

İlkokul Öğrencilerinin Biyomimikri ve Mühendis Kavramlarına Yönelik Metaforik Algıları

Gülsüm Tiryaki Bayram¹, Serkan Topbaş²

¹ Öğretmen, Millî Eğitim Bakanlığı, gulsumtiryaki@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-1968-0443

² Öğretmen, Millî Eğitim Bakanlığı, serkantpbs67@gmail.com, ORCID ID 0000-0003-2994-7620

ÖZ

Bu araştırma, ilkokul 2. ve 3. sınıf öğrencilerinin biyomimikri temelli STEM etkinlikleri sonrasında biyomimikri ve mühendis kavramlarına yönelik metaforik algılarını belirlemeyi amaçlamaktadır. Araştırma, nitel araştırma yöntemlerinden olgubilim deseni kullanılarak gerçekleştirilmiştir. 2023-2024 eğitim öğretim yılında Ankara, İstanbul ve Zonguldak'taki üç ilkokulda 87 öğrenciye biyomimikri temalı STEM etkinlikleri uygulanmış, ancak geçerli veri sağlayan 59 öğrenci ile analiz yapılmıştır. Veriler, Google Forms aracılığıyla toplanmış ve öğrencilerden biyomimikri ve mühendis kavramlarına yönelik metafor cümleleri oluşturmaları istenmiştir. Elde edilen veriler içerik analizi ile değerlendirilmiş ve metaforlar, kategorilere ayrılarak frekansları hesaplanmıştır. Bulgulara göre, öğrenciler biyomimikri kavramına ilişkin 37 farklı metafor geliştirmiş ve bu metaforlar "estetik, yaratıcılık, işlevsellik, doğaya saygı, doğadan ilham alma, taklit-kopya, benzerlik-farklılıklar" olmak üzere 7 ana kategoride toplanmıştır. Mühendis kavramına ilişkin ise öğrenciler 38 farklı metafor geliştirmiştir. Geliştirilen metaforlar 11 farklı kategoride toplanmış ve "çalışkanlık, denetim, eğitimci, karar verici, problem çözücü, tasarım-üretim, teknik beceriler, ülkeye fayda, yapı-inşaat, yaratıcı, zeki-bilgili" olarak belirlenmiştir. Araştırma sonuçları, ilkokul öğrencilerinin biyomimikri ve mühendis kavramlarını çeşitli şekillerde algıladıklarını ve bu algıların büyük ölçüde gözlemedikleri ve deneyimledikleri unsurlara dayandığını göstermektedir. Çalışma sonucunda öğrencilerin biyomimikri kavramını en çok "taklit-kopya" ve "doğadan ilham alma" olarak algıladıkları, mühendis kavramını ise en çok "problem çözücü" ve "tasarım-üretim" olarak algıladıkları tespit edilmiştir.

MAKALE TÜRÜ

Araştırma

MAKALE BİLGİLERİ

Gönderilme Tarihi:

13.08.2024

Kabul Edilme Tarihi:

01.11.2024

ANAHTAR

KELİMELEER: Metafor,

ilkokul, biyomimikri,

mühendis, algı

Primary School

Students' Metaphorical Perceptions of the Concepts of Biomimicry and Engineer

ABSTRACT

This study aims to determine the metaphorical perceptions of elementary school 2nd and 3rd grade students towards the concepts of biomimicry and engineer after biomimicry-based STEM activities. The study was conducted using a phenomenological design from qualitative research methods. Biomimicry-themed STEM activities were applied to 87 students in three primary schools in Ankara, Istanbul and Zonguldak in the 2023-2024 academic year, but 59 students who provided valid data were analyzed. Data were collected through Google Forms and students were asked to create metaphor sentences for the concepts of biomimicry and engineer. The data obtained were evaluated by content analysis and the metaphors were categorized and their frequencies were calculated. According to the findings, students developed 37 different metaphors for the concept of biomimicry and these metaphors were grouped into 7 main categories:

ARTICLE TYPE

Research

ARTICLE INFORMATION

Received:

13.09.2024

Accepted:

01.11.2024

KEYWORDS:

Metaphor, primary school, biomimicry,

“aesthetics, creativity, functionality, respect for nature, inspiration from nature, imitation-copy, similarity-differences”. Regarding the concept of engineer, students developed 38 different metaphors. The metaphors developed were gathered in 11 different categories and were determined as “industriousness, control, educator, decision maker, problem solver, design-production, technical skills, benefit to the country, building-construction, creative, intelligent-knowledgeable”. The results of the study show that primary school students perceive the concepts of biomimicry and engineer in various ways and that these perceptions are largely based on what they have observed and experienced. As a result of the study, it was determined that students perceived the concept of biomimicry mostly as “imitation-copy” and “inspiration from nature”, while they perceived the concept of engineer mostly as “problem solver” and “design-production”.

engineer, perception

Summary

Introduction, Purpose and Significance

Inspiration from nature is utilized in sectors such as architecture, fashion, technology, and aviation, where solutions proposed by nature help develop new products, models, systems (Yazıcıoğlu & Selçuk, 2019). The biomimicry method, which involves taking inspiration from nature, addresses these problems. In the 21st century, there's need for creative, innovative individuals who are self-sufficient, can work in groups, possess high communication skills can develop interdisciplinary solutions (Çakır ve Altun-Yalçın, 2021). STEM education, associated with interdisciplinarity, integrates science, technology, engineering, mathematics. Biomimicry and STEM're highlighted as areas for interdisciplinary studies (Bar-Cohen, 2006). Metaphor's defined as a powerful tool for individuals to concretize abstract concepts, learn new ones (Yob, 2003). Metaphors can also reveal how individuals perceive a concept. A review of the literature found a limited number of studies on how primary school students perceive biomimicry and engineering concepts, with most research focusing on pre-service teachers, teachers, secondary school students (Akçay, 2011; Ekici, 2016).

Before our study, biomimicry-based STEM plans're implemented with students. The goal was to encourage students to approach daily life problems with innovative, creative perspectives through engineering design processes and biomimicry. This aimed help generate new solutions, develop problem-solving skills, come up with innovative ideas. The main purpose of this study's to determine the metaphorical perceptions of 2nd, 3rd graders regarding the concepts of biomimicry and engineer after participating in the Biomimicry-based STEM activities.

Methods

In this study, a case study design from qualitative research methods was used. In the 2023-2024 academic year, 87 students're applied. In the data received from the participant students, 59 data worked with by eliminating the responses that did not carry the quality of metaphor.

Findings

Students developed 37 different metaphors related to the concept of biomimicry, which were grouped into 7 main categories: “aesthetics, creativity, functionality, respect for nature, inspiration from nature, imitation-copy, similarity-differences.” The metaphors for biomimicry're mostly concentrated in the categories of “imitation-copy” and “inspiration from nature.” In the “imitation-copy” category, 13 metaphors're produced, with the most frequent comparisons being imitator (6), photocopier (2), and mirror (2). In the “inspiration from nature” category, 7 metaphors're developed, primarily using nature (5), inspiration (3), creativity (2).

Students developed 38 different metaphors about the concept of engineer, grouped into 11 categories: “diligence, control, educator, decision maker, problem solver, design-production, technical skills, benefit to the country, building-construction, creative, intelligent-knowledgeable.” The metaphors were primarily concentrated in the “problem solver”, “design-production” categories. In the problem solver category, students produced 15 metaphors, mainly using nature (3), math teacher (2). In the design-production category, 9 metaphors developed, with painter (3), inventor (2) being the most common. It’s evident that students conceptualize engineers as a problem solver, designer, and producer.

Discussion and Conclusion

Students created 37 different metaphors about biomimicry, organized into 7 categories. The study showed that students mainly viewed biomimicry as “imitation-copy” and “inspiration from nature.” These categories correspond with existing literature, reflecting increased awareness and basic understanding of biomimicry. Producing 37 metaphors exceeds expectations for their age group, likely due to prior biomimicry-based STEM activities. Such applications in STEM education enhance creativity, cognitive skills, and psychomotor skills (Yıldırım, 2019).

