

# Fen, Matematik, Girişimcilik ve Teknoloji Eğitimi Dergisi

## Journal of Science, Mathematics, Entrepreneurship and Technology Education

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/fmgtd>

© ISSN: 2667-5323

## Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Mühendislik Tasarım Temelli Öğretim Yaklaşımına Dair Metaforik Algıları

Özgür ÖZÜNLÜ<sup>1</sup>, Salih ÇEPNİ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dr., Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, [ozgurozunlu@gmail.com](mailto:ozgurozunlu@gmail.com), ORCID ID: 0000-0002-5960-2861

<sup>2</sup>Prof. Dr., Bursa Uludağ Üniversitesi, [cepnisalih@yahoo.com](mailto:cepnisalih@yahoo.com), ORCID ID: 0000-0003-2343-8796

### ÖZET

21. yüzyıl dünyasına uyum sağlamak için bu yüzyılın getirisi olan becerilere de uyum sağlamak gerekmektedir. 2018 yılında güncellenen Fen Öğretim Programında yer alan mühendislik becerilerini içeren kazanımları bu programı uygulayıcı rolde olan öğretmenlerin de kanıksaması önem arz etmektedir. Bu araştırmanın amacı fen bilimleri öğretmen adaylarının "mühendislik tasarım temelli öğretim" yaklaşımına dair bilişsel algılarını metaforlar ile ortaya çıkarmaktır. Çalışmada olgu bilim (fenomenoloji) deseni kullanılmış olup araştırmanın çalışma grubunu 2020-2021 akademik yılında bir devlet üniversitesinde öğrenim gören 65 Fen Bilimleri Öğretmenliği ikinci sınıf lisans öğrencisi oluşturmaktadır. Öğretmen adaylarının "Mühendislik tasarım temelli öğretim yaklaşımı ..... gibidir/-e benzer, çünkü ....." şeklindeki form çevrim içi olarak uygulanarak bu cümleyi tamamlamaları istenmiştir. Öğretmen adayları 52 farklı metafor üretmişlerdir. Veriler, içerik analizi aşamaları dikkate alınarak kodlama ve ayıklama, kategori geliştirme, geçerlik ve güvenilirlik, verilerin yorumlanması başlıkları altında analiz edilmiştir. Analiz edilen metaforlar; Disiplinler arası kategorisi (f=14, %21,5), Üretim kategorisi (f=14, %21,5), Keşif kategorisi (f=14, %21,5), Çözüm üretme kategorisi (f=11, %16,9), Tasarım & Sanat kategorisi (f=5, %7,7), Gerçek hayata yansıtma kategorisi (f=3, %4,6), Geliştirme & İyileştirme kategorisi (f=4, %6,1) olmak üzere toplam 7 kategori oluşturulmuştur. Gelecek çalışmalar için ise öneriler sunulmuştur.

### MAKALE BİLGİLERİ

Araştırma makalesi

### MAKALE BİLGİLERİ

Gönderilme Tarihi:

30.06.2023

Kabul Edilme Tarihi:

30.09.2023

### ANAHTAR

**KELİMELEER:** Fen

eğitimi, Metafor,

Mühendislik

uygulamaları

## Metaphorical Perceptions of Science Teacher Candidates About Engineering Design-Based Teaching Approach

### ABSTRACT

In order to adapt to the 21st century world, it is necessary to adapt to the skills that come with this century. It is important that teachers who are in the role of implementing this program also familiarize themselves with the achievements that include engineering skills in the Science Curriculum updated in 2018. The aim of this research is to reveal the cognitive perceptions of science teacher candidates about the "engineering design-based teaching" approach through metaphors. The phenomenology pattern was used in the study, and the study group of the research consists of 65 Science Teaching 2nd year undergraduate students studying at a state university in the 2020-2021 academic year. "Engineering design-based teaching approach is like ....., because....." They were asked to complete this sentence by applying the form to teacher candidates. Teacher candidates produced 52 different metaphors. The data were analyzed under the headings of coding and extraction, category development, validity and reliability, and data interpretation, taking into account the content analysis stages. Analyzed metaphors; A total of 7 categories were created: Interdisciplinary category (f=14, 21.5%), Production

### ARTICLE TYPE

Research Article

### ARTICLE

INFORMATION

Received:

30.06.2023

Accepted:

30.09.2023

### KEYWORDS:

Science

education, Metaphor,

Engineering

applications

category (f=14, 21.5%), Discovery category (f=14, 21.5%), Solution generation category (f=11, 16%), Design & Art category (f = 5, 7.7%), Real life reflection category (f = 3, 4.6%), Development & Improvement category (f = 4, 6.1%). Suggestions are presented for future studies.

## Summary

### Introduction, Purpose and Significance

It is important for 21st century learners to reach the level of developed countries in order to catch up with the world. In order for 21st century individuals to be successful in education and business life; Able to think creatively and critically, cooperate, solve problems and have good communication skills, know how to access accurate information, benefit from technology while accessing information, are open to new ideas, flexible and adaptable, know their responsibilities well, have self-control and initiative, have social and cultural Must be an individual with advanced skills, productivity and leadership skills. In this context, in our country, the "21st Century Skills and Quality of Education Meeting Series" was launched (TÜSİAD, 2012). The importance of STEM education has increased in the context of the application of these skills. The inclusion of design-based science and engineering practices in integrated STEM education practices is becoming more important day by day (Ring, 2017). Engineering is defined as "a complex enterprise that uses creativity, mathematics and science to produce attainable solutions for problems with various limitations to meet people's needs and desires" (Brophy et al., 2008; Petroski, 1996; Wulf, 1998).

The aim of this study is to determine the perceptions of science teacher candidates who have received engineering design based teaching training regarding the engineering design-based teaching approach through the metaphors they produce. Metaphors are very effective mental tools that direct and control thoughts about the occurrence and functioning of events (Saban, 2004). There has been an increasing trend over the years in studies on the engineering design based teaching (EDBT) approach in Turkey (Özünü & Çepni, 2023), but no study has been found that detects students' metaphorical perceptions.

### Methods

The phenomenology pattern, one of the qualitative research methods, was used in the study. Phenomenology is the conceptualization of data so that the phenomena can be examined in depth and comprehensively, and the themes that can describe the phenomenon are revealed. While determining the study group, criterion sampling method, one of the purposeful sampling methods, was preferred. The basic understanding of this sampling method is to study all situations that meet a set of predetermined criteria. (Yıldırım and Şimşek, 2016).

