



Role and Importance of Analogies in Science Education¹

Gonca HARMAN* & Aytekin ÇÖKELEZ**

** Istanbul Technical University, Istanbul, TURKEY

Received : 14.04.2016

Accepted : 14.03.2017

Abstract – Information has been given in this study on analogy, analogy and teaching, classification of analogies, the advantages of analogies and principles that are considered in the creating of analogies. Examples of analogies on physics, chemistry and biology have been provided from the literature. The document analysis method was used in this study. Analogies create positive effects on the teaching and learning of concepts, the determining and eliminating of misconceptions. Analogies are associated with concepts and daily life. Analogies visualize concepts. Analogies are effective in making permanent information. Analogies support conceptual understanding and conceptual change. Analogies have an effect on critical thinking, reasoning and problem solving, science process skills. Analogies organize information and make connections between information. Analogies create a positive impact on attitudes and views regarding the course. Analogies increase student participation, student performance and student satisfaction. Analogies are enjoyable, curious and interesting activities.

Key words: education, science, analogy.

Summary

As individuals solve a problem in their daily lives, they use various skills. These skills are used in scientific research as well as in daily life. Scientists use skills such as observation, measurement, classification, saving data, establishing hypotheses, using data and creating models, changing and controlling variables, conducting experiments in their studies. These skills are called scientific process skills. Creating and using a model is one of the scientific process skills. Models are the simplified representation of a complex entity or process. Models that are generally descriptive, explanatory, and predictive, play an important role in the teaching of science. Many topics in the science courses are abstract and complex. Therefore, models should be used for teaching abstract and complex concepts.

¹ This research was supported by OMU Project Management Office (Project No: PYO.EGF.1904.13.006). This study is a part of Gonca HARMAN's Phd thesis dissertation.

* Corresponding author: Dr. Gonca HARMAN, *E-mail:* goncaharman@hotmail.com

Models are classified as scientific models, mental models, conceptual models, scale models, pedagogical analogical models, iconic and symbolic models, mathematical models, theoretical models, maps, diagrams and tables, concept-process models, simulations, synthetic models, abstract models, full models, enlarged or reduced models, sectional models, fashionable models, executable models, hand made models.

Analogies are strong links between similarities of concepts, principles and formulae. Analogies are established strong bridges between a familiar concept (analog) and an unfamiliar concept (target).

Analogies are classified according to criteria (type of analogies) as the nature of shared attributes (structural, functional, structural/functional), representation (verbal, pictorial, verbal/pictorial), abstraction (concrete→concrete, abstract→abstract, abstract→concrete), the extent of mapping (simple, enriched, extended), artificiality (everyday context, artificial), use of term ‘analogy’ (used, not used), systematicity (high, low), description of limitation (described, not described), students’ participation (student-centered, teacher-centered) (Cha, Byun & Noh, 2004).

Analogy is a part of human thinking. We can obtain new information from analogies or the information in our cognitive construction can be changed with analogies. In this sense, understanding of the analogical reasoning process is important. Understanding of the analogical reasoning process an important condition to understand how we learned. The guidance of the teacher is extremely important in the analogical reasoning process.

Analogies are effective for learning and teaching of concepts. Analogies are given opportunities for creating the mental models of abstract concepts and unobservable phenomena. Abstract concepts and unobservable phenomena are visualized by using analogies. Analogies are effective for identifying and eliminating misconceptions. But teacher, teacher candidates and students should pay attention when creating an analogy. There are differences between the analog concept and target concept. For misconception is prevented, differences between the analog concept and target concept should be expressed. In addition, teachers should be sure that analogies are appropriate for teaching and learning. While analogies are created, similarity and differences between the source concept and the target concept, adequate and inadequate situations should be presented by the guidance of the teacher.

Analogies usually are used with The General Model of Analogy Teaching (GMAT) or The Teaching with Analogies (TWA) Model. Zeitoun (1984) has developed The General

Model of Analogy Teaching (GMAT). The General Model of Analogy Teaching proceeds in the following nine stages: First stage: some of the students' features related to analogical learning in general are measured. Second stage: students' prior knowledge about topic to be taught are determined. Third stage: the learning material about topic to be taught are analysed. Fourth stage: the appropriateness of the analogy to be used are examined. Fifth stage: the features of the analogy to be used are determined. Sixth stage: the strategy of teaching and the medium of presenting the analogy are selected. Seventh stage: the analogy is presented. Eighth stage: the results of using the analogy in teaching are evaluated. Ninth stage: the stages of the model are revised. Glynn (1989) has developed the teaching with analogies (TWA) model. The teaching with analogies (TWA) model proceeds in the following six stages: First stage: the target domain is introduced. Second stage: the source domain is introduced. Third stage: similar features across the domains are identified. Fourth stage: the similar features are mapped. Fifth stage: conclusions are drawn. Sixth stage: where the analogy breaks down is identified.

This study aims to give information on analogy, analogy and teaching, classification of analogies, the advantages of analogies and principles that are considered in the creating of analogies. Examples of analogies on physics, chemistry and biology have been provided from the literature. When the literature is examined, it is seen that there isn't a detailed study that present the theoretical knowledge and research results about analogy. Therefore, it is thought that this research is necessary and important, and will contribute to the literature in this context.

The document analysis method was used in this study. Researches on analogy in the literature were examined. Many researches, that analogies were used in different fields in science education, are in the literature. The literature has reported that analogies have positive effects on academic success. Analogies create positive effects on the teaching and learning of concepts, determining and eliminating misconceptions. Concepts and daily life are associated in analogies. Analogies visualize concepts. Analogies are effective in making permanent information. Analogies support conceptual understanding and conceptual change. Analogies have an effect on critical thinking, reasoning and problem solving, science process skills. Analogies organize information and make connections between preliminary information (source) and new information (target). Analogies create positive effects on attitudes and views regarding the course. Analogies increase student participation, student performance and student satisfaction. Analogies are enjoyable, curious and interesting activities. The results of

researches in the literature emphasize that using analogies create a positive effect on science education.

Analogies create positive effects in the cognitive, affective and psychomotor domains. Nevertheless, it is remarkable that the concept of analogy hasn't been adequately expressed in the science education programs. It has been thought that the addition of analogies into training programs and books are necessary and important. It is believed that teachers, teacher candidates and students should be given information on analogies, analogies and teaching, classification of analogies, the advantages of analogies and principles that are considered in creating analogies. It is recommended that teachers, teacher candidates and students should be done applications on preparing and using analogies. Analogies that are prepared by teachers, teacher candidates and students should be a running system.

Analojilerin Fen Eğitimindeki Yeri ve Önemi¹

Gonca HARMAN* & Aytekin ÇÖKELEZ**

** İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, TÜRKİYE

Makale Gönderme Tarihi: 14.04.2016

Makale Kabul Tarihi: 14.03.2017

Özet – Bu araştırmada analogi, analogi ve öğretim, analogilerin sınıflandırılması, analogilerin avantajları ve analogiler oluşturulurken dikkat edilmesi gerekenler hakkında teorik boyutta bilgi verilmiştir. Alanyazından fizik, biyoloji ve kimya konulu analogi örnekleri sunulmuştur. Araştırmada doküman analizi yöntemi kullanılmıştır. Alanyazındaki çalışmalarda analogi kullanımının; akademik başarı, kavram öğretimi, kavram öğrenme, kavramların görselleştirilmesi, kavramlarla günlük yaşam arasında ilişki kurulması, kavramsal anlama ve kavramsal değişim, kavram yanılgılarının belirlenmesi ve giderilmesi, bilginin kalıcı olması, bilginin organize edilmesi ve bilgiler arasında bağlantı kurulması, eleştirel düşünme, akıl yürütme ve problem çözme, bilimsel süreç becerileri, derse yönelik tutum ve görüşler, memnuniyet, derse katılım ve perforans, merak uyandırma, ilgi çekme, zevkli ve eğlenceli ders işleme üzerinde olumlu etkileri olduğu ortaya koyulmuştur.

Anahtar kelimeler: eğitim, fen, analogi.

Giriş

Bireyler günlük yaşamlarında karşılaştıkları bir problemi çözerken farkında olarak ya da farkında olmadan çeşitli becerilerden yararlanırlar. Bu beceriler günlük yaşamda olduğu gibi bilimsel araştırmalarda da kullanılır.

Gözlem yapma, ölçme, sınıflama, verileri kaydetme, hipotez kurma, verileri kullanma ve model oluşturma, değişkenleri değiştirme ve kontrol etme, deney yapma olarak ifade edilen becerilerin tamamı bilimsel süreç becerileri olarak adlandırılır (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2013). Bunlardan biri olan model oluşturma ve kullanma becerisi soyut konuların somutlaştırması bağlamında feni öğrenme ve öğretmede son derece önemlidir. Bu önem dikkate alınarak fen bilimleri dersi öğretim programında farklı sınıf düzeylerinde farklı konuların öğretiminde yeni bir model oluşturulması ve mevcut modellerin kullanılması vurgulanmaktadır (Tablo 1).

¹Çalışma ilk yazarın doktora tezinden üretilmiş olup Ondokuz Mayıs Üniversitesi tarafından PYO.EGF.1904.13.006 kodlu proje ile desteklenmiştir.

* İletişimden Sorumlu Yazar: Dr. Gonca HARMAN. E-mail: goncaharman@hotmail.com

Tablo 1 Fen Bilimleri Öğretim Programında Model Oluşturma ve Kullanma Bağlamında Yer Alan Kazanımlar

Sınıf düzeyi	Kazanımlar
3	Dünya yüzeyindeki kara ve suların kapladığı alanları model üzerinde karşılaştırır.
4	Soluk alıp verme sırasında havanın izlediği yolu model üzerinde gösterir. Kanın vücutta dolaşımını sağlayan yapı ve organları tanımlar ve model üzerinde gösterir.
5	Sindirimde görevli yapı ve organların yerini model üzerinde sırasıyla gösterir. Diş çeşitlerini model üzerinde göstererek görevlerini açıklar.
6	Solunum sistemini oluşturan yapı ve organları model üzerinde gösterir. Dünya, Güneş ve Ay'ın şekil ve büyüklüklerini, oluşturduğu modeli kullanarak karşılaştırır. Dünya'nın yapısını temsil eden katman modelini açıklar ve bu katmanları genel özelliklerine göre karşılaştırır. Ay'ın kendi etrafında dönerken aynı zamanda da Dünya etrafında dolandığını ifade ederek; bu hareketleri temsil bir model oluşturur ve sunar.
7	Sindirim sistemini oluşturan yapı ve organları model üzerinde göstererek açıklar. Boşaltım sistemini oluşturan yapı ve organları model üzerinde göstererek görevlerini açıklar. Sinir sistemini, merkezi ve çevresel sinir sistemi olarak sınıflandırarak model üzerinde gösterir ve görevlerini açıklar. İç salgı bezlerinin vücuttaki yerlerini model üzerinde gösterir ve görevlerini açıklar. Duyu organlarına ait yapıları model üzerinde gösterir ve açıklar. Çeşitli molekül modelleri oluşturur ve sunar. Atık suların arıtımına yönelik model oluşturur ve sunar. Güneş sistemindeki gezegenleri, Güneş'e yakınlıklarına göre sıralayarak bir model oluşturur ve sunar.
8	DNA'nın yapısını model üzerinde gösterir ve DNA'nın kendini nasıl eşlediğini ifade eder. Üreme ana hücrelerinde mayozun nasıl gerçekleştiğini model üzerinde gösterir. Dünya'nın dönme ekseninin eğikliğini dikkate alarak Güneş etrafındaki dolanma hareketine ait bir model oluşturur ve sunar.

Öğretimde yaygın olarak oluşturulan ve kullanılan modeller bilimsel modeller, zihinsel modeller, kavramsal modeller, ölçeklendirme modelleri, pedagojik analogik modeller, simgesel veya sembolik modeller, matematiksel modeller, teorik modeller, haritalar, diyagramlar ve tablolar, kavram-süreç modelleri, simülasyonlar, zihinsel ve senteze dayalı modeller (Harrison & Treagust, 1998; 2000a; 2000b), soyut modeller, tam modeller, büyütülmüş veya küçültülmüş modeller, kesitli modeller, yapılıp bozulabilen modeller, çalıştırılabilir modeller ve elle yapılan modeller (Gobert & Buckley, 2000; Yiğit & Özmen, 2006) olmak üzere farklı şekillerde sınıflandırılmıştır.

Bu çalışmada analogik bir modelde kaynak kavram ve hedef kavram arasında kurulan güçlü bağlantılar olan analogiler ile ilgili teorik boyutta bilgi vermek ve alanyazında yer alan araştırma sonuçları ışığında fen eğitiminde analogi kullanımının önemini ortaya koymak amaçlanmıştır. Bu çalışmada olduğu gibi teorik bilgi ve alanyazın sonuçlarını detaylı bir şekilde ortaya koyan bir çalışma olmaması nedeni ile çalışmanın gerekli ve önemli olduğu, bu bağlamda alanyazına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Yöntem

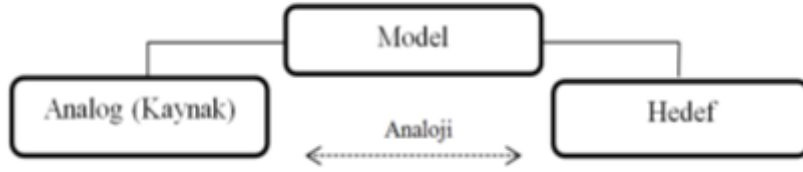
Araştırmada doküman analizi yöntemi kullanılmıştır. Doküman analizinde araştırılacak olgu ya da olgulara ilişkin bilgi ihtiva eden yazılı materyaller incelenmektedir (Yıldırım & Şimşek, 2011).

Bulgular

Analoji

Analojiler; kavram, ilke ve formüllerin benzerlikleri arasında kurulan sağlam bağlantılardır. Analojiler kaynak olarak görülen ön bilgiler ile hedef olarak görülen yeni bilgiler arasında kurulan güçlü köprülerdir (Kesercioğlu, Yılmaz, Huyugüzel-Çavaş & Çavaş, 2004).

Kaynak ve hedef olmak üzere iki etki alanının yapılarını açık bir şekilde karşılaştıran ve bu yapılara ait parçaların kimlik özelliklerini gösteren analojinin ifade ettiği anlam aşağıdaki diyagramda gösterilmektedir (Duit, 1991).



Şekil 1 Kaynak ve Hedef Arasındaki Analojik İlişki (Duit, 1991)

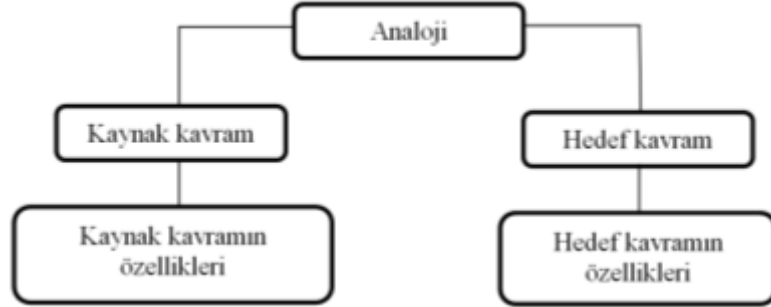
İnsan düşüncesinin bir parçası olan analojilerden yeni bilgiler elde edebiliriz ya da bilişsel yapımızda mevcut olanları değiştirebiliriz. Bu anlamda, analojik akıl yürütme sürecini anlamak nasıl öğrendiğimizi anlamak için önemli bir koşul haline gelir (Mozzer & Justi, 2012).

Analoji ve Öğretim

Alanyazında yer alan araştırmalarda da görüldüğü üzere analojilerin öğretimde kullanılmasında çoğunlukla Analoji ile Öğretim Modeli ve Analoji ile Genel Öğretim Modeli kullanılmaktadır.

Analoji ile Öğretim Modeli

Analoji, hedef ve kaynak olmak üzere iki etki alanının parçaları arasındaki ilişkidir. Bu nedenle analogi iki etki alanının yapıları arasındaki benzerlikleri temel alan bir karşılaştırma durumu olarak görülmektedir (Duit, 1991). Bir analogide kaynak ile hedef arasındaki ilişki aşağıdaki şekilde ifade edilebilir.



Şekil 2 Analoginin Sunumu

Analoji ile öğretim modeli; analogi kullanımı ile ilgili teorik düşünceler temel alınarak gerçekleştirilen analogik akıl yürütmeye ilişkin deneysel çalışmalar ile fizik ders kitaplarında kullanılan analogileri incelemeye yönelik yapılan analitik bir çalışma dikkate alınarak geliştirilmiştir (Glynn, 1989). Analoji ile öğretim modeli 6 aşamadan oluşmaktadır.

1. aşamada hedef kavram tanıtılır.
2. aşamada kaynak kavram hatırlatılır.
3. aşamada hedef ve kaynak kavramların benzer özellikleri açığa çıkarılır.
4. aşamada hedef ve kaynak kavramların benzer özellikleri haritalanır.
5. aşamada kavramlar hakkında sonuç çıkarılır.
6. aşamada analogilerin çalışmadığı yerler tespit edilir (Glynn, 1989).

Analoji ile Genel Öğretim Modeli

Analoji kullanımı için Zeitoun (1984) bir model geliştirmiştir. Bu model Rumelhart ve Norman (1981) tarafından geliştirilen şema teorisine dayanmaktadır (Duit, 1991). Analoji ile genel öğretim modeli 9 aşamadan oluşmaktadır. Bu aşamalar;



Şekil 3 Analoji ile Genel Öğretim Modelinin Aşamaları (Zeitoun, 1984)

Analojilerin Sınıflandırılması

Aşağıdaki tabloda analogjilerin sınıflandırılmasında kullanılan kriterler, analogjilerin türü ve açıklamalar (Cha, Byun & Noh, 2004) yer almaktadır.

Tablo 2 Analojilerin Sınıflandırılması

Kriter	Analojilerin Türü	Açıklama
Paylaşılan özelliklerin doğası	Yapısal	Şekil, boyut, renk gibi yapısal özellikler paylaşılır.
	İşlevsel	Rol, davranış gibi işlevsel özellikler paylaşılır.
	Yapısal / İşlevsel	Hem yapısal hem de işlevsel özellikler paylaşılır.
Temsil şekli	Sözel	Kaynağın etki alanında sadece sözel içerik vardır.
	Görsel	Kaynağın etki alanında sadece görsel temsil vardır.
	Sözel / Görsel	Kaynağın etki alanında hem görsel hem de sözel içerik vardır.
Soyutlama	Somut – Somut	Hem kaynak hem de hedef somuttur.
	Soyut – Soyut	Hem kaynak hem de hedef soyuttur.
	Soyut – Somut	Hedef soyut, kaynak somuttur.
Eşleştirme derecesi	Basit	Açıklama yapılmadan sadece hedef ve kaynak arasındaki benzerlikler ifade edilir.
	Zenginleştirilmiş	Paylaşılan özelliklerin bazılarını gösterir.
	Genişletilmiş	Hedefi açıklamak için kaynağın birçok özelliğini ya da birçok kaynağı içerir.
Yapaylık	Günlük içerik	Günlük nesnelere ya da olaylar değiştirilmeden kullanılır.
	Yapay	Günlük nesnelere ya da olaylar bazı değişiklikler yapılarak kullanılır.
Analoji teriminin kullanımı	Kullanılan	Analoji ya da analogik terimini içerir.
	Kullanılmayan	Analoji ya da analogik terimini içermez.
Sistemik olarak	Yüksek	Kaynak ile hedef arasındaki nedensel ilişkileri içerir.
	Düşük	Kaynak ile hedef arasındaki nedensel ilişkileri içermez.
Sınırlılıkların tanımlanması	Tanımlanmış	Paylaşılmayan özellikler açıklanır.
	Tanımlanmamış	Paylaşılmayan özelliklere ait herhangi bir açıklama yoktur.
Öğrencilerin katılımı	Öğrenci merkezli	Öğrencilerin aktif katılımını gerektirir.
	Öğretmen merkezli	Öğrencilerin katılımı gerekmez.

Analojilerin Avantajları

- Analojiler öğrencilerin bilgiyi yapılandırma sürecini kolaylaştıran güçlü araçlardır.
- Analojiler kavramsal değişimi öğrenmek için değerli araçlardır ve kavramsal değişim bireye yeni bakış açıları kazandırır.
- Analojiler gerçek dünyadaki benzerliklere işaret ederek soyut anlamayı kolaylaştırır.
- Analojiler kavramları görselleştirmeyi sağlar.
- Analojiler ilgi çekici ve motive edicidir.
- Analojiler öğretmenlerin öğrencilerinin ön bilgilerini dikkate almalarını sağlar.
- Analoji kullanımı ile öğrencilerin sahip oldukları kavram yanılgıları saptanır (Duit, 1991). Bu nedenle öğrencilerin de analogi oluşturmaları sağlanmalıdır.
- Analojiler mevcut belleği yeniden yapılandırmaya ve yeni bilgiler için belleği hazırlamaya yardımcı olurlar (Gentner, 1983).
- Analojiler hedefin etki alanlarının öğrenilmesinde yardımcıdır.
- Kişisel analogiler hedef kavramın etki alanını tanıdık hale getirir.
- Çoklu analogiler tüm etki alanlarının öğrenilmesini kolaylaştırır (Duit, 1991).

- Analojiler somut örnekler yardımıyla soyut durumları anlaşılır hale getirir (Ekici, Ekici & Aydın, 2007).

Analojiler Oluşturulurken Dikkat Edilmesi Gerekenler

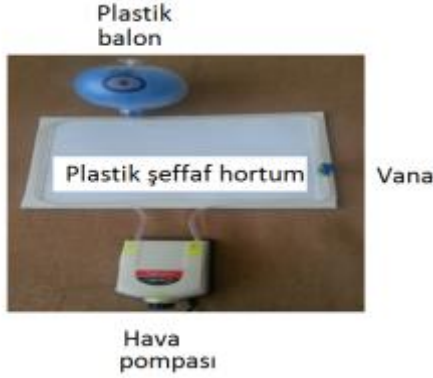
Zor bir kavramı açıklamak için kullanılabilecek analogiler öğrencilerin kavram yanlışlarını belirlemek ve bu yanlışları gidermek için güzel bir fırsat olabilir. Ancak analogilerin öğrenmeyi kolaylaştırırken pek çok kavram yanlışlığı oluşturma potansiyeline sahip oldukları gerçeği dikkat edilmesi gereken oldukça önemli bir noktadır. Bu nedenle analogilerin öğretimsel araçlar olarak kullanılabilmeleri için öğretmenlerin analogilerin uygun olduğundan emin olmaları gerekir. Aksi halde analogiler öğrenmeyi kolaylaştırmaktan ziyade öğrencilerin bilgiyi zihinsel olarak düzenlemelerini ve anlamalarını engelleyebilirler (Hutchison & Padgett, 2007). Bu nedenle analogiler oluşturulurken dikkat edilmesi gereken hususlar aşağıda ifade edilmiştir.

- Analojilerde hedef kavram ile kaynak kavram arasında birebir, kesin bir uyum bulunmaz. Bu nedenle kaynağın hedeften farklı olan özellikleri yanıltıcı olabileceği için bu özelliklere dikkat edilmelidir.
- Kaynak kavramla ilgili kavram yanlışlığına sahip olan öğrenci bu yanlışlığı hedef kavrama da transfer edebilir. Bu durumu önlemek amacıyla mevcut kavram yanlışlığının belirlenmesi için öğrenciler de analogiler oluşturmalıdır.
- Yapının yüzeysel benzerlikleri ve çıkarımsal güce sahip olan derin özellikleri analogilere erişimi kolaylaştırır. Gerek bu kolaylığın sağlanmasında gerekse öğrenme sürecinde gerçekleştirilecek analogik akıl yürütmede öğretmenin rehberliği son derece önemlidir (Glynn, 1989).
- Hedef bilgi ile kaynak bilgi arasındaki benzerlik oranında analoginin etkililiği artmaktadır. Hedef ile kaynak arasındaki benzerliğin fazla olmaması durumunda ise analogi öğrenmede karışıklıklara neden olmaktadır (Günay-Bilaloğlu, 2005). Bu nedenle analoginin öğrenci için bilindik olması son derece önemlidir.
- Analojiler oluşturulurken kaynak kavram ve hedef kavram arasındaki benzerlikler, farklılıklar, yeterli ve yetersiz durumlar öğretmenin rehberliği ile ortaya koyulmalı ve öğrenciler de analogiler oluşturmalıdır (Kesercioğlu ve diğer., 2004).

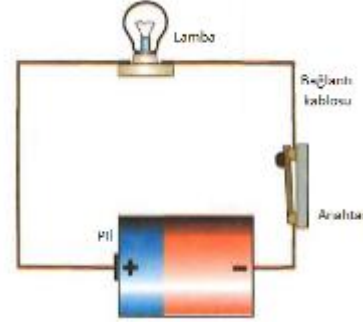
Alanyazında Yer Alan Analoji Örnekleri

Alanyazında farklı konular için hazırlanmış analogiler yer almaktadır. Bunlar içerisinde fizik, biyoloji ve kimya konulu analogiler örnek teşkil etmesi için sunulmuştur.

Fizik



Şekil 4 Pnömatik Sistem Modeli



Şekil 5 Basit Elektrik Devresi

Pnömatik Sistem Modeli ile basit elektrik devresi arasında kurulan analogik ilişki aşağıda ifade edilmiştir (Harman & Çökelez, 2015).

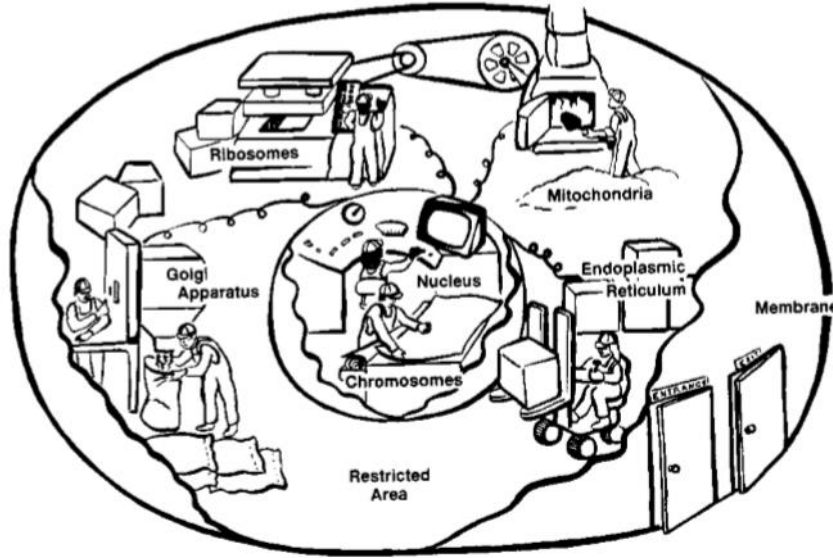
Kaynak Kavramlar	Hedef Kavramlar
Hava pompası	Pil
Plastik şeffaf hortum	Bağlantı kablosu
Vana	Anahtar
Plastik balon	Lamba
Plastik balonun şişme büyüklüğü	Lambanın parlaklığı

Elektrik analogisinde kaynak kavram ile hedef kavram arasında kurulan analogik ilişki aşağıda ifade edilmiştir (Yılmaz & Huyugüzel-Çavaş, 2006).

Kaynak Kavramlar	Hedef Kavramlar
Ekmek fırını (ekmek üretilen yer)	Pil ya da güç kaynağı (enerji üreten yer)
Süper market (ekmeklerin satıldığı yer)	Lamba ya da direnç (enerjinin tüketildiği yer)
Kamyonlar (Ekmekleri taşıyan araç)	Elektronlar (Enerji taşıyan tanecikler)
Yollar (kamyonların bulunduğu ve hareket ettiği yerler)	Elektrik kabloları (Elektronların bulunduğu ve hareket ettiği yerler)
Trafik denetçisi (yollardan birim zamanda geçen kamyonları sayar)	Ampermetre (Kablolardan birim zamanda geçen elektrik sayısını ölçer)

Biyoloji

Zenginleştirilmiş analogi içeren metinde kaynak kavram (fabrika) ile hedef kavram (hayvan hücresi) aşağıdaki şekilde eşleştirilmiştir (Glynn & Takahashi, 1998).



Kaynak Kavramlar	Hedef Kavramlar
Fabrika	Hayvan hücresi
Sınırlı giriş-çıkış	Hücre zarı
Kontrol merkezi	Çekirdek
Fabrika içindeki hava	Sitoplazma
Üretim makineleri	Ribozomlar
Teslimat ve depolama	Endoplazmik retikulum
Paketleme ve dış dağıtım	Golgi aygıtı
Jeneratör	Mitokondri

Swain (2000) kalp damar sisteminin fonksiyonlarının öğretimi için su kulesi analogisini hazırlamıştır. Sensör-baroreseptör (basınç değişikliklerini algılama yeteneği olan sinir ucu), su kulesi-aort, nehir-damarların kapasitesi, pompa-kalp, kontrol edici-medulla, evler-organlar, musluklar-arteriyoller, lavabolar-kılcal yataklar, aksesuar pompa-iskelet kası pompası olmak üzere kalp damar sistemini analogik olarak şekillendirmiştir. Kalp damar sistemi ile su kulesinin benzer noktalarını şehir pompası: kalp, su kulesi: aort, paralel dağıtım boruları: arterler (damarlar), musluk: arterioller olarak ifade etmiştir. Bu analogiyi yıllarca üniversitede uygulamalı fizyoloji sınıflarında ve kalp damar fizyolojisi derslerinde kullanmıştır.

Kimya

Çalık ve Ayas (2005) çalışmalarında farklı çözelti türleri ile ilgili analogik bir aktivite tasarlamışlardır.

Kaynağın özelliği	Hedefin özelliği
Kadınların ve erkeklerin sayısı	Çözünen ve çözücü miktarı
Homojen bir şekilde otobüs koltuklarında oturmaları	Çözünme süreci
Her adam için kadın yüzdesi	Seyreltik ve derişik çözeltiler
Otobüsün kapasitesinin tam dolu olması	Doymuş çözelti
Sıcak hava altında ya da yoğun ışık altında kadınların toplanması ve erkeklerin arasına homojen bir şekilde oturmaları	Aşırı doymuş çözelti
Otobüsün tam dolu halinden önceki durumu	Doymamış çözelti
Otobüsün tam dolu olması durumunda her adam için kadın yüzdesi	Çözünürlük
Her erkek ve kadın (kaynak ve hedef arasında karşılaştırma yapılamaz)	Çözücü ve çözünenin parçacıkları Mikroskobik seviyede onların her biri pek çok parçacık içerir.
Otobüsün koltuklarında homojen bir şekilde oturanlar (kaynak ve hedef arasında karşılaştırma yapılamaz)	Çözünme süreci Çözünme süreci çözücü ve çözünen arasında pek çok karmaşık etkileşimi içerir.
Sıcak hava ya da yoğun güneş ışığı altında toplanan ve homojen bir şekilde erkeklerin arasına oturan kadınlar. Daha sonra onlar otobüs durağında ayrılıyorlar (kaynak ve hedef arasında karşılaştırma yapılamaz)	Aşırı doymuş çözelti Yeterli çözünen olması durumunda hazırlanması için ısı gerekir.
Otobüsün tamamen dolu olduğu durumunda her erkek için kadınların yüzdesi (kaynak ve hedef arasında karşılaştırma yapılamaz)	Çözünürlük 100 ml çözücüde çözünen anlamına gelmektedir.

Akkuş (2006) çalışmasında kimyasal tepkimelerin dengeye ulaşmasının öğretimi için meslek seçimi analogisini hazırlamıştır. Bu analogide kararlılık (minimum enerjili durum): gelir düzeyinin fazlalığına, düzensizlik (entropi): sosyal imkânların çeşitliliğine, yürütücü kuvvet: kişinin mesleği seçme nedenine, tepkimenin dengeye ulaşması: mesleki hayatta maddi gelirin ve diğer sosyal boyutların dengelenmesine benzetilmiştir.

Ulusal ve Uluslararası Alanyazında Yer Alan Çalışmalar

Alanyazında yer alan çalışmalarda kimyasal denge (Bilgin & Geban, 2001), modern atom teorisi, kimyasal bağlar-kimyasal gösterim, çözeltiler, asitler, bazlar ve tuzlar (Sarantopoulos & Tsaparlis, 2004), periyodik tablo (Azizoğlu, Aslan & Pekcan, 2015; Sarantopoulos & Tsaparlis, 2004), kimyasal bağlar (Pabuçcu & Geban, 2006), iyonik ve kovalent bağlar (Zorluoğlu & Sözbilir, 2016), buharlaşma ve kaynama (Şendur, Toprak & Şahin-Pekmez, 2008), maddeyi oluşturan tanecikler (Çakır & Azizoğlu, 2012), atomik yapı ve kimyasal bileşimi (Eskandar, Bayrami, Vahedi & Ansar, 2013), atom, molekül, iyon ve

madde (Şeker-Gökulu & Geban, 2014), maddenin yapısı ve özellikleri (Erökten & Kahraman-Gökharman, 2013; Kobal, Şahin & Kara, 2013), sindirim, sinir ve dolaşım sistemleri (Burns & Okey, 1985), fizyoloji (Newby, Ertmer & Stepich, 1995), enzimler (Atav, Erdem, Yılmaz & Gücüm, 2004), biyoteknoloji (Rothhaar, Pittendrigh & Orvis, 2006), nükleik asitler ve protein (Taşkın, Şenel & Yıldırım, 2012), normal kuvvetler, sürtünme kuvvetleri, gerilim ve Newton'un üçüncü hareket yasası ve çarpışmalarda reaksiyonlar (Clement, 1998), yoğunluk, kuvvet, basit makinalar (Günel, Kabataş-Memiş & Büyükkasap, 2009), basınç (Demirci-Güler & Yağbasan, 2010), akan elektrik ünitesi (Şenpolat, Seven & Düzgün, 2005), elektrik akımı (Aykutlu & Şen, 2011) olmak üzere farklı konularda analogi kullanılarak gerçekleştirilen öğretimin akademik başarı üzerinde olumlu etkileri olduğu ortaya koyulmuştur.

Analojilerin öğretim üzerinde olumlu etkileri olduğu (Çalık, Ayas & Coll, 2009) ve fen kavramlarının öğretimini kolaylaştırdığı (Dilber & Düzgün, 2008), öğrenme üzerinde olumlu etkileri olduğu (Atav ve diğer., 2004; Blake, 2004; Ekici ve diğer., 2007), öğrenmeyi kolaylaştırıcı (Çakır & Azizoglu, 2012; Şaşmaz-Ören, Ormancı, Babacan, Çiçek & Koparan, 2010), öğrenmeyi hızlandırıcı (Glynn & Takahashi, 1998), öğrenme düzeyini (Çıray & Erişti, 2014) ve öğrenilen bilgiyi arttırıcı (Şaşmaz-Ören ve diğer., 2010) etkileri olduğu saptanmıştır. Analojilerin kavrama (Şenpolat ve diğer., 2005), kavramsal anlama (Blake, 2004, Korganci, Miron, Dafinei & Antohe, 2015; Pabuçcu & Geban, 2006, Taylor & Coll, 2001, Wichaidit, Wongyounoi, Dechsri & Chaivisuthangkura, 2011), kavramsal değişim (Aykutlu & Şen, 2011; Bryce & MacMillan, 2005; Çalık ve diğer., 2009; Tsai, 1999), anlama (Atasoy, Kadayıfçı & Akkuş, 2007; Bryce & MacMillan, 2005; Swain, 2000) üzerinde olumlu etkileri olduğu; soyut ve kompleks kavramların anlaşılmasını sağladığı (Dilber & Düzgün, 2008) saptanmıştır. Analojilerin konunun anlaşılmasının sağlanmasında (Çakır & Azizoglu, 2012) ve soyut kavramların anlaşılmasında yaşanan zorlukların giderilmesinde (Kesercioğlu ve diğer., 2004) etkili olduğu ortaya koyulmuştur. Ayrıca analogilerin fen ve teknoloji konularının günlük yaşamla ilişkilendirilmesine katkı sağladığı ifade edilmiştir (Şaşmaz-Ören ve diğer., 2010).

Analojilerin kavram yanlışlarının saptanmasında (Aykutlu & Şen, 2012; Öztuna-Kaplan & Boyacıoğlu, 2013) ve giderilmesinde (Abak, Eryılmaz, Yılmaz & Yılmaz, 2001; Aykutlu & Şen, 2011; Bilgin & Geban, 2001; Clement, 1998, Dilber & Düzgün, 2008; Korganci ve diğer., 2015; Paatz, Ryder, Schwedes & Scott, 2004; Pabuçcu & Geban, 2006; Şendur ve diğer., 2008; Tsai, 1999) etkili olduğu saptanmıştır.

Analojilerin eleştirel düşünme (Taşkın ve diğer., 2012), mantıklı bir şekilde akıl yürütme ve problem çözme (Clement, 1998), bilgilerin organize edilmesi ve bilgiler arasında bağlantı kurulmasında (Rule, Baldwin & Schell, 2008) etkili olduğu ortaya koyulmuştur. Analojilerin bilimsel süreç becerileri, bilimsel ve kavramsal anlama, problem çözme için sosyal bağlamların geliştirilmesi, bilimsel bilginin bireysel ve kolektif bir şekilde oluşturulmasında önemli rolü olduğu ifade edilmiştir (Yerrick, Doster, Nugent, Parke & Crawley, 2003).

Analojilerin öğrenilen bilgilerin uzun süreli belleğe yerleştirilmesinde (Çalık ve diğer., 2009), hatırlanmasında (Atav ve diğer., 2004; Glynn & Takahashi, 1998; Kobal, Şahin & Kara, 2013; Rule ve diğer., 2008) ve kalıcılığın sağlanmasında (Demirci-Güler & Yağbasan, 2010; Şaşmaz-Ören ve diğer., 2010) etkili olduğu ortaya koyulmuştur.

Öğretimde analogi kullanımının öğrencilerin derse katılımını (Şaşmaz-Ören ve diğer., 2010) ve öğrenci performansını (Çetingül & Geban, 2005; Rule & Furletti, 2004) arttırmada etkili olduğu ortaya koyulmuştur. Analogi kullanılarak gerçekleştirilen etkinliklerin eğlenceli olarak nitelendirildiği (Şaşmaz-Ören ve diğer., 2010), analogi kullanımının zevkli ve eğlenceli ders işlemeyi sağladığı (Çakır & Azizoğlu, 2012; Newby ve diğer., 1995; Sarantopoulos & Tsaparlis, 2004), memnuniyeti arttırdığı (Şaşmaz-Ören ve diğer., 2010) saptanmıştır.

Öğretimde analogi kullanımının derse yönelik tutum (Ekici ve diğer., 2007; Sert-Çıbık & Yalçın, 2012; Şaşmaz-Ören ve diğer., 2010; Şendur ve diğer., 2008; Şenpolat ve diğer., 2005) ve görüşler (Kaptan & Arslan, 2002) üzerinde olumlu etkileri olduğu; merak uyandırmada (Şaşmaz-Ören ve diğer., 2010) ve ilgi çekmede (Bryce & MacMillan, 2005; Sarantopoulos & Tsaparlis, 2004; Şaşmaz-Ören ve diğer., 2010) etkili olduğu saptanmıştır. Analogi kullanımının kavram öğrenmede, anlamada, görselleştirmede, hatırlamada faydalı ve eğlenceli olduğuna dair pozitif algılar ortaya koyulmuştur (Orgill & Bodner, 2004).

Sonuç, Tartışma ve Öneriler

Alanyazında analogi kullanılarak gerçekleştirilen çalışmalarda fen bilimlerinin farklı konuları için yapılan uygulamaların akademik başarı üzerinde olumlu etkileri olduğu ortaya koyulmuştur. Bununla birlikte alanyazında analogjilerin kavram öğretimi, kavram öğrenme, kavramların görselleştirilmesi, kavramlarla günlük yaşam arasında ilişki kurulması, kavramsal anlama ve kavramsal değişim, kavram yanlışlarının belirlenmesi ve giderilmesi, bilginin kalıcı olması, bilginin organize edilmesi ve bilgiler arasında bağlantı kurulması, eleştirel düşünme, akıl yürütme ve problem çözme, bilimsel süreç becerileri, derse yönelik tutum ve

görüşler, öğrenci memnuniyeti, öğrencinin derse katılımı ve öğrenci performansı üzerinde olumlu sonuçları olduğu belirtilmiştir. Ayrıca merak uyandırma ve ilgi çekmede etkili olduğu, dersi zevkli ve eğlenceli hale getirdiği ifade edilmiştir. Akademik başarı bilişsel, duyuşsal ve psiko-motor boyutta bir bütün olarak ele alındığında analogjilerin üç boyut için de oluşturduğu çok yönlü olumlu etki dikkat çekmektedir. Analogjilerin başarılı sonuçları üzerinde (1) öğrencilerin kaynak kavramı tam olarak anlamış olmaları ve (2) analogi ile amaçlanan uygun benzetmeleri bulmuş olmalarının etkili olduğu ifade edilmektedir (Brown & Clement, 1989; Clement, 1987). Elde edilen başarılı sonuçlar nedeni ile analogjilerin öğretim programında ve ders kitaplarında daha çok yer almasının gerekli ve önemli olduğu düşünülmektedir.

Analojiler oluşturulurken kaynak kavram ve hedef kavram arasındaki benzerliklerin, farklılıkların, yeterli ve yetersiz durumların öğretmenin rehberliği ile ortaya koyulmasının gerekliliği (Kesercioğlu ve diğer., 2004) ile analogik akıl yürütmede öğretmenin rehberliğinin son derece önemli olması (Glynn, 1989) nedenleri ile öğretmenlere ve geleceğin öğretmenleri olarak öğretmen adaylarına teorik ve pratik boyutta bilgi verilmesinin gerekli ve önemli olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle lisans eğitimleri sırasında öğretim teknolojisi ve materyal geliştirme dersi kapsamında öğretmen adaylarına analogjiler, analogjiler ve öğretim, analogjilerin sınıflandırılması, analogjilerin avantajları, analogjiler oluşturulurken dikkat edilmesi gerekenler hakkında teorik boyutta bilgi verilmesi ve uygulamalar yaptırılması önerilmektedir. Ayrıca hizmet içi eğitimde ve hizmet öncesi eğitimde hedef ve kaynak kavram arasındaki analogik ilişkinin, benzerlik ve farklılıkların sözlü/yazılı olarak ifade edilebileceği şekilde çalıştırılabilir nitelikte olan analogjilerin hazırlanması önerilmektedir.

Öğretmen, öğretmen adayı ve öğrencilere analogi oluşturma ve kullanma ile yapılacak bilgilendirmelerin ardından onlardan analogjiler oluşturmaları istenmelidir. Öyle ki, günlük yaşamdan faydalanılarak öğrenilecek kavramlara ilişkin analogik ilişkiler kurabilen bireyler çevrelerini daha dikkatli bir şekilde gözlemleyerek, etraflarında olan olaylara daha bilinçli yaklaşarak, olaylara sadece bakmayla kalmayıp olayları görmeye de başlayabilirler. Bu da doğa ile iç içe olan bir bilim olması nedeni ile fen bilimlerini öğrenme ve öğretmede kolaylık sağlamak ve daha verimli sonuçlar elde etmek için son derece önemlidir. Günlük yaşamla kurulacak ilişkilerden güç alan analogjilerin farkındalık ve bilinç ekseninde öğretimde daha çok yer almasının gerekli ve önemli olduğu düşünülmektedir.

Kaynakça

- Abak, A., Eryılmaz, A., Yılmaz, S., & Yılmaz, M. (2001). Effects of bridging analogies on students' misconceptions about gravity and inertia. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20, 1-8.
- Akkuş, H. (2006). Kimyasal tepkimelerin dengeye ulaşmasının öğretiminde kullanılabilecek bir analogi: Meslek seçimi analogisi. *Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi KKEFD/JOKKEF*, 14, 19-30.
- Atasoy, B., Kadayıfçı, H. & Akkuş, H. (2007). Öğrencilerin çizimlerinden ve açıklamalarından yaratıcı düşüncelerinin ortaya konulması. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 5(4), 679-700.
- Atav, E., Erdem, E., Yılmaz, A. & Gücüm, B. (2004). Enzimler konusunun anlamlı öğrenilmesinde analogiler oluşturmanın etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27, 21-29.
- Aykutlu, I. & Şen, A. İ. (2011). Lise öğrencilerinin elektrik akımı konusundaki kavram yanlışlarının belirlenmesinde ve giderilmesinde analogilerin kullanılması. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (EFMED)*, 5(2), 221-250.
- Aykutlu, I. & Şen, A. İ. (2012). Üç aşamalı test, kavram haritası ve analogi kullanılarak lise öğrencilerinin elektrik akımı konusundaki kavram yanlışlarının belirlenmesi. *Eğitim ve Bilim*, 37(166), 275-288.
- Azizoğlu, N., Aslan, S. & Pekcan, S. (2015). Periyodik Sistem Konusu ve Analogilerle Öğretim Modeli: Yöntem, Cinsiyet ve Motivasyon Faktörlerinin Öğrenci Başarısına Etkisi. *İlköğretim Online*, 14(2), 472-488.
- Bilgin, İ. & Geban, Ö. (2001). Benzeşim (analogi) yöntemi kullanarak lise 2. sınıf öğrencilerinin kimyasal denge konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20, 26-32.
- Blake, A. (2004). Helping young children to see what is relevant and why: Supporting cognitive change in earth science using analogy. *International Journal of Science Education*, 26(15), 1855-1873.
- Brown, D. E., & Clement, J. (1989). Overcoming misconceptions via analogical reasoning: Abstract transfer versus explanatory model construction. *Instructional Science*, 18(4), 237-261.

- Bryce, T., & MacMillan, K. (2005). Encouraging conceptual change: The use of bridging analogies in the teaching of action-reaction forces and the 'at rest' condition in physics. *International Journal of Science Education*, 27(6), 737-763.
- Burns, J. C., & Okey, J. R. (1985). Effects of teacher use of analogies on achievement of high school biology students with varying levels of cognitive ability and prior knowledge. Retrieved July 25, 2014, from <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED254431.pdf>
- Cha, J., Byun, S., & Noh, T. (2004). The analysis of analogies in chemistry content of secondary school science textbooks based on the 7th national curriculum. *Journal of The Korean Chemical Society*, 48(6), 629-637.
- Clement, J. (1987). Overcoming students' misconceptions in physics: The role of anchoring intuitions and analogical validity. In J. Novak (ed.), *Proceedings of the 2nd International Seminar Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics* (pp. 84-97). Ithaca, NY: Cornell University Press.
- Clement, J. J. (1998). Expert novice similarities and instruction using analogies. *International Journal of Science Education*, 20(10), 1271-1286.
- Çakır, C. & Azizoğlu, N. (2012, 4-7 Mayıs). Maddeyi oluşturan tanecikler konusunun analogilerle destekli öğretiminin öğrencilerin akademik başarısına etkisi. *IV. Uluslararası Türkiye Eğitim Araştırmaları Kongresi*, İstanbul.
- Çalık, M., & Ayas, A. (2005). An analogy activity for incorporating students' conceptions of types of solutions. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 6(2), 1-13.
- Çalık, M., Ayas, A., & Coll, R. K. (2009). Investigating the effectiveness of an analogy activity in improving students' conceptual change for solution chemistry concepts. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 7(4), 651-676.
- Çetingül, P. İ., & Geban, Ö. (2005). Understanding of acid-base concept by using conceptual change approach. *Hacettepe University Journal of Education*, 29, 69-74.
- Çıray, F. & Erişti, B. (2014). Disiplinler arası analogi tabanlı öğretimin farklı düzeylerde akademik başarılı ilköğretim öğrencilerinin fen ve teknoloji dersi öğrenme düzeyleri üzerindeki etkisi. *İlköğretim Online*, 13(3), 1049-1064.
- Demirci-Güler, M. P. & Yağbasan, R. (2010, 27-29 October). Fen ve teknoloji dersinde analogi kullanımının öğrencilerin başarı, tutum ve bilgilerinin kalıcılığına etkisi. *International Science and Technology Conference*, Turkish Republic of Northern Cyprus.

- Dilber, R., & Düzgün, B. (2008). Effectiveness of analogy on students' success and elimination of misconception. *Latin-American Journal of Physics Education*, 2(3), 174-183.
- Duit, R. (1991). On the role of analogies and metaphors in learning science. *Science Education*, 75(6), 649-672.
- Ekici, E., Ekici, F. & Aydın, F. (2007). Fen bilgisi derslerinde benzeşimlerin (analoji) kullanılabilirliğine ilişkin öğretmen adaylarının görüşleri ve örnekleri. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi (KEFAD)*, 8(1), 95-113.
- Erökten, S., & Kahraman-Gökharman, H. (2013). The effect of analogy method on student achievement in the unit "The Structure and Properties of Matter" Çivril sample. *World Applied Sciences Journal*, 23(6), 744-750.
- Eskandar, F. A., Bayrami, M., Vahedi, S., & Ansar, V. A. A. (2013). The effect of instructional analogies in interaction with logical thinking ability on achievement and attitude towards chemistry. *Chemistry Education: Research and Practice*, 14, 566-575.
- Gentner, D. (1983). Structure-mapping: A theoretical framework for analogy. *Cognitive Science*, 7(2), 155-170.
- Glynn, S. M. (1989). The teaching with analogies model: Explaining concepts in expository texts. In K. D. Muth (ed.), *Children's comprehension of narrative and expository text: Research into practice* (pp. 185-204). Newark: International Reading Association.
- Glynn, S. M., & Takahashi, T. (1998). Learning from analogy-enhanced science text. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(10), 1129-1149.
- Gobert, J. D. & Buckley, B. C. (2000). Introduction to Model-based Teaching and Learning in science education. *International Journal of Science Education*, 22(9), 891-894.
- Günay-Bilaloğlu, R. (2005). Erken çocukluk döneminde fen öğretiminde analogi tekniği. *Çukurova Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(30), 72-77.
- Günel, M., Kabataş-Memiş, E. & Büyükkasap, E. (2009). Öğrenme amaçlı yazma aktivitelerinin ve analogi kurmanın üniversite düzeyinde mekanik konularını öğrenmeye etkisinin incelenmesi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 29(2), 401-419.
- Harman, G., & Çökelez, A. (2015). Teaching the effect of variables on the brightness of a light bulb in a simple electrical circuit using a pneumatic system model (PSM). *International Journal of Physical Sciences*, 10(6), 215-221.

- Harrison, A. G. & Treagust, D. F. (1998). Modelling in science lessons: Are there better ways to learn with models?. *School Science and Mathematics*, 98(8), 420-429.
- Harrison, A. G. & Treagust, D. F. (2000a). Learning about atoms, molecules and chemical bonds: A case study of multiple-model use in grade 11 chemistry. *Science Education*, 84, 352-381.
- Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (2000b). A typology of school science models. *International Journal of Science Education*, 22(9), 1011- 1026.
- Hutchison, C. B., & Padgett, B. L. (2007). How to create and use analogies effectively in the teaching of science concepts. *Science Activities: Classroom Projects and Curriculum Ideas*, 44(2), 69-72.
- Kaptan, F. & Arslan, B. (2002, 16-18 Eylül). Fen eğitiminde soru cevap tekniği ile analogi tekniğinin karşılaştırılması. *V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*, Ankara.
- Kesercioğlu, T., Yılmaz, H., Huyugüzel-Çavaş, P. & Çavaş, B. (2004). İlköğretim fen bilgisi öğretiminde analogilerin kullanımı: "Örnek uygulamalar". *Ege Eğitim Dergisi*, 5, 35-44.
- Kobal, S., Şahin, A. & Kara, İ. (2013). Fen ve teknoloji dersinde analogilere dayalı öğretimin öğrencilerin başarıları ve hatırd tutma düzeyi üzerindeki etkisi. *Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 36, 46-61.
- Korganci, N., Miron, C., Dafinei, A., & Antohe, S. (2015). The Importance of Inquiry-Based Learning on Electric Circuit Models for Conceptual Understanding. *WCES 2014, Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 191, 2463-2468.
- MEB. (2013). *İlköğretim kurumları fen bilimleri dersi (3, 4, 5, 6, 7, ve 8. sınıflar) öğretim programı*. Ankara: Devlet Kitaplar Müdürlüğü Basımevi. T.C. Milli Eğitim Bakanlığı Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Mozzer, N. B., & Justi, R. (2012). Students' pre- and post-teaching analogical reasoning when they draw their analogies. *International Journal of Science Education*, 34(3), 429-458.
- Newby, T. J., Ertmer, P. A., & Stepich, D. A. (1995). Instructional analogies and the learning of concepts. *Educational Technology Research and Development*, 43(1), 5-18.
- Orgill, M. K., & Bodner, G. (2004). What research tells us about using analogies to teach chemistry. *Chemistry Education: Research and Practice*, 5(1), 15-32.
- Öztuna-Kaplan, A. & Boyacıoğlu, N. (2013). Çocuk karikatürlerinde maddenin tanecikli yapısı. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 10(1), 156-175.

- Paatz, R., Ryder, J., Schwedes, H., & Scott, P. (2004). A case study analysing the process of analogy-based learning in a teaching unit about simple electric circuits. *International Journal of Science Education*, 26(9), 1065-1081.
- Pabuçcu, A., & Geban, Ö. (2006). Remediating misconceptions concerning chemical bonding through conceptual change text. *Hacettepe University Journal of Education*, 30, 184-192.
- Rothhaar, R., Pittendrigh, B. R., & Orvis, K. S. (2006). The Lego analogy model for teaching gene sequencing and biotechnology. *Journal of Biological Education*, 40(4), 166-171.
- Rule, A. C., Baldwin, S., & Schell, R. (2008). Second graders learn animal adaptations through form and function analogy object boxes. *International Journal of Science Education*, 30(9), 1159-1182.
- Rule, A. C., & Furletti, C. (2004). Using form and function analogy object boxes to teach human body systems. *School Science and Mathematics*, 104(4), 155-169.
- Rumelhart, D. E., & Norman, D. A. (1981). Analogical processes in learning. In J. R. Anderson (ed.), *Cognitive skills and their acquisition* (pp. 335-359). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Sarantopoulos, P., & Tsaparlis, G. (2004). Analogies in chemistry teaching as a means of attainment of cognitive and affective objectives: A longitudinal study in a naturalistic setting, using analogies with a strong social content. *Chemistry Education: Research and Practice*, 5(1), 33-50.
- Sert-Çıbık, A. & Yalçın, N. (2012). Analojilerle desteklenmiş proje tabanlı öğrenme yönteminin fen bilgisi öğrencilerinin fizik dersine yönelik tutumlarına etkisi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi GEFAD/GUJGEF*, 32(1), 185-203.
- Swain, D. P. (2000). The water-tower analogy of the cardiovascular system. *Advances in Physiology Education*, 24(1), 43-50.
- Şaşmaz-Ören, F., Ormanlı, Ü., Babacan, T., Çiçek, T. & Koparan, S. (2010). Analoji ve araştırma temelli öğrenme yaklaşımına dayalı rehber materyal uygulaması ile buna yönelik öğrenci görüşleri. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 1(1), 33-53.
- Şeker-Gökulu, A., & Geban, Ö. (2014). Facilitating conceptual change in atom, molecule, ion and matter concepts. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23, 304-322.

- Şendur, G., Toprak, M., & Şahin-Pekmez, E. (2008). Buharlaştırma ve kaynama konularındaki kavram yanlışlıklarının önlenmesinde analogi yönteminin etkisi. *Ege Eğitim Dergisi*, 9(2), 37-58.
- Şenpolat, Y., Seven, S., & Düzgün, B. (2005). Fen bilgisi öğretiminde analogi kullanımının öğrenci başarısına ve derse yönelik tutumlarına etkisinin araştırılması. *Çukurova Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 31(2), 94-101.
- Taşkın, N. R., Şenel, H., & Yıldırım, O. (2012, 27-30 Haziran). Biyoloji Eğitiminde etkin analogi kullanımı: DNA'nın korunma faktörleri örneği üzerine bir inceleme çalışması. X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Niğde.
- Taylor, N., & Coll, R. K. (2001). Employing analogies and models to engender conceptual change in science amongst pre-service primary school teachers in Fiji. *Asia Pacific Journal of Education*, 21(1), 53-65.
- Tsai, C-C. (1999). Overcoming junior high school students' misconceptions about microscopic views of phase change: A study of an analogy activity. *Journal of Science Education and Technology*, 8(1), 83-91.
- Wichaidit, S., Wongyounoi, S., Dechsri, P., & Chaivisuthangkura, P. (2011). Using analogy and model to enhance conceptual change in Thai middle school students. *US-China Education Review*, 8(3), 333-338.
- Yerrick, R. K., Doster, E., Nugent, J. S., Parke, H. M., & Crawley, F. E. (2003). Social interaction and the use of analogy: An analysis of preservice teachers' talk during physics inquiry lessons. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(5), 443-463.
- Yiğit, N. & Özmen, H. (2006). Fen öğretimine yönelik hazırlanan modellerin kazandırmayı amaçladıkları davranışlar açısından incelenmesi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21, 1-14.
- Yıldırım, A. & Şimşek, H. (2011). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (8. Baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yılmaz, H. & Huyugüzel-Çavaş, P. (2006). 4-E öğrenme döngüsü yönteminin öğrencilerin elektrik konusunu anlamalarına olan etkisi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 3(1), 2-18.
- Zeitoun, H. H. (1984). Teaching scientific analogies: A proposed model. *Research in Science and Technology Education*, 2(2), 107-125.

Zorluoğlu, S. L. & Sözbilir, M. (2016). İyonik ve kovalent bağlar konusunda uygulanan analogi tekniğinin öğrenci başarısına etkisi. *Bayburt Eğitim Fakóltesi Dergisi*, 11(1), 84-99.