarafından etkili bir şekilde gerçekleştirilmediği sürece öğrencilerin benzerliği fark ederek transferi gerçekleştirmeleri de güçleşebilir.

Analojilerin bir diğer kullanımı ise iki örneğin birbirleri ile karşılaştırılması sırasında ortak yapıların anlamlandırılmasına dayanan analojik kodlamadır (Ferguson, 1994; Loewenstein, Thompson, & Gentner, 1999). Analojilerin standart kullanımından farklılık gösteren bu teknikte daha önceden kazanılmış bilgilere odaklanmadan öte kazanılacak olan yeni yapının ayrıntılı bir şekilde anlaşılması söz konusudur. Analojik kodlama yöntemi, analojik muhakemenin temel özelliklerinden olan ortak noktalara dikkat çekme açısından öğrenmeyi geliştirmektedir (Gick & Holyoak, 1983).

Analojiler yaratıcılık ile ilişkilendirilen problem çözme sürecinde de yer almaktadır (Gick & Holyoak, 1980). Örneğin Polya (1957) geometri problemlerinin çözümünde geometri alanından bir analog problemin seçilmesinin kullanışlı bir strateji olduğunu, problemin çözümünde daha basit benzer bir problemin hatırlanması ve çözülmesiyle asıl problemde çok daha kolay çözüme ulaşabileceğini belirtmiştir. Daha önce çözülen analog bir problemin çözümünün yeni bir problemin çözümünde etkili olduğu çeşitli araştırmalarda da bulunmuştur (Novick & Holyoak, 1991).

Analojik düşünme ile problem çözümünün temelinde çözülecek olan hedef problem ve hedef problemin çözümüne analoji oluşturan kaynak problem yer almaktadır. Hedef problem zorlayıcı olan ancak kazanılmış birtakım bilgileri de kullanmaya imkân sağlayan bir yapıda olmalıdır. Hedef problem hatırlamayı sağlayacak bazı ipuçları da içermelidir (Schank, 1982). Kaynak problem ile hedef problem arasında uygun olan benzerliğin oluşturulmasıyla kaynak problemin çözüm süreci hedef problemin çözümüne transfer edilir. Böylece hedef problem çözümü gerçekleştirilmiş olur (Novick & Holyoak, 1991).

Analojilerin problem oluşturma ve problem çözme üzerine olan etkisi çeşitli araştırmalarda incelenmiştir. Araştırmaların bir kısmı analojik problem çözme sürecini etkileyen değişkenler ile ilgilidir. Novick ve Holyoak (1991) üniversite öğrencileri ile gerçekleştirdikleri araştırmalarında analojik transferin başarılı bir şekilde gerçekleştirilmesinde alana özgü bilginin önemli bir değişken olduğunu saptamışlardır. Chen (1996) yüzeysel, yapısal ve işlemsel benzerliklerin analojik problem çözme üzerine etkisini inceledikleri çalışmalarında, yüzeysel ve yapısal ilişkilerin analojik problem çözme sürecini hızlandırdığı, işlemsel benzerliğin ise problem çözümünün başarılı bir şekilde gerçekleştirilmesinde önemli olduğunu belirtmişlerdir. Klavir ve Gorodetsky (2011), üstün zekâlı öğrenciler ile normal zekâ düzeyindeki öğrencilerin analojik problem oluşturma sürecindeki yaratıcılık özelliklerini karşılaştırmalı olarak incelemişlerdir. Üstün zekâlı öğrencilerin analojik problem oluşturmaya yönelik motivasyonlarının daha yüksek olduğu ve yaratıcılık değerlendirmelerinde daha iyi performans gösterdikleri belirlenmiştir. Wong, Ng, Tempel ve Lim (2019) altmış üniversite öğrencisi ile gerçekleştirdikleri araştırmalarında hatırlama egzersizlerinin (retriaval practice) analojik problem çözme sürecine olan etkisini incelemişlerdir. Gerçekleştirilen bu deneysel çalışmada hatırlama egzersizleri ile analojik problem çözme eğitimi alan grubun, kazanılmış bilgiyi problem çözme sürecinde daha iyi kullandıkları belirlenmiştir.

Araştırmaların bir kısmı ise analoji eğitiminin öğrencilerin problem çözme becerilerinin gelişimine olan etkisi üzerinedir. Gentner ve Gentner (1983) üniversite ve lise öğrencilerinin elektrik devresi problemlerini çözmelerinde analojilerin önemli düzeyde yardımcı olduğunu bulmuşlardır. Bernardo'nun (2001) gerçekleştirdiği çalışma sonucunda analojik problem oluşturma eğitimi alan öğrencilerin, bu eğitimlerdeki analojik transfer deneyimleriyle farklı problem durumlarının çözümlerini daha iyi gerçekleştirdikleri bulunmuştur. Başka bir çalışmada Richland, Holyoak ve Stigler (2004) sekizinci sınıf öğrencilerin matematik derslerinde analojileri nasıl kullandıklarını incelemişlerdir. Araştırmada öğrencilerin matematik dersleri süresince doğal olarak ortaya çıkan yüz üç analoji ürettikleri belirlenmiştir. Richland ve McDonough (2010) da matematik eğitiminde analojilerin etkin kullanımı üzerine bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Araştırmada analojiler ile problem çözme sürecinde öğrencilerin doğru analojileri belirlemesinde öğretmenlerin kullanmış oldukları ipuçlarının önemi vurgulanmaktadır. Doğru ipuçları ile öğrencilerin doğru analojileri kurabildikleri ve problem çözme becerilerinin geliştiği bulunmuştur. Bütün bu çalışmalar genel olarak değerlendirildiğinde analoji kullanımının problem çözme becerilerini geliştirici yönde etkiye sahip olduğu belirtilebilir.