### Findings

Analyzed metaphors; A total of 7 categories were created: Interdisciplinary category (f=14, 21.5%), Production category (f=14, 21.5%), Discovery category (f=14, 21.5%), Solution generation category (f=11, 16%) Design & Art category (f = 5, 7.7%), Real life reflection category (f = 3, 4.6%), Development & Improvement category (f = 4, 6.1%).

### Discussion and Conclusion

In the interdisciplinary category; The metaphor of the clock wheel and the nail connecting two boards attracts attention, because it can be said that the clock wheel makes a reference to the process

cycle that is at the basis of engineering design. In the production category; At the same time, it is seen that prototyping, which is one of the steps of the engineering design cycle, that is, engineering design, which is a production process, is emphasized and taken for granted with these metaphors. In the discovery category; It was seen from the statements of the prospective teachers that the EDBT process required a constant search. In the design & art category; They stated that the EDBT process is in harmony just like musical notes and that the artistic touch is important. In the solution generation category; It can be said that teacher candidates' perception of producing solutions to eliminate problems through the EDBT process has been formed. In the category of reflecting on real life; It is seen that they emphasize the similarities of the EDBT process in the context of daily life.

Finally, it can be said that in the development & improvement category, emphasis is placed on the redesign step, one of the engineering design process steps. When the metaphors produced were examined, it was seen that the engineering design-based teaching approach was well accepted. As a result, based on the metaphors produced within the scope of the research, it can be said that the perceptions and attitudes of prospective teachers towards the engineering design-based teaching approach are positive.

## Giriş

Yirmi birinci yüzyılın başlarından beri ülkeler “kalkınmış ülkeler, kalkınmamış ülkeler, kalkınmakta olan ülkeler” veya “gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler” gibi farklı şekillerde tanımlanmaktadır. Bu ülkelerde yaşayan insanların yaşam biçimleri, ekonomik, kültür ve eğitim durumları diğer ülkelere göre ayrı özellikler göstermektedirler (Kaya, 2009). 21. Yüzyıl öğrenenlerinin ise dünyayı yakalamak adına kalkınmış ülkelerin seviyesine ulaşabilmesi önem arz etmektedir. 21. yüzyıl bireylerinin eğitim hayatında ve iş hayatında başarılı olabilmeleri için; yaratıcı ve eleştirel düşünebilen, işbirliği yapabilen, problem çözebilen ve iyi düzeyde iletişim becerilerine sahip olan, doğru bilgiye ulaşabilmeyi bilen, bilgiye ulaşırken ise teknolojiden faydalanabilen, yeni fikirlere açık, esnek ve uyumlu, sorumluluklarını iyi bilen, öz denetim ve inisiyatif sahibi, sosyal ve kültürel becerileri gelişmiş, üretken ve liderlik becerilerine sahip bir birey olması gerekmektedir.

Günümüzde evrensel okuryazarlık bağlamında her bireyin eleştirel düşünme, problem çözme, yaratıcılık, iş birliği ve iletişim gibi 21. yüzyıl becerilerine sahip olması gerektiği ifade edilmektedir (Ormancı ve Çepni, 2022). Ülkemizde de bu kapsamda Türk Sanayicileri ve İş adamları Derneği tarafından 26 Haziran 2012 tarihinde “21. Yüzyıl Becerileri ve Eğitimin Niteliği Toplantı Dizisi” başlatılmıştır (TÜSİAD, 2012). Bu becerilerin uygulanması bağlamında da STEM eğitimine önem artmıştır. Science (Fen), Technology (Teknoloji), Engineering (Mühendislik), Mathematics (Matematik) disiplinlerinin baş harflerinin bir kısaltılması olan STEM, fen, teknoloji, mühendislik ve matematiğin bütüncül olarak öğretilmesini sağlayan bir eğitim yaklaşımıdır (Çepni, 2023). Bütünleştirilmiş STEM eğitimi uygulamalarında tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamalarının dahil edilmesi ise her geçen gün daha da önem arz etmektedir (Ring, 2017).

Mühendislik disiplininin K-12 öğretim programlarında tek başına bağımsız bir ders olarak verilmesi okulların yapısında da köklü değişiklikler gerektireceği için mühendislik disiplininin uygun etkinliklerle fen, matematik ve teknoloji ile bütünleştirilmesinin sağlanması K-12 mühendislik eğitimi için en etkili yol olarak görülmektedir (NAE ve NRC, 2009).

Mühendislik “insanların ihtiyaçlarını ve isteklerini karşılamak için, yaratıcılık, matematik ve feni kullanarak çeşitli sınırlılıkları olan problemler için ulaşılabilir çözümler üreten kompleks bir girişim” olarak tanımlanmaktadır (Brophy ve diğerleri, 2008; Petroski, 1996; Wulf, 1998). Mühendisler, kompleks bir girişim olarak tanımlanan “çözümler üretme” sürecinde mühendislik tasarım döngüsünü takip ederler. Mühendislik tasarım döngüsü, yeni bir ürün veya sistemin geliştirilmesine yol açan bir sorunun çözümünde mühendislere yol gösteren bir döngüdür (National Aeronautics and Space Administration [NASA], 2015). STEM disiplinlerinden biri olarak mühendisliğin kullanıldığı

etkinliklerde diğer STEM disiplinlerinin birleştirilmesini sağlamanın daha kolay olduğu literatürde dikkat çekilen bir noktadır (NAE ve NRC, 2009; NRC, 2012; Roehrig, Moore, Wang, & Park, 2012). STEM eğitime uygun öğrenme ortamları oluşturmak üzere mühendislik tasarım sürecinin kullanılmasına uluslararası literatürde ve bilimsel çalışmalarda yer verilmektedir (Hmelo ve diğerleri, 2000; Moore vd., 2014; NAE ve NRC, 2009; Roehrig ve diğerleri, 2012).

Mühendislik tasarım süreci, kriter ve sınırlılıkları olan bir problem senaryosu ile başlar. Problemin tanımlanması için öğrencilerin problemdeki kriter ve sınırlılıkları tespit etmeleri istenir. Bir sonraki adımda probleme yönelik çözüm üretmek, bu çözüme dair araştırmalar yapmaları beklenir. Daha sonra geliştirilen çözümlerin kriter ve sınırlılıklar bağlamında değerlendirmeleri istenir. Sonraki adımda ilgili çözüme dair prototip yapılarak test edilir. Gerekirse önceki aşamalara geri dönülerek çözümler geliştirilir. Son olarak öğrencilerin neden kendilerinin çözümlerinin en iyi olduğunu anlatan sunum yapmaları istenir (Brunsell, 2012; Fortus ve diğerleri, 2004; NAE & NRC, 2009). Ülkemizde de mühendislik disiplininin fen öğretim programlarına entegre edilmesi bağlamında adımlar atılmıştır (MEB, 2018). Mühendislik tasarım temelli öğretim (MTTÖ) yaklaşımı mühendislik tasarım sürecinin işletilerek, gerçek yaşam bağlamında mühendislik tasarım problemine çözüm bulma sürecinde anlamlı öğrenmenin gerçekleşmesine imkân tanımaktadır (Daugherty, 2012).