Participant students developed 38 different metaphors for the concept of engineer, demonstrating significantly higher diversity than for biomimicry. This may stem from their greater familiarity with the engineering profession.

Students primarily perceived the concept of engineer as “problem solver and designer,” producing 15 different metaphors in the problem solver category. This finding is both similar to and different from other studies. Research shows that students often hold stereotypical views, limiting the engineering profession to construction and mechanics (Koyunlu Ünlü & Dökme, 2017). The focus on the problem solver category may result from active involvement in the engineering design process during biomimicry-based STEM education.

Among the metaphors produced for engineering, the “problem solver” and “design-production” categories indicate that students recognize the versatility of the engineering discipline. They associate engineering with both technical solutions and creativity. Pekbay (2017) noted that students’ interest in the engineering profession increased positively due to STEM activities.

In the design-production category, students created 9 different metaphors for engineer. The design element is a crucial first step in STEM education (Aydın, Saka, & Guzey, 2018). The research shows that, through this category, students view engineers as professionals who provide creative solutions to real-life problems.

Overall, students' perceptions of engineer and biomimicry concepts are positive, aligning with existing literature. The implementation of biomimicry-based STEM activities enhanced students' understanding of both biomimicry and engineering.

Giriş

İnsanlık, varlığını doğanın sunduğu kaynaklara bağlı olarak sürdürmektedir. Bu evrensel gerçek insan ve doğa arasındaki karmaşık ilişkinin temellerini oluşturmaktadır. İnsanların yaşamlarını kolaylaştırmak için tasarımlar yapması ve tasarımın oluşumunda ilham kaynağı olarak doğayı gözlemlemenin yeni bir yöntem olmadığı bilinmektedir (Yıldız, 2012). Günümüzde mimari, moda, teknoloji, havacılık gibi sektörlerde doğadan ilham almanın kullanıldığı görülmekte ve bu sektörlerde ortaya çıkan problemlerin çözümünde doğanın ortaya koyduğu çözümler incelenerek yeni ürünler, modeller, sistemler geliştirilmektedir (Yazıcıoğlu ve Selçuk, 2019). Doğayı aynen taklit etmek yerine, doğal ortamdaki çözümlere dair veriler toplanarak tasarımların yapıldığı da görülmektedir (Özen, 2016). Günümüzde ve gelecekte karmaşık problemleri çözebilen, disiplinler arası ilişkileri anlayabilen, yaratıcı ve yenilikçi çözümler üretebilen insanlara ihtiyaç vardır. Bu bağlamda doğadan ilham alarak çözümler geliştirebilme olarak bilinen biyomimikri kavramının önemi ortaya

çıkılmaktadır. Biyomimikri, “biyo” (doğa) ve “mimikri” (benzetim) anlamlarına gelen iki kelimenin birleşiminden oluşmaktadır (Benyus, 1997). Bilim, tıp, mühendislik ve özellikle mimari alanlarında sıklıkla kullanılmaktadır. Bir problem durumunda doğadan ilham alarak çözüme ulaşmayı sağlayan yöntemlerden biridir. Doğanın inanılmaz çözümlerini keşfetmek ve anlamak adına taklit ederek yeni ürünler ve teknolojiler üretmektir. Biyomimikri, çeşitli biçimlerde taklit etme olarak karşımıza çıkmasına rağmen aslında doğadan esinlenen inovasyon anlamına gelmektedir (Kennedy, 2004). Biçim veya işlevi taklit etmek, doğada oluşan süreçleri taklit etmek ve doğa sistemlerini taklit etmek üzere üç temel üzerine kuruludur (Benyus, 1997). Bu üç temelin biri ya da hepsi kullanılarak yenilikçi fikirler ortaya çıkarılması, problemlerin çözülmesi hedeflenmektedir (Yıldız, 2012).

21. yüzyılda kendine yetebilen, grupla çalışabilen, iletişim becerisi yüksek, disiplinler arası çözümler geliştirebilen yaratıcı ve yenilikçi bireylere ihtiyaç vardır (Çakır ve Altun-Yalçın, 2021). Bu özelliklere sahip ve çözümler geliştirebilen bireylerin yetişebilmesi için yeni yaklaşımlardan biri olan STEM eğitimi akla gelmektedir. STEM; bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin bütünleştirilerek bir probleme çözüm üretilmesine dayanan bir yaklaşımdır. STEM eğitimi içinde yer alan teknoloji ve mühendislik disiplinleri günlük hayatımızı kolaylaştırmada büyük etkilere sahiptir (Bybee, 2010). Mühendislik tasarımının kullanıldığı çok yönlü ve bütüncül bir yaklaşımdır (Altun ve Yıldırım, 2017). Araştırma, sorgulama, matematiksel modelleme, mühendislik tasarımı ve teknoloji okuryazarlığını birleştiren (Kelley ve Knowles, 2016) okul öncesinden lisansa kadar uygulanabilen bir yaklaşımdır (Akgündüz, 2018). Biyomimikri ve STEM disiplinler arası çalışmaların yapılabileceği alanlar olarak gösterilmektedir (Bar-Cohen, 2006). Bu nedenle karmaşık problemlerin çözümünde öğrencilere doğadan ilham alma ve sürdürülebilirlik kavramlarının önemini de verebilmek için biyomimikri, STEM eğitiminde kullanılabilir alanlardan biridir. Ayrıca STEM eğitiminde biyomimikri uygulamalarının; bireylerin yaratıcılık, bilişsel ve psiko-motor becerilerini geliştirdiği bilinmektedir (Yıldırım, 2019). Biyomimikri ve STEM alanlarının ortak noktalarından biri mühendislik kavramıdır. STEM eğitiminde problem durumunun çözümünde mühendislik tasarım süreci kullanılmaktadır (Holbrook ve Kolodner, 2000). Biyomimikri uygulamalarında, mühendislik süreç basamakları orijinal ürünler ortaya çıkmasını desteklemektedir (Avcı, 2019). Ülkemizde Millî Eğitim Bakanlığı 2018 Fen Bilimleri öğretim programında ilkokul 4. sınıftan 8. sınıfa kadar fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarının etkileşimi sağlanarak günlük yaşam problemlerine çözümler üretmeye dayanan fen okuryazarlığa yönelik tavsiyeler ve uygulamalar eklenmiştir (MEB, 2018). Ancak okul ortamında mühendislik disiplinine ait kazanımların diğer disiplinlerden daha sınırlı düzeyde olduğu ve öğrencilerin mühendisliği anlamakta zorlandıkları yönünde çalışmalar mevcuttur (Ergün, 2018).

Metafor, bireylerin soyut kavramları somutlaştırması ve yeni kavramları öğrenebilmek için kullanılan güçlü bir araç olarak tanımlanmaktadır (Yob, 2003). Bilgilerin öğrenilmesinde ve geliştirilmesinde kullanılan karmaşık kavramları basitleştirmek için kullanılan metaforlar, öğrenme ve öğretme aracı olarak da tanımlanmaktadır (Küçükturan, 2003). Aynı zamanda metaforlar bireylerin ön bilgileri ile yeni öğrendiği kavramlar arasında ilişki kurmaktadır (Kesercioğlu vd., 2004). Bireyler metaforlar ile bir kavramı algısal olarak bir başka nesneye benzeterek anlamsal olarak açıklama yoluna gitmektedirler. Edebiyatta, sanatta sıklıkla kullanılan metafor yöntemi günlük hayatta da sıklıkla kullanılmaktadır. Tecrübe edindiğimiz bir kavramı başka bir tecrübemizle birleştirerek kavramları açıklamak, dilimizi zenginleştirmek ve anlamı güçlendirmek için kullandığımız yöntem, Aşık Veysel’in “Uzun ince bir yoldayım” ifadesi ile hayatı anlatmaya çalıştığı başarılı metafor örneklerindedir. Metaforlar yardımıyla bir kavramın belli bir özelliği ön plana çıkarılabilmektedir. Aynı zamanda metaforlar yaratıcılık ve yenilikçi düşünme becerilerini geliştirmekte ve hayal gücünü artırmaktadır. Metaforlar dünyayı algılama biçimimizi ve olayları nasıl fark ettiğimizi anlatmaktadır. Başka bir deyişle bireylerin bakış açısının özgün bir şekilde ifade edilmesi olarak da tanımlanmaktadır (Morgan, 1998).

İlgili literatür incelendiğinde çoğunlukla öğretmen adayları, öğretmenler ve ortaokul öğrencileri ile çalışmalar olduğu gözlenmiştir (Saban 2008, McDuffie 2001, Akçay 2011, Ekici 2016). İlkokul öğrencileriyle metaforlar üzerine yapılan çalışmalara rastlanmamıştır. Ancak öğrencilerin

mühendislik ve biyomimikri algılarını incelemeye yönelik olarak farkı çalışmalar incelenmiştir. Uzel ve Canbazoğlu Bilici (2020), 6.sınıf öğrencilerinin mühendislik imajlarında ve STEM eğitimine yönelik bilgi yapılarının değişiminin incelendiği çalışmada eğitim öncesinde boyacı, işçi, baret gibi çizimler yer alırken, eğitim sonrasında öğrencilerin mühendis çizimlerinde mühendislik mesleğine ait farklı alanlarda çizimler yaptıkları tespit edilmiştir. Mühendislik tasarım temelli etkinliklerin öğrencilerin mühendis mesleğini daha doğru ve zengin bir şekilde yapılandığı ortaya konulmuştur. Aynı şekilde Gülhan ve Şahin'in (2018) beşinci ve yedinci sınıflarla yaptığı çalışmada öğrencilerin mühendisleri inşaatta boya, sıva gibi işler yaptığına dair yanlış algıya sahip olduklarını ortaya koymuştur. Nacaroğlu ve Arslan (2020), çiz-yaz-anlat tekniğiyle özel yetenekli öğrencilerle yaptıkları çalışmada öğrencilerden mühendis çizimleri istenmiştir. Öğrencilerin çalışmada en çok inşaat, bilgisayar, uçak, makine ve erkek bireyler çizdikleri sonucuna ulaşmışlardır. Ergün (2018) ortaokul öğrencileriyle yapmış olduğu çalışmada öğrencilerin mühendis algılarının yeterli olmadığı sonucuna ulaşmıştır. Bu araştırmalar sonucunda öğrencilerin mühendis mesleğini nasıl anladığına yönelik yapılan çalışmalarda mühendisin tamirci ve inşaat alanında temsil edilmesi, çalışmaların ortak noktasını oluşturmaktadır (Bilen, Irkçatal ve Ergin, 2014; Çakmak vd., 2019; Koyunlu Ünlü ve Dökme, 2017).

Biyomimikri kavramına yönelik olarak çok daha az çalışmaya rastlanmıştır. Velioğlu ve Yakışan (2022) 7.sınıf öğrencileriyle yaptıkları çalışmada, hayvanların özelliklerinden yola çıkarak teknolojik ürün tasarımı çizimleri istenmiştir. Çalışmada en çok askeri araçlar olmak üzere, kara taşıtları, yaylı araçlar, günlük hayatta kullanılan aletler, su altı taşıtları, canlı duylulara özgü taşıtlar ve hava taşıtları kategorilerinin oluştuğunu tespit etmişlerdir. Bir başka çalışmada beşinci sınıf öğrencileriyle biyomimikri temelinde STEM etkinliği uygulanmıştır. Çalışma sonucunda öğrencilerin mühendislik tasarım süreciyle ilgili deneyimleri sonucunda biyomimikriyi insanlık problemlerine yönelik çözümlere yansıttıkları gözlenmiştir (Savran-Gencer, Doğan ve Bilen; 2020).

Alanyazın incelendiğinde ilkökul öğrencileriyle biyomimikri ve mühendis kavramlarını nasıl algıladıklarına yönelik çalışmaların sınırlı sayıda olduğu tespit edilmiştir. Çalışmamız öncesinde ilkökul öğrencilerine biyomimikri temelli STEM planları uygulanmıştır. STEM eğitiminin kilit noktalarından olan mühendislik tasarım süreçleri ve biyomimikri sayesinde öğrencilerin günlük yaşam problemlerine yenilikçi ve yaratıcı bakış açılarıyla yaklaşmaları amaçlanmıştır. Bu sayede yeni çözümler üretip, problem çözme becerilerini geliştirerek yenilikçi fikirler ortaya koymaları beklenmektedir.

Bu doğrultuda bu araştırmanın temel amacı ilkökul 2. ve 3. sınıflarda okuyan öğrencilerin uygulanmış olan Biyomimikri temelli STEM etkinliklerinin ardından biyomimikri ve mühendis kavramına yönelik metaforik algılarını belirlemektir. Bu amaç doğrultusunda araştırmanın problem soruları aşağıdaki gibidir:

1. İlkokul öğrencilerinin biyomimikri kavramına ilişkin sahip olduğu metaforlar nelerdir?
2. İlkokul öğrencileri tarafından biyomimikri kavramına yönelik ortaya konan metaforların toplandığı kategoriler nelerdir?
3. İlkokul öğrencilerinin mühendis kavramına ilişkin sahip olduğu metaforlar nelerdir?
4. İlkokul öğrencileri tarafından mühendis kavramına yönelik ortaya konan metaforların toplandığı kategoriler nelerdir?

Yöntem

Araştırma Modeli

Bu araştırmada nitel araştırma yöntemlerinden olgu bilim deseni kullanılmıştır. Olgubilim, olgulara yönelik deneyim ve anlayışların ortaya çıkarılmasına yönelik verilerin kavramsallaştırılarak olguyu açıklayabilecek temaların ortaya çıkarılmasıdır (Yıldırım ve Şimşek, 2013). Bu doğrultuda olgu, biyomimikri ve mühendistir. İlkokul öğrencilerinin biyomimikri kavramına ve mühendis mesleğine dair zihinlerinde oluşan anlamın ortaya konulmasına çalışılmıştır.

Çalışma Grubu

2023-2024 eğitim öğretim yılında Kasım-Mayıs ayları içerisinde eTwinning projesi çatısı altında yürütülen çalışmada Ankara, İstanbul, Zonguldak ilinde üç ilkokulda 2. ve 3. sınıflarda okuyan 87 öğrenciye uygulanmıştır. Proje uygulanmadan önce öğrenci velilerinden izin alınmıştır. Proje kapsamında biyomimikri temalı üç STEM planı ve bir biyomimikri etkinliği uygulanmıştır. İlk önce biyomimikri etkinliği uygulanmıştır. Bu etkinlikte biyomimikri kavramının ne olduğu açıklanmış, örnekler sunulmuş ve öğrencilerden hangi canlıdan ilham aldıklarını açıklayarak yeni bir teknolojik ürün tasarımı çizimleri istenmiştir. Birinci STEM planında balık pulları üzerine çalışılmıştır. Öğrenciler balık pullarının özelliklerini öğrenmek için araştırma yapmış, matematik bağlantısı ise örüntüler aracılığıyla kurulmuştur. Öğrencilerden balık pullarından ilham alarak bir çanta tasarımları istenmiştir. İkinci planda, helikopter böceği üzerine araştırma yapılmış, kanat yapısı incelenmiş ve öğrencilerden bir helikopter tasarımları istenmiştir. Üçüncü STEM planında ise arılar üzerine çalışılmış, altıgen şeklinin özellikleri incelenmiş ve en iyi depolama sistemi üzerine çalışmalar yapılmıştır. Nitel araştırmalarda evrene genelleme kaygısı olmadığı için (Büyüköztürk vd., 2010) bu çalışmada amaçlı örnekleme kullanılmıştır. Amaçlı örnekleme türlerinden ölçüt örnekleme kullanılmıştır. Ölçüt öğrencilerin daha önceden biyomimikri temelli STEM eğitimleri almış olmalarıdır. Katılımcı öğrencilerden alınan verilerde boş bırakılan veya metafor niteliği taşımayan yanıtlar elenmiştir. Elemenin ardından 59 veri doğrultusunda analiz yapılmıştır.

Tablo 1

Öğrencilerin Cinsiyet Durumları

Cinsiyet	Frekans	Yüzde
Kız	31	52.5
Erkek	28	47.5
Toplam	59	100.0

Katılımcı öğrenciler 31 kız, 28 erkekten oluşmaktadır.

Tablo 2

Öğrencilerin Sınıf Düzeyi

Sınıf	Frekans	Yüzde
2.sınıf	24	40.7
3.sınıf	35	59.3
Toplam	59	100.0

Katılımcı öğrencilerin yaklaşık üçte ikisini 3.sınıf öğrencileri oluşturmaktadır.

Tablo 3

Öğrencilerin Yaşadıkları Şehir

Şehir	Frekans	Yüzde
İstanbul	29	49.2
Zonguldak	14	23.7
Ankara	16	27.1
Toplam	59	100.0

Katılımcı öğrencilerin yaklaşık yarısı İstanbul ilinde yaşamaktadır.

Verilerin Toplanması

Öğrencilerin mühendis ve biyomimikri kavramlarına yönelik metaforik algılarını belirlemek amacıyla veri toplama yöntemlerinden metafor yöntemi kullanılmıştır. Veri toplama aracı olarak google form aracı kullanılmıştır. Mühendis ve biyomimikri kavramlarına yönelik olarak metafor cümlelerini doldurmaları istenmiştir. Cümleler aşağıdaki gibidir.

“Biyomimikrigibidir. Çünkü.....”

“Mühendis.....gibidir. Çünkü.....”

Kullanıcılardan tek benzetme (metafor) kullanmaları ve nedenini ifade etmeleri istenmiştir. “çünkü” ifadesi ile yaptığı metaforu mantıksal bir çerçevede sunması beklenmiştir. Form, öğrencilerin yaşlarının küçük olması nedeniyle düşüncelerinde yaratıcılıklarını harekete geçirmek için örnek verilerek uygulanmıştır.

“Biyomimikri kopyaya benzer. Çünkü doğayı kopyalamaya çalışırız.”

“Mühendis doktora benzer. Çünkü her ikisi de sorunları tespit eder ve doğru çözümü bulmaya çalışır.” örnekleri verilmiştir.

Verilerin Analizi

Araştırmada elde edilen veriler, içerik analizi ile çözümlenmiştir. İçerik analizi, bilgilerin kategorize edilişi ve organize edilerek anlamlı hale getirilmesidir (Yıldırım ve Şimşek, 2013). İçerik analizi yapılırken toplanan verilerden adlandırma, boş bırakılan veya metafor yapısına uymayanların elenmesi, kategorilerin belirlenmesi, geçerlilik sağlanması, frekansların hesaplanması ve yorumlanması sırasıyla yapılmıştır. Eleme yapılan cevaplarda genellikle aynı öğrencinin her iki kavramda da hata yaptığı görülmüştür. Aşağıda bazı elenen yanıtlar ve nedenleri verilmiştir.

“Balık kuyruğundan ilham alarak yüzme paleti yapıldı.” gibi örnek vererek yanlış anlayan öğrencilerin yanıtları metafor niteliği taşımadığından elenmiştir.

“Psikolog” ya da “Mühendis öğretmene benzer” gibi metaforu yazmış ancak açıklamasını belirtmemiş öğrencilerin yanıtları elenmiştir.

“Bir şeyi kendi becerisiyle kendisi yapmak.” gibi kavramı tanımlamaya, açıklamaya çalışan öğrencilerin yanıtları elenmiştir.

“Mühendis polise benzer çünkü suçluları yakalar ve gerekli cezayı verir.” gibi kavramla ilişkilendirilemeyen cümleler metafor niteliği taşımadığı için elenmiştir.

Her bir metafor çalışmasında ayrı ayrı içerik analizi aşamaları yapılmıştır. Metaforları kategorilere ayırırken öğrencilerin yazmış olduğu nedenler dikkate alınarak ayrılmıştır. Kategorilere ayrıldıktan sonra geçerlik ve güvenilirliğin sağlanması amacıyla STEM alanında çalışan iki uzman öğretmen ile görüşüp fikirleri alınmıştır. Her iki kavram toplam değerlendirilerek Miles ve Huberman’ın (1994) önerdiği uyum yüzdesi yaklaşık olarak .93 olarak hesaplanmıştır.

Bulgular

Bu bölümde bulgular, biyomimikri kavramına yönelik metaforlar ve mühendis kavramına yönelik metaforlar olarak iki grupta incelenmiştir.

Biyomimikri Kavramına Yönelik Öğrenci Metaforları

Araştırmaya katılan öğrencilerin “biyomimikri” kavramına yönelik geliştirdikleri metaforlar ve metafor kategorileri toplam frekans (f) değerleri ile Tablo 4’te verilmiştir.

Tablo 4

Öğrencilerin Biyomimikri Kavramına Yönelik Geliştirdikleri Metaforlar ve Metafor Kategorileri

Metafor Kategorileri	Metaforlar	Frekans	Yüzde
----------------------	------------	---------	-------

Doğadan ilham alma	Doğa (5), Esinlenme (3), Örnek alma (1), Model (1), Ayna (1), Yaratıcılık (2), Hayvan (1)	14	23,7
Taklit-kopya	Tasarımcı (1), Fotokopi Makinesi (2), Doğanın Tasarım Süreci (1), Tekrar (1), Gölge (1), Taklit-Taklitçi (6), Hayvan (1), Ayna (2), Dünya (1), Yapay Hayvan (1), Robot (1), İcat (1), Yapay Doku (1)	20	33,9
Benzerlik farklılıklar	Karşılaştırma (1)	1	1,7
İşlevsellik	Kamufraj (1), Bukalemun (1), Yapı Taşı (1), İcat (2), Eş Anlamlı (2)	7	11,9
Yaratıcılık	Teknoloji (1), Doğa (2), Okyanus (1), Bulut (1), İlham (1), Yemek Yapmak (1)	7	11,9
Estetik	Sanat (2), Boya (1), Canlılar (1), Çiçek (1)	5	8,5
Doğaya saygı-koruma	Hayrimatör (1), Bakım (1), Yapı Taşı (1), Eş Anlamlı (2)	5	8,5
Toplam	37	59	100,0

Araştırmaya katılan öğrenciler biyomimikri kavramına ilişkin 37 farklı metafor geliştirmişlerdir. Öğrencilerin oluşturduğu metaforlardan örnekler aşağıda verilmiştir.

“Biyomimikri Hayrimatör gibidir. Çünkü her ikisi de doğayı korur.”

“Biyomimikri taklit gibidir. Çünkü doğadakileri taklit ederiz.”

“Biyomimikri örnek alma gibidir. Çünkü etrafımızdaki güzel şeyleri örnek alarak yeni şeyler tasarlayabiliriz.”

“Biyomimikri yapı taşı gibidir. Çünkü bir araya geldiği zaman farklı yapıtlar oluşur.”

“Biyomimikri yemek yapma gibidir. Çünkü elimizdeki malzemelerden bir şeyler üretiriz.”

“Biyomimikri okyanus gibidir. Çünkü çok sayıda fikir üretiriz.”

“Biyomimikri çiçek gibidir. Çünkü çiçekler gibi güzel ve renkli şeyler ortaya çıkar.”

“Biyomimikri karşılaştırma gibidir. Çünkü benzerlikleri de gösterir.

Oluşturulan metaforlar “estetik, yaratıcılık, işlevsellik, doğaya saygı, doğadan ilham alma, taklit-kopya, benzerlik-farklılıklar” olmak üzere 7 ana kategoride toplanmıştır. Katılımcı öğrencilerin oluşturdukları biyomimikri kavramına yönelik metaforların en çok “taklit-kopya” ve “doğadan ilham alma” kategorilerinde yoğunlaştığı gözlenmiştir.

Öğrencilerin taklit-kopya kategorisine ilişkin geliştirdikleri metaforların frekans ve yüzde dağılımı Tablo 5 ‘te verilmiştir.

Tablo 5

Taklit-Kopya Kategorisinde Geliştirilen Metaforlar

Metaforlar	Frekans	Yüzde
Tasarımcı	1	5.0
Taklitçi	6	30.0
Robot	1	5.0
Fotokopi makinesi	2	10.0
Hayvan	1	5.0
Doğanın tasarım süreci	1	5.0
Dünya	1	5.0
İcat	1	5.0
Yapay hayvan	1	5.0
Ayna	2	10.0
Yapay doku	1	5.0
Tekrar	1	5.0
Gölge	1	5.0
Toplam	20	100.0

“Taklit-kopya” kategorisinde öğrenciler 13 farklı metafor üretmiş, biyomimikriyi en çok taklitçi (6), fotokopi makinesi (2) ve ayna (2)ya benzetmektedirler. Bu kategoriye göre en çok geliştirilen metafor ve nedeni örnek ifadeler ile şu şekildedir:

“Biyomimikri taklitçi gibidir, çünkü aynısını tekrarlar.”

“Biyomimikri taklitçi gibidir, çünkü doğanın tasarım ve süreçlerini taklit eder.”

“Biyomimikri taklitçi gibidir, çünkü doğayı taklit etmeye çalışır.”

“Biyomimikri ayna gibidir, çünkü doğayı olduğu gibi yansıtır.”

“Biyomimikri fotokopi makinesi gibidir, çünkü istediği şeyleri çoğaltıyor.”

Öğrencilerin doğadan ilham alma kategorisine ilişkin geliştirdikleri metaforların frekans ve yüzde dağılımı ve bu metaforların kaç öğrenci tarafından üretildiği Tablo 6’ da verilmiştir.

Tablo 6

Doğadan İlham Alma Kategorisinde Geliştirilen Metaforlar

Metaforlar	Frekans	Yüzde
Esinlenme	3	21.4
Örnek alma	1	7.1
Model	1	7.1
Doğa	5	35.7
Ayna	1	7.1
Yaratıcılık	2	14.2
Hayvan	1	7.1
Toplam	14	100

Doğadan ilham alma kategorisinde öğrenciler biyomimikri kavramına yönelik 7 farklı metafor üretmişlerdir. Bu metaforlardan en çok doğa (5), esinlenme (3) ve yaratıcılığı (2) kullanmışlardır. Bu kategoriye göre en çok geliştirilen metafor ve nedeni örnek ifadeler ile şu şekildedir:

“Biyomimikri doğa gibidir, çünkü doğadan ilham alırız.”

“Biyomimikri doğaya gibidir, çünkü doğadan ilham alarak yararlanırız.”

“Biyomimikri esinlenme gibidir, çünkü doğadan ilham alarak yeni alet ve icatlar yaparız.”

“Biyomimikri esinlenme gibidir, çünkü doğadan esinlenmeyle yapılır.”

“Biyomimikri yaratıcılık gibidir, çünkü hayvanlardan esinlenerek bir şeyler yaparız.”

Öğrencilerin oluşturmuş olduğu metaforlar ve kategoriler incelendiğinde biyomimikri kavramını, doğadan ilham alınarak taklit edilmesi yönünde kavramsallaştırdıkları görülmektedir.

Mühendis Kavramına Yönelik Öğrenci Metaforları

Araştırmaya katılan öğrencilerin “mühendis” kavramına yönelik geliştirdikleri metaforlar ve metafor kategorilerinin toplam frekans (f) değerleri ile Tablo 7’de verilmiştir.

Tablo 7

Öğrencilerin Mühendis Kavramına Yönelik Geliştirdikleri Metaforlar ve Metafor Kategorileri

Metafor Kategorileri	Metaforlar	Frekans	Yüzde
Yapı- inşaat	Arı (1), Geri Dönüşüm (1), İnşaatçı (2), Mimar (2), Mucit (1), Tasarım (1),	8	13,6
Tasarım-Üretim	Arı (1), Bilim İnsanı (1), Çok Düşünen İnsan (1), Kâşif (1), Kunduz (1), Mucit (2), Ressam (3), Sanatçı (1), Yapıcı (1), Yapımcı (1),	13	22,0

Problem çözücü	Avukat (1), Beyin (1), Bilgisayar (1), Bilim İnsanı (1), Doktor (3), Google (1), İnşaatçı (1), Kaptan (1), Marangoz (1), Matematik (1), Matematik Öğretmeni (2), Öğrenci (1), Ressam (1), Sihirli Değnek (1), Yönetici (1)	18	30,5
Yaratıcı	Aşçı (1), Bilim İnsanı (1), Işık (1), Kâşif (1), Mimar (1), Yaratıcı (1)	6	10,2
Ülkeye fayda	Bilim İnsanı (1), Işık (1), Kahraman (1),	3	5,1
Karar verici	Dört İşlem (1)	1	1,7
Eğitimci	Kitap (1), Öğretmen (3)	4	6,8
Çalışkanlık	Karınca (1)	1	1,7
Teknik beceriler	Mekanizma Ustası (1), Tesisatçı (1),	2	3,4
Zeki-bilgili	Oda (1), Öğretmen (1)	2	3,4
Denetim	Polis (1)	1	1,7
Toplam		59	100,0

Araştırmaya katılan öğrenciler mühendis kavramına ilişkin 38 farklı metafor geliştirmişlerdir. Öğrencilerin oluşturduğu metaforlardan örnekler aşağıda verilmiştir.

“Mühendis arı gibidir. Çünkü kendi evini kendi yapar.”

“Mühendis bilgisayar gibidir. Çünkü tüm problemlerin ana kaynağını bulur.”

“Mühendis yapımcı gibidir. Çünkü hem tasarlar hem yapar.”

“Mühendis polis gibidir. Çünkü inşaatı denetler.”

“Mühendis tesisatçı gibidir. Çünkü kırılmış bozulmuş şeyleri tamir eder.”

“Mühendis karınca gibidir. Çünkü hep çalışır.”

“Mühendis öğretmen gibidir. Çünkü zekasını kullanır.”

“Mühendis dört işlem gibidir. Çünkü neyin nerede kullanılacağına karar verir.”

“Mühendis ışık gibidir. Çünkü problemleri çözmeleri ve tasarımlarıyla ülkemize yarar sağlar.”

“Mühendis öğretmen gibidir edindiği bilgileri ilgili kişileri de öğretir, paylaşır.”

“Mühendis aşçı gibidir. Çünkü aynı malzemeyi çeşitli şekilde yapabilir, aynı malzemedan farklı yemekler yapmak gibi.”

Geliştirilen metaforlar 11 farklı kategoride toplanmıştır. Oluşturulan kategoriler şunlardır: “Çalışkanlık, Denetim, Eğitimci, Karar Verici, Problem Çözücü, Tasarım-Üretim, Teknik Beceriler, Ülkeye Fayda, Yapı-İnşaat, Yaratıcı, Zeki-Bilgili.”

Katılımcı öğrencilerin oluşturdukları mühendis kavramına yönelik metaforların en çok “problem çözücü” ve “tasarım-üretim” kategorilerinde yoğunlaştığı gözlenmiştir.

Öğrencilerin problem çözücü kategorisine ilişkin geliştirdikleri metaforların frekans ve yüzde dağılımı Tablo 8 ‘de verilmiştir.

Tablo 8

Problem Çözücü Kategorisinde Geliştirilen Metaforlar

Metaforlar	Frekans	Yüzde
Bilgisayar	1	5.5
Matematik öğretmeni	2	11.1
Öğrenci	1	5.5
Yönetici	1	5.5
Avukat	1	5.5
Doktor	3	16.6
Ressam	1	5.5
Bilim insanı	1	5.5

Beyin	1	5.5
Google	1	5.5
Marangoz	1	5.5
Sihirli değnek	1	5.5
İnşaatçı	1	5.5
Kaptan	1	5.5
Matematik	1	5.5
Toplam	18	100.0

Problem çözücü kategorisinde öğrenciler mühendis kavramına yönelik 15 farklı metafor üretmişlerdir. Metaforlardaki çeşitlilik biyomimikri kavramına göre çok daha fazla olması nedeniyle dikkat çekicidir. Bu metaforlardan en çok doğa (3), matematik öğretmeni (2) kullanılmıştır. Bu kategoriye göre geliştirilen metafor ve nedeni örnek ifadeler ile şu şekildedir:

“Mühendis bilgisayar gibidir, çünkü tüm problemlerin ana kaynağını bulur.”

“Mühendis öğrenci gibidir, çünkü problemleri çözmek için çözüm yolu arar.”

“Mühendis matematik öğretmeni gibidir, çünkü zor problemleri bile çözebilir.”

“Mühendis google gibidir, çünkü her şeyi çözer.”

Tablo 9’da tasarım-üretim kategorisindeki metafor ve bu metaforların kaç öğrenci tarafından üretildiği yer almaktadır.

Tablo 9

Tasarım-Üretim Kategorisinde Geliştirilen Metaforlar

Metaforlar	Frekans	Yüzde
Yapımcı	1	7.6
Kâşif	1	7.6
Yapıcı	1	7.6
Arı	1	7.6
Bilim insanı	1	7.6
Ressam	3	23.0
Çok düşünen insan	1	7.6
Sanatçı	1	7.6
Mucit	2	15.3
Kunduz	1	7.6
Toplam	13	100.0

Tasarım-Üretim kategorisinde öğrenciler mühendis kavramına yönelik 9 farklı metafor üretmişlerdir. Bu metaforlardan en çok ressam (3) ve mucit (2)i kullanmışlardır. Bu kategoriye göre geliştirilen metafor ve nedeni örnek ifadeler ile şu şekildedir:

“Mühendis ressam gibidir, çünkü yeni bir şeyler üretir.”

“Mühendis çok düşünen insanlar gibidir, çünkü tasarlayıp yapar ve değişik fikirler sunar.”

“Mühendis arılar gibidir, çünkü çok üretim yaparlar.”

“Mühendis yapımcı gibidir, çünkü hem tasarlar hem yapar.”

Katılımcı öğrencilerin oluşturmuş olduğu metaforlar ve kategoriler incelendiğinde mühendis kavramını; problem çözücü, tasarlayıcı ve üretici olarak kavramsallaştırdığı görülmektedir.

Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Bu araştırma ilkökul 2. ve 3. sınıflarda okuyan 87 öğrenciye uygulanmıştır. Alınan verilerden elenenler doğrultusunda 59 geçerli veri ile çalışılmıştır. Öğrencilere uygulanmış olan biyomimikri temelli STEM etkinliklerinin ardından biyomimikri ve mühendis kavramına yönelik metaforik algılarını belirlemek amaçlanmıştır.

Araştırmaya katılan öğrenciler biyomimikri kavramına ilişkin 37 farklı metafor geliştirmişlerdir. Geliştirilen metaforlar 7 farklı kategoride toplanmıştır. Oluşturulan kategoriler şunlardır: Estetik, Yaratıcılık, İşlevsellik, Doğaya Saygı-Doğayı Koruma, Doğadan İlham Alma, Taklit-Kopya, Benzerlik-Farklılıklar. Çalışmanın sonucunda öğrencilerin biyomimikri kavramını en çok "taklit-kopya" ve "doğadan ilham alma" olarak algıladıkları gözlenmiştir. Taklit-kopya kategorisinde öğrenciler 13 farklı metafor üretmiş ve biyomimikriyi en çok taklit-taklitçi (6)ye, fotokopi makinesi (2)ne ve ayna (2)ya benzetmektedirler. Doğadan ilham alma kategorisinde öğrenciler biyomimikri kavramına yönelik 7 farklı metafor üretmişlerdir. Bu metaforlardan en çok doğa (5), esinlenme (3) ve yaratıcılığı (2) kullanmışlardır. Alan yazında öğrencilerin biyomimikri algılarını ortaya koyan çalışmaya rastlanmamıştır. Ancak çizim yaptırılarak uygulanan çalışmalar vardır. Yakışan ve Velioğlu (2019) ilkokul 4. sınıf öğrencileriyle yaptıkları çalışmada hayvanların özelliklerinden yararlanarak biyomimikri tasarımı yapmalarını istemişlerdir. En çok koruma ve savunma araç ve gereçleri ile günlük yaşamda kullanılan eşyalar kategorilerinin üzerinde yoğunlaştıkları sonucuna ulaşmışlardır. Bu çalışmada en çok benzetilen hayvan kaplumbağa çıkmıştır. Yaptığımız çalışmada "taklit-kopya" ve "doğadan ilham alma" kategorileri öne çıkmıştır. Benzer şekilde kaplumbağanın kabuğunun sertliği hem taklit hem de doğadan ilham alma olarak yorumlanırsa benzer bulgulara ulaşıldığı görülmektedir. Yıldız (2023) biyomimikri ile bütünleştirilmiş e-STEM modüllerinin geliştirilmesine yönelik beşinci sınıf öğrencileriyle yaptığı çalışmada, öğrencilerin biyomimikri kavramını doğadan esinlenmek, canlıları taklit etmek ve doğadan ilham almak olarak tanımladıklarını tespit etmiştir. Bu doğrultuda bu çalışmada katılımcı öğrencilerin öne çıkardığı kategori olarak "taklit-kopya" ve "doğadan ilham alma" kategorilerinin literatür ile desteklendiği, biyomimikri kavramı hakkında farkındalıklarının arttığı ve temel düzeyde kavramı tanımladıkları görülmektedir.

Aynı zamanda Benyus (1997), biyomimikrinin doğadan ilham alarak sürdürülebilir çözümleri iyileştirme potansiyelini vurgulamış ve bu yaklaşımın doğaya olan bakış açısını değiştirdiğini belirtmiştir. Bu doğrultuda katılımcı öğrencilerin "taklit-kopya" ve "doğadan ilham alma" kategorilerini ortaya koymaları biyomimikri kavramının temel prensibini kavradıklarını göstermekte ve olası çözümleri iyileştirme potansiyellerine sahip olacaklarını düşündürmektedir.

Biyomimikri kavramına yönelik 37 farklı metafor üretilmiştir ve bu sayının yaş grubu göz önünde bulundurulduğunda beklenenden fazla olduğu düşünülmektedir. Olası nedenlerden biri olarak araştırma öncesinde biyomimikri temelli STEM etkinliklerinin uygulanması düşünülmektedir. İlgili literatürde benzer şekilde Yıldırım (2019), fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM eğitiminde biyomimikri uygulamalarına ilişkin çalışmada, bu uygulamaların bireylerin yaratıcılık, bilişsel ve psiko-motor becerilerini geliştirmeye katkı sağladığı ifade edilmektedir.

Araştırmaya katılan öğrenciler mühendis kavramına ilişkin 38 farklı metafor geliştirmişlerdir. Geliştirilen metaforlar 11 farklı kategoride toplanmıştır. Oluşturulan kategoriler şunlardır: Çalışkanlık, Denetim, Eğitimci, Karar Verici, Problem Çözücü, Tasarım-Üretim, Teknik Beceriler, Ülkeye Fayda, Yapı-İnşaat, Yaratıcı, Zeki-Bilgili. Metaforlardaki çeşitlilik biyomimikri kavramına göre çok daha fazla olması nedeniyle dikkat çekicidir. Herdem, Aygün ve Çinici (2014) 8.sınıf öğrencileriyle yaptıkları çalışmada öğrencilerin teknolojik algılarını karikatür çizme tekniği incelemişlerdir. Öğrencilerin çizdikleri karikatürlerde yakın çevrelerinden örnekler verildikleri sonucuna ulaşmışlardır. Buradan hareketle metafor sayısının biyomimikri kavramına göre fazla olması mühendis mesleğine, biyomimikri kavramından daha fazla aşına olduklarından kaynaklandığı söylenebilir.

Bu çalışmanın sonucunda öğrenciler mühendis kavramını en çok "problem çözücü ve tasarımcı" olarak algıladıkları gözlenmiştir. Problem çözücü kategorisinde öğrenciler mühendis kavramına yönelik 15 farklı metafor üretmişlerdir. Üretilen metaforlardan en çok doğa (3), matematik öğretmeni (2) olduğu görülmüştür. İlgili alan yazın incelendiğinde en çok "problem çözücü" kategorisinin olması diğer çalışma sonuçlarına göre hem benzerlik hem de farklılık yaratmaktadır. İlgili literatürde ortaokul öğrencileriyle yapılmış bir çalışmada öğrencilere mühendis çizimi yaptırılmış ve mühendisliği inşaatla ilişkilendirdiklerini tespit edilmiştir (Gülhan ve Şahin, 2018). Ergün ve Balçın (2018) benzer şekilde ortaokul öğrencileriyle yaptıkları çalışmada "inşaat işçisi,

tamirci, tasarımcı, yönetici” algısının fazlalığını ortaya koymuştur. Ortaokul öğrencilerinin mühendis kavramını ve mühendislik mesleğini nasıl kavradıklarına yönelik olarak yapılan “mühendis çiz” testi ile öğrencilerin aklına inşaat veya bilgisayar kavramlarının geldiği yönünde bulgular vardır (Çakmak, Bilen, Taner; 2019). Bu verilerden hareketle çeşitli yaş gruplarıyla yapılan araştırmalarda öğrencilerin mühendislik mesleğini inşaat ve tamirci ifadeleriyle sınırlandırarak kalıplaşmış düşüncelere sahip oldukları yönünde ortak sonuç göze çarpmaktadır (Koyunlu Ünlü ve Dökme, 2017; Bilen, İrkiçatal ve Ergin, 2014, Gülcan ve Şahin, 2018). Ancak katılımcı öğrencilerin problem çözücü kategorisinde yoğunlaşmasının olası nedenlerinden biri olarak uygulanan biyomimikri temelli STEM etkinliklerinin olduğunu söylemek yanlış olmayacaktır. STEM eğitiminde mühendislik tasarım süreci içinde aktif bir biçimde bulunmalarının sonucu etkilediği düşünülmektedir. Benzer şekilde Uzel ve Canbazoglu Bilici (2020) altıncı sınıf öğrencilerinin mühendislik imajlarının STEM’e yönelik bilgi yapılarını incelemiştir. STEM eğitimi uygulamaları sonucunda öğrencilerin mühendis çizimlerinde inşaat-yapıdan farklı mühendislik dallarının yer aldığını tespit etmişlerdir. Benzer şekilde Ercan (2014) 7.sınıf öğrencileri ile yaptıkları çalışmada öğrenciler uygulanan tasarım temelli fen eğitimi uygulamalarının öğrencilerin mühendis hakkındaki algılarını zenginleştirdiğini ortaya koymuştur.

Mühendislik kavramına yönelik olarak üretilen kategorilerden “problem çözücü”, “tasarım-üretim” metaforları ile öğrencilerin mühendislik disiplininin çok yönlülüğünü anladıklarına işaret edebilir. Mühendisi sadece teknik çözümler olarak değil; öğrencilerin ürettikleri metaforlarda yaratıcılık ile ilişkilendirdikleri dikkat çekmektedir. Pekbay (2017) STEM etkinlikleri sayesinde öğrencilerin mühendis mesleğine ilgilerinin pozitif yönde arttığını belirtmiştir. Bu doğrultuda öğrencilerin mühendislik algılarını değiştirecek ve zenginleştirecek öğrenme ortamlarının sağlanmasının önemli olduğu sonucuna ulaşılabilir. Bilim ve teknolojiye yeni yenilikler, yeni mühendislik dallarının ortaya çıkmasına yol açmakta ve mühendislik, çağdaş sorunlara çözüm getirdiği ve ekonomik kalkınmayı desteklediği için toplumlar tarafından daha fazla önem kazanmaktadır (NRC, 2013). Bu bağlamda Ergün ve Balçın (2018) farklı mühendislik alanlarının öğrencilere tanıtılması ve bu alanlara yönelik uygulamaların eğitim ortamlarına aktarılmasının önemli olduğunu belirtmektedir.

Tasarım-üretim kategorisinde öğrenciler mühendis kavramına yönelik 9 farklı metafor üretmişlerdir. Bu metaforlardan en çok ressam (3), mucit (2) metaforlarını kullanmışlardır. Mühendislik uygulamaları sayesinde öğrencilerin günlük hayat problemlerini fark etmeleri, bilimsel araştırma basamaklarını kullanmalarını ve tasarım yeteneklerini geliştirmeleri beklenmektedir (NRC, 2013). Tasarım unsuru STEM eğitimin ilk ve en önemli adımını oluşturmaktadır (Aydın, Saka ve Guzey, 2018). Buradan hareketle araştırma sonucunda ikinci kategori olarak ortaya çıkan tasarım-üretim kategorisiyle öğrencilerin mühendislerin gerçek hayatta karşılaştıkları problemlere yaratıcı çözümler sunan profesyoneller olduğunu yansıttıkları söylenebilir. Benzer şekilde Koyunlu Ünlü ve Dökme (2017) özel yetenekli öğrencilerle yaptıkları çalışmada öğrencilerin mühendis kavramının tasarım boyutuna değindiklerini belirtmektedir. Başka bir çalışmada mühendislik kavramına yönelik olarak “tasarım-çizim olarak mühendislik” kategorisinin öne çıktığı görülmektedir (Gülhan ve Şahin, 2020). Aynı zamanda Cross’un (2006) mühendislik tasarım odaklı çalışmasında, mühendislerin tasarım sürecinin her aşamasında kritik bir rol oynadığını ve bu sürecin inovasyon ve üretimle sonuçlandığını vurguladığı gibi, katılımcı öğrencilerin mühendisliği tasarım ve üretim olarak algıladıkları, mühendis mesleğinin temel özelliklerini doğru biçimde kavradıkları söylenebilir.

Sonuç olarak araştırma kapsamında öğrencilerin mühendis ve biyomimikri kavramlarına yönelik algılarının olumlu olduğu söylenebilir. Kavramların anlamlandırılmasında literatüre benzer sonuçlar elde edilmiştir. Biyomimikri temelli STEM etkinliklerini uygulanmasıyla öğrencilerin biyomimikri ve mühendis kavramlarını zenginleştirdiklerini söyleyebiliriz. Aynı doğrultuda Sürgü (2022) öğrencilerin tasarım geliştirme sürecinde aktif katılımı ile problem çözme becerilerinin geliştiği ifade etmektedir.

Öğrencilerin günlük hayatta karşılarına çıkacak problemlerde doğadan ilham alarak ve doğayı koruyarak, bilim ve teknolojiyi kullanabilen, üreten, sorgulayan bireyler olmalarına yönelik çalışmalar yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle öğrencilere uygulamalı biyomimikri

temelli çalışmaların artırılması önemlidir. Mühendislik tasarım sürecinin benimsenmesiyle problemlerin çözümünün etkili ve verimli olması beklenmektedir. STEM etkinliklerin öğrencilerin mühendislik ilgilerine olumlu katkı sağladığı bilinmektedir (Pekbay, 2017). Bu doğrultuda erken yaşlarda öğrencilerin STEM etkinlikleri ve mühendislik temelli etkinlikler ile karşılaştırılması sağlanmalıdır. Çünkü STEM eğitimleri öğrencilerin STEM mesleklerine ilgilerinin artmasına, algılarının değişmesine neden olmaktadır (King ve English, 2016).

Bunun yanında biyomimikri kavramında doğadan ilham almanın sadece tasarım sürecinde değil, aynı zamanda sürdürülebilirlik ve çevresel etki açısından da önemi üzerinde durulmalıdır. Doğadan ilham alarak, doğayı koruyan aynı zamanda problemleri çözebilen bireylerin yetişmesi gerekmektedir. Bu nedenle biyomimikri disiplinler arası STEM eğitiminin içine alınarak fen müfredatına eklenmesi düşünülmelidir (Yıldırım, 2019). Biyomimikri uygulamaları, öğrencilerin doğaya ilgilerini artırmakta ve yaratıcılıklarını geliştirerek mühendislik süreç becerilerini geliştirmektedir (Mirici vd., 2021). Bu tür çalışmalar ile öğrencilerin gerçek dünyadan ilham alan yenilikçi teknolojik ürünler tasarlama potansiyelleri açığa çıkarabilir.

STEM eğitimde, disiplinler arası biyomimikriden yararlanarak mühendis tasarım süreciyle öğrencilerin bilim ve teknoloji alanlarında gelişimi sağlanabilir. Gerçek hayat problemlerinin çözümünde biyomimikrinin barındırdığı doğal unsurlardan yararlanarak mühendislik tasarım süreciyle sürdürülebilir bir gelecek için çözümler üretilebilir.

Kaynakça

- Akçay, B. (2011). Turkish elementary and secondary students' views about science and scientist. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 12 (5), 1-11. <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=7b4b0d0cef2ce36438f9de835c63562e099dbec2>
- Akgündüz, D. (2018). Okul öncesinden üniversiteye kuram ve uygulama STEM eğitimi. Ankara: Anı Yayıncılık
- Altun, Y. ve Yıldırım, B. (2017). *Teoriden pratiğe STEM ve örnek uygulamalar*. Edu play yayınları.
- Avcı, F. (2019). Doğa ve inovasyon: Okullarda biyomimikri. *Anadolu Öğretmen Dergisi*, 2 (3), 214-233. <https://doi.org/10.35346/aod.60487>
- Aydın, G., Saka, M. ve Guzey, S. (2018). Engineering knowledge level measurement scale for students in grades 4 through 8. *Elementary Education Online*, 17(2), 750-768. [10.17051/ilkonline.2018.419071](https://doi.org/10.17051/ilkonline.2018.419071)
- Bar-Cohen, Y. (2006). Biomimetics: reality, challenges, and outlook. J. Bar-Cohen (Ed.), *Biomimetics: biologically inspired technologies*. Taylor & Francis Group.
- Benyus, JM (1997). *Biomimicry: Innovation inspired by nature*. William Morrow and Comp, Inc. https://www.academia.edu/38300413/Janine_M_Benyus_Biomimicry_Innovation_Inspired_by_Nature_2002_Harper_Perennial_1
- Bilen, K., Irkçatal, Z. ve Ergin, S. (2014). Ortaokul öğrencilerinin bilim insanı ve mühendis algıları. *XI. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi Bildiri Özetleri Kitapçığı*, Adana. (s. 269), 11-14 Eylül, 2014.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö.E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2020). *Bilimsel araştırma yöntemleri* (34.baskı). Pegem Yayınları.
- Bybee, RW (2010). *What is STEM education?* *Science*. 329, (5995), 996-996. <https://www.science.org/doi/full/10.1126/science.1194998>
- Cross, N. (2006). *Designerly ways of knowing*. Springer.
- Çakır, Z., Altun-Yalçın, S. (2021). Montessori yaklaşımı temelli STEM etkinliklerinin öğretmen adaylarının fene ve fen öğretimine yönelik tutumlarına etkisi. *OPUS International Journal of Society Researches*, 17 (35), 1895-1924. <https://doi.org/10.26466/opus.831879>
- Çakmak, B., Bilen, K. ve Taner, MS (2019). Ortaokul öğrencilerinin mühendis ve mühendislik algıları. *Anadolu Öğretmen Dergisi*, 3 (1), 32-43. <https://doi.org/10.35346/aod.559599>

- Ekici, G. (2016). Biyoloji öğretmeni adaylarının mikroskop kavramına ilişkin algılarının belirlenmesi: Bir metafor analizi çalışması. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17 (1), 615-636. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/kefad/issue/59448/854066>
- Ercan, S., (2014). *Fen eğitiminde mühendislik uygulamalarının kullanımı: Tasarım temelli fen eğitimi* [Yayınlanmamış doktora tezi]. Marmara Üniversitesi.
- Ergün, A. (2018). Türk ortaokul öğrencilerinin mühendislik ve teknoloji algıları: Sınıf düzeyi ve cinsiyetin etkisi. *Journal of Human Sciences*, 15(4), 2657-2673. <https://www.j-humansciences.com/ojs/index.php/IJHS/article/view/5260>
- Ergün, A. ve Balçın, MD (2018). Perceptions and attitudes of secondary school students towards engineers and engineering. *Journal of Education and Practice*, 9(10), 90-106. <https://www.researchgate.net/publication/324910643> Perceptions and attitudes of secondary school students towards engineers and engineering
- Gülhan, F. ve Şahin, F. (2018). Ortaokul 5. ve 7. sınıf öğrencilerinin mühendisler ve bilim insanlarına yönelik algılarının karşılaştırmalı olarak incelenmesi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 12(1), 309-338. <https://doi.org/10.17522/balikesirnef.437785>
- Gülhan, F., ve Şahin, F. (2020). Ortaokul öğrencilerinin STEAM (bilim, teknoloji, mühendislik, matematik, sanat) alanlarıyla ilgili algılarının metaforlar aracılığıyla belirlenmesi. *Düzce Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 10(1), 131-148. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1223663>
- Herdem, K., Aygün, H. A. ve Çinicı, A. (2014). Sekizinci sınıf öğrencilerinin teknoloji algılarının çizdikleri karikatürler yoluyla incelenmesi. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 3(2), 232-258. <https://www.researchgate.net/publication/334453895> Sekizinci Sınıf Öğrencilerinin Teknoloji Algılarının Çizdikleri Karikatürler Yoluyla İncelenmesi.
- Holbrook, J. ve Kolodner, JL (2000). Scaffolding the development of an inquiry-based (science) classroom. B. Fishman ve S. O'Conner-Divelbiss (Ed.), *Proceedings of ICLS 2000: International Conference of the Learning Sciences* (s. 221-227). Lawrence Erlbaum Associates.
- Kelley, TR ve Knowles, JG (2016). A conceptual framework for intergrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(1), 1-11
- Kennedy, EB (2017). Biomimicry: Design by analogy to biology. *Research-Technology Management*, 60(6), 51-56. <https://doi.org/10.1080/08956308.2017.137305>
- Kesercioğlu, T., Yılmaz, H., Huyugüzel, P. ve Çavaş, B. (2004). İlköğretim fen bilgisi öğretiminde analogilerin kullanımı: "örnek uygulamalar". *Ege Eğitim Dergisi*, 5, 35-44. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/57105>
- King, D., ve English, LD (2016). Engineering design in the primary school: Applying STEM concepts to build an optical instrument. *International Journal of Science Education*, 38(18), 2762-2794. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1262567>
- Koyunlu Ünlü, Z. ve Dökme, İ. (2017). Özel yetenekli öğrencilerin FeTeMM'in mühendisliği hakkındaki imajları. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7(1), 196-204. https://dergipark.org.tr/tr/pub/trkefd/issue/27304/287435#article_cite
- Küçükturan, G. (2003). Okul öncesi fen öğretiminde bir teknik: Analoji. *Milli Eğitim Dergisi*, 157, 16-21. https://dhgm.meb.gov.tr/yayimlar/dergiler/Milli_Egitim_Dergisi/157/kucukturn.htm
- McDuffie, TE (2001). Scientists-Geeks & nerds? Dispelling teachers' stereotypes of scientists. *Science and Children*, 38 (8), 16-19.
- Miles, MB ve Huberman, AM (1994). *Qualitative data analysis : An expanded sourcebook*. (2nd Edition). SAGE Publications.
- Millî Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2018). *İlköğretim kurumları (ilkokullar ve ortaokullar) fen bilimleri dersi (3., 4., 5., 6., 7. ve 8. sınıflar) öğretim programı*. <https://mufredat.meb.gov.tr/ProgramDetay.aspx?PID=325>
- Mirici, S., Tanalp, TD, Tüysüz, M., ve Tüzün, ÜN (2021). An enrichment implementation in the education of gifted students: Biomimicry with the macro, micro, and sub-micro nature of

- freshwater creatures. *International Online Journal of Education and Teaching*, 8(2), 604-621. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1294315.pdf>
- Morgan, G. (1998). *Yönetim ve örgüt teorilerinde metafor* (Çev. G. Bulut). MESS Yayın.
- Nacaroğlu, O., ve Arslan, M. (2020). Özel yetenekli öğrencilerin mühendislik algılarının çiