

Analogical and Selective Thinking in Science: The Use of the Selective Problem Solving in Science Courses

Fen Bilimlerinde Analojik ve Seçici Düşünme: Seçici Problem Çözme Modelinin Fen Bilimlerine Uyarlanması

Abidin Kılıç¹ & M. Bahadır Ayas²

Abstract

Problem solving can be considered as an integral part of our everyday life. Some of the solutions produced to the problems can be evaluated in the context of creativity in terms of being unique, novel and inspiring new ideas, whereas others are ordinary. In fact, according to some researchers, creativity is defined as problem solving process. Along with many problem-solving approaches, the use of analogies that result in inventions or discoveries in areas such as science and mathematics, is a frequently used method. In this study, Selective Problem Solving (SPS) model, a creative problem-solving model developed by Sak (2011), was examined in detail and applied the science. SPS is a problem-solving model developed to help students to improve their creative problem-solving skills and to provide transferable knowledge to different problem situations. The model focuses on analogical thinking and selective thinking skills. The theoretical background of SPS model is based on Polya's (1957) problem solving model, Davidson and Sternberg's (1984) insightful thinking model and research findings in the field of creativity.

Keywords: Analogical thinking, selective thinking, selective problem solving, creative problem solving

Öz

Problem çözme günlük yaşantımızın ayrılmaz bir parçası olarak değerlendirilebilir. Problemlere üretilen çözümlerin bazıları sıradan, bazıları ise insanları şaşırtmaları ve yeni fikirlere ilham olmaları bakımından yaratıcılık bağlamında değerlendirilebilir. Hatta bazı araştırmacılara göre yaratıcılık problem çözme süreci olarak tanımlanmaktadır. Birçok problem çözme yaklaşımı olmakla birlikte fen bilimleri gibi alanlarda bir buluş veya icatla sonuçlanan problem çözme analoji kullanımı sıklıkla kullanılan bir yöntemdir. Bu çalışmada Sak (2011) tarafından geliştirilen bir yaratıcı problem çözme modeli olan Seçici Problem Çözme (SPÇ) modeli detaylı bir şekilde incelenerek fen bilimleri alanından bir uygulama örneği verilmiştir. SPÇ yaratıcı problem çözme becerilerini geliştirmek, farklı problem durumlarına transfer edilebilir bilgi birikimi sağlamak amacıyla geliştirilmiş bir problem çözme modelidir. Modelde analojik düşünme ve seçici düşünme becerilerine odaklanılmaktadır. SPÇ modeli kuramsal olarak ünlü matematikçi Polya'nın (1957) problem çözme modeli, Davidson ve Sternebeg'in (1984) iç görüsel düşünme teorisi ve yaratıcılık alanındaki araştırma bulgularının sentezlenmesi sonucunda geliştirilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Analojik düşünme, seçici düşünme, Seçici Problem Çözme, Yaratıcı problem çözme.

Giriş

Problem çözenin insanoğlunun yaşamında bütünleyici bir rolü vardır. Bu bakımdan yaşam bir problem çözme süreci olarak ta değerlendirilebilir. Yaşamımız boyunca kolay, zor veya çözümü imkânsız problemlerle karşılaşır ve bunları çözmek için çabalarız. Problemlerin türü

²Correspondence Author, Phd., Anadolu University, Eskişehir, Turkey; mbayas@anadolu.edu.tr

¹Assoc. Prof. Dr., Anadolu University, Eskişehir, Turkey

ve düzeyi değişikçe problemi ele alma tarzımızda değişmektedir. Problem çözme yöntemi-miz ne olursa olsun, bazı çözümler sıradanken bazıları insanları şaşırtmaları ve yeni fikirlere ilham olmaları bakımından diğer çözümlerden farklılaşırlar. Farklı ve özgün çözümler ise yaratıcılık bağlamında değerlendirilebileceğinden, bazı araştırmacılar yaratıcılığı problem çözme sürecinin ürünü olarak ta değerlendirmektedir (Runco & Dow, 1999). Bu bağlamda fen bilimleri alanında Seçici Problem Çözme Modeli'nin (SPÇ) (Sak, 2011) konu edildiği bu çalışmada öncelikle yaratıcı problem çözme kavramına odaklanılmış ve daha sonra SPÇ modeli detaylı bir şekilde örnekler üzerinden incelenmiştir.

Yaratıcı Problem Çözme Sürecinde Analogik Düşünme

Sözlük anlamı *benzeşim* olarak verilen analogi, iki veya daha fazla fenomenin benzerlikler üzerinden ilişkilendirilmesi/eşleştirilmesi olarak tanımlanmaktadır (Holyoak & Thagard, 1995; Mumford & Porter, 1999). Farklı bir tanıma göre ise farklı durumlar arasında ileriye yönelik çıkarsamalar yapmak için kullanılabilen kısmi benzerlikler olarak değerlendirilmektedir (Gentner, 1998). Bu tanımlara problem çözme süreci bağlamında düşünüldüğünde, analogilere problemin çözümünü hedef guruplara açıklamak (Sadi Carnot'un ısı akışını şelaleden akan suya benzeterek açıklaması) veya problemi çözmek (Faraday'ın elektirik alanı açıklamak için manyetize/mıknatıslanmış demir tozu kullanması) için kullanılabilir (Gentner & Jeriorski, 1993). Problem çözme sürecinde sık kullanılmasından dolayı çoğu zaman icat analogik muhakeme ile de ilişkilendirilir (Gentner, 2002). Bu bakımdan analogiler keşfetme kapasitesi yaratıcı bireyleri diğerlerinden ayıran temel özelliklerinden biri olarak ta değerlendirilebilir. Hatta analogi ve seçim yapma buluş için gerekli temel araçlar olarak ta düşünülebilir. Çünkü daha önceden çözülmüş problemlerle ilgisi olmayan bir problemden söz etmek mümkün değildir (Polya, 1957). Örneğin bir matematikçi problemlerin oluşturan yapılar arasında seçici bir arayış içindedir. Ünlü matematikçi Poincare'e göre (Gould, 2001) yaratıcı bir matematikçi, matematiksel unsurlar arasındaki uyumlu ilişkileri ayırt eder. Benzer şekilde yaratıcı bilim insanlarının da yeni bir teori veya buluş sürecinde sıklıkla analogilere başvurdukları bilinmektedir (Gick & Holyoak, 1980). Rutherford'un atom modelini güneş sistemine benzetmesi veya Huygens'in ışık ile ilgi teorisini ses dalgalarına benzetmesi bilimsel buluş sürecinde analogi kullanımına ilişkin örnekler olarak verilebilir. Hatta analogik düşünmenin yaratıcılığı beslediği dahi düşünülmektedir (Boden, 2004; Holyoak & Thagard 1995; John-Steiner, 1997; Runco, 2006; Sawyer, 2006).

Yaratıcılık ve buluş yapma sürecinde sıklıkla başvuru analogi açıklamaya çalışan teoriler iki bileşenin altı çizilmektedir: hedef ve kaynak. Açıklanan fenomen hedef olarak adlandırılırken, analogik olarak kıyaslanan fenomen kaynak olarak tanımlanabilir. Buluş yapma süreci bağlamında düşünüldüğünde hedef çözülmesi gereken bir problem olabilir. Hedef problemi çözmek ya da anlamak için ise başka bir problem kaynak olarak kullanılabilir. Analogi oluşturma süreci, bellekten bir kaynak bulunması, kaynak ve hedef arasında benzerliklerin kurulması ve kaynağın özelliklerinin hedefin ilgili özellikleri ile eşleştirilmesini kapsamaktadır (Dunbar, 1999). Farklı bir ifade ile analogi, uygun bir kaynağın seçilerek hedefle eşleştirilme süreci olarak

tanımlanabilir. Bu sürecin başarılı bir analogi ile sonuçlanabilmesi için kaynak ve hedefin yapısal göstergelerinin eşleştirilmesi çok önemlidir. Ancak bu süreç kolay gerçekleşmeyebilir (Holyoak & Koh, 1987). Holyoak ve Koh'a göre analogik transferin dört farklı aşamada gerçekleşebilir: 1) kaynak ve hedefin zihinsel temsillerinin oluşturulması, 2) doğru kaynağın seçilmesi, 3) kaynak ve hedefin yapısal benzerliklerinin eşleştirilmesi ve 4) eşleştirmenin hedef için çözüm üretecek şekilde genişletilmesi.

Araştırma bulguları analogi kullanımının yetenek düzeyinden etkilendiğini göstermektedir. Analogi kullanımı üzerine yapılan deneysel çalışmalarda deneyimsiz olan bireylerin hedef ve kaynak arasında yüzeysel benzerliklere odaklandıklarını, uzmanların ise ilgisiz görünen problemler arasında yapısal ilişkiler kurduklarını ve bu süreçte hedef ve kaynağa ilişkin yapısal bilgileri kullandıklarını ortaya koymaktadır (Forbus, Gentner & Law, 1995; Holyoak & Thagard 1995). Kaynağın özelliklerinin hedefin özelleri üzerine eşleştirilmesi, hedef problemin anlaşılmasında yeni öngörülere kaynaklık eder; bu durumun sonucunda ise birey hedef problemin yeni ve farklı özelliklerini keşfederek yeni fikirler ve yaratıcı çözümler geliştirir.

Yaratıcı Problem Çözme Sürecinde Seçim

Seçici düşünce, bir problemle ilgisi olmayan unsurların veya fikirlerin görmezden gelinerek, problem çözümünde yararlı olacak bilgilere veya fikirlere odaklanan bir düşünme süreci olarak tanımlanabilir. Bu süreçte seçimin yapılması ise problemin anlaşılmasına bağlıdır (Davidson & Sternberg, 1984). Polya'ya (1957) göre ise iyi bir matematikçinin problem çözme sürecinde seçici olması gerekmektedir. Benzer şekilde bilim insanları araştırdıkları problemle ilgisi olan ve olmayan elemanları birbirlerinden ayırırlar ve problemin çözümünde kullanabilecekleri bilgilere odaklanırlar. Seçim süreci aynı zamanda yeni yapıların/kombinasyonların oluşturulmasında da kullanılır. Yaratıcı bir bilim insanı sonsuz sayıdaki bu kombinasyonlardan uygun olanları seçer. Einstein kombinasyonları üretkenliğin önemli bir özelliği olarak değerlendirirken (Hadamard, 1945), büyük bilim insanlarının buluşlarını inceleyen James (1880) yaratıcılığı duyulmamış ve az rastlanır kombinasyonlar olarak tanımlamaktadır (akt. Simonton, 2009). Poincare'e göre yaratıcı matematikçiler sonsuz sayıdaki seçenek içerisinde uygun kombinasyonları seçebilirler (Gould, 2001) ve bu kombinasyonlardan uzak analogiler içerenlerin faydalı olma olasılıkları daha yüksektir (Weisberg, 2006). Seçim yapma aynı zamanda uygun analogilerin kurulmasında da önemli bir role sahiptir (Davidson & Sternberg, 1984; Gust, Krumnack, Kühnberger & Schwering, 2008; Pereira de Barros, Primi, Koich Miguel & Almeida, 2010).

Seçici Problem Çözme Modeli (SPÇ)

Seçici Problem Çözme modeli (SPÇ), Sak (2011) tarafından yaratıcı problem çözme becerilerini geliştirmek, farklı problem durumlarına transfer edilebilir bilgi birikimi sağlamak amacıyla geliştirilmiş bir problem çözme modelidir. Modelde analogik düşünme ve seçici düşünme becerilerine odaklanılmaktadır. SPÇ modeli kuramsal olarak ünlü matematikçi Polya'nın (1957)

problem çözme modeli, Davidson ve Sternberg'in (1984) iç görüsel düşünme teorisi ve yaratıcılık araştırmalarının sentezine dayanmaktadır (Bal-Sezerel & Sak, 2013). Polya'nın matematiksel problem çözme modeli dört aşamadan oluşmaktadır: 1) problemi anlama, 2) çözümü planı oluşturma, 3) planı yürütme ve 4) geri bakma/kontrol etme. İç görüsel düşünme teorisinde ise Davidson ve Sternberg yaratıcılığa temel oluşturan üç bilgi kazanım bileşeni önermektedirler: 1) seçici kodlama, 2) seçici kombinasyon ve 3) seçici karşılaştırma. Teoriye göre seçici kodlama gerekli ve gereksiz bilgilerin birbirlerinden ayrılmasını; seçici kombinasyon, fikirlerin ilgili ve bütüncül bir şekilde birleştirilmesini; seçici karşılaştırma ise yeni edinilen bilgilerin daha önceden edinilmiş bilgilerle ilişkilendirilmesini kapsar. Ayrıca yaratıcılık araştırmalarında yaratıcı problem çözme sürecine kaynaklık eden problem tanımlama, problemi tanımlama ve problem oluşturma süreçleri de (Getzels, 1979; Getzels & Csikszentmihalyi, 1976; Runco, 2006) dikkate alınarak SPÇ modeli geliştirilmiştir (Sak, 2011).

SPÇ altı problem çözme basamağından oluşmaktadır: problem tanımlama, problem tanımlama, problem çözme, problem oluşturma, problem çözme ve değerlendirme (Tablo 1 ve Şekil 1). SPÇ modelinde yer alan her bir basamak ve basamakların önemi aşağıda detaylı şekilde verilmiştir.

1. Problem Tanımlama. Yaratıcı problem çözme sürecinin ilk aşamasında genellikle var olan problem durumu tanımlanır. Bu aşama problemlere yaratıcı çözümlerin üretilmesinde çok önemli bir aşamadır. Çünkü problemin farklı şekillerde tanımlanması beklenmedik çözümlere yol açabilir (Runco, 1994; Runco & Dow, 1999). Örneğin klasik elektrikli süpürgelerde hava ile birlikte kir partikülleri makinanın içerisine çekilmekte ve daha sonra hava ile kir birbirinden ayrılmaktadır. Elektrik süpürgelerindeki bu problemin süpürge torbalarının bir filtre gibi kullanılarak çözülmesinden dolayı birçok elektrikli süpürge torbası patentine rastlanmaktadır. Ancak James Dyson bu problemi farklı bir şekilde tanımlamış ve torbanın özelliklerinin yerine kir partiküllerinin havadan nasıl ayrılabilceğine odaklanarak torbasız elektrikli süpürgeleri üretmeyi başarmıştır.

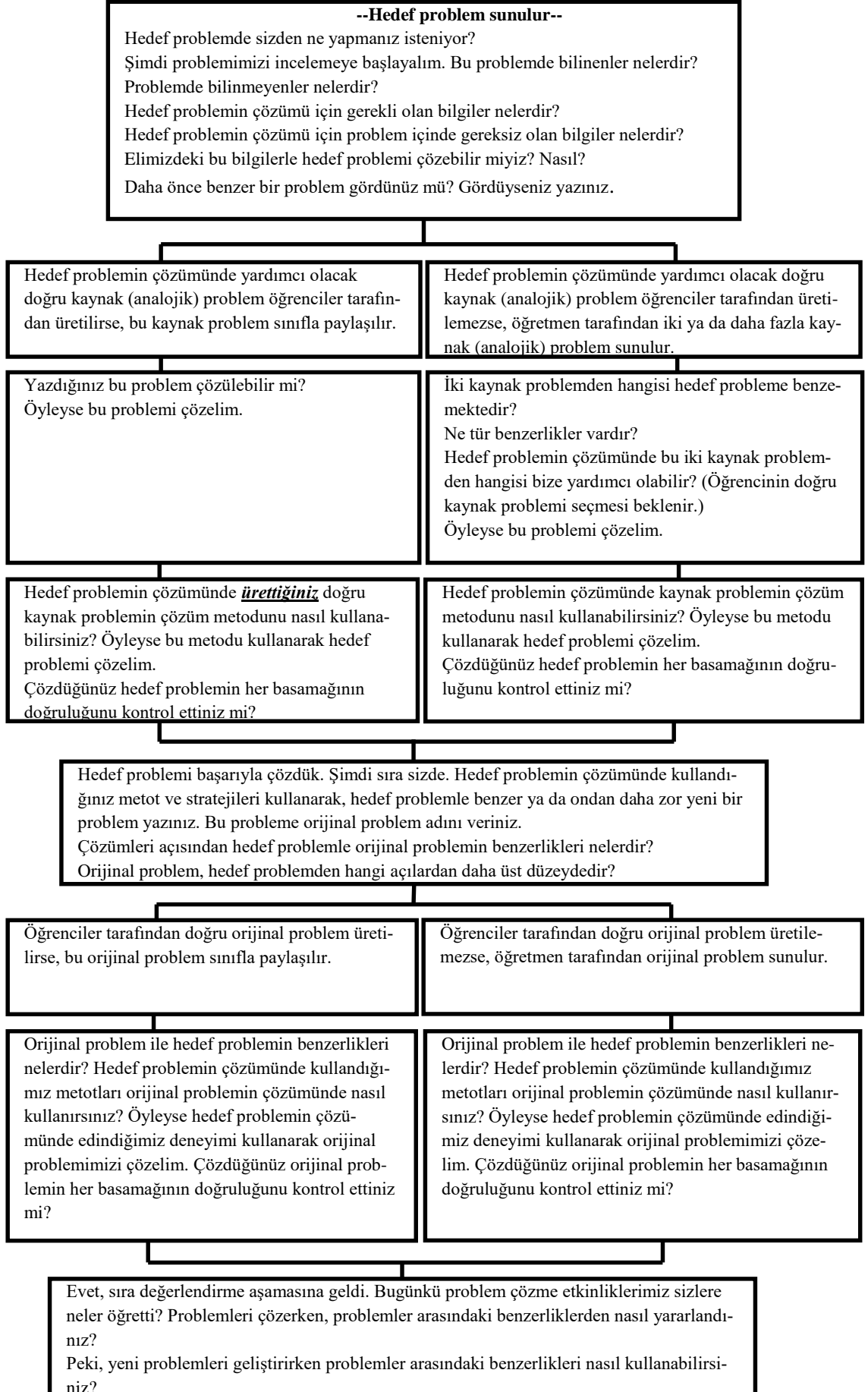
Problem tanımlama süreci, problemin ve bileşenlerinin anlaşılmasını sağlar. Bir problemin anlaşılmasında ise iki tür kodlama yapılır. Birinci tür kodlamada problemin her bir bölümünün ne anlama geldiği tanımlanır ve yorumlanır. Önemli problemler genellikle çok fazla bilgi içerir ve bu bilgilerin sadece bir kısmı problemin çözümüyle ilgilidir (Davidson & Sternberg, 1984). Bu bakımdan seçici kodlama olarak adlandırılan ikinci tür kodlamada gerekli bilgiler gereksiz bilgilerden ayrılır.

Tablo 1. Seçici Problem Çözme Modeli Tartışma Tablosu

Basamak	Davranış	Odak Sorular	Öğrencinin Rolü	Öğretmenin Rolü	
1. Problemi Tanımlama	<ul style="list-style-type: none"> • Problemi tanımlama • Bilinen ve bilinmeyen bilgileri belirleme • Çözüm için gerekli bilgileri belirleme • Çözüm için gereksiz bilgileri belirleme 	<ul style="list-style-type: none"> • Problem nedir? • Bilinenler nelerdir? • Bilinmeyenler nelerdir? • Bu problemi çözmek için hangi bilgiler gereklidir? • Bu problemi çözmek için hangi bilgiler gerekli değildir? • Bu problemi çözmek için hangi durum yeterlidir? 	<ul style="list-style-type: none"> • Problemi çeşitli kısımlara ayırır 	<ul style="list-style-type: none"> • Hedef problemi sunar • Verileri listeler • Gösterimleri tanıtır • İhtiyaç duyulduysa şekil çizer 	
2. Problemi Belirleme	<ul style="list-style-type: none"> • Benzer bir problem tanımla • Problemleri karşılaştırma • Problemler ve parçaları arasındaki ilişkileri anlama • İlişkiler arasındaki ilişkiyi fark etme • Doğru olan benzer problemi seçme 	1. Benzer bir problem tanımlama	<ul style="list-style-type: none"> • Bu problemi daha önceden görmüş müydün? • Aynı problemi daha farklı bir şekilde görmüş müydün? • Benzer bir problem biliyor musun? • Daha önceki bulduğun gibi bu problemi de çözebilir misin? 	<ul style="list-style-type: none"> • Benzer bir problem bulur 	<ul style="list-style-type: none"> • Öğrencilerin önceki bilgilerini ortaya çıkarır
	2. Benzer problemi seçme	<ul style="list-style-type: none"> • İki problemden hangisi hedef probleme benzemektedir? • Hangi açıdan benziyorlar? • Hedef problemin çözümünde iki problemden hangisi kullanılır? • Seçtiğiniz problemi çözebilir misiniz? 	<ul style="list-style-type: none"> • Doğru olan benzer problemi seçer • Benzer problemi çözer 	<ul style="list-style-type: none"> • Gereki olursa iki tane problem sunar • Problem çözüm sürecini izler 	
3. Problem Çözümü	<ul style="list-style-type: none"> • Farklı problem durumlarında bilgiyi uygulama • Çözüm basamaklarını inceleme 	<ul style="list-style-type: none"> • Hedef problemi çözmeye benzer problemin çözüm yolunu nasıl kullanırsınız? • Her basamağın doğru olduğunu kanıtlayabilir misiniz? 	<ul style="list-style-type: none"> • Hedef problemi çözer • Çözüm basamaklarını kontrol eder 	<ul style="list-style-type: none"> • Problem çözüm sürecini izler 	

Tablo 1 (devamı). Seçici Problem Çözme Modeli Tartışma Tablosu

4. Problem Oluşturma	<ul style="list-style-type: none"> • Benzer bir problem geliştirme • Problemleri karşılaştırma • Problemler arasındaki ilişkiyi anlama • İlişkiler arasındaki bağı fark etme 	<ul style="list-style-type: none"> • Hedef problemi çözmeye kullanılan benzer problemdeki stratejiler ve metotlar dışında hedef probleme benzer daha ileri düzey problemler nelerdir? • Problem nedir? • Bu iki problem çözümleri açısından birbirine nasıl benzemektedir? • Yeni problem hedef problemden nasıl daha ileri düzeydedir? 	<ul style="list-style-type: none"> • Daha ileri düzeyde benzer problem oluşturur 	<ul style="list-style-type: none"> • Gerekirse problem sunar
5. Problem Çözümü	<ul style="list-style-type: none"> • Farklı problem durumlarında bilgiyi uygulama • Çözüm basamaklarını inceleme 	<ul style="list-style-type: none"> • Yeni problemi çözmeye hedef problemin çözüm yolunu nasıl kullanırsınız? • Her basamağın doğru olduğunu kanıtlayabilir misiniz? 	<ul style="list-style-type: none"> • Yeni problemi çözer • Çözüm basamaklarını kontrol eder 	<ul style="list-style-type: none"> • Problem çözüm sürecini izler
6. Değerlendirme	<ul style="list-style-type: none"> • Benzer problem çözümünü açıklama • Seçici problem çözümünü açıklama 	<ul style="list-style-type: none"> • Problem çözerken ne öğrendiniz? • Benzerlik kurma problem çözmeye size nasıl yardımcı oluyor? • Yeni problem geliştirmede benzerlik kurmayı nasıl kullanırsınız? • Problem çözmeye nasıl seçici olursunuz? 	<ul style="list-style-type: none"> • Problem çözmeye deneyimlerini paylaşır 	<ul style="list-style-type: none"> • Öğrencileri açıklamalarında cesaretlendirir



Şekil 1. Seçici Problem Çözme Modeli Uygulama şeması

SPÇ modelinin problem tanımlama aşaması öğrencilere bir hedef problemin sunulması ile başlar. Bu aşamanın amacı öğrencilerin problemi tam olarak anlamalarına ve problemi üzerinde çalışılabilecekleri bir şekilde tanımlamalarına yardımcı olmaktır. Bu aşamada öğrenciler hedef problemin başlıca bileşenlerini (bilinenler ve bilinmeyenler gibi) farklı perspektiflerden değerlendirerek kendi bakış açılarına göre tanımlamalıdır. SPÇ etkinliği başladıktan sonra bu aşamada öğretmen aşağıdaki soruları sorarak öğrencilerin hedef problemi kendi bakış açılarından tanımlamalarına yardımcı olmalıdır (bakınız, Tablo 1):

- *Problem nedir?*
- *Bilinenler nelerdir?*
- *Bilinmeyenler nelerdir?*

Gereksiz veya ilgisiz bilgiler varsa öğretmen yukarıdakilere ek olarak aşağıdaki soruları da sorarak, öğrencilerin ilgili ve ilgisiz bilgileri belirlemelerine yardımcı olmalıdır:

- *Problemi çözmek için hangi bilgiler gereklidir?*
- *Bu problemi çözmek için hangi bilgiler gereksizdir?*

Bu aşamada problemin zorluk ve karmaşıklık düzeyi çok önemlidir. Öğrencilere sunulan hedef problem öğrencilerin düzeylerinden bilgi birikimi bağlamında daha üst düzey olmalıdır. Aksi halde öğrenciler analogik transfere gerek kalmadan hedef problemi bu aşamada çözebilirler. Örneğin Ekl' de verilen elektrik devreleri ile ilgili örnekte öğrencilerin basit elektrik devresi ve Ohm kanunu bildikleri ancak seri-paralel bağlı dirençlere Ohm yasasını uygulayamadıkları varsayımı ile kurgulanmıştır.

2. Kaynak Problemin Tanılanması. Problemin tanılanması, eyleme geçilmemiş olsa da bir problemin varlığını fark etmeyi (Runco & Dow, 1999) ve/veya problemler arasında seçici karşılaştırmalar yaparak bağlama uygun bir problem belirlemeyi kapsar. Seçici karşılaştırma, yeni edinilen bilgileri geçmişte edilen bilgilerle (Davidson & Sternberg, 1984), geçmişte öğrenilen bilgilerle karşılaşılan yeni bilgileri ve yeni öğrenilen bilgilerle gelecekte öğrenilecek bilgileri ilişkilendirmeyi kapsar. Seçici karşılaştırma süreçleri uzun süreli bellekteki bilgilerden hangilerinin sorunun çözümü ile ilgili olduğunun belirlenmesinden, çağrılmasından ve saklanmasından sorumludur (Sternberg, 1986). Analogilerin yeni ve eski bilgilerin benzerlikleri üzerinden kurulmasından dolayı analogi kullanarak problemlerin çözülmesi seçici karşılaştırmaya örnek olarak verilebilir. Analogi kurma sürecinde ise önemli olan hafızadan yararlı bir kaynağın çağrılmasıdır (Holyoak & Nisbett, 1988). Bununla birlikte hedef problemin bazı yönleri problemi çözen bireye kaynağı hatırlatacak ipuçları içermelidir (Schank, 1982).

SPÇ modelinin bu basamağında öğrencilerin görevi hedef problemle yapısal benzerlikleri olan ve hedef problemin çözümünde kullanılabilen basit bir kaynak problem bulmaktır. Yeni bir problemleri çözerken, potansiyel kaynak problem adayları arasından uygun problemin belirlenmesi, problem çözme yeterliliği için önemli bir unsurdur (Richland & McDonough, 2010). Bu aşamada öğretmen öğrencilere "*Hedef problemimize benzer bir problem biliyor musunuz?*" şek-

linde bir soru sorabilir. Hedef problemle ilgili çok sayıda problem olabileceği unutulmamalıdır. Bu tip durumlarda öğretmen “Benzer veya aynı bilinmeyi olan bir problem biliyor musunuz?” şeklinde ikinci bir soru sorabilir. Eğer öğrenciler hedef problemle ilgili daha önceden çözdükleri bir kaynak problem bulamazlarsa, öğretmen öğrencilere sadece bir tanesi hedef problemle ilgili olan iki veya daha fazla problem sunmalıdır. Örneğin Ek 1’de verilen örnekte öğrencilere paralel bağlı dirençlerden oluşan bir devre ve ek bir dirençte oluşan devre verilerek öğrencilerden analogi için uygun problemi seçmeleri istenmiştir.

Kaynak problemi öğretmenin sunduğu bir durumda öğrencilerin görevi öğretmen tarafından sunulan problemleri hedef problemle karşılaştırmaktır. Öğretmen problemleri sunduktan sonra “Hangi problem hedef probleme benziyor?” şeklinde bir soru sormalıdır. Öğrenciler problemlerden birini seçtikten sonra “Kaynak problemle hedef problem arasında ne tür benzerlikler görüyorsunuz? Bilinmeyenleri arasında benzerlik görüyor musunuz?” soruları sorulmalıdır. Örnekte verilen kaynak problemlerden birincisinde dirençler farklı tellerde ve ana koldan geçen akım iki kola ayrılmaktadır. İkinci problemde ise akım tek bir kol üzerinden devreyi tamamlamaktadır.

Öğrencilere doğru kaynak problemi seçip, doğru ve yararlı benzerlikleri keşfedene kadar karşılaştırmalı muhakemeyi desteklemek için benzer sorularla ipuçları sağlanmalıdır. Bu süreçte sorularla ipuçları sağlamak analogik transfer için çok önemlidir. Çünkü yapılan deneysel araştırmalarda karşılaştırmalı muhakemeyi desteklemek için ipuçları sağlamanın, kaynakları ayırt etme ve analogik transfer üzerinde olumlu etkileri olduğu ortaya koyulmuştur (Nhu & Yeung, 2012; Richland & McDonough, 2010).

3. Hedef Problemin Çözülmesi. Öğretmen tarafından sunulan problemler arasından uygun olanı belirleyip, hedef ve kaynak problemler arasında doğru karşılaştırmaları yaparak kaynak problemi doğru bir şekilde çözmek, benzer bir problemle yapısal benzerlikler içermesi bakımından, öğrencilerin ön bilgilerini hedef problemin çözüm sürecine transfer etmelerini kolaylaştıracaktır. Bununla birlikte, kaynak problem ve hedef arasında yüzeysel benzerlikler olması sürecin başarısızlıkla sonuçlanmasına neden olabilir (Holyoak & Nisbett, 1988). Bu gibi durumlarda kaynak ve hedef arasındaki benzerlikler arttırılarak, karşılaştırmalı muhakemeyi arttıracak şekilde ipuçları sağlanmalıdır. Benzerliklerin arttırılması, problem çözme sürecinde kendiliğinden gerçekleşen (spontane) analogik transferin artmasına neden olabilir (Holyoak & Koh, 1987).

SPÇ modelinin bu aşamasında öğretmen öğrencileri hedef problemi çözmek için kaynak problemin çözümünde kullandıkları yöntemleri ve prosedürleri kullanmaları için cesaretlendirmelidir. Öğrencileri cesaretlendirmek için “Kaynak problemi çözmek için kullandığımız yöntemi, hedef problemin çözümünde nasıl kullanabilirsiniz?” sorusu sorulabilir. Öğrenciler problemi çözmeye başladıklarında, bu aşamada problem çözme süreçlerine dikkat etmeleri gerekmektedir. Öğretmen, öğrencilerin problem çözme yöntemlerini kontrol etmeleri için “Her adımın doğruluğunu kanıtlayabilir misin?” şeklinde sorular sorabilir. Bu şekilde öğrenciler çözümlerini

aşamalı ve bütüncül bir şekilde yeniden incelemiş olurlar. Çözümün yeniden incelenerek gözden geçirilmesi, öğrencilerin bilgilerini içselleştirmesini sağlar ve daha üst düzey problemleri çözme becerilerini geliştirir. Ekte verilen örnekte öğrenciler Ohm yasasını kullanarak kaynak problemi çözdükten sonra aynı bağıntıları hedef problem için kullanmaları gerekmektedir. Öğrencilerden beklenen daha önceden görmüş oldukları Ohm yasasının basit elektrik devrelerinde kullanımını, seri ve paralel devrelerde kullanıma transfer ederek yeni bilgiler öğrenmeleridir.

4. Orijinal bir Problemin Oluşturulması. Yaratıcılık üzerine çalışan araştırmacılar yaratıcılıkta problem kurmanın en az problemi tanıma ve tanımlama kadar önemli olduğu belirtmektedirler. Örneğin Getzels (1975) bir problemin niteliğinin, çözümün niteliğini belirlediğini savunurken, Einstein, “bir problemi formüle etmenin, genelde çözümünden daha önemli olduğunu” iddia etmiştir (Einstein & Infeld, 1938).

Söz konusu evrenin temel özellikleri, öğrencilerden geliştirmeleri beklenen problemlerde analojik transfer ve yeniliktir. İlk olarak öğrenciler, problem çözme etkinliklerinin başında kendilerine sunulan hedef probleme benzeyen problemler kurmalıdırlar. İkincisi, bu problemler öğrenciler için ya yeni olmalı ya da hedef problemden daha ileri bir düzeyde olmalıdır. Bu evre analogi ve seçici karşılaştırma kullanımını gerektirmektedir. Bazı problemler, problem kurma evresinin başlangıç aşamalarında, hedef problemin zihinsel kilit oluşturmasından ve öğrencilerin orijinal fikir üretmelerine engel olmasından dolayı öğrenciler çok az düzeyde yeni olan ya da hiç yeni olmayan problemler üretebilmektedir. Düzenli bir şekilde bu aşamaya maruz kalan öğrenciler, büyük olasılıkla alışlagelmiş düşünce kalıplarından çıkarak daha ileri düzeyde ve özgün problemler geliştirmeye başlayacaklardır. Bu evreyi tetiklemek için öğretmenlerin şu soruyu sormaları gerekmektedir: “*Hedef problemi çözmek için daha önceden kullandığımız yöntem ve stratejileri kullanarak hedef problemden daha ileri düzeydeki problemler nelerdir?*” Öğrenciler bir ya da daha fazla problem kurduktan sonra, öğretmen öğrencilerden yeni problemi tanımlamalarını ve hedef problemle karşılaştırmalarını istemelidir. Soruları harekete geçiren düşünce şu şekildedir (Tablo 1): *Problem nedir? Bu problemler çözümleri açısından ne kadar benzerlik göstermektedirler? Yeni problem hedef problemden ne kadar ileri düzeydedir?* Öğretmen öğrencileri, daha öncesinde hedef problemin çözümünde kullanılan basamaklardan yararlanmaları konusunda hayal kurmaya teşvik etmelidir. Bu işlemler birkaç kez yapılarak öğrenciler bilgiyi pekiştirmekte, öğrencilerin yeni bilgileri transfer etme ve yeni problemlerle baş edebilme becerileri gelişmektedir. Burada verilen örnekte öğrenciler orijinal problem olarak paralel bağlı dirençlerden oluşan elektrik devresinin her bir hücrelerini/düğümünü hedef problemle ilişkilendirmek ve hedef problemin çözüm yöntemini kullanmalarını sağlamaktır.

5. Orijinal Problemin Çözülmesi. Bu aşamada, kaynak ve hedef problem çözümünü sırasında kazanılan analojik deneyim, ileri düzey analojik problemlerin çözümüne transfer edilir. Bu aşamaya öğretmen, “*İleri düzey problemi çözerken, hedef problemin çözümünde kullandığınız yöntemi nasıl kullanabilirsiniz?*” sorusunu sorarak başlamalıdır. Analojik problem oluşturu-

rurken öğrenciler hata yapabilirler. Öğrencilerin oluşturduğu problem doğru bir analogi problemi değilse, doğru bir şekilde çözemezler; bunun nedeni, mevcut bilgilerinden daha ileri düzeyde bir problem oluşturmalarıdır. Eğer problem oluşturma aşamasının başlarında doğru analogi ile zor bir problem oluşturmuşlarsa, çözmekte hala başarısız olurlar. Bunun nedeni, iki problem arasındaki analoginin çok uzak olması ve ileri düzey problemin çözümü için uygulanacak yeterli bilgi birikimine sahip olmamalarıdır. Öğrenciler ileri düzeydeki analogi problemini çözemezlerse, onlara ileri düzey analogi probleminin çözümü için yararlı olabilecek basit bir analogi problemi sunulabilir veya onlardan istenebilir. Öğrenciler ileri düzey analogi problemini çözerken, hangi aşamada olduklarını, çözüm sürecinin nasıl ilerlediğini ve kurulan analoginin başarılı olup olmadığını takip etmek çok önemlidir.

6. Değerlendirme. Bu aşamanın amacı daha fazla gelişim için deneyimlerden yararlanmaktır. Bu aşamada öğrenciler birinci aşamadan beşinci aşamaya kadar edindikleri problem çözme sürecini ve deneyimlerini değerlendirirler ve tüm aşamalar üzerinde düşünürler. Öğretmen öğrencilerin deneyimleri ve SPÇ aşamalarından ne öğrendiklerini düşünmeleri için şu soruyu sorar: *Problem çözerken neler öğrendin?* Öğretmen öğrencilerin tüm problem çözme sürecini değerlendirmeleri için onları cesaretlendirmeli ve takip eden soruları sormalıdır: *“Problem çözerken analogileri nasıl kullandınız? Yeni problemler geliştirirken analogileri nasıl kullandınız? Problem çözerken nasıl seçici olursunuz?”*. Bu aşamada süreç baştan sona gözden geçirilerek öğrencilerin yaratıcı problem çözme sürecinde analogik ve seçici düşünmenin önemini ve SPÇ önemli bir öğrenme çıktısı olan yaratıcı problem çözme konusunda öğrencilere nasıl faydalı olduğunu anlamaları sağlanır (Sak, 2011).

Sonuç ve Öneriler

Sak (2011) tarafından öğrencilerin yaratıcı problem çözme becerilerini geliştirmek amacıyla tasarlanan SPÇ modeli kuramsal olarak problem çözme Polya'nın (1957) problem çözme modeli ve Davidson ve Sterneberg'in (1984) iç görüsel düşünme teorisi ve yaratıcılık alanında yapılan araştırma bulgularına dayanmaktadır. Yeni bir model olmasından dolayı SPÇ üzerine yapılmış araştırmaların sayısının az olduğu görülmektedir. Modelin etkililiği üzerinde Sak ve Duman (2012) tarafından 6, 7 ve 8. sınıf öğrencileri ile yapılan çalışmada öğrencilere 8 haftalık SPÇ uygulaması yapılmış ve tekniğin öğrencilerin matematik başarısını arttırdığı bulunmuştur. Matematik dersinde yürütülen diğer bir çalışmada ise Bal-Sezerel ve Sak (2013) tarafından SPÇ modelinin 6 ve 7. sınıf öğrencileri üzerinden sosyal geçerlik çalışması yapılmıştır. Sosyal geçerliği yüksek olarak rapor edilen araştırmanın diğer bulgularına göre öğrenciler daha sık SPÇ uygulaması istediklerini, SPÇ uygulamalarında derse daha iyi motive olduklarını ve bu teknikle eski ve yeni öğrendikleri arasında daha kolay bağlantılar kurabildiklerini belirtmişlerdir.

SPÇ üzerine yapılmış çok az sayıdaki çalışmada matematik alanından uygulama örnekleri verilmiştir. SPÇ modelinin iki önemli özelliği olan seçici düşünme ve analogi düşünme birçok farklı disiplinde buluş ve icatlar için gerekli kaynaklar arasında sıralanmaktadır (Byers, 2007;

Dunbar, 1995; Feist, 2006; Holyoak & Thagard, 1995; Sawyer, 2006; Weisberg, 2006). Bal-Sezerel ve Sak (2013) ise SPÇ modelinin farklı disiplinlerde kullanımını önermektedirler. Bu bağlamda ek 1’de sunulan SPÇ uygulama örneğinin farklı konular için veya biyoloji ve kimya gibi farklı disiplinlerde uyarlanmış etkinlikleri üzerinde SPÇ’nin fen bilimlerinde dersinde öğrencilerin akademik başarıları, yaratıcılıkları, analogik düşünme becerileri ve problem çözme becerileri üzerindeki etkisine deneysel araştırmalarla bakılabilir. Aynı şekilde yapılan bu tür uygulamalarda fen bilimleri dersinde SPÇ etkinliklerinin sosyal geçerliliklerine bakılabilir.

Her ne kadar araştırma sayısı az olsa da var olan araştırma raporlarında SPÇ uygulamasının geçerliğine ilişkin herhangi bir bulguya rastlanmamıştır. Geliştirilecek uygulama etkinliklerinin değerlendirilmesinde SPÇ konusunda tecrübeli alan uzmanları ile birlikte çalışma yapılacak disiplinlerde uzmanların etkinliklerde sunulacak hedef problem, kaynak problemler ve orijinal problemi kapsam, düzey ve SPÇ’ye uygunluk bakımından değerlendirmeleri önerilebilir.

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.
- Boden, M. A. (2004). *The creative mind: Myths and mechanisms* (2nd ed.). London: Routledge.
- Byers, W. (2007). *How mathematicians think: Using ambiguity, contradiction and paradox to create mathematics*. New Jersey: Princeton University Press.
- Davidson, J. E. & Sternberg, R. J. (1984). The role of insight in intellectual giftedness. *Gifted Child Quarterly*, 28, 58-64.
- Dunbar, K. (1995). How scientists really reason: Scientific reasoning in real-world laboratories. In R. J. Sternberg & J. Davidson (Eds), *The nature of insight*, (pp. 365-395). Cambridge: MIT Press.
- Dunbar, K. (1999). Science. In M. A. Runco & S. R. Pritzker (Eds), *Encyclopedia of creativity*, vol 2, (pp. 525-531). San Diego, CA: Academic Press.
- Einstein, A. & Infeld, L. (1938). *The evolution of physics*. New York: Simon and Schuster.
- Forbus, K. D., Gentner, D., & Law, K. (1995). MAC/FAC: A model of similarity based retrieval. *Cognitive Science*, 19, 144-206.
- Gentner, D., Jeziorski, M. (1993). The shift from metaphor to analogy in western science. In A. Ortony (Ed.), *Metaphor and Thought* (2nd ed) (pp. 447-480). Cambridge: Cambridge University Press.
- Gentner, D. (2002). Analogy in Scientific Discovery: The Case of Johannes Kepler. *Model-Based Reasoning: Science, Technology, Values*, 21-39.
- Getzels, J. W. (1979). Problem finding: A theoretical note. *Cognitive Science*, 3, 167- 172.
- Getzels, J. W. & Csikszentmihalyi, M. (1976). *The creative vision: A longitudinal study of problem finding in art*. New York: John Wiley & Sons.
- Gick, M. L. & Holyoak, K. J. (1980). Analogical problem solving. *Cognitive psychology*, 12(3), 306-355.
- Gould, S. J. (Ed.). (2001). *The value of science: Essential writings of Henri Poincare*. New York: The Modern Library.
- Gust, H., Krumnack, U., Kühnberger, K.-U., & Schwering, A. (2008): Analogical reasoning: A core of cognition. *KI - Zeitschrift Künstliche Intelligenz* 1, 8-12.
- Hadamard, J. (1945). *The psychology of invention in the mathematical field*. Princeton, NJ: Princeton

- University Press.
- Holyoak, K. J. & Nisbett, R. E. (1988). Induction. In R. J. Sternberg & E. E. Smith (Eds.), *The psychology of human thought* (pp. 50-91). Cambridge: Cambridge University Press.
- Holyoak, K. J. & Thagard, P. (1995). *Mental leaps*. MIT Press. Cambridge: MA.
- Holyoak, K. J., & Koh, K. (1987). Surface and structural similarity in analogical transfer. *Memory & Cognition*, 15, 332-340.
- Holyoak, K. J. & Nisbett, R. E. (1988). Induction. In R. J. Sternberg & E. E. Smith (Eds.), *The psychology of human thought* (pp. 50-91). Cambridge: Cambridge University Press.
- John-Steiner, V. (1997). *Notebooks of the mind: explorations of thinking* (Rev. Ed.). New York: Oxford University Press.
- Mumford, M. D. & Porter, P. P. (1999). Analogies. In M. A. Runco & S.R. Pritzker (Eds.), *Encyclopedia of creativity* (pp. 71-77). San Diego, CA: Academic Press.
- Nhu, B. H. & Yeung, A. H. (2012). Fostering analogical transfer: The multiple components approach to algebra word problem solving in a chemistry context. *Contemporary Educational Psychology*, 37, 14-32.
- Pereira de Barros, D., Primi, R., Koich Miguel, F., & Almeida, L. S. (2010). Metaphor creation: A measure of creativity or intelligence? *European Journal of Education and Psychology*, 3, 1, 103-115.
- Polya, D. (1957). *How to solve it* (2nd Ed). NJ: Princeton University Press.
- Richland, L. E. & McDonough, I. M. (2010). Learning by analogy: Discriminating between analogs. *Contemporary Educational Psychology*, 35, 28-43.
- Runco, M. A. (1994). Conclusions concerning problem finding, problem solving, and creativity. In M. A. Runco (Ed.), *Problem finding, problem solving, and creativity*, 272-290. Norwood, NJ: Ablex Publishing.
- Runco, M. A. (2006). *Creativity theories and themes: Research, development, and practice*. San Diego, CA: Academic Press.
- Runco, M. A., & Dow, G. (1999). Problem finding. In M. A. Runco & S.R. Pritzker (Eds.), *Encyclopedia of Creativity* (Vol. 2, pp. 443 - 445). San Diego, CA: Academic Press.
- Sak, U. & Duman, F. (2012). [A study on the effectiveness of the SPS on students' achievement in mathematics]. Unpublished raw data.
- Sak, U. (2011). Selective Problem Solving (SPS): A model for teaching creative problem solving, *Gifted Education International*, 27(3), 349-357.
- Sawyer, R. K. (2006). *Explaining creativity: The science of human innovation*. Oxford: Oxford University Press.
- Schank, R. C. (1982). *Dynamic memory*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Simonton, D. K. (2009). *Genius 101*. New York, NY: Springer.
- Sternberg, R. J. (1986). Toward a unified theory of human reasoning. *Intelligence*, 10, 281-314.
- Weisberg, R. W. (2006). *Creativity: Understanding innovation in problem solving, science, invention, and the arts*. New Jersey: Wiley.