### **Araştırmanın Amacı ve Önemi**

Bu çalışmanın amacı, MTTÖ eğitimi almış fen bilimleri öğretmen adaylarının mühendislik tasarım temelli öğretim yaklaşımı ile ilgili algılarını üretmiş oldukları metaforlar aracılığıyla belirlemektir. Metaforlar olayların meydana gelişi ve işleyişi konusunda düşüncelere yön veren ve kontrol eden çok etkili zihinsel araçlardır (Saban, 2004). Ayrıca, Saban (2009), metaforların öğretmen adaylarının bir olguya (fenomene) dair sahip oldukları algılarını anlamada güçlü bir veri toplama aracı olarak da kullanılabileceğini söylemiştir. Türkiye’de MTTÖ yaklaşım ile ilgili yapılan çalışmalarda yıllar içinde bir artış eğilimi olduğu görülmektedir (Özünlü ve Çepni, 2023) fakat öğrencilerin metaforik algılarını tespit eden bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu amaç doğrultusunda ise araştırma soruları aşağıdaki gibi belirlenmiştir:

1. Fen bilimleri öğretmen adaylarının MTTÖ’ne ilişkin geliştirdikleri metaforlar nelerdir?
2. Geliştirilen metaforlar hangi kategoriler altında toplanmaktadır?

### **Yöntem**

Çalışmada nitel araştırma yöntemlerinden biri olan olgubilim (fenomenoloji) deseni kullanılmıştır. Olgubilim, olguların derinlemesine ve kapsamlı olarak incelenebilmesi için verilerin kavramsallaştırılarak, olguyu tanımlayabilecek temaların ortaya çıkarılmasıdır (Yıldırım ve Şimşek, 2016). Olgubilim çalışmaları nitel araştırmanın doğasına uygun olarak ele alınan olgu veya kavrama yönelik genellemeler ortaya koymayı değil olguyu daha iyi anlamlandırmamızı sağlayacak veriler sağlamayı amaçlamaktadır. Olguların zihinde yarattığı algıları belirlemeyi sağlayacak yöntemlerden birisi ise metafor analizidir. Özellikle yapısal bakımdan soyut olan olguların somutlaştırılarak ifade edilmesine de olanak sağlayan metafor analizi son yıllarda bilimsel çalışmalarda sıkça kullanılmaktadır (Gencer, 2020). Bu çalışma öğretmen adaylarının MTTÖ ile ilgili sahip oldukları algıları açığa çıkarıp analiz etmek için olgubilim deseni üzerinden yürütülmüştür.

### **Çalışma Grubu**

Çalışmanın katılımcı grubu 2020-2021 akademik döneminde bir devlet üniversitesinde öğrenim gören 65 fen bilimleri öğretmenliği ikinci sınıf lisans öğrencisi öğretmen adaylarından oluşmaktadır. Çalışma grubunun belirlenirken, amaçlı örnekleme yöntemlerinden ölçüt örnekleme yöntemi tercih edilmiştir. Bu örnekleme yöntemindeki temel anlayış, önceden belirlenmiş bir dizi ölçütü karşılayan bütün durumların çalışılmasıdır (Yıldırım ve Şimşek, 2016).

## Uygulama Süreci

Öğretmen adaylarına Microsoft Teams üzerinden çevrim içi olarak 3 hafta boyunca MTTÖ ile ilgili teorik eğitim verilmiştir. Öğretmen adaylarından 13'er kişilik 5 ekip oluşturulmuştur. Ardından mühendislik tasarım sürecine göre iki alan uzmanı tarafından hazırlanmış olan bir mühendislik tasarım föyü verilerek bu föyde yer alan senaryodaki problemi tespit edip mühendislik tasarım sürecine uyarak bir tasarım yapmaları istenmiştir. 14 hafta boyunca 3 tasarım yapılmıştır. Her tasarım süreci yaklaşık bir ay sürmüş olup, öğretmen adayları tasarımlarını diğer ekiplere interaktif olarak sunmuşlardır.

## Veri Toplama Araçları

Çalışma süreci sonunda öğretmen adaylarının zihinsel yapılarında MTTÖ ile ilgili oluşan kavramları analiz etmek için araştırmacılar geliştirilen ve öğretmen adaylarına uygulanan veri toplama aracı "*Mühendislik tasarım temelli öğretim yaklaşımı ..... gibidir/-e benzer, çünkü.....*" şeklindeki formdur. Form çevrim içi olarak Google Forms üzerinden uygulanmıştır. Herkes kendi formunu doldurmuş ve diğerlerinin yanıtlarını görmemişlerdir. Formu yanıtlamaları için on dakika süre verilmiştir.

## Verilerin Analizi

Verilerin analiz edilip değerlendirilmesinde içerik analizi tekniği kullanılmıştır. İçerik analizinde esas amaç toplanan verileri anlamlandırabilecek kavramlara ve bu kavramlar arasındaki ilişkilere ulaşmaktır (Yıldırım ve Şimşek, 2016). Google Forms üzerinden metafor formu oluşturulmuş ve tüm çalışma grubundaki öğretmen adaylarına e-posta olarak gönderilmiştir. Öğretmen adayları formu doldurduktan sonra tüm metaforlar Excel tablosu olarak bir araya gelmiştir. Metaforlar önce bütüncül olarak değerlendirilmiş, sonra anlam bağlamları bakımında benzer metaforlar bir araya toplanmıştır. Ardından benzer metafor gruplarına da tümünü kapsayıcı bir kategori adı atanmıştır. Bulgular sunulurken metaforlar M1, M2... M52 olarak verilmiştir.

## Geçerlik ve Güvenirlik

Nitel araştırmalarda geçerlik ve güvenilirlik büyük önem arz etmektedir. Bu çalışmanın geçerlik kapsamında veri analiz süreci açıklanarak öğretmen adaylarının ürettikleri 65 metaforun tamamı incelenmiş ve ortak özelliklerine göre gruplandırılarak kategoriler belirlenmiştir. Metaforların ilgili kategoriye uygun olup olmadığı konusunda iki uzmanın görüşüne başvurulmuştur. Uzman görüşleri doğrultusunda ise temalar yeniden gözden geçirilmiştir. Çalışmanın güvenilirliği Miles ve Huberman'ın (1994) Güvenirlik=  $[Görüş\ birliği/Görüş\ birliği + Görüş\ ayrılığı] \times 100$  formülü ile hesaplanmış ve %90 oranında bir güvenilirlik sağlanmıştır. Creswell (2014) bu yolla elde edilen güvenilirlik değerinin en az %80 olması gerektiğini vurgulamıştır. Bu bağlamda yapılan analizin güvenilir olduğu söylenebilir.

## Bulgular

Yapılan analizler sonucunda toplam 65 metafor üretildiği görülmüş, bu metaforlar uygun kategorilerde toplanarak incelenmiş ve sunulmuştur.

**Tablo 1***Mühendislik Tasarım Temelli Öğretim (MTTÖ) İle İlgili Üretilen Metaforlar*

Sıra	Metafor adı	Frekans	Yüzde	Sıra	Metafor adı	Frekans	Yüzde
1	İngiliz anahtarı/anahtar	4	6,15	27	Sanatçı	1	1,54
2	Kitap	3	4,62	28	Bina kolonu	1	1,54
3	Zekâ küpü	3	4,62	29	DNA	1	1,54
4	Proje	2	3,08	30	Elektrik devresi	1	1,54
5	İnovasyon	2	3,08	31	Kılavuz	1	1,54
6	Saat çarkı	2	3,08	32	Girişimcilik	1	1,54
7	Tohum	2	3,08	33	Yol	1	1,54
8	Mucitlik	2	3,08	34	Ay	1	1,54
9	Ayna	1	1,54	35	Ekmek	1	1,54
10	Labirent	1	1,54	36	Balık tutmak	1	1,54
11	Akışa bırakmak	1	1,54	37	Rota	1	1,54
12	Yaratıcılık	1	1,54	38	Bilim insanı	1	1,54
13	Yeni yürüyen bebek	1	1,54	39	Karanlıktaki ışık	1	1,54
14	Yeşeren fidan	1	1,54	40	Sanat	1	1,54
15	Problem çözme	1	1,54	41	Aşçı	1	1,54
16	Sorun çözücü	1	1,54	42	Tuval	1	1,54
17	Müzik notaları	1	1,54	43	Cankurtaran	1	1,54
18	STEM	1	1,54	44	Puzzle	1	1,54
19	İnşaat malzemesi	1	1,54	45	Tarım yapmak	1	1,54
20	Laboratuvar	1	1,54	46	Çiçek sulamak	1	1,54
21	Geleceğe adım atmak	1	1,54	47	Ağaç kökleri	1	1,54
22	İki tahtayı birleştiren çivi	1	1,54	48	Uzay	1	1,54
23	Trafik işaretleri	1	1,54	49	Yaşam	1	1,54
24	Ağaç	1	1,54	50	Adaptasyon	1	1,54
25	Marangozluk	1	1,54	51	Tarla	1	1,54
26	Pandora	1	1,54	52	Vücut sistemleri	1	1,54

Tablo 1’de öğretmen adayları tarafından üretilen metaforlar verilmiştir. 65 öğretmen adayı toplamda 52 farklı metafor üretmişlerdir. En sık üretilen metaforlar İngiliz anahtarı/anahtar metaforlarıdır ve %6,15 sıklıktadır. Bunu %4,62 sıklıkla kitap, zekâ küpü ve %3,08 sıklıkla proje, inovasyon, saat çarkı, tohum, mucitlik takip etmektedir. Öğretmen adaylarının ürettikleri tüm metaforlar anlam düzeylerine göre kategorileştirilerek sunulmuştur.

## Şekil 1

### Disiplinler arası Kategorisi



Öğretmen adayları disiplinler arası kategoriye (f=14) alınması uygun bulunan metaforları anlamlandırırken birkaç disiplinin bir araya gelmesini kanıksadıkları görülmektedir. Bunu yüksek oranda işlevsellik ile bağdaştırmışlardır. Birçok özelliği bir arada bulundurma, birkaç dersin bir araya gelmesi, farklılıklardan oluşması gibi anlamlar çıkardıkları görülmektedir.

Öğretmen adaylarının bu kategoriyle ilgili oluşturdukları bazı metaforlar ve belirttikleri nedenler şu şekildedir:

**M22-** İki tahtayı birleştirmek için çakılmış ve paslanmış çivi gibidir çünkü fen eğitimiyle mühendislik, matematik eğitimini bir arada tutmaktadır, bunu bir arada tutmak için başta sergileyeceğimiz güç yorucu olsa sonunda paslansa da iki tahtayı bir arada tutacaktır. Zor fakat etkilidir.

**M29-** DNA'ya benzer çünkü hayatımızın içindedir uzaktan çok basit sarmal bir yapı gibi görünen DNA'nın içi aslında hiç de basit değildir bir sürü yapısal maddeden oluşur ve oldukça karmaşık hassas bir düzeni vardır bende bu dersi ona benzettim basit gibi gözükse ama içine girdikçe oldukça karmaşıklaşan fakat sonunda çok güzel bir zincir elde etmemizi sağlayan bir ders oldu.

**M16-** Mühendislik tasarım temelli öğretim modeli bir saat çarkı gibidir, çünkü; en küçük bilgi bütün çarkı döndürür ve genele baktığımızda büyük küçük her türlü parça bütünü en önemli parçasıdır.

**M24-** Mühendislik tasarım temelli öğretim modeli ağaç gibidir. Çünkü ağacın dalları var, o dalların içerisinde teknoloji, bilim, matematik ve mühendislik oluşur. Bu dalların içinde yapraklar var onlar da bilim adamlar, öğretmenler gibi temsil eder. Ağaç; gölge, güzel hava, yağmur gibi doğa şartları iyi hale getirir, bunlar da Mühendislik Tasarım Temelli Öğretim her geçen bilim ve teknoloji gelişmeleri temsil eder.

**M52-** Mühendislik tasarım temelli öğretim modeli vücudumuzun sistemine benzetiyorum. Vücudumuzdaki her sistem birbirine bağlantılıdır. Birinin olmaması diğerlerini olumsuz etkiler.

## Şekil 2

## Üretim Kategorisi



Öğretmen adayları üretim kategorisinde (f=14); mucitlik, tohum, tarla, çiçek sulamak, ekmek, girişimcilik, aşçı, sanatçı, tarım yapmak, inşaat malzemesi ve bilim insanı metaforlarını üretmişlerdir.

Öğretmen adaylarının bu kategoriyle ilgili oluşturdukları bazı metaforlar ve belirttikleri nedenler şu şekildedir:

**M8-** *Mucitlik gibidir çünkü daha önce bulunan veya bulunmayan şeyleri kendi yöntemlerimizle somutlaştırıp yeni tasarımlar yapmamızı sağlar. Bilimsel süreç basamaklarını farkında olarak veya olmayarak kullandığımız için zihinsel gelişimimizi de sağlar.*

**M51-** *Mühendis tasarım temelli öğretim modeli öğrenci bir tarla gibidir. Öğretmen ise bir çiftçidir. Eğer çiftçi toprağa uygun bitki ekip o bitkiye uygun su, sıcaklık verirse o toprakta çok güzel bitkiler yetişir. Öğretmen de öğrencinin tanırorsa öğrenciye uygun yetenekleri farkına vardırı.*

**M38-** *Bilim insanı gibidir. Çünkü bilim insanları bir projeyi veya araştırdıkları bilgiyi insanlara açıklar. Bu bilim insanların görevidir. Öğretmenin de görevi bu öğretim modeli ile öğrencilerine konuyu daha iyi anlamaları için yaptığı tasarımla açıklamaktır.*

Şekil 3'te Öğretmen adayları keşif kategorisinde (f=14); kitap, uzay, pandora, yol, ay, geleceğe adım atmak, kılavuz, laboratuvar, trafik işaretleri, elektrik devresi, rota ve karanlıktaki ışık metaforlarını üretmişlerdir.

Öğretmen adaylarının bu kategoriyle ilgili oluşturdukları bazı metaforlar ve belirttikleri nedenler şu şekildedir:

**M26-** *Mühendislik tasarım temelli öğretim modeli pandoraya benzer, çünkü her bir öğrencinin hayal gücü birbirinden zengindir. Bir öğrencinin bile o pandoranın kapağını açmasını başarısak bir değil birçok şeyi değiştirmiş oluruz.*

**M34-** *Mühendislik tasarım temelli öğretim modeli ay gibidir çünkü gece karanlıkta kaldığımızda (bir problemle karşılaştığımızda) size yol ve yeni şeyler keşfetmenizi gösterir.*

**M24-** *Mühendislik tasarım temelli öğretim modeli trafik işaretlerine benzer çünkü bizlere yol gösterir ve doğru yolda ilerlememizi sağlar.*

**M30-** *Elektrik devresi gibidir. Çünkü devredeki tüm elemanları doğru yerleştirdiğinde ancak devredeki ampul yanar ve yeni yanacak ampulleri keşfedersin. Burada da tüm adımları doğru uygularsan kazanımı*



kavrarsın; feni de matematiği de mühendisliği de grup çalışmasını da birey görevleri de atlamadan tek tek halletmek, eklemek bize kazanımı kavrattı.

**M39-** Karanlık bir ortamda karşıdan görünen bir ışık gibi. Çünkü öğretmenlik surecimize çok güzel bir katkı sağladı. Önümüzü her daim aydınlatacak bir model. Her ortamda çözüm odaklı çözeceğim sorunları bundan sonra.

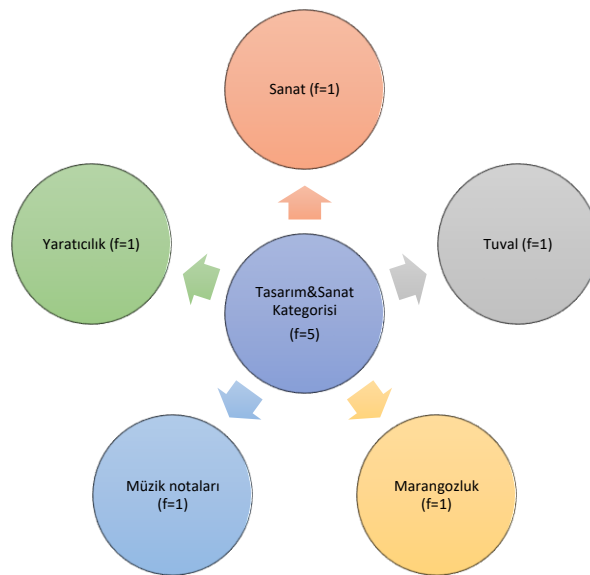
### Şekil 3

#### Keşif Kategorisi



### Şekil 4

#### Tasarım & Sanat Kategorisi



Öğretmen adayları tasarım & sanat kategorisinde (f=5); sanat, tuval, marangozluk, müzik notaları ve yaratıcılık metaforlarını üretmişlerdir.

Öğretmen adaylarının bu kategoriyle ilgili oluşturdukları bazı metaforlar ve belirttikleri nedenler şu şekildedir:

**M40-** Mühendislik tasarım temelli öğretim modeli sanat gibidir çünkü aktarıldığı her kişide farklı düşünceler, fikirler oluşturabilir ki bu da yaratıcılığı besler ve arttırır. Bu model kolay öğrenmeyi besler.

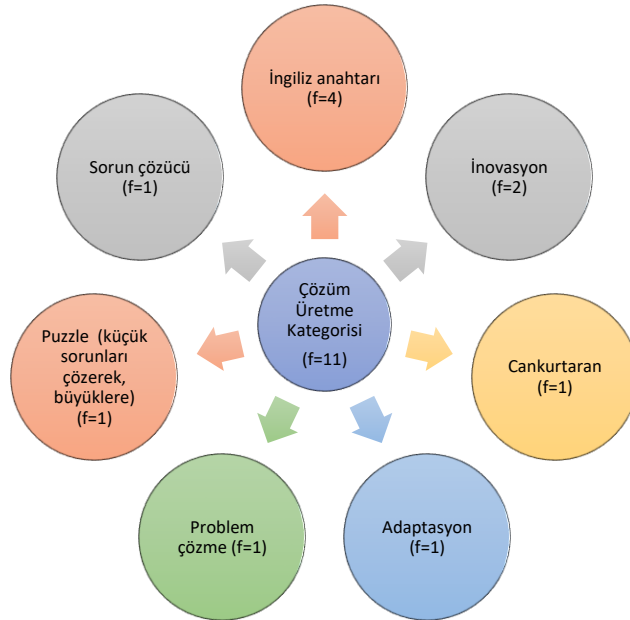
**M42-** Mühendislik tasarım temelli öğretim modeli tuvale benzer. Çünkü üzerine çizerek yeni şeyler tasarlarız.

