

PAPER DETAILS

TITLE: Matematik Öğretmen Adaylarının, Matematik Etkinliklerindeki Sanata Yönelik Metaforik Algıları

AUTHORS: Ebru KÜKEY,Hilal KÜKEY,Tayfun TUTAK

PAGES: 90-108

ORIGINAL PDF URL: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/697532>

Research Article/Araştırma Makalesi

Metaphorical Perceptions of Pre-Service Mathematics Teacher towards Art in Mathematics Activities

Ebru KÜKEY^{1,*}  Hilal KÜKEY²  Tayfun TUTAK³ 

¹ Firat University, Education Faculty, Elazığ, Turkey, ekukey@firat.edu.tr; tayfuntutak@hotmail.com

² Ministry of Education, Elazığ, Turkey hilalkukey@outlook.com

* Corresponding Author: ekukey@firat.edu.tr

Article Info

Received: 1 March 2019

Accepted: 2 April 2019

Online: 30 April 2019

Keywords: Mathematical activities, pre-service teachers, metaphorical perception, art

DOI: 10.18009/jcer.534615

Publication Language: Turkish

Abstract

The aim of the study is to determine the art perceptions of in mathematics activities of pre-service mathematics teachers through metaphors. The method of the study is designed as a case study of qualitative research designs. The study group consisted of 92 pre-service teachers studying in mathematics teaching program. The data were collected with a form where pre-service teachers completed the statement "Mathematics activities are like the art of..., because...". Content analysis was used to analyze the answers of pre-service teachers. As a result of the evaluations, the metaphorical perceptions of pre-service mathematics teachers towards art were determined under 5 themes. These themes are expressed as *mind*, *profession*, *mathematical*, *life* and *activity*. As a result of the evaluations, the metaphorical perceptions of pre-service teachers about art in mathematics activities were determined.



To cite this article: Kükey, E., Kükey, H. & Tutak, T. (2019). Matematik öğretmen adaylarının, matematik etkinliklerindeki sanata yönelik metaforik algıları. *Journal of Computer and Education Research*, 7 (13), 90-108. DOI: 10.18009/jcer.534615

Matematik Öğretmen Adaylarının, Matematik Etkinliklerindeki Sanata Yönelik Metaforik Algıları

Makale Bilgisi

Geliş: 1 Mart 2019

Kabul: 2 Nisan 2019

Yayın: 30 Nisan 2019

Anahtar kelimeler: Matematik etkinlikleri, öğretmen adayları, metaforik algı, sanat

DOI: 10.18009/jcer.534615

Yayın Dili: Türkçe

Öz

Araştırmanın amacı, matematik öğretmen adaylarının matematik etkinliklerindeki sanat algılarını, metaforlar aracılığıyla belirlemektir. Çalışmanın yöntemi, nitel araştırma desenlerinden olgu bilim olarak tasarlanmıştır. Araştırmanın çalışma grubunu, matematik öğretmenliği programında öğrenim gören 92 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Veriler, öğretmen adaylarının "Matematik etkinlikleri ... sanattır, çünkü ..." cümlesini tamamlamalarıyla elde edilmiştir. Öğretmen adaylarının vermiş oldukları cevapların çözümlenmesinde içerik analizi kullanılmıştır. Değerlendirmeler sonucunda matematik öğretmenlerinin sanata yönelik metaforik algıları *zihin*, *meslek*, *matematiksel*, *hayat* ve *aktivite* olmak üzere 5 tema altında belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda, matematik eğitiminde kavramlar arasındaki ilişkiye ve düzene dayalı olarak yapılmasının önemli olduğu sonucuna varılmıştır.

Summary

Metaphorical Perceptions of Pre-Service Mathematics Teacher towards Art in Mathematics Activities

Introduction

In addition to the determination of the significance of STEM education by various studies (Dejarnette, 2012; Gökbayrak & Karışan, 2017; Guzey, Harwell & Moore, 2014; Gülhan & Şahin, 2016; Yıldırım & Selvi, 2016), this educational approach was added the art component and started to be called STEM+A (Moomaw, 2013). It has become imperative to investigate the relationship between the of mathematics and art, which are among the disciplines that came side by side with the STEM+A expression. The relationship and interaction between mathematics and art requires sufficient research to learn about these fields more efficiently. In this respect, many researchers think that mathematics and art interact (Graham, 1996; Hickman & Huckstep, 2003). In line with this purpose, NCTM (2000) stated that *"the relationship of mathematics with other field, e.g. social studies, science, art and physical education should not be ignored"* and *"For instance, geometry plays a significant role in art, and the data has an important impact in social studies"*. The relationship between mathematics and art is also emphasized in the mathematics curriculum of the Ministry of National Education of Turkey (2017). This relationship is stated as *"be able to recognize the relationship of mathematics with art and aesthetics."* Thus, it is thought that implementing an education process based on the interaction between mathematics and art would enable raising individuals, who could express themselves and establish a connection between mathematics and daily life.

Metaphors and use of metaphors play an important role in enhancing thinking skill and self-expression. Metaphorical thinking is comprised of the encoding of perceptions, allowing these perceptions to be placed in the memory system and reaccessability to and reorganizability of these perceptions when needed to enable conceptualization (Serig, 2006). Metaphors enable explanatory learning as the support producing clear ideas instead of unspecific concepts in imagination (Sanchez, Barreiro & Maojo, 2000).

It is seen that studies about metaphors have increased recently. Among these studies, the ones about mathematical metaphors are remarkable (Allen & Shiu, 1997; Gür, Hangül & Kara, 2013; Noyes, 2006; Oflaz, 2011; Sterenberg, 2008; Wood, 2008; Yılmaz, 2013). When these studies are reviewed, it is found that researchers laid emphasis on determining the metaphors in the minds of individuals. In this respect, this study aims at designating how pre-service mathematics teachers conceptualized art in mathematics exercises considering the interaction between mathematics and art. It is aimed to determine this via metaphors and to reveal why they used these metaphors. In this way, it is thought that the evaluation of the concepts in mathematics teachers' minds would contribute in how mathematics and art should be related in the teaching process.

Method

In this study, which was conducted to designate the pre-service mathematics teachers' metaphorical perceptions about art in mathematics exercises, the phenomenology method, among other qualitative methods, was used. The study group of the research was comprised of 92 pre-service mathematics teachers, 36 third-year and 56 fourth-year, who had studied in a state university in the 2017-2018 academic year. The opinions of the participants were collected with an interview form comprising of an open-ended question prepared by the researcher. In this respect, in order to determine the metaphors of the participants about art in mathematics exercises, the participants were asked to complete the sentence *"Mathematics exercises is the art of ..., because ..."*.

In the data analysis, first the pre-service teachers were encoded as Ö1, Ö2, ..., Ö92 and these codes were used in expressing the participants. When the statistically significant parts of the data were being encoded, it was paid attention to determine the concept, which could reflect the given expression the best. In the formation of the categories of the designated concepts, the concepts were grouped under certain categories with regard to the relationship between them. The relationship between the concepts and the categories were established considering why the participants used these metaphors. The metaphors were placed in tables with reference to the similar or distinct characteristics of the designated categories and their frequency values were presented.

Discussion and Conclusion

The study aimed at designating the metaphors pre-service mathematics teachers used to associate mathematics exercises with art. In this respect, the metaphors used by the pre-service teachers were grouped under five themes designated as mind, profession, mathematics, life and activity.

It is seen that pre-service teachers used metaphors of abstract thinking, learning, productivity, wisdom, mind developing, systematic thinking, awareness, curiosity, logic under the *mind* theme, designated with regard to the relationship between mathematics exercises and art. It is found that the pre-service teachers used metaphors of drawing, ebru (paper marbling art), science, dance, literature, sculpture, calligraphy, theatre, origami, music, construction, wood carving under the *profession* theme. It is observed that they used the drawing, ebru and science metaphors very frequently among these metaphors. The metaphors the pre-service teachers used under the *mathematics* theme were designated as numbers, symbols, pattern, formula, application, part-whole relation, operation, forming a systematic whole, concept, and impersonating numbers. It is seen that pre-service teachers used metaphors understanding life, understanding the universe, learning life, understanding the world with abstract expressions, shaping the life with numbers, living by learning, and ruining life under the *life* theme. Under the *activity* theme, the pre-service teachers used metaphors entertainment, game, puzzle, playing with number, astral journey, appreciation and riddle. It is seen that entertainment was the most frequently used one among these.

In accordance with the results obtained from the study, it is concluded that it is important to conduct mathematics education process based on the relation between and organization of the concepts. Therefore, it is thought that it would be quite influential for the future professional lives of pre-service mathematics teachers and for the mathematics learning processes of the secondary school students that pre-service mathematics teachers learned inclusively the relationship between concepts in their graduate education. In addition, conducting studies on the relation of the components of the STEM model, other than mathematics, with art would be beneficial for seeing the relation of all components with each other.

Giriş

Günümüzde eğitim alanında yapılan çalışmalar arasında disiplinler arası yaklaşımlar, eğitimciler tarafından önemsenen konuların başında gelmektedir (Moye, 2011). Mühendislik ve teknoloji alanlarındaki gelişmelere hızlı uyum sağlayabilen ülkelerin eğitim programları incelendiğinde fen, teknoloji, mühendislik ve matematiğin disiplinler arası etkileşimi vurgulandığı görülmektedir. Bu etkileşim, birçok ülkenin eğitim programında Science (Fen), Technology (Teknoloji), Engineering (Mühendislik), Mathematics (Matematik) kelimelerinin birleşmesiyle oluşan STEM yaklaşımı olarak ifade edilmektedir (Bybee, 2010). STEM eğitimi, bağlantılı ve farklı disiplinleri bir araya getirip daha kaliteli öğrenmeyi sağlayarak bu öğrenme sonucunda elde edilen bilgileri günlük yaşamda kullanmayı, eleştirel düşünmeyi sağlayan, yaşam standartlarını artıran eğitim süreci olarak düşünülebilir (Yıldırım & Altun, 2015). Aynı zamanda öğrencilere ve öğretmenlere keşfedici problem çözme becerilerini kazandıran eğitim sistemi olarak kabul görmektedir (Roberts, 2012). Ayrıca girişimciliği, zihinsel süreç becerilerini ve ürün oluşturma becerilerini desteklemesinin yanında bireylerin hayallerini gerçekleştirme noktasında onları sürekli teşvik edip harekete geçirerek farkındalık oluşturulmasında oldukça etkili olmaktadır (Özdemir, 2016). Bu kapsamda öğrencilerin, öğrendikleri bilgileri günlük yaşamlarını kolaylaştıracak şekilde kullanmaları önem kazanmaktadır (Kükey & Aslaner, 2017).

STEM eğitiminin önemi çeşitli çalışmalarda belirlenmesinin yanında (Dejarnette, 2012; Gökbayrak & Karışan, 2017; Guzey, Harwell & Moore, 2014; Gülhan & Şahin, 2016; Yıldırım & Selvi, 2016) bu eğitim yaklaşımına sanat bileşeni de eklenerek STEM+A olarak ifade edilmeye başlanmıştır (Moomaw, 2013). STEM+A ifadesiyle yan yana gelen disiplinler arasında yer alan matematik ve sanat bileşenlerinin birbiriyle olan ilişkisini incelemek oldukça önemli konuma gelmektedir. Matematik ve sanat; malzemeleri, yöntemleri, teknikleri ve ürünleri farklı olan alanlardır. Ancak ilk bakışta göze çarpan ve rahatsızlık veren bu durum matematik ve sanat arasındaki bağlantıya engel değildir. Her iki disiplin de insanın içinde doğduğu ortamı ve aynı ortamda kendine olan bitenleri anlama çabası sonucu ortaya çıkmıştır. Aynı zamanda her iki alanda doğanın soyutlanması, yorumu ve yeniden sunumu olarak ifade edilebilir (İpek, Özmüş, Girizoğlu & Kıyak, 2010). Ünlü İngiliz matematikçi Hardy (1999) "Bir Matematikçinin Savunması" kitabında matematik içindeki düzeni ve uyumu "Bir matematikçinin yaptığı şey, bir ressamın ya da şairinki kadar güzel

olmalıdır. Düşünceler, renkler ve sözcükler gibi uyumlu bir biçimde birbirine uymalıdır. Dünyada çirkin bir matematik için kalıcı bir yer yoktur.” olarak ifade etmiştir. Güneş ve Gökçek (2010) ise matematik ve sanat disiplinleri arasındaki bağlantıya eğitimcilerin ortaya koyduğu çalışmalarında, sanat eğitimcilerinin matematiği esnek ve katı olmayan bir bilim olarak gördüklerini ancak sanat eserlerinin hazırlanmasında matematikten yararlandıklarını ifade etmişlerdir. Bunun yanında matematik eğitimcilerinin ise matematiği sanat olarak gördüklerini belirtmişlerdir.

Matematik ve sanat arasındaki ilişki ve etkileşim, bu alanları daha etkili olarak öğrenmek için yeterli araştırma yapılmasını gerektirmektedir. Bu kapsamda pek çok araştırmacı matematik ve sanatın etkileşim içinde olduğunu düşünmektedir (Graham, 1996; Hickman & Huckstep, 2003). Bu amaç doğrultusunda NCTM (2000) prensip ve standartlarını açıklarken matematik öğretimi sürecinde sanatın yer alması gerektiğini ifade etmiştir. Bu süreci belirtirken “*matematiğin diğer alanlarla örneğin sosyal çalışmalar, fen, sanat ve fizik eğitimi arasındaki ilişki göz ardı edilmemelidir*” ve “*Örneğin, geometri sanat için önemli bir rol oynar, veri sosyal araştırmalarda önemli bir etkiye sahiptir*” ifadelerine yer vermiştir. Matematikle sanat arasındaki bağlantı MEB (2017) matematik öğretim programında da vurgulanmıştır. Bu bağlantı “*Matematiğin sanat ve estetikle ilişkisini fark edebilecektir.*” şeklinde belirtilmiştir. Bu şekilde matematikle sanat arasındaki etkileşime dayalı öğretim sürecinin yapılması kendilerini ifade edebilen, matematikle günlük yaşam arasında ilişki kurabilen bireylerin yetişmesini sağlayacağı düşünülmektedir.

Düşünme becerisinin geliştirilmesinde, kendini ifade edebilmede metafor ve metafor kullanımı önemli bir rol oynamaktadır. Özellikle sanat alanında üretken düşünebilme ve farklı disiplinlere ait kavramlar arasında bağlantı kurmada oldukça etkilidir. Metafor, bir kavramı başka bir kavrama dönüştürebilen sembolik bir dönüşüm olarak ifade edilebilir (Anderson & Milbrandt, 2002). Ayrıca deneyimlerin aktarılmasında bir yaşantı alanından diğerine geçmek ya da karşılaştırma yapmak amacıyla benzer iki fikir veya kavramın bağlantısını gösteren mecazi bir dil yapısı olarak belirtilebilir (Palmquist, 2001). Marshall (2008), sanat çalışmalarının dayandığı kavramsal stratejilerin incelenmesinin, öğrencilerin sahip oldukları kavramları ve kavramsal düşünme becerilerini geliştireceğini ifade ederek, bunun sağlanmasında ise metafor ve kavramsal stratejilerin kullanılmasının etkili olacağını belirtmiştir.

Metaforik düşünme, kavramsallaşmayı sağlamak amacıyla, algıların kodlanmasını, bu kodların bellek sistemine yerleşmesine imkân verilmesini, ihtiyaç duyulduğunda ise yeniden ulaşabilme ve organize edebilme yeteneğini içeren aşamaları kapsamaktadır (Serig, 2006). Hayal gücünde belirsiz kavramlar yerine net düşünceler üretmeyi desteklediği için öğretim sürecinde metaforlar keşfedici öğrenmenin gerçekleşmesini sağlamaktadır (Sanchez, Barreiro & Maojo, 2000).

Metaforlarla ilgili yapılan çalışmaların son yıllarda arttığı görülmektedir (Durukan, Hacıoğlu & Dönmez-Usta, 2016; Yüner & Özdemir, 2017). Bunlar arasında matematikle ilgili metaforların yer aldığı çalışmalar da dikkat çekicidir (Allen & Shiu, 1997; Gür, Hangül & Kara, 2013; Noyes, 2006; Oflaz, 2011; Sterenberg, 2008; Wood, 2008; Yılmaz, 2013). Çalışmalar incelendiğine bireylerin zihinlerindeki metaforların belirlenmesi araştırmacıların dikkatini çeken noktalar arasında yer aldığı tespit edilmiştir. Bu kapsamda çalışmanın amacı, matematikle sanat arasındaki etkileşimi göz önünde bulundurarak matematik öğretmen adaylarının matematik etkinliklerinde bulunan sanatı nasıl kavramsallaştırdıklarını belirleyebilmektir. Bunu metaforlar aracılığıyla belirleyerek neden bu metaforları kullandıklarını ortaya koymak hedeflenmiştir. Bu şekilde matematik öğretmenlerinin zihinlerindeki kavramların değerlendirilmesiyle öğretim sürecinde matematikle sanatın nasıl ilişkilendirilmesi gerektiğine yönelik olarak katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Yöntem

Matematik öğretmen adaylarının matematik etkinliklerinde yer alan sanata yönelik metafor algılarını belirlemek amacıyla yapılan bu çalışmada, nitel araştırma yöntemlerinden olgubilim tekniği kullanılmıştır. Olgubilim çalışmalarında, bir kişi ya da grubun deneyimlemiş olduğu bir olgunun yapısının, anlamının, özünün anlaşılması ve açıklanması hedeflenmektedir (Patton, 2002). Bu şekilde farkında olunan ancak derinlemesine bir anlayışa sahip olunmayan durumlara odaklanılmayı sağlamaktadır (Yıldırım & Şimşek, 2011). Bu kapsamda çalışmada yer alan olgu, matematik öğretmen adaylarının, matematik etkinliklerinde yer alan sanata yönelik olarak düşüncelerinin nasıl kavramsallaştığı şeklinde belirlenmiştir.

Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubu, amaçlı örnekleme yöntemlerinden kolay ulaşılabilir örnekleme yöntemi ile belirlenmiştir. Bu örnekleme yöntemi araştırmacıya, hız ve pratiklik

kazandırdığı, yakın ve erişilmesi kolay olan katılımcılara ulaşma fırsatı verdiği için (Yıldırım & Şimşek, 2011) tercih edilmiştir.

Araştırmanın çalışma grubu, 2017-2018 eğitim öğretim yılı içinde bir devlet üniversitesinde öğrenim gören 36 üçüncü sınıf ve 56 dördüncü sınıf olmak üzere toplam 92 matematik öğretmen adayından oluşmaktadır. Öğretmen adaylarına ait gerekli bilgiler aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 1. Çalışma grubunun özellikleri

	Kadın	Erkek	Toplam
3. Sınıf	21	15	36
4. Sınıf	37	19	56
Toplam	58	34	92

Tablo incelendiğinde matematik öğretmen adaylarından 58'inin kadın olduğu ve bu sayının çalışma grubunun %63'ünü temsil ettiği görülmektedir. Çalışma grubunda bulunan erkek öğretmen adaylarının sayısının ise 34 olduğu ve çalışma grubunun %37'sini oluşturduğu belirlenmiştir.

Verilerin Toplanması

Araştırmanın verileri metaforlar aracılığıyla toplanmıştır. Metaforlar, gerçek ve sanal ortamlar arasında bağlantı ya da köprü vazifesi gören (Serig, 2006) ilişkilendirme olarak kabul edilmektedir. Bu şekilde metaforlar, kavramları ifade ederken yapılan sayfalarca açıklama yerine birkaç cümleyle kavramı ifade etme olanağı sağlamaktadır. Bu çalışmada metaforlar, öğretmen adaylarının matematik etkinliklerinde bulunan sanatı ifade etmelerindeki düşüncelerini ortaya çıkaracak bir araç olarak ele alınmıştır.

Katılımcıların görüşleri araştırmacı tarafından geliştirilen bir açık uçlu sorudan oluşan görüşme formu aracılığı ile alınmıştır. Bu kapsamda katılımcıların matematik etkinliklerinde yer alan sanata yönelik metaforlarını belirlemek amacıyla “*Matematik etkinlikleri sanattır, çünkü*” cümlesini tamamlamaları istenmiştir. Öğretmen adaylarının bu cümleyi tamamlamaları aracılığıyla veriler toplanmıştır. Burada birinci boşluğa hangi metaforu kullandıklarını, ikinci boşluğa ise bu metaforu neden tercih ettiklerini belirtmeleri istenmiştir. Katılımcılara, çalışmanın amacından, verdikleri bilgilerin araştırma dışında başka yerde kullanılmayacağından ve kimliklerinin gizli tutulacağı yönünde gerekli bilgiler verilmiştir. Öğretmen adaylarına süre sıkıntısı olmadığı, bu nedenle rahat bir şekilde düşünebilecekleri belirtilmiştir.

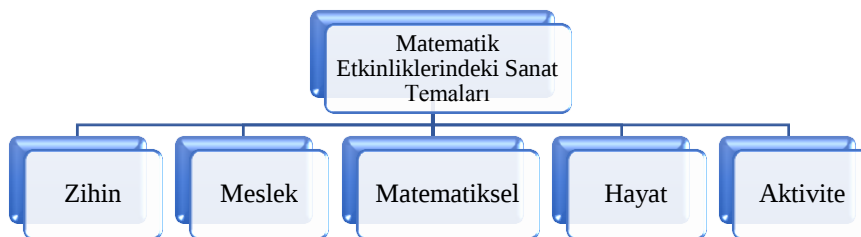
Verilerin Analizi

Verilerin analiz edilmesi ve yorumlanması aşamasında nitel analiz yöntemlerinden içerik analizi yöntemi kullanılmıştır. İçerik analizi; birbirine benzeyen verileri belirli kavramlar ve temalar çerçevesinde bir araya getirmek ve bunları okuyucunun anlayabileceği bir biçimde düzenleyerek yorumlamaktır (Yıldırım & Şimşek, 2011). Verilerin analizi aşamasında öncelikle öğretmen adayları Ö1, Ö2, ... Ö92 şeklinde kodlanarak verilerin analizi sürecinde katılımcıları ifade ederken bu kodlar kullanılmıştır. Veriler arasında belirlenen anlamlı bölümler kodlanırken, verilen ifadeyi en iyi şekilde yansıtabilecek kavramın belirlenebilmesine özen gösterilmiştir. Belirlenen kavramlara ait kategorilerin oluşturulması aşamasında kavramlar, aralarındaki ilişkiye dayalı olarak belirli kategoriler altında toplanmıştır. Kavramlar arasındaki ilişki ve kategoriler, katılımcıların metaforları niçin kullandıklarına yönelik olarak yaptıkları açıklamalar göz önünde bulundurularak yapılmıştır. Belirlenen kategorilerin benzer ya da farklı özellikleri dikkate alınarak metaforlar tablolastırılmış ve frekans değerleri belirtilmiştir.

Elde edilen verilerin analizi iki bağımsız araştırmacı tarafından kodlanarak, kodlamalar arasındaki uyum düzeyi belirlenmiştir. Araştırmacılar tarafından farklı olarak kodlanan temalar, araştırmacıların ortak görüşü ile değerlendirilmiştir. Verilerin kodlanması sonrasında veriler arasındaki uyum düzeyi Miles ve Huberman'ın (1994) ifade ettiği güvenilirlik formülü belirlenmiştir. Bu doğrultuda araştırmacıların yapmış oldukları kodlamalar arasındaki uyum düzeyi %92 olarak bulunmuştur. Temalar arasındaki uyum sağlandıktan sonra kategoriler düzenlenmiş ve yorumlanmıştır.

Bulgular

Elde edilen verilerin analizi sonucunda matematik öğretmen adaylarına göre matematik etkinliklerinde yer alan sanata yönelik metafor algıları incelendiğinde 5 ana kategoriden oluşan temalar belirlenmiştir. Bu temalar; “*zihin, matematiksel, meslek, hayat, aktivite*” olarak ifade edilmiştir.



Şekil 1. Matematik Etkinliklerindeki Sanat Temaları

Öğretmen adaylarının ifade ettikleri metaforlar doğrultusunda “*zihin*” teması altında belirlenen metaforlar ve metaforların frekans değerleri aşağıdaki tabloda verilmiştir. Ayrıca tabloda öğretmen adaylarının kullanmış oldukları metaforların gerekçeleri de belirtilmiştir.

Tablo 2. Öğretmen adaylarının “*zihin*” temasına ilişkin ifade ettikleri metaforlar

Metafor	f	Çünkü
Soyut Düşünme	5	Matematik problemlerini sadece formül kullanarak çözmiyoruz. Problem üzerinde düşünüp mantık yürüterek çözüme ulaşıyoruz (Ö28).
Öğrenme	5	Matematik, varoluşu ve öğrenmeye başlamasıyla hayat bulan, diğer insanlarla paylaşımları sonucu öğretme kavramını oluşturan bir sanattır (Ö68).
Üretkenlik	3	Sürekli yeni bir şeyler üretiriz. Aklımızı, hayal gücümüzü, bilgi haznemizi kullanır; yeni çözümler, farklı bakış açıları üretiriz (Ö15).
Akıl	2	Matematiğin estetik bir dokusu vardır. Zihin; estetiği, estetikle uğraşmayı sever (Ö74).
Zekâ Geliştirme	2	Matematik beynin çok yönlü düşünmesini sağlar. Matematik etkinlikleriyle uğraşanlar daha pratik düşünürler (Ö20).
İlişkilendirme	1	Matematik verileri nesnel olup diğer alanlarla ilişkilidir. Gündelik hayatımızın her durumla ilişkilidir ve kullanılır (Ö90).
Sistematik Düşünme	1	Matematik belli bir düzene bağlı kurallar dâhilinde gelişen bilgi birikimidir (Ö18).
Farkındalık	1	Dünya üzerinde matematik uygulaması neredeyse %100'dür. İnsan matematik bilerek, uygulayarak tanımlar, keşfeder, icat eder. Bunlarla birlikte farkında olur. Bu sanat için de matematiksel bilgi gerekir (Ö40).
Merak	1	Problem çözümü sırasında düşünme içerisinde sonucu merak ediyor ve düşünüyoruz (Ö62).
Mantık	1	Mantıksal birçok olay ve durumu matematiksel olarak yapmaktır (Ö42).
Pratik Düşünme	1	Etkinlikleri öğrencilerle birlikte konuya uygun olarak gerçekleştirmek pratiklik ve mantık gerektirir (Ö48).
Sabır	1	Öğretmek ve öğrenmek sabır işidir. Verilen bilgiler, bir tohum misali toprağa atılır ve uygun şartlarda o bilgi filizlenir (Ö3).
Sevme	1	Matematik problemleriyle uğraşırım, düşünürüm, ilgilenirim, vakit harcarım ama vazgeçmem (Ö53).
Sevdirme	1	Matematik etkileme işidir (Ö56).

Tablo incelendiğinde öğretmen adaylarının soyut düşünme, öğrenme, üretkenlik, akıl, zeka geliştirme, ilişkilendirme, sistematik düşünme, farkındalık, merak, mantık gibi metaforları kullandıkları görülmektedir. Bu metaforlar arasında en çok ifade edilen soyut düşünme ve öğrenme olarak belirlenmiştir. Soyut düşünme olarak ifade edenlerin, matematiğin sadece formül olmadığı problemlerin mantık yürüterek çözülebileceğini belirttikleri görülmüştür. Öğrenme metaforu olarak, matematiğin öğrenilerek keşfedildiği ve

öğrenme sonucunda elde edilenlerin başkalarına paylaşımını sağlayan bir sanat olarak gördükleri tespit edilmiştir. İlişkilendirme, sistematik düşünme, farkındalık, merak, mantık gibi metaforların ise en az olarak tercih edildiği görülmüştür.

Öğretmen adaylarının ifade ettikleri metaforlar doğrultusunda “meslek” teması altında belirlenen metaforlar, metaforların frekans değerleri ve kullanılan metaforların neden tercih edildiği aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 3. Öğretmen adaylarının “meslek” temasına ilişkin ifade ettikleri metaforlar

Metafor	f	Çünkü
Resim	6	Resim yaparken dış dünyadan soyutlandığın gibi matematik etkinlikleriyle kendini matematiğin sihirli dünyasına kaptırarak dış dünyadan soyutlanırsın (Ö72).
Ebru	5	Ebru sanatını yaparken nasıl su üzerinde renkleri dans ettiriyorsak, matematikte mantık üzerinde sayıların dans etmesidir (Ö67).
Bilim	4	Matematik başlı başına bir bilimdir ve bu bilimi okuyup, anlayıp, öğrenmek bir sanattır (Ö32).
Dans	2	Sayıların muhteşem koreografisinden ve birbiriyle ahenkli yapılardan oluşur (Ö79).
Edebiyat	1	Matematiğin hayatımızın her yerinde olduğu gibi edebiyatın içerisinde de var olduğu inkar edilemez. Edebiyatı doğa, şiir, dağ, olarak görmekten, matematiği hayatının merkezine koymuş birisi Türkçenin içindeki matematiğin farkındadır (Ö47).
Heykel	1	Matematiğin bir ucundan öğrenmeye başladığınız zaman devamını heykelin ayağından başına kadar tamamını öğrenmeye çalışırsın (Ö54).
Hat	1	Tıpkı kelimeleri güzel yazmak gibi öğrencilere de hayat boyunca en baştan alarak matematik bilgilerini öğrencilere işlemek gibidir (Ö58).
Tiyatro	1	Özellikle somut etkinliklerdeki gerçek yaşamla bağlantısıyla tiyatro sahnesinden farksızdır (Ö61).
Origami	1	Kağıtlardaki oran ve ölçü matematikteki dili ifade eder (Ö77).
Müzik	1	Notalar gibi üst üste geldikçe bir parça oluşur. Sayılar da yan yana gelerek matematiği oluşturur (Ö80).
İnşaat	1	İnşaatla ilk temel çok önemlidir, yavaş yavaş üstüne tuğla koyarak yükselir. Matematik de aynen öyledir (Ö81).
Ağaç Oyma	1	Etkinlik yaparken problem çözümü yanlış yoldan yapılırsa farklı sonuçlar çıkar. Bu da etkinliğin tekrar yapılmasına neden olur. Ağaç oymada da yanlış bir hamle yapılırsa her şey gider yeniden yapılır (Ö85).

Tablo incelendiğinde öğretmen adaylarının resim, ebru, bilim, dans, edebiyat, heykel, hat, tiyatro, origami, müzik, inşaat, ağaç oyma metaforlarını kullandıkları görülmektedir. Bu metaforlar arasında resim, ebru ve bilim metaforlarını sıklıkla kullandıkları belirlenmiştir. En çok kullanılan resim metaforunu ifade edenlerin, resimde dış dünyadan soyutlanıp kendi dünyasını oluşturması gibi matematik etkinliklerinde de dış dünyadan soyutlanıp

matematiğin dünyasına girildiğini belirttikleri görülmüştür. Ebru metaforu olarak, suyun üzerine resim yapmayı mantık üzerinde sayılarla uğraşmaya benzettikleri tespit edilmiştir. Bu metaforların yanında edebiyat, heykel, hat, tiyatro, origami, müzik, inşaat, ağaç oyma metaforlarını ise en az olarak tercih edildiği görülmüştür.

Öğretmen adaylarının ifade ettikleri metaforlar doğrultusunda “*matematiksel*” teması altında belirlenen metaforlar, metaforların frekans değerleri ve kullanılan metaforların neden tercih edildiği aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 4. Öğretmen adaylarının “*matematiksel*” temasına ilişkin ifade ettikleri metaforlar

Metafor	f	Çünkü
Sayılar	3	Matematik, sayılar aralarındaki bağıntıları öğrenip bu bağlantılarla oynadığımız güzel bir etkinliktir (Ö2).
Semboller	2	Semboller ve kuralların sayılarla işleme dökülmesidir. Kişinin sembollerin dünyasındaki bilmeceye çözüm aramasıdır (Ö21).
Örüntü	2	Matematik, sayılar ve bu sayıların örüntülerinden oluşmaktadır (Ö9).
Formül	2	Matematik her alanda işlevi olan ve bütünlük içeren bir alandır (Ö43).
Uygulama	1	Günlük hayatta karşılaştığımız pek çok olayda matematiği kullanmak zorunda kalırız (Ö12).
Parça-Bütün İlişkisi	1	Her matematik etkinliği, küçük dört işlemlerle başlar ve bu işlem parçaları birleştirilerek bir bütün olan matematik etkinlikleri ortaya çıkar (Ö36).
İşlemler	1	İşlemler arasındaki bağlantı, oldukça düzenli ve eğlencelidir (Ö92).
Sistematik Bütün Oluşturma	1	Matematik her alanda işlevi olan ve bütünlük içeren bir alandır (Ö43).
Kavram	1	Matematik soyut kavramlar üzerine kuruludur (Ö59).
Sayıları Konuşturma	1	Sayılar arsındaki ilişkiler insanlar arasındaki iletişim gibidir. İnsanlar nasıl konuşarak iletişim kurabiliyorsa sayılarda birbiri ile iç içe oldukları bir konuşmadır (Ö66).

Tablo incelendiğinde öğretmen adaylarının sayılar, semboller, örüntü, formül, uygulama, parça-bütün ilişkisi, işlemler, sistematik bütün oluşturma, kavram, sayıları konuşurma metaforlarını kullandıkları görülmektedir. Metaforlar arasında en çok tercih edilen sayılar metaforu için sayılar arasındaki bağıntılara dayalı bir oyunlardan oluşan etkinlik olarak ifade ettikleri belirlenmiştir. Daha sonra sıklıkla semboller, örüntü ve formül metaforları kullanılmıştır. Semboller metaforu için sembollerdeki kuralların işleme dökülmesi ifadesini kullanırken, örüntü olarak matematiğin sayılardaki örüntülerden oluştuğunu ifade ettikleri belirlenmiştir. Bu metaforların yanında uygulama, parça-bütün ilişkisi, işlemler, kavram, sistematik bütün oluşturma, sayıları konuşurma metaforları ise en az olarak tercih edildiği görülmüştür.

Öğretmen adaylarının ifade ettikleri metaforlar doğrultusunda “*hayat*” teması altında belirlenen metaforlar, metaforların frekans değerleri ve kullanılan metaforların neden tercih edildiği aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 5. Öğretmen adaylarının “*hayat*” temasına ilişkin ifade ettikleri metaforlar

Metafor	f	Çünkü
Hayatı Anlama	5	Matematik demek hayat demektir (Ö73).
Evreni Anlama	1	Yaşamın her alanına yerleşmiş olan müthiş ve eksiksiz nizamı anlamlandırma çabası sonucu doğmuştur. Karmaşanın içinde düzeni temsil eder. Karmaşık göz korkutucu gibi görünen denklemler, semboller içerisindeki sanatı ortaya koymaktadır (Ö5).
Yaşamı Öğrenme	1	Matematik bize günlük hayatta yaşamı anlatan bir bilim dalıdır (Ö13).
Soyut İfadelerle Dünyayı Anlama	1	Hayatın her yerinde matematik vardır ve matematik çoğu şeyi açıklamakta yeterlidir (Ö23).
Hayatı Sayılarla Şekillendirme	1	Matematik bizim hayatımızı yansıtır ve bu sebeple matematikte başarılı olan birey, kendi hayatında da başarılıdır (Ö35).
Öğrenerek Yaşama	1	Matematikte anlaşılanları hayata geçirmek ancak yapılan etkinlikler, konuşulan muhabbetler, öğrenmeler ve öğretmeler birikince anlaşılır (Ö49).
Hayattan Soğutma	1	Gerekli bilgiler, ihtiyacı olan kişilere verilmemekte (Ö86).

Tablo incelendiğinde öğretmen adaylarının hayatı anlama, evreni anlama, yaşamı öğrenme, soyut ifadelerle dünyayı anlama, hayatı sayılarla şekillendirme, öğrenerek yaşama, hayattan soğutma ifadelerini kullandıkları görülmektedir. Bunlar arasında hayatı anlama metaforunun en çok tercih edildiği belirlenmiştir. Hayatı anlama olarak, matematiğin hayat demek olduğunu ifade ettikleri görülmüştür. Bu metaforun yanında evreni anlama, yaşamı öğrenme, soyut ifadelerle dünyayı anlama, hayatı sayılarla şekillendirme gibi metaforları ise az tercih ettikleri tespit edilmiştir.

Öğretmen adaylarının ifade ettikleri metaforlar doğrultusunda “*aktivite*” teması altında belirlenen metaforlar, metaforların frekans değerleri ve kullanılan metaforların neden tercih edildiği aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 6. Öğretmen adaylarının “*aktivite*” temasına ilişkin ifade ettikleri metaforlar

Metafor	f	Çünkü
Eğlence	5	Matematik yapmayı öğrendikçe kolay ve zevkli oluyor (Ö60).
Oyun	4	Sayıların yerleri değiştikçe yeni yeni sayılar ve oyunlar ortaya çıkar (Ö65).
Bulmaca	2	Matematikte bulmaca gibi küçük parçaları birleştirip sonuca ulaşma işidir (Ö70).
Sayılarla Oynama	2	Sürekli işlemler yapılan, bulunan sonucun başka bir yerde kullanılan ve sürekli döngülere sahip bir sanattır (Ö22).

Astral Seyahat	1	Onunla uğraşırken bu hayatta işime yaramaz dersin ama aslında o, hayatın düzenini oluşturan şifredir. Çünkü baktığında hiçbir şey anlamazsın ama onu yaşarsın (Ö1).
Zevk Alma	1	Yeni şeyler üretenler, matematikten zevk alırlar (Ö2).
Bilmece	1	Matematik içinde bulundurduğu oyunlarla, cevabı bulmayı güç hale getirerek bilmecenin rakamsal haline bürünür (Ö16).

Tablo incelendiğinde öğretmen adaylarının aktivite teması için eğlence, oyun, bulmaca, sayılarla oynama, astral seyahat, zevk alma, bilmece ifadelerini kullandıkları görülmektedir. Bu metaforlar arasında eğlence ifadesinin en çok olarak tercih edildiği belirlenmiştir. Eğlence ifadesini, matematik yapmayı öğrenmenin sonucunda eğlenceli ve zevkli hale geldiğini belirttikleri tespit edilmiştir. Eğlence metaforundan sonra en çok kullanılan oyun metaforunu, sayıların yerleri değiştikçe yeni sayı ve oyunların ortaya çıktığı şeklinde belirttikleri görülmüştür. Bu metaforların yanında bulmaca, sayılarla oynama, astral seyahat, zevk alma ve bilmece metaforlarının en az olarak tercih edildiği belirlenmiştir.

Tartışma ve Sonuç

Yapılan çalışmada matematik öğretmen adaylarının, matematik etkinliklerini sanata ne şekilde benzettiklerine yönelik olarak kullandıkları metaforları belirlemeye çalışmak amaçlanmıştır. Bu kapsamda elde edilen veriler doğrultusunda öğretmen adaylarının kullanmış oldukları metaforlar zihin, meslek, matematiksel, hayat ve aktivite olarak belirlenen 5 tema altında ifade edilmiştir.

Matematik etkinliklerinin sanatla olan bağlantısına dayalı olarak belirlenen *zihin* teması altında öğretmen adaylarının; soyut düşünme, öğrenme, üretkenlik, akıl, zeka geliştirme, ilişkilendirme, sistematik düşünme, farkındalık, merak, mantık gibi metaforları kullandıkları belirlenmiştir. Bu metaforlar arasında en çok ifade edilen kavramların soyut düşünme ve öğrenme metaforlarının olduğu tespit edilmiştir. En az olarak ise ilişkilendirme, sistematik düşünme, farkındalık, merak, mantık gibi metaforların olduğu görülmüştür. Öğretmen adaylarının kullanmış oldukları metaforlar incelendiğinde zihin teması altında, matematiksel düşünmede yer alan soyut ve sistematik düşünme, mantık gibi kavramların sanatla ilişkilendirildiği ve aynı kavramların sanatta da yer aldığının vurguladığı görülmektedir. Kullanılan metaforlara benzer olarak Şahin (2013) çalışmasında öğretmen adaylarının matematiği zeka kavramıyla ilişkilendiği sonucuna ulaşmıştır. Baykul (2014) ise matematiği soyutlama ve genelleme süreci olarak ifade etmiştir.

Belirlenen temalardan *meslek* teması kapsamında öğretmen adaylarının resim, ebru, bilim, dans, edebiyat, heykel, hat, tiyatro, origami, müzik, inşaat, ağaç oyma metaforlarını kullandıkları belirlenmiştir. Bu metaforlar arasında resim, ebru ve bilim metaforlarını sıklıkla kullandıkları görülmüştür. Az olarak tercih edilen metaforların ise edebiyat, heykel, hat, tiyatro, origami, müzik, inşaat, ağaç oyma kavramlarının bulunduğu tespit edilmiştir. Bu kavramlara benzer olarak Uğurel, Tuncer ve Toprak (2013) çalışmalarında resim ve mimari kavramlarını ifade etmişlerdir. Öğretmen adaylarının kullanmış oldukları metaforlar incelendiğinde genel olarak ilişkilendirme, üretkenlik ve mantığa dayalı kavramları kullandıkları görülmüştür. Burada matematikte kullanılan ilişkilendirmeyi günlük yaşamda ilişkilendirme sonucu elde edilen somut ürünlerle bağlantı kurulduğu tespit edilmiştir.

Öğretmen adaylarının *matematiksel* teması altında kullanmış oldukları metaforlar sayılar, semboller, örüntü, formül, uygulama, parça-bütün ilişkisi, işlemler, sistematik bütün oluşturma, kavram, sayıları konuşurma olarak belirlenmiştir. Bu metaforlardan sayılar, semboller, örüntü ve formül kavramları sıklıkla tercih edilmiştir. Parça-bütün ilişkisi, işlemler, kavram, sistematik bütün oluşturma, sayıları konuşurma metaforları ise en az tercih edilen metaforlar olarak belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının kullanmış oldukları bu metaforlar incelendiğinde matematiksel ifadelerin birbiriyle olan ilişkisi ve aralarındaki düzenin sanat olarak görüldüğü ifade edilebilir.

Belirlenen temalardan *hayat* teması altında öğretmen adaylarının hayatı anlama, evreni anlama, yaşamı öğrenme, soyut ifadelerle dünyayı anlama, hayatı sayılarla şekillendirme, öğrenerek yaşama, hayattan soğutma ifadelerini kullandıkları görülmüştür. Bu metaforlar arasında hayatı anlama kavramı en çok tercih edilen metafor olarak belirlenmiştir. En az kullanılan metaforların ise evreni anlama, yaşamı öğrenme, soyut ifadelerle dünyayı anlama, hayatı sayılarla şekillendirme ifadelerin olduğu görülmüştür. İfade edilen metaforlar incelendiğinde öğretmen adaylarının hayat ve günlük yaşamdaki olaylar arasındaki düzeni, sanat olarak gördükleri düşünülebilir. Bu şekilde, sanatı anlamının yolunu da matematik olarak ifade ettikleri sonucuna varılabilir. Burada sanatı ifade ederken matematik ile hayat kavramları arasındaki bağlantıyı ön plana çıkardıkları görülmektedir. Bu bağlantı Güler, Akgün, Öçal ve Doruk (2012) çalışmalarında da vurgulanmaktadır. Benzer şekilde Reid, Petocz, Smith, Wood ve Dortins (2003) çalışmalarında matematiğin hayatla ilgili olduğunu ve Güner (2013) çalışmasında matematiğin hayatın kendisi olduğunu belirtmişlerdir. Bunun yanında hayattan soğutma

metaforuna paralel olarak Güner (2013)'in yapmış olduğu çalışmada elde edilen matematik hayatı zorlaştırır ifadesi benzerlik göstermektedir.

Öğretmen adaylarının *aktivite* teması altında kullanmış oldukları metaforlar eğlence, oyun, bulmaca, sayılarla oynama, astral seyahat, zevk alma, bilmece olarak belirlenmiştir. Bu metaforlar arasında en çok tercih edilenin eğlence ifadesi olduğu görülmüştür. Bulmaca, sayılarla oynama, astral seyahat, zevk alma ve bilmece metaforlarının en az olarak tercih edildiği belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının kullanmış oldukları bu metaforlar, aktiviteler arasındaki düzenin sanat olarak ifade edildiği sonucuna göstermektedir. Matematiksel kavramlar arasındaki ilişkinin bulunmasının, öğrencilere matematiğin zevkli ve eğlenceli yönlerini gösterdiği şeklinde ifade edilebilir. Bu durum yapılan çalışmalarla da benzerlik göstermektedir (Erdoğan, Yazlık & Erdik, 2014; Şahin, 2013).

Çalışmadan elde edilen sonuçlar doğrultusunda, matematik eğitimi sürecinin kavramlar arasındaki ilişkiye ve düzene dayalı olarak yapılmasının önemli olduğu sonucuna varılmıştır. Bu nedenle matematik öğretmen adaylarının aldıkları lisans eğitimlerinde, kavramlar arasındaki ilişkinin kapsamlı bir şekilde öğrenilmesi gelecek meslek hayatlarında ve ortaokul öğrencilerinin matematik öğrenimlerinde oldukça etkili olacağı düşünülmektedir. Ayrıca STEM modelin matematik dışındaki diğer bileşenlerinin de sanatla olan ilişkisini araştıran çalışmaların yapılması, bütün bileşenlerin birbiriyle bağlantısını görmek açısından faydalı olacaktır.

Bilgilendirme

Bu çalışma 2. Uluslararası Sanat, Estetik Sempozyumu ve Sergisi'nde (2018) sunulmuş olan sözlü bildirinin genişletilmiş halidir.

Kaynaklar

- Allen, B. & Shiu, C. (1997). Learning mathematics is like...'- views of tutors and students beginning a distance taught undergraduate course. *In Proceedings of the British Society for Research into Learning Mathematics* (pp. 8-11). University of Oxford.
- Anderson, T. & Milbrandt, M. K. (2002). *Art for life. Authentic instruction in art*. New York: McGraw-Hill.
- Baykul, Y. (2014). *Ortaokulda matematik öğretimi*. Ankara: Pegem Akademi Yayınları
- Bybee, R. W. (2010). What is STEM education?. *Science*, 329(5995), 996-997.
- Dejarnette, N. K. (2012). America's children: Providing early exposure to STEM (Science, Technology, Engineering and Math) initiatives. *Education*, 133(1), 77-84.
- Durukan, Ü. G., Hacıoğlu, Y. & Dönmez-Usta, N. (2016). Bilgisayar ve öğretim teknolojileri öğretmeni adaylarının "teknoloji" algıları. *Journal of Computer Education Research*, 4(7), 24-46.
- Erdoğan, A., Yazlık, O. D. & Erdik, C. (2014). Mathematics teacher candidates' metaphors about the concept of "mathematics". *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 2(4), 289-299.
- Gökbayrak, S. & Karışan, D. (2017). Altıncı sınıf öğrencilerinin FETEMM temelli etkinlikler hakkındaki görüşlerinin incelenmesi. *Alan Eğitimi Araştırmaları Dergisi*, 3, 2-17.
- Graham, R. G. (1996). *Implementing the connection between mathematics and art in the classroom* (Unpublished master's thesis). Kean College of New Jersey, New Jersey.
- Guzey, S. S., Harwell, M. & Moore, T. (2014). Development of an instrument to assess attitudes towards science, technology, engineering, and mathematics (STEM). *School Science and Mathematics*, 114(6), 271-279.
- Güler, G., Akgün, L., Öçal, M. F. & Doruk, M. (2012). Matematik öğretmeni adaylarının matematik kavramına ilişkin sahip oldukları metaforlar. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 1(2), 25-29.
- Gülhan, F. & Şahin, F. (2016). Fen-Teknoloji-Mühendislik-Matematik entegrasyonunun (STEM) 5. sınıf öğrencilerinin bu alanlarla ilgili algı ve tutumlarına etkisi. *International Journal of Human Sciences*, 13(1), 602-620.
- Güner, N. (2013). Öğretmen adaylarının matematik hakkında oluşturdukları metaforlar. *NWSA-Education Sciences*, 8 (4), 428-440.
- Güneş, G. & Gökçek, T. (2010). *Eğitimcilerin bakış açısıyla matematik ve sanat ilişkisi*. 9. Matematik Sempozyumunda sunulmuş bildiri, Trabzon.
- Gür, H., Hangül, T. & Kara, A. (2013). Ortaokul ve lise öğrencilerinin "matematik" kavramına ilişkin sahip oldukları metaforların karşılaştırılması. 12. Matematik Sempozyumu'nda sunulmuş bildiri, Ankara.
- Hardy, G. H. (1999). *A mathematician's apology*, (Bir Matematikçinin Savunması Türkçe'si Nermin Arık) Tubitak Popüler Bilim Kitapları Pro-Mat Basım Yayın, İstanbul.
- Hickman, R. & Huckstep, P. (2003). Art and mathematics in education. *Journal of Aesthetic Education*, 37(1), 1-12.

- İpek, J., Özmüş, P., Girizoğlu, G. & Kıyak, F. (2010). *Matematik öğretmen adaylarının dinamik geometri yazılımı ile matematik ve sanata bakışları: "Piet mondrian örneği"*, International Conference on New Trends in Education and Their Implications, Antalya Turkey.
- Kükey, E. & Aslaner, R. (2017). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının, iyi bir matematik öğretmenin nasıl olması gerektiğine yönelik görüşlerinin incelenmesi. *International e-Journal of Educational Studies (IEJES)*, 1(1), 1-11.
- Marshall, J. (2008). Visible thinking: Using contemporary art to teach conceptual skills. *Art Education*, 61(2), 38-45.
- Miles, M. B. & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis* (Second Edition). London: Sage Publications.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2017). *Matematik dersi öğretim programı (ilkokul ve ortaokul 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar)*. Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı, Ankara.
- Moomaw, S. (2013). *Teaching STEM in the early years: Activities for integrating science, technology, engineering, and mathematics*. Redleaf Press.
- Moye, J. (2011). Putting core academics into context, CTE courses provide an excellent platform for students to learn the relevance of science, technology, engineering, and mathematics (STEM) as well as literature, arts, and social studies. (<http://www.eric.ed.gov/PDFS/EJ926077.pdf> adresinden ulaşılmıştır.)
- National Council of Teachers of Mathematics [NCTM]. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: NCTM.
- Noyes, A. (2006). Using metaphor in mathematics teacher preparation. *Teaching and Teacher Education*, 22, 898-909.
- Oflaz, G. (2011). İlköğretim öğrencilerinin matematik ve matematik öğretmeni kavramlarına ilişkin metaforik algıları. 2nd International Conference on New Trends in Education and Their Implications konferansında sunulmuş bildiri, Antalya.
- Özdemir, S. (2016). *STEM eğitimi için görüşler*. (S. Boz tarafından kaydedildi.) Ankara.
- Palmquist, A. (2001). Cognitive style and users' metaphors for the web: An exploratory study. *The Journal of Academic Librarianship*, 27(1), 24-32.
- Patton, M. Q. (2002). *Qualitative research & evaluation methods* (3rd ed.). London: Sage Publications.
- Reid, A., Petocz, P., Smith, G., Wood, L. & Dortins, E. (2003). Mathematics students' conceptions of mathematics. *New Zealand Journal of Mathematics*, 32, 163-172.
- Roberts, A. (2012). *A justification for STEM education*. *Technology and Engineering Teacher*, 71(8), 1-5.
- Sanchez, A., Barreiro, J. M. & Maojo, V. (2000). Design of virtual reality systems for education: A cognitive approach. *Education and Information Technologies*, 5(4), 345-362.
- Serig, D. (2006). A conceptual structure of visual metaphor. *Studies in Art Education*, 47(3), 229-247.
- Sterenber, G. (2008). Investigating teachers' images of mathematics. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 11, 89-105.

- Şahin, B. (2013). Öğretmen adaylarının “matematik öğretmeni”, “matematik” ve “matematik dersi” kavramlarına ilişkin sahip oldukları metaforik algılar. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9(1), 313-321.
- Uğurel, I., Tuncer, G. & Toprak, Ç. (2013). Matematiği sanatla ilişkilendiren bir öğretim uygulaması tasarlamak mümkün mü? Öğretmen adaylarının çalışma örnekleri, *Kuramsal Eğitimbilim Dergisi*, 6(4), 455-476.
- Wood, L. N. (2008). Engineering mathematics-what do students think? *ANZIAM Journal*, 49, 513-525.
- Yıldırım, B. & Altun, Y. (2015). STEM eğitim ve mühendislik uygulamalarının fen bilgisi laboratuvar dersindeki etkilerinin incelenmesi. *El-Cezerî Fen ve Mühendislik Dergisi*, 2(2), 28-40.
- Yıldırım, B. & Selvi, M. (2016). Examination of the effects of STEM education integrated as a part of science, technology, society and environment courses. *Journal of Human Sciences*, 13 (3), 3684-3695.
- Yıldırım, A. & Şimşek, H. (2011). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. (8. Baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yılmaz, S. (2013, Mayıs). *Ortaokul öğrencilerinin matematik algılarının metaforik incelenmesi*. 12. Matematik Sempozyumunda sunulmuş bildiri, Ankara.
- Yüner, B. & Özdemir, M. (2017). Metaforik okul algısı ile okulu terk eğilimi arasındaki ilişkisinin öğrenci görüşlerine göre incelenmesi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 37(3), 1041-1060.