Seçici Düşünme

Problem çözme sürecinde uygun analojilerin oluşturulmasında seçici düşünme önemli bir role sahiptir (Davidson & Sternberg, 1984). Seçici düşünme, problemin çözümü için gerekli olan bilgilerin, verilerin ya da düşüncelerin seçilmesi; çözüm için gerekli olmayan bilgilerin ise ayırt edilmesi olarak açıklanabilir. Polya' ya (1957) göre seçici düşünme, başarılı bir şekilde problem çözme için önemli görülen bilişsel süreçlerden biridir. Seçici düşünme üç temel bilişsel süreçten oluşmaktadır: Seçici kodlama, seçici kombinasyon ve seçici kıyaslama (Davidson & Sternberg, 1984). Seçici kodlama, problem çözümü için önemli olan bilgilerin seçilmesi ya da anlaşılmasıdır. Seçici kombinasyon, ilişkisiz görünen parçaları bir araya getirebilmeyi ifade ederken seçici kıyaslama yeni bilgiler ile geçmişte kazanılmış bilgiler arasında analojiler, metaforlar ya da çeşitli modellerin kullanımıyla ilişkileri keşfetmek olarak tanımlanmaktadır. Bu üç süreç her problem durumunda bir arada kullanılmayı gerektirmeye bilir. Ancak bir problemde bilgiler kodlandığında, bir araya getirildiğinde ya da kıyaslandığında problem için sıra dışı ve yeni çözüm yolları üretilebilir. Bu nedenle bu üç bilişsel süreç "iç görü" olarak da ifade edilmiştir (Davidson, 1986).

Matematikte yetenekli öğrencilerin problem çözme süreçleri ile ilgili yaptığı çalışmalar ile bilinen Krutetskii (1976) yetenekli öğrencilerin problem çözme süreçlerinde seçici düşünme ile geliştirmiş oldukları matematiksel hafızalarının etkili olduğunu belirtmektedir. Benzer şekilde Gorodetsky ve Klavir (2003) üstün zekalı öğrencilerin problem çözmede seçici kombinasyon ve seçici kodlama gibi süreçlere odaklandıklarını belirlemişlerdir. Bu çalışmada normal zekâ düzeyindeki öğrencilerin ise genellikle seçici hatırlama (selective retrieval) ve seçici kıyaslama süreçlerine odaklandıkları belirlenmiştir. Araştırmanın önemli bulgularından bir diğeri ise seçici düşünme ile problemi doğru çözme arasında anlamlı düzeyde bir ilişkinin olduğudur. Davidson ve Sternberg' e göre (1984) üstün zekâlı öğrenciler spontan olarak seçici düşünme süreçlerini kullanırken normal yetenek düzeyindeki öğrenciler çeşitli ipuçları ile seçici düşünebilir, problem çözümünü gerçekleştirebilirler. Threlfall ve Hargreaves' in (2008) 705 öğrencinin problem çözme yöntemlerini karşılaştırmalı olarak inceledikleri çalışmalarında da seçici düşünmenin önemine dikkat çekmişlerdir. Gerçekleştirilen çalışmalar problem çözme için önemli olan bilişsel süreçlerden birinin de seçici düşünme olduğunu göstermektedir.

Seçici Problem Çözme Modeli (SPÇ)

Seçici Problem Çözme (SPÇ) modeli, özellikle matematik eğitiminde kullanılabilecek bir yaratıcı problem çözme modelidir (Sak, 2011). Model analojik ve seçici düşünmenin kullanılması ile problem çözmeyi sağlamaktadır. Bu yönüyle yaratıcı problem çözme becerisini geliştirmesinin yanı sıra kazanılan bilginin farklı problem çözümlerine transfer edilebilmesi de sağlanmaktadır. SPÇ modelinin kuramsal yapısı, Polya'nın (1957) dört aşamalı problem çözme modeli, Davidson ve Sternberg'in (1984) iç görüsel düşünme teorisi ve yaratıcılık araştırmalarına dayanmaktadır (Sak, 2011). SPÇ modeli hedef problem, kaynak (analojik) problem ve orijinal problem olmak üzere üç problem türünü içermektedir. *Hedef problem*, öğrencilerin daha önce kazanmış oldukları bilgileri kullanarak çözebilecekleri ana problemi ifade etmektedir. Hedef problemin temel özelliği öğrencilerin ilk bakışta çözemeyecekleri kadar zor bir problem olmasıdır. Modelde hedef probleme göre daha basit olan ve hedef problemin çözümünde yararlanılacak olan problem *kaynak (analojik) problem* olarak ifade edilir. Hedef problemin kaynak problem aracılığı ile çözülmesinin ardından ise öğrenciler hedef probleme benzeyen, ancak daha zor ve karmaşık olan bir problem oluştururlar. Bu problem ise *orijinal analojik problem* olarak adlandırılmaktadır.

SPÇ Modeli altı aşamadan oluşmaktadır (Tablo 1): (1) Hedef problemi tanımlama, (2) kaynak problemi tanılama, (3) hedef problemi çözme, (4) orijinal analojik problem oluşturma, (5) orijinal analojik problemi çözme ve (6) değerlendirme. Her bir aşamanın kendine özgü problem çözme becerileri ve kazanımları vardır. Örneğin hedef problemi tanımlama aşamasında seçici kodlama becerisi, hedef problemi çözme aşamasında ise analojik düşünme becerisi kullanılmaktadır. Tablo 1'de SPÇ modeli aşamalarına ait temel beceriler ve modelin kazanımları yer almaktadır. Modeldeki aşamalar öğretmenin SPÇ tartışma formunu kullanmasıyla yürütülmektedir. SPÇ tartışma formunun yer aldığı Tablo 2'de öğrencileri yönlendiren odak sorular ve öğrenci davranışları bulunmaktadır. SPÇ modeli aşamalarında gerçekleştirilen işlemler bir örnek matematik problemi eşliğinde açıklanmıştır.

Tablo 1
SPÇ Modeli Becerileri ve Kazanımları

SPÇ Modeli Aşamaları	SPÇ Modeli Becerileri	SPÇ Modeli Kazanımları
1. Hedef Problemi Tanımlama	Problemi anlama Seçici kodlama	1. Problemi açıklar. 2. Problem çözümü için gerekli olan bilgiyi gereksiz olan bilgiden ayırt eder.
2. Kaynak (Analojik) Problem Tanılama	Problemi analiz etme Seçici kıyaslama	3. Analojik problem tanılar. 4. İki problem arasında analojik kıyaslama yapar.
3. Hedef Problemi Çözme	Analojik transfer Problem çözme	5. Problem çözümünde analoji kullanır. 6. İki problem arasında analojik kıyaslama yapar.
4. Orijinal Analojik Problem Oluşturma	Analojik transfer Seçici kıyaslama Problem oluşturma	7. Analojik problem oluşturur. 8. İki problem arasında analojik kıyaslama yapar.
5. Orijinal Analojik Problemi Çözme	Analojik transfer Problem çözme	9. Problem çözümünde analoji kullanır. 10. Problem çözüm adımlarını kontrol eder.
6. Değerlendirme	Değerlendirme	11. SPÇ modelinin her bir aşamasının etkililiğini değerlendirir. 12. Problem çözmede analoji kurmanın önemini değerlendirir.

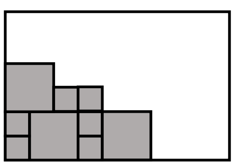
Aşama 1. Hedef problemi tanımlama

SPÇ modelinin ilk aşamasında, öğrencilerin hedef problemi anlamalarını sağlamak amaçlanmaktadır. Öğrenciler, problemin bilinen ve bilinmeyen birleşenlerini belirleyerek problemin onlardan ne istediğini anlamaya çalışırlar. Öğretmen bu süreçte öğrencilere sunulan hedef problemi anlamalarını desteklemek için şu soruları sormalıdır (Tablo 2): Hedef problemde sizden ne yapmanız bekleniyor? Hedef problemde bilinenler nelerdir? Hedef problemde bilinmeyenler nelerdir? Bu sorulardan ilki ile öğrencinin problemdeki soru cümlesine odaklanması beklenilmektedir. Şekil 1'de yer alan hedef problem için bu sorunun cevabı dikdörtgen şeklindeki yüzeyin toplam kaç adet mozaik kullanılarak kaplanabileceğidir. Öğrencilerin problemden istenileni keşfetmeleri ile öğretmen diğer soruları kullanarak öğrencilerin hedef problemde bilinenleri (mozaiklerin kare olması, yüzeyin ve mozaiklerin kenar uzunluğu, kaç adet mozaik kullanıldığı) ve bilinmeyenleri (yüzey ve mozaiklerin alanları) belirlemelerini sağlar. Hedef problemi tanımlama aşamasında öğrencilerin seçici kodlamayı kullanmaları için öğretmenin kullanacağı odak sorular ise şunlardır: Problemin çözümü için hangi bilgilere ihtiyacınız vardır? Problem çözümünde gerekli olmayan bilgiler nelerdir? Problemdeki bu bilgiler ile çözüme ulaşabilir miyiz? Nasıl? Hedef problemi tanımlama aşamasında öğretmen problemin tanımlanabilmesinde odak sorular ile destekleyici rol üstlenmenin yanı sıra açıklayıcı şekiller, görseller ya da grafikler kullanabilir. Şekil 1'de yer alan hedef problem için öğretmen dikdörtgen şeklindeki yüzeyin uzun ve kısa kenar uzunlukları ile mozaiklerin kenar uzunluklarını şekil üzerinde gösterebilir ya da problemde yer alan çizimin anlaşılması, gerçek bir yüzey görselinin kullanımıyla kolaylaştırılabilir.

Şekil 1. Hedef Problemi Tanımlama

1. **AŞAMA: Hedef Problemi Tanımlama**

- Hedef problemde bilinen ve bilinmeyenleri belirleyin.
- Problem çözümü için gerekli ve gereksiz olan bilgiler nelerdir?



Kısa kenarı 3m ve uzun kenarı 4m olan dikdörtgen şeklindeki bir yüzey kare şeklindeki mozaikler ile kaplanacaktır. Bu mozaiklerden bazıları 20 cm, bazıları ise 10 cm kenar uzunluğuna sahiptir. 10 cm mozaiklerden 100 adet kullanıldığına göre, dikdörtgen şeklindeki bu yüzey toplam kaç adet mozaik kullanılarak kaplanabilir?

SPÇ modelinde belirlenecek hedef problemin niteliği oldukça önemlidir. Hedef problem odak soruları cevaplamayı gerektirecek karmaşıklıkta olmasının yanı sıra öğrencilerin ilk bakışta çözemeyecekleri zorluk düzeyinde olmalıdır. Aksi halde öğrenciler problemin çözümünü analojik transferin gerçekleştirilmesine gerek kalmadan kolaylıkla gerçekleştirebilir. Bu açıdan hedef problem öğrencilerin yetenek düzeylerine ve bilgi kapasitelerine uygun zorluk düzeyinde belirlenmelidir. Şekil 1'de yer alan örnekte öğrencilerin kare ve dikdörtgenin alanını hesaplamayı öğrendikleri ancak bu iki geometrik şeklin alanın hesaplaması ile farklı bir yüzeyin alanını bulmayı gerektiren bir problem çözmedikleri varsayılmıştır.

Tablo 2

SPÇ Tartışma Formu (Sak, 2011)

Aşamalar		**Odak Sorular**	**Öğrenci Rolü**	**Öğretmen Rolü**
1. Hedef Problemi Tanımlama		- Problem nedir? - Bilinenler nelerdir? - Bilinmeyenler nelerdir? - Problemin çözümünde hangi bilgiler gereklidir? - Problemin çözümünde hangi bilgiler gerekli değildir? - Problem çözümü için nasıl yeterli şartlar sağlanabilir?	- Problemi çeşitli bölümlere ayırır.	- Hedef Problemi sunar. - Verileri listeler. - Görseller, simgeler kullanır. - Gerekli olursa şekiller çizer.
2. Kaynak (Analojik) Problemi Tanılama	***1. Analojik problem tanılama***	- Bu problemi daha önce gördünüz mü? - Problemi daha önce farklı bir yapıda gördün mü? - Benzer bir problem biliyor musun? - Bulduğun bu problemi nasıl çözebilirsin?	- Analojik problemi bulur. - Analojik problemi çözer.	- Öğrencilerin önceki bilgilerini ortaya çıkarır.
	2. Analojik problemi seçme	- Bu iki problemden hangisi hedef probleme benzemektedir? - Hangi açılardan bu problemler benzemektedir? - Bu iki problemden hangisi hedef problemin çözümünde işe yarar? - Seçtiğin bu problemi nasıl çözebilirsin?	- Doğru analojik problemi seçer. - Analojik problemi çözer.	- Gerekli olursa iki adet problem sunar. - Problem çözme sürecini izler.
3. Hedef Problemi Çözme		- Analojik problemin çözümünde kullandığın çözüm yöntemini hedef problemin çözümünde nasıl kullanabilirsin? - Çözüm adımlarının her birinin doğruluğunu nasıl kanıtlayabilirsin?	- Hedef problemi çözer. - Çözüm adımlarını kontrol eder.	- Problem çözüm sürecini izler.
4. Orijinal Analojik Problem Oluşturma		- Hedef problemin çözümünde kullanmış olduğun yöntemleri kullanarak çözebileceğin, hedef problemden daha üst düzey problemler neler olabilir? - Problem nedir? - Hedef problem ile orijinal problemin çözümleri hangi açılardan benzerdir? - Yeni problem, hangi yönlerden hedef problemden daha üst düzeydedir?	- Üst düzey analojik bir problem oluşturur.	- Gerekli olursa analojik problem sunar.

Tablo 2 (devam)

SPÇ Tartışma Formu (Sak, 2011)

5. Orijinal Analojik Problemi Çözme	- Hedef problemin çözümünde kullandığın çözüm yöntemini orijinal problemin çözümünde nasıl kullanabilirsin? - Çözüm adımlarının her birinin doğruluğunu nasıl kanıtlayabilirsin?	- Analojik problemi çözer. - Çözüm adımlarını kontrol eder.	- Problem çözüm sürecini izler.
6. Değerlendirme	- Problem çözerken neler öğrendin? - Problem çözümünde analojilerden nasıl yararlandın? - Orijinal problem oluştururken analojileri nasıl kullandın? - Problem çözümünde nasıl seçici oldun?	- Problem çözme deneyimlerini paylaşır.	- Öğrencileri deneyimlerini paylaşmaları için cesaretlendirir.

Aşama 2. Kaynak problemi tanılama

Bu aşamada, hedef problem ile kaynak (analojik) problem arasında seçici kıyaslamalar yapılarak benzerlik kurulması beklenmektedir. Seçici kıyaslama yeni bilgiler ile eski bilgiler arasında ve yeni bilgiler ile gelecekte kazanılabilecek bilgiler arasında ilişki kurmayı sağlar (Davidson & Sternberg, 1984). Problemler arasında seçici kıyaslama yapabilmek için analojilerden yararlanılır. Kaynak problemi tanılama aşaması gerekirse iki adımda yürütülebilir. İlk adım olan *analojik problemi tanılama* adımında öğrenciler hedef problemin çözümünde kullanabilecekleri basit bir analojik problem bulmalıdırlar. Bu adım için öğretmen şu soruları öğrencilere sorarak benzer problemleri tanılamalarını sağlamalıdır: Daha önce bu problem ile karşılaştınız mı? Bu probleme benzer farklı bir problem gördünüz mü? Benzer bir problem biliyor musunuz? Eğer öğrenciler analojik olabilecek benzer bir problem bulamazlar ise aşamanın ikinci adımı olan *analojik problemi seçme* adımına geçilir. İkinci adımda öğretmen hedef problemin çözümünde kullanılabilecek bir adet analojik problem, bir de analojik olmayan bir problem sunarak hangisinin hedef problemin çözümünde kullanılabileceğini sormalıdır. Bu şekilde öğrenciler hedef problem ile kaynak problem arasında analojik kıyaslama yapabileceklerdir.

2. AŞAMA: Kaynak (Analojik) Problemi Tanılama

1. Analojik Problem Tanılama

- Hedef probleme benzer analojik bir problem bulun.
- Eğer kaynak bir problem bulamazsanız verilen problemler arasından doğru kaynak problemi seçin.

2. Analojik Problemi Seçme

- İki problemden hangisi hedef probleme benzemektedir? Ne tür benzerlikler vardır?
- Hedef problemin çözümünde bu iki problemden hangisi bize yardımcı olabilir?

Problem 1:
Deniz, bir kenarı 2 cm olan kare şeklindeki kartonları birleştirerek kenar uzunluğu 16 cm olan daha büyük bir kare oluşturacaktır.
Bunun için Deniz, kaç adet 2 cm' lik karelerden kullanmalıdır?

Problem 2:
Leyla, 60 cm uzunluğundaki teli bükerek bir kare oluşturacaktır. Karenin bir kenar uzunluğu kaç cm' dir?

- Doğru kaynak problemi çözün (Problem 1). Bir yüzeyin bir geometrik şekil ile kaplanması ve geometrik şekillerin alanı analoji olarak kullanılır.

  Oluşturulan Karenin Alanı: 16 x 16 = 256

  Kare Karton Alanı: 2 x 2 = 4 Kullanılan Kare Sayısı: 256: 4 = 64

Şekil 2. Kaynak (Analojik) Problemi Tanılama

Şekil 2'de öğrencilere sunulan ilk kaynak problemde alan hesaplamayı gerektiren bir problem verilirken ikinci kaynak problemde uzunluk ve çevre ile ilgili bir problem yer almaktadır. Öğrencilerden bu iki problemi inceleyerek hedef problem ile analojik olan problemi belirlemeleri istenir. Bu aşamada öğretmen öğrencilerin analoji kurmalarını sağlamak amacıyla "Bu iki problemden hangisi hedef probleme benzemektedir? Ne tür benzerlikler vardır? odak sorularını kullanır. Şekil 2'de yer alan problemlerden Problem 1, hedef problem ile analojik olan problemdir. Kaynak problem (Problem 1) ve hedef problem arasındaki analoji her iki problemde de bir yüzeyin bir geometrik şekil ile kaplanması ve çözümde geometrik şekillerin alanlarının kullanılması gerektiğidir.

Kaynak problem ile hedef problem arasındaki analoji öğrencilerin fark edebilecekleri yapıda olmalıdır. Daha önce problem çözme sürecinde analoji kullanmayı deneyimlememiş öğrenciler için benzerliği belirlemek çok daha zor olabilir. Bu nedenle yapılacak ilk uygulamalarda daha kolay fark edilebilir benzerlikler içeren kaynak problemler kullanılmalıdır. İncelenen örnek bu açıdan öğrencilerin kolaylıkla benzerliği fark edebilecekleri bir örnek olarak değerlendirilebilir. Doğru kaynak problem belirlendikten sonra öğrenciler öğretmenin de desteği ile öncelikle kaynak problemi çözmelidir.

Aşama 3. Hedef problemi çözme

Hedef problemin çözüm aşamasında doğru analojik transferin yapılması oldukça önemlidir. Aksi halde yanlış analojilerin kullanımı ile problem çözümü gerçekleştirilemeyebilir. Hedef problem ile kaynak problem arasındaki benzerliği fark eden ve bunu açık bir şekilde ifade edebilen öğrenciler, hedef problemin çözümünü de daha kolay gerçekleştirebileceklerdir. Bu aşamada öğretmenin rolü oldukça önemlidir. Öğrencilerin doğru analojik transferi yapabildiklerinden emin olmalı ve öğrencileri cesaretlendirmelidir. Bunun için öğretmen şu soruları sormalıdır: Kaynak problemin çözümünde kullandığınız yöntemi, hedef problemin çözümünde nasıl kullanabilirsiniz? Kaynak problem ile hedef problem hangi yönlerden benzemektedir? Odak sorular ile öğrenciler belirlemiş oldukları analojileri problem çözümüne transfer ederler.

3. AŞAMA Hedef Problemi Çözme

- Kaynak problemin çözüm yönteminde kullanılan geometrik şekillerin alan hesaplamaları hedef problemin çözümüne transfer edilir.

- Kaynak problemde kullanmış olduğun alan hesaplama adımlarını hedef problemin çözümünde analoji olarak kullanarak hedef problemi çözünüz.

Yüzeyin Alanı: 300 cm x 400 cm = 120 000 cm²
10 cm' lik Mozaik Alanı: 10x 10 = 100 cm² 100 adedi: 100 x100 = 10 000 cm²
20 cm' lik Mozaik Alanı: 20x 20 = 400 cm²
120 000 cm²- 10 000 cm² = 110 000 cm²

Şekil 3. Hedef Problemi Çözme

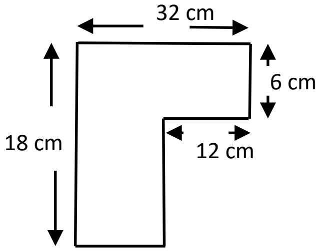
İncelenen örnek için hedef problemi çözme aşamasında öğrenciler kaynak problemin çözümünde kullandıkları alan hesaplama işlemlerini doğru bir şekilde hedef problemin çözümüne transfer ederek hedef problemi çözerler. Burada kaynak problemin çözümünde kullanılan alan hesaplama adımları hedef problemin çözümünde analoji olarak kullanılır. Bu aşama öğrencilerin problem çözüm adımlarını tekrar tekrar incelemelerini sağlamaktadır. Öğrenciler problem çözüm sürecinde gerçekleştirdikleri her bir işlemin gerekçelerini değerlendirme fırsatı elde ederler. Böylece kaynak problem ile hedef problemin çözüm süreci arasında analojik transferi gerçekleştirebilirler.

Aşama 4. Orijinal analojik problem oluşturma

Bu aşamanın amacı, analojik transfer yoluyla analojik ve orijinal problem oluşturma becerilerinin geliştirilmesidir. Orijinal analojik problem oluşturma aşaması teorik ve metodolojik olarak analojik problem tanılama aşaması ile benzerdir (Sak, 2011). Ancak, oluşturulan problemin niteliği açısından farklılık göstermektedir. SPÇ'nin bu aşamasında öğrencilerden hedef problem ile benzer orijinal analojik bir problem oluşturmaları beklenmektedir. Oluşturulan yeni problem, hedef problemin çözümünden daha karmaşık çözüm gerektiren üst düzey, zorlayıcı bir problem olmalıdır. Bu aşama, seçici kıyaslama ve analoji kurmayı gerektirmektedir (Sak, 2011). Öğretmen bu aşamayı başlatmak için öğrencilere şu soruyu yöneltir: Hedef problemin çözümünde kullanmış olduğunuz yöntemleri kullanarak çözebileceğiniz, hedef problemden daha üst düzey problemler neler olabilir? Öğrencilerin hedef problem ile analojik olan problemler oluşturmalarının ardından öğretmen öğrencilerinden oluşturdukları orijinal problemi hedef problem ile karşılaştırmalarını sağlar. Bunun için SPÇ Tartışma Formundaki şu soruları kullanmalıdır: Hedef problem ile orijinal problemin çözümleri hangi açılardan benzerdir? Yeni problem, hangi yönlerden hedef problemden daha üst düzeydedir? Şekil 4'te hedef problemde olduğu gibi bir yüzeyin bir geometrik şekil ile kaplanmasını içeren ancak farklı geometrik şekillerin alanlarının hesaplanmasını gerektiren daha karmaşık bir orijinal problem yer almaktadır.

4. AŞAMA. Orijinal Problem Oluşturma

- Hedef problem ile analojik ancak hedef problemden daha zorlayıcı olan original problem oluşturun.
- Eğer orijinal problem oluşturamazsanız aşağıda yer alan orijinal problemi çözün:



Yandaki şekil kenar uzunlukları 2cm ve 8 cm olan dikdörtgenler çizilerek boyanacaktır. Çizilen dikdörtgenlerin 1/3'i kırmızı ile boyanacağına göre kırmızı ile boyanan kaç adet dikdörtgen olacaktır?

Şekil 4. Orijinal Problem Oluşturma

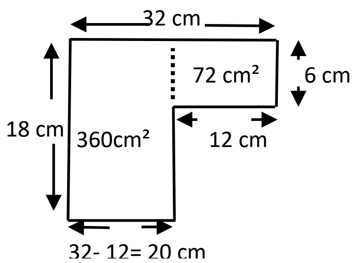
Öğrenciler ilk denemelerinde hedef probleme oldukça benzer ve orijinal olmayan problemler oluşturabilirler. Sistematik olarak bu aşamayı tekrar deneyimlemeleri ile daha üst düzey analojik problem oluşturabileceklerdir. Bu aşamada eğer öğrenciler orijinal bir problem oluşturamazlarsa öğretmen hazırlamış olduğu orijinal problemi sunar. Şekil 4'te yer alan orijinal problem öğrencilerin orijinal problem oluşturamadıkları varsayılarak sunulmuştur.

Aşama 5. Orijinal analojik problemi çözme

Hedef problemin çözümü için kullanılan analojik transfer bu aşamada orijinal analojik problemi çözmek için kullanılır. Bu aşama öğretmenin yönlendirici soruları ile başlamalıdır: Hedef problemin çözümünde kullanmış olduğunuz yöntemi orijinal problem çözümünde nasıl kullanabilirsiniz? Orijinal problemin çözümünün doğru bir şekilde gerçekleştirilmesi, orijinal problemin doğru bir analoji ile oluşturulup oluşturulmadığına bağlıdır. Öğrenciler kimi zaman çözemeyecekleri kadar zor bir orijinal problem oluşturabilirler. Bu durumda kurulan analoji oldukça uzak bir analoji olabilir ya da öğrencinin bilgi kapasitesi problemi çözebilmek için yeterli olmayabilir. Şekil 5'te yer alan orijinal problem öğrencilerin daha önce öğrenmiş oldukları geometrik şekillerin alanlarını kullanmayı gerektiren çözüm adımlarını içermektedir.

5. AŞAMA. Orijinal Problemi Çözme

- Hedef problemin çözüm yöntemini original problemin çözümünde kullanınız.
- Orijinal problemin çözümü için geometik yüzeylerin alanlarını analoji olarak kullanınız.



Şeklin Alanı:
(18 x20)+ (12 x 6) = 360 + 72= 432 cm²
Dikdörtgenlerin Alanı: 2 x 8 = 16 cm²
432: 16 = 27 tane dikdörtgen
27 x 1/3 = 9 kırmızı dikdörtgen

- Çözüm adımlarını kontrol edin.

Şekil 5. Orijinal Problemi Çözme

Öğrenciler orijinal problemin çözümünü gerçekleştiremezler ise daha basit bir analojik problem sunulabilir ya da öğrencilerin oluşturmaları teşvik edilir. Hedef problem ile orijinal problem arasındaki analojinin keşfedilmesinin ardından öğretmen, "Hangi aşamadasınız?" "Nasıl gidiyor?" "Bulmuş olduğunuz analojiyi çözümde kullanabiliyor musunuz?" gibi sorular ile çözüm sürecini izler ve öğrencilerin hangi aşamada zorlandıklarını belirlemeye çalışır. Öğretmen SPÇ Tartışma Formunda (Tablo 2) yer alan, "Her bir adımın doğruluğunu nasıl kanıtlayabilirsiniz?" odak sorusu ile bu süreci yönlendirir.

Aşama 6. Değerlendirme
SPÇ modelinin son aşamasında öğrenciler problem çözme sürecinin her bir adımını ve kazanmış oldukları deneyimleri değerlendirirler, düşünme süreçlerini gözden geçirirler. Bu aşamada öğrencilerin kazanmış oldukları deneyimleri gelişimleri için kullanabilmeleri, bu deneyimleri yeni problem durumlarına transfer edebilmeleri hedeflenmektedir. Öğretmen, öğrencilerin SPÇ aşamalarını uygularken neleri deneyimlediklerini ve öğrendiklerini değerlendirmelerini sağlamak için şu sorular ile değerlendirme sürecini başlatır (Sak, 2011): Problemleri çözerken neler öğrendiniz? Problem çözümünde analojilerden nasıl yararlandınız? Orijinal problem oluşturmada analojiler size nasıl yardımcı oldu? Analoji nedir? Problem çözmede analoji kurmanın yararları nelerdir? Öğrenciler SPÇ Tartışma Formunda yer alan bu sorular ile değerlendirme sürecine aktif olarak dâhil edilmektedir.

Sonuç ve Öneriler

Seçici Problem Çözme modeli Sak (2011) tarafından geliştirilen, analojik ve seçici düşünme ile problem çözmeyi sağlayan bir yaratıcı problem çözme modelidir. Altı aşamadan oluşan SPÇ modeli kuramsal olarak iki temel yapıya dayanmaktadır: Polya'nın (1957) dört aşamalı problem çözme modeli ve Davidson ve Sternberg'in (1984) iç görüsel düşünme teorisi. Bunların yanı sıra çeşitli yaratıcılık araştırmaları da modele kaynak oluşturmuştur. SPÇ modeli özellikle matematik problemlerinin çözümü için önerilen bir modeldir (Sak, 2011). Öte yandan modelin farklı disiplinlerde uygulamaları da gerçekleştirilebilir (Bal-Sezerel, & Sak, 2013).
SPÇ modelini konu edinen çalışmaların birçoğu matematik dersi kapsamında gerçekleştirilmiştir. Bal Sezerel ve Sak (2013) modelin sosyal geçerliğini incelenmişlerdir. Ortaokul öğrencileri ile gerçekleştirilen bu çalışma sonucu öğrencilerin SPÇ modeli matematik dersi uygulamalarına yönelik pozitif algıya sahip oldukları belirlenmiştir. Benzer bir çalışma Karabacak ve Kirişçi (2019) tarafından özel yetenekli öğrenciler ile normal zekâ düzeyindeki öğrencilerin karşılaştırılması amacı ile gerçekleştirilmiştir. Bu araştırmada da öğrencilerin SPÇ modeline yönelik pozitif algıya sahip oldukları, özel yetenekli öğrencilerin ise modelin yaratıcılıklarını geliştirdiklerine inandıkları belirlenmiştir. Modelin sosyal geçerliğine yönelik çalışmalara bakıldığında sınırlı sayıda araştırmanın olduğu söylenebilir. Bir eğitim programının ya da bir modelin sürdürülebilirliğini belirlemek amacı ile gerçekleştirilen sosyal geçerlik çalışmaları (Schwartz, & Baer, 1991) farklı sınıf düzeyleri, farklı konu alanları ve farklı disiplinlerde daha geniş örneklem grupları ile gerçekleştirilebilir. Bu açıdan SPÇ modeli sosyal geçerliğine yönelik araştırmalar geliştirilebilir. Ayrıca modeli ya da programı uygulayan öğretmenlerin görüşleri değerlendirilebilir. Böylece modelin çeşitli özellikleri farklı boyutlarda değerlendirilerek gelişimi sağlanabilir.
Modele yönelik çalışmalardan bir diğeri Kılıç ve Ayas'ın (2017) SPÇ modelinin fen bilimlerinde bir uygulama örneğini inceledikleri çalışmalarıdır. SPÇ modeli farklı disiplinlerde de uygulanabilir bir modeldir (Bal Sezerel, & Sak, 2013). Modeli konu edinen araştırmalar incelendiğinde sadece matematik ve fen bilimleri alanlarında gerçekleştirildikleri söylenebilir. Diğer disiplinlerde uygulamalar gerçekleştirilerek, SPÇ modelinin gelişimi için veriler elde edilebilir.
SPÇ modelinin etkililiği üzerine yapılan araştırmalar da oldukça sınırlı sayıdadır. Bu çalışmalar genel olarak SPÇ modelinin farklı bir teknik ile birlikte kullanımını inceleyen araştırmalardır. Pambudiarso, Mariani ve Prabowo (2016), sekizinci sınıf öğrencilerinin geometri dersinde SPÇ modelini uygulamalı aktiviteler ile birleştirerek etkililiğini incelemiştir. Uygulamalı aktiviteler ile birlikte modelin kullanımının öğrencilerin geometri problemlerini çözme düzeylerinde gelişim sağladığı belirlenmiştir. Endardini (2017), SPÇ modelinin üst düzey düşünme becerileri ve matematiğe yönelik olumlu algı oluşturma üzerine etkisini incelemiştir. Modelin her iki değişken üzerindeki etkisinin olumlu yönde olduğu bulunmuştur. Bir diğer araştırmada Zaenuri, Nastiti ve Suhito (2019), etnomatematik öğrenme yaklaşımı ile birlikte SPÇ modelini uygulayarak SPÇ modelinin 7. sınıf öğrencilerin matematikte yaratıcı düşünme becerilerinin gelişimine olan etkisini incelemişlerdir. Kirişçi (2019) SPÇ modelinin

yaratıcılık becerileri üzerindeki etkisini solomon dört grup deneysel model kullanarak ortaokul matematik dersi kapsamında araştırmıştır. Çalışmada modelin öğrencilerin analojik problem oluşturma ve problemi analiz etme becerilerinin gelişiminde etkili olduğunu bulmuştur.

Son yıllarda SPÇ modelinin farklı değişkenler üzerindeki etkisini incelemeye yönelik çalışmalar artış gösterse de yeni bir model olması nedeni sınırlı sayıda araştırmanın var olduğu söylenebilir. Modelin uygulamadaki geçerliğine yönelik farklı sınıf düzeylerinde ve farklı öğrenme alanlarında araştırmaların yapılması önerilebilir. Bunun yanı sıra analojik ve seçici düşünme becerilerinin ön plana çıktığı SPÇ modeli ile farklı yaratıcı problem çözme yöntemlerinin kullanıldığı programlar karşılaştırmalı olarak değerlendirilebilir. Modelin yaratıcılık teknikleri ile birlikte kullanımı deneysel çalışmalar ile değerlendirilerek yaratacağı sonuçlar incelenebilir.

Kaynakça

Bal-Sezerel, B., & Sak, U. (2013). The selective problem-solving model (SPS) and its social validity in solving mathematical problems. *The International Journal of Creativity and Problem Solving*, *23*(1), 71-87.

Bassok, M. (2003). Analogical transfer in problem solving. In J. E. Davidson ve R.J. Sternberg (Eds), *The psychology of problem solving* (pp. 343-369). UK: Cambridge University Press.

Beghetto, R. A. (2007). Does creativity have a place in classroom discussions? Prospective teachers' response preferences. *Thinking Skills and Creativity, 2*, 1-9.

Bernardo, A. B. (2001). Analogical problem construction and transfer in mathematical problem solving. *Educational Psychology*, *21*(2), 137-150.

Chen, Z. (1996). Children's analogical problem solving: The effects of superficial, structural, and procedural similarity. *Journal of Experimental Child Psychology*, *62*(3), 410-431.

Chiu, M. S. (2009). Approaches to the teaching of creative and non- creative mathematical problems. *International Journal of Science and Mathematics Education,7*(1), 55–79.

Davidson, J. E., & Sternberg, R. J. (1984). The role of insight in intellectual giftedness. *Gifted Child Quarterly, 28*(2), 58-64.

Davidson, J.E. (1986). The role of insight in giftedness. In R.J. Sternberg, & J.E. Davidson (Eds.), *Conceptions of giftedness*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Endardini, U. (2017). *Pengaruh model pembelajaran selective problem solving (sps) terhadap kemampuan higher order thinking skill dan disposisi matematika*. (Unpublished master's thesis). Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan, Jakartha.

English, L. (1997). Analogies, metaphors, and images: vehicles for mathematical reasoning. In L. D. English (Ed.), *Mathematical reasoning: Analogies, metaphors, and images* (pp. 191–220). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates Inc.

Ferguson, R. W. (1994). MAGI: Analogy-based encoding using regularity and symmetry. In *Proceedings of the 16th annual conference of the cognitive science society* (pp. 283-288).

Gentner, D. (1998). Analogy. In W. Bechtel, & G. Graham (Eds), *A companion to cognitive science* (pp. 107-113). Malden, MA, USA: Blackwell Publication.

Gentner, D., & Gentner, D. R. (1983). Flowing waters or teaming crowd: Mental models of electricity. In D. Gentner, & A. L., Ès Stevens (Eds.), *Mental Models*. (pp. 99-129). Lawrence Erlbaum, Hillsdale.

Gentner, D., Loewenstein, J., & Thompson, L. (2003). Learning and transfer: A general role for analogical encoding. *Journal of Educational Psychology*, *95*(2), 393-408

Gick, M. L., & Holyoak, K. J. (1980). Analogical problem solving. *Cognitive Psychology*, *12*(3), 306-355.

Gick, M. L., & Holyoak, K. J. (1983). Schema induction and analogical transfer. *Cognitive Psychology*, *15*, 1–38

Gorodetsky, M., & Klavir, R. (2003). What can we learn from how gifted/average pupils describe their processes of problem solving? *Learning and Instruction*, *13*(3), 305-325.

Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (2006). Teaching and learning with analogies. In P.J. Aubusson, A. G. Harrison, & S. M. Ritchie (Eds), *Metaphor and analogy in science education* (pp. 11-24). Dordrecht: Springer.

Hart, C. (2018). *Doing a literature review: Releasing the research imatination.* (2nd Edition). London: Sage Publication.

Haylock, D. W. (1997). Recognising mathematical creativity in schoollchildren. *ZDM*, *29*(3), 68-74.

Karabacak, F., & Kirişçi, N. (2019). A Comparison of Gifted and non-Gifted Students' Satisfaction about the Use of Selective Problem-Solving Model in Mathematics. *Turkish Journal of Giftedness and Education*, *9*(2), 131-144.

Kılıç, A., & Ayas, M. B. (2017). Fen bilimlerinde analojik ve seçici düşünme: Seçici problem çözme modelinin fen bilimlerine uyarlanması. *Turkish Journal of Giftedness and Education*, *7*(2), 127-140.

Kirişçi, N. (2019). *Seçici problem çözme modeli'nin yaratıcılık becerileri üzerindeki etkisinin ortaokul matematik dersinde incelenmesi.* Yayımlanmamış Doktora Tezi, Eskişehir: Anadolu Üniversitesi.

Klavir, R., & Gorodetsky, K. (2011). Features of creativity as expressed in the construction of new analogical problems by intellectually gifted students. *Creative Education*, *2*(3), 164-173.

Krutetskii, V. A. (1976). *The psychology of mathematical abilities in school children*. Chicago: University of Chicago Press.

Loewenstein, J., Thompson, L., & Gentner, D. (1999). Analogical encoding facilitates knowledge transfer in negotiation. *Psychonomic Bulletin & Review*, *6*(4), 586-597.

Mann, E. L. (2006). Creativity: The essence of mathematics. *Journal for the Education of the Gifted*, *30*(2), 236-260.

Novick, L. R., & Holyoak, K. J. (1991). Mathematical problem solving by analogy. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *17*(3), 398-415.

Pambudiarso, R. B., Mariani, S., & Prabowo, A. (2016). Komparasi kemampuan pemecahan masalah materi geometri antara model SPS dan model sps dengan hands on activity. *Kreano, Jurnal Matematika Kreatif-Inovatif*, *7*(1), 1-9.

Pham, H., & Cho, S. (2018). Nurturing mathematical creativity in schools. *Türk Üstün Zekâ ve Egitim Dergisi*, *8*(1), 65-82.

Polya, G. (1957). *How to solve it*. (2nd ed.). New Jersey: Princeton University Press.

Richland, L. E., & McDonough, I. M. (2010). Learning by analogy: Discriminating between potential analogs. *Contemporary Educational Psychology*, *35*(1), 28-43.

Richland, L. E., Holyoak, K. J., & Stigler, J. W. (2004). Analogy use in eighth-grade mathematics classrooms. *Cognition and Instruction*, *22*(1), 37-60.

Sak, U. (2011). Selective Problem Solving (SPS): A Model for teaching creative problem-solving. *Gifted Education International*, *27*(3), 349-357.

Schank, R. C. (1982). *Dynamic memory*. Cambridge: Cambridge University Press.

Schwartz, L. S., & Baer, D. M. (1991). Social validity assessments: Is current practice state of the art? *Journal of Applied Behavior Analysis*, *24*(2), 189-204.

Sheffield, L. J. (2013). Creativity and school mathematics: some modest observations. *ZDM*, *45*(2), 325-332.

Silver, E. A. (1997). Fostering creativity through instruction rich in mathematical problem solving and problem posing. *The International Journal on Mathematical Education*, *29*(3), 75–80.

Sriraman, B., Yaftian, N., & Lee, K. H. (2011). Mathematical creativity and mathematics education: A derivative of existing research. In *The elements of creativity and giftedness in mathematics* (pp. 119-130). Brill Sense.

Starko, A. J. (2018). *Creativity in the classroom: Schools of curious delight*. (6th Ed.). New York: Routledge.

Threlfall, J., & Hargreaves, M. (2008). The problem-solving methods of mathematically gifted and older average-attaining students. *High Ability Studies*, *19*(1), 83-98.

Vosniadou, S. (1989). Analogical reasoning as a mechanism in knowledge acquisition: A developmental perspective. In S. Vosniadou, & A. Ortony (Eds), *Similarity and Analogical Reasoning* (pp. 413-437). Cambridge: Cambridge University Press.

Wong, S. S. H., Ng, G. J. P., Tempel, T., & Lim, S. W. H. (2019). Retrieval practice enhances analogical problem solving. *The Journal of Experimental Education*, *87*(1), 128-138.

Zaenuri, Z., Nastiti, P. A., & Suhito, S. (2019). Mathematical creative thinking ability based on students' characteristics of thinking style through selective problem-solving learning model with ethnomatematics nuanced. *Unnes Journal of Mathematics Education*, *8*(1), 49-5.

Extended Abstract

Introduction

In this study, it is aimed to review the theoretical structure of the Selective Problem-Solving Model, which is a new problem-solving model, and to explain the stages of the model with an example of a mathematical problem. There are many studies in the literature to explain mathematical creativity and to define this concept. However, there is not enough research on how to nurture mathematical creativity (Pham, & Cho, 2018). In this respect, this paper will contribute to the literature on the development of mathematical creativity. In addition, it is thought that the study is important for mathematics teachers, who have an important role in mathematical creativity education, to meet a new problem-solving model and to apply it in their class. Teachers who will educate creative students in mathematics should be able to differentiate the content of the course and organize it by choosing appropriate strategies (Starko, 2018). It can be stated that this study is also important in terms of creating content for educational programs prepared for mathematics teachers.

Methodology

The review was carried out in this study. Based on this, the theoretical structure of the Selective Problem Solving (SPS) model, which aims to develop problem solving, problem posing, selective thinking and analogical thinking skills and to support the development of mathematical creativity skills has been studied in detail. Analogical thinking and selective thinking skills, which are the framework of the model, were conceptually discussed and their role in mathematical creativity education was examined. The stages of the model are explained in detail with an example of a math problem. The researches on the SPS Model were examined and suggestions were made for the development of the model and future studies.

Discussions and Conclusions

The Selective Problem-Solving model is a creative problem-solving model developed by Sak (2011). The model provides a solving problem by using analogical thinking and selective thinking. SPÇ model is a model recommended especially for solving mathematical problems (Sak, 2011). On the other hand, the model can be applied in different disciplines (Bal-Sezerel, & Sak, 2013). Most of the studies on the SPÇ model were carried out within the scope of the mathematics course. Bal-Sezerel and Sak (2013) examined the social validity of the model. As a result of this study conducted with middle school students, it was determined that students have a positive perception of the application of SPS in their mathematics lessons. A similar study was carried out by Karabacak and Kirişçi (2019) with the aim of comparing gifted students with non-gifted peers. In this study, it was determined that the students had a positive perception of the SPS model, and the gifted students believed that the model developed their creativity. Considering the studies on the social validity of the model, it can be said that there are a limited number of studies. Social validity studies which are carried out to determine the sustainability of an educational program or a model, can be performed with larger sample groups in different grade levels, different subject areas, and different disciplines. In this respect, studies on the social validity of the SPS model can be developed. In addition, the opinions of the teachers applying the model can be evaluated. Thus, various features of the model can be evaluated in different dimensions, and improvement of the SPS can be achieved. Future studies can investigate the validity of the SPS on different grade levels and different learning areas. In addition, the effectiveness of different creative problem-solving methods and the SPS can be assessed comparatively.