**M25-** Mühendislik tasarım temelli öğretim modeli marangozluk gibidir. Tahtaları belli kurallara göre kesip biçerek ürün oluştururuz.

**M17-** Mühendislik tasarım temelli öğretim modeli müzik notaları gibidir. Çünkü farklı notaları bir araya getirerek uyumlu bir şarkı ortaya çıkar.

## Şekil 5

### Çözüm Üretme Kategorisi



Çözüm üretme kategorisinde (f=11); İngiliz anahtarı, inovasyon, cankurtaran, adaptasyon, problem çözme, puzzle (küçük sorunları çözerek, büyüklere) ve sorun çözücü metaforlarını üretmişlerdir.

Öğretmen adaylarının bu kategoriyle ilgili oluşturdukları bazı metaforlar ve belirttikleri nedenler şu şekildedir:

**M1-** Mühendislik tasarım temelli öğretim modeli İngiliz anahtarı gibidir çünkü gündelik tamir işlerinde sıklıkla tercih edilir, sayesinde birden çok anahtar bulundurmanıza gerek kalmaz.

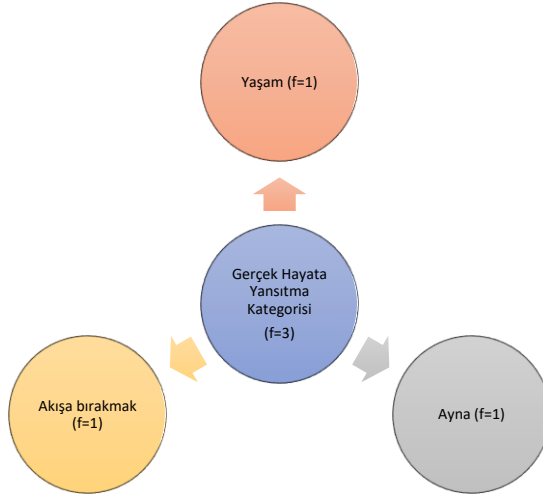
**M43-** Mühendislik tasarım temelli öğretim modeli cankurtaran gibidir. Çünkü bizi ezberci eğitimden kurtarır. Bizlere bilgileri ezberlememiz gerektiğini gösterir. Sorgulayarak, araştırarak, düşünerek bilgilere ulaştığımızda ve bu bilgileri düşüncemiz doğrultusunda bir ürün ortaya koymada kullandığımızda öğrenmenin etkili ve kalıcı bir şekilde gerçekleşeceğini gösterir.

**M44-** Puzzle'a benzer çünkü küçük sorunlara çözüm üreterek sonuçta genel ve önemli sorunlara çözüm bulabiliyoruz. İkinci olarak ise küçük sorunları çözmek için uğraştıkça merak duygumuzu artırıyor ve ilgimiz de artırıyor

**M16-** Mühendislik tasarım temelli öğretim modeli sorun çözücü gibidir. Çünkü bu öğretim modeli ile öğrencilerin günlük hayatındaki karşılaştığı problemlerin çözümünde en iyi ve en etkili çözümü bulabilmek için tasarım süreci prensiplerine uygun hareket ederek bir ürün ortaya çıkarmayı amaçlamaktadır.

### şekil 6

#### Gerçek Hayata Yansıtma Kategorisi



Gerçek hayata yansıtma kategorisinde (f=3); ayna, yaşam ve akışa bırakmak metaforlarını üretmişlerdir.

Öğretmen adaylarının bu kategoriyle ilgili oluşturdukları bazı metaforlar ve belirttikleri nedenler şu şekildedir:

**M9-** Ayna gibidir. Çünkü bu modelle birlikte aslında hayatı yaşadığımız bu dünyanın bir yansıması. Gerçek hayatta karşılaştığımız sorunlarla ilgili çözümler üreterek gerçek hayatta işimize yarayacak tasarımlar geliştirmemiz bu modelin gerçek hayatın yansıması olduğunu kanutlar nitelikte. Gerçek hayatta karşımıza çıkacak zorluklara karşı ya da insanın ihtiyaçlarına karşı yapmış ve geliştirmiş olduğumuz tasarımlar hayatımızın aynadaki görüntüsüdür.

**M49-** Mühendislik tasarım temelli öğretim yaşam gibidir çünkü bizde fark etmeden günlük hayatımızda bir sürü sorunla karşılaşıyoruz ve çözüm arıyoruz. Tek farkı araştırma kısmının daha bilimsel olması.

**M11-** Akışa bırakmaktır. Hayatın içine kendini bırakarak ilerlersin ve mühendisliğe ve fizik kurallarına göre yaşarsın.

### şekil 7

#### Geliştirme & İyileştirme Kategorisi



Öğretmen adayları geliştirme & iyileştirme kategorisinde (f=4) yeni yürüyen bebek, yeşeren fidan, bina kolonu ve balık tutmak metaforlarını üretmişlerdir.

Öğretmen adaylarının bu kategoriyle ilgili oluşturdukları bazı metaforlar ve belirttikleri nedenler şu şekildedir:

**M13-** Mühendislik tasarım temelli öğretim modeli yeni yürümeye çalışan bir bebeğe benzer, çünkü bu modeli öğrenmeye başlarken özellikle ilk tasarımda tıpkı yürümeye başlarken sürekli düşen bebek gibi sürekli bir sorunla karşılaştık ve çoğu zaman tam olarak ne yapmamız gerektiğini anlayamadık ama süreç ilerledikçe ve yeni tasarımlar yapmaya başlayınca kendimizi geliştirdik ve çoğu zaman bizim için sorun olan şeyler diğer tasarımlarımızda bizim için sorun olmaktan çıktı.

**M14-** Mühendislik tasarım temelli öğretim modeli yeşeren bir fidan gibidir. Bir fidanı ekerken korkmamalıyız umutla başlamalıyız ekmeğe. Uygun toprak zemini iyi bir fidan sevgiyle ekilmeli zaman zaman kontrol edip bakmalı. Eğitim ve tasarım da böyle özverili olmalı.

**M28-** Mühendislik tasarım temelli fen öğretim modeli kolonlara benziyor. Çünkü eğitimin yapıtaşı ve sağlamlaştırıcısı olması gereken bir öğretim metodu.

**M36-** Mühendislik tasarım temelli öğretim modeli balık tutmak gibidir. Balık vermektense tüm balık türlerini yeme türlerini ve oltaları araştırmanızı ve sorgulamanızı sağlayarak daha yaratıcı şekilde balık tutmayı öğretmektedir. Hatta öyle bir balık tutmadır ki zamanla yeteneklerimizi ve kullandığımız materyalleri geliştirmemize fırsat vererek olumlu yönde gelişmeye ve olumlu yönde daha yaratıcı yeni fikirlerin sonuçların doğmasına yardımcı olur.

## Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada mühendislik tasarım temelli öğretim eğitimi alan fen bilimleri öğretmen adaylarının bu öğretim yaklaşımına dair algıları metaforlar aracılığıyla incelenmiştir. Öğretmen adaylarının mühendislik tasarım temelli öğretim yaklaşımına dair üretmiş oldukları metaforlardan ortak özellikte olanlar aynı kategoride toplanmışlardır. Öğretmen adaylarının ürettikleri metaforlardan disiplinler arası, üretim, keşif, çözüm üretme, tasarım & sanat, gerçek hayata yansıtma, geliştirme & iyileştirme kategorileri olmak üzere 7 kategori altında toplanan 52 farklı olmak üzere toplam 65 metafor yer almıştır. Öğretmen adayları disiplinler arası kategorisinde; zekâ küpü, saat çarkı, proje, iki tahtayı birleştiren çivi, DNA, ağaç kökleri, labirent, ağaç, vücut sistemleri ve STEM metaforlarını üretmişlerdir. Burada dikkat çeken saat çarkı ve iki tahtayı birleştiren çivi metaforudur çünkü mühendislik tasarımının da temelinde yer alan süreç döngüsüne saat çarkı ile bir atıf yapıldığı ve aynı zamanda tasarımın süreçlerinin birbirine bağlı olmasına dair de iki tahtayı birleştiren çivi olarak atıf yapıldığı söylenebilir. Disiplinler arası olgusunu iyi kanıksamış olmaları problemlerin çözümü için de bütüncül bir perspektiften bakmayı sağlayabileceği söylenebilir. Mühendislik tasarım sürecinde de mühendislik ve tasarım becerilerinin gelişmesi için disiplinler arası yaklaşım önem arz etmektedir. Mühendislik ve tasarım becerileri, bilimin matematik, teknoloji ve mühendislikle bütünleşmesini sağlayarak, öğrencileri problemlere disiplinler arası bir bakış açısıyla keşif ve yenilik yapabilecek düzeye getirerek bu ürünlere katma değer oluşturmaktadır (MEB, 2018).

Üretim kategorisinde; mucitlik, tohum, tarla, çiçek sulamak, ekme, girişimcilik, aşçı, sanatçı, tarım yapmak, inşaat malzemesi ve bilim insanı metaforlarını üretmişlerdir. Aynı zamanda mühendislik tasarım döngüsü basamaklarından biri olan prototip oluşturma yani bir üretim süreci olan mühendislik tasarımına vurgu yapılarak bu metaforlar ile kanıksandığı görülmektedir. Bilimsel olarak tasarlanmış ürün ve üretim süreçleri kullanarak gerçek yaşam problemlerini çözmeyi içeren mühendislik disiplindir (Fomunyam, 2020). Bu bağlamda da üretim olgusuna yapılan vurgunun da doğrudan mühendislik disiplini ile bağlantılı olduğu söylenebilir.

Keşif kategorisinde; kitap, uzay, pandora, yol, ay, geleceğe adım atmak, kılavuz, laboratuvar, trafik işaretleri, elektrik devresi, rota ve karanlıktaki ışık metaforlarını üretmişlerdir. Bu metaforlar incelendiğinde, öğretmen adaylarının MTTÖ sürecinin sürekli bir arayış içinde olmayı gerektirdiğini dile getirdikleri söylemlerinden görülmüştür. Mühendislik tasarım sürecinin ilk basamağı olan problemin tanımlanması basamağında problem keşfedilerek bir sonraki basamağa geçiş sağlanır.

Birkaç öğretmen adayının ise keşif olgusunu MTTÖ sürecinin kendilerine kattığı beceriler ile yeni durumları keşfetmek, ileriki karşılaştıkları bu sürece benzer durumlarda kılavuz olması şeklinde yorumladıkları görülmektedir.

Tasarım & sanat kategorisinde; sanat, tuval, marangozluk, müzik notaları ve yaratıcılık metaforlarını üretmişlerdir. Öğretmen adayları ifadelerinde MTTÖ sürecinin tıpkı müzik notaları gibi bir ahenk içinde olduğunu, sanatsal dokununun önemli olduğunu dile getirmişlerdir. Bu durumun özellikle prototip oluşturma basamağında tasarımın önem arz ettiğinden dolayı vurgulanmış olduğu görülebilir. Çünkü mühendislik tasarım süreci aynı zamanda bir tasarım sürecidir ve tasarımın da sanatı ihtiva ettiği söylenebilir.

Çözüm üretme kategorisinde; İngiliz anahtarı, inovasyon, cankurtaran, adaptasyon, problem çözme, puzzle (küçük sorunları çözerek, büyüklere) ve sorun çözücü metaforlarını üretmişlerdir. Mühendislik, problem çözmek ve çözüm üretmekle ilgilidir (Bybee, 2013). Bu bağlamda öğretmen adaylarının MTTÖ süreci vasıtasıyla problemleri ortadan kaldıracak çözümler üretme algılarının oluşmuş olduğu söylenebilir.

Gerçek hayata yansıtma kategorisinde; ayna, yaşam ve akışa bırakmak metaforlarını üretmişlerdir. Burada ise öğretmen adaylarının MTTÖ sürecinin günlük hayat bağlamındaki benzerliklerine vurgu yaptıkları görülmektedir. Stohlmann ve diğerleri (2012) mühendislik tasarım sürecini bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik derslerinde yaşam temelli bağlantı kurularak kullanmak olarak tanımlamışlardır. Bu bağlamda sürecin öğretmen adaylarının zihninde MTTÖ ile yaşam temelli bağlantı kurmayı sağlamış olduğu söylenebilir.

Son olarak geliştirme & iyileştirme kategorisinde ise yeni yürüyen bebek, yeşeren fidan, bina kolonu ve balık tutmak metaforlarını üretmişlerdir. Burada ise mühendislik tasarım süreci basamaklarından yeniden tasarlama basamağına vurgu yapıldığı söylenebilir. Bu basamakta, tasarlayıp sunulmuş olunan ürün ile ilgili dönütler alınarak eksiklikler görülüp düzeltme veya iyileştirme yapılır (Hynes ve diğerleri, 2011).

Yapılan metaforik analiz ile olarak öğretmen adaylarının süreçle ilgili olumlu ve örtüşen metaforları açığa çıkarılmıştır. Üretilen metaforlara bakıldığında ise mühendislik tasarım temelli öğretim yaklaşımın iyi kanıksandığı görülmüştür. Üretilen metaforlar mühendislik tasarım süreci basamaklarını da yansıtmaktadır. Sonuç olarak araştırma kapsamında üretilmiş olan metaforlardan hareketle öğretmen adaylarının mühendislik tasarım temelli öğretim yaklaşımına yönelik algılarının MTTÖ sürecinin basamakları ile örtüşmüş olduğu söylenebilir. Öğretmen adayları mühendislik tasarım sürecinin teorik ve uygulamadaki yansımaları dahilinde bu sürece aktif olarak katılmış ve zihinsel imgelerinde de bunu doğrudan yansıtmışlardır.

Bu çalışma 65 ikinci sınıf fen bilimleri lisans öğrencisi öğretmeni adayının ürettikleri metaforlar ile sınırlıdır. Diğer üniversitelerin eğitim fakültelerinin fen bilimleri öğretmenliği bölümünde öğrenim gören öğretmen adaylarının metaforik algılarını ortaya çıkaran çalışmalar yapılabilir. Cinsiyet ve başarı düzeyleri gibi değişkenlere göre karşılaştırmalar yapılarak genellemeler yapılabilecek araştırmalar yapılabilir.

### Kaynakça

- Brophy, S., Klein, S., Portsmore, M., & Rogers, C. (2008). Advancing engineering education in P-12 classrooms. *Journal of Engineering Education*, 9(3), 369-387.
- Brunsell, E. (2012). The engineering design process. In E. Brunsell (Ed.), *Integrating engineering + science in your classroom* (pp. 3-5). Arlington, Virginia: National Science Teacher Association Press.
- Bybee, R. W., (2013). *The case for stem education: challenges and opportunities*. NSTA Press.
- Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4th ed.). California, USA: Sage Publications Inc.
- Çepni, S. (2023). *Kuramdan uygulamaya STEM+ eğitimi*. Ankara: PEGEM Yayıncılık.
- Daugherty, Jenny L., (2012). Infusing engineering concepts: teaching engineering design *Publications*. (ss. 170).

- Fomunyam, K. G. (2020). Introductory chapter: Theorising STEM Education in the contemporary society. *Theorizing STEM Education in the 21st Century*, 1-5.
- Fortus, D., Dershimer, R. C., Krajcik, J., Marx, R. W., & Mamlok-Naaman, R. (2004). Design-based science and student learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 1081–1110. <https://doi.org/10.1002/tea.20040>
- Gencer, M. (2020). Öğrenci ve velilerin öğretmen kavramına ilişkin metaforik algıları, *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 23(44), 805-825.
- Hmelo, C. E., Holton, D., & Kolodner, J. L. (2000). Designing to learn about complex systems. *The Journal of the Learning Sciences*, 9(3), 247–298.
- Hynes, M., Portsmore, M., Dare, E., Milto, E., Rogers, C., Hammer, D., & Carberry, A. (2011). Infusing engineering design into high school STEM courses.
- Kaya, Y. K. (2009). *İnsan yetiştirme düzenimiz: Politika, eğitim, kalkınma*. Ankara: Pegem Akademi
- Miles, M. B. ve Huberman, A. M. (1994). *An expanded sourcebook qualitative data analysis*. Thousand Oaks, California: Sage Publications.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2018). *Fen bilimleri dersi programı, 3.- 8. sınıflar*. Ankara: MEB Yayıncılık.
- Moore, T., Stohlmann, M., Wang, H., Tank, K., Glancy, A., & Roehrig, G. (2014). Implementation and integration of engineering in K-12 STEM education. In: Purzer, S., Strobel, J., & Cardella, M., (Eds.), *Engineering in Pre-College Settings: Synthesizing Research, Policy, and Practices*. West Lafayette: Purdue University Press. pp. 35-60.
- National Academy of Engineering [NAE] & National Research Council [NRC]. (2009). *Engineering in K-12 education understanding the status and improving the prospects*. (Edt. Katehi, L., Pearson, G. & Feder, M) Washington, DC: National Academies Press.
- National Aeronautics and Space Administration [NASA]. (2015). *Engineering design challenge facilitation guide*.
- Ormanç, Ü., Çepni, S. (2022). *Kuramdan uygulamaya 21. yüzyıl becerileri ve öğretimi*. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Özünlü, Ö. & Çepni, S. (2023). Türkiye’de Mühendislik Tasarım Temelli Öğretim İle İlgili Fen Eğitimi Alanında Yapılan Çalışmaların Tematik Analizi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, (56), 890-910. DOI: 10.53444/deubefd.1263217
- Petroski, H. (1996). *Invention by design: How engineers get from thought to thing*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Ring, E. A. (2017). *Teacher conceptions of integrated STEM education and how they are reflected in integrated STEM curriculum writing and classroom implementation*, Unpublished Doctoral Dissertations, Minnesota University, Minnesota.
- Roehrig, GH, Wang, H-H, Moore, TJ, & Park, MS. (2012). Is adding the E enough? Investigating the impact of K-12 engineering standards on the implementation of STEM integration. *School Science and Mathematics*, 112(1), 31-44.
- Saban, A. (2004). Giriş düzeyindeki sınıf öğretmeni adaylarının “öğretmen” kavramına ilişkin ileri sürdükleri metaforlar. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 2(2), 131–155.
- Saban, A. (2009). Öğretmen adaylarının öğrenci kavramına ilişkin sahip oldukları zihinsel imgeler. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 7(2), 281-326.
- Stohlmann, M., Moore, T. J., & Roehrig, G. H. (2012). Considerations for teaching integrated STEM education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 2(1), 4.
- Türk Sanayicileri ve İşadamları Derneği, (TÜSİAD). (2012). 19 Haziran 2023 tarihinde <http://www.tusiad.org.tr/bilgi-merkezi/basin-odasi/basin-bultenleri/> sayfasından erişilmiştir.
- Wulf, W. (1998). The urgency of engineering education reform, *Paper presented at the Engineering Foundation Conference on Realizing the New Paradigm for Engineering Education*, Baltimore, MD.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H., (2016). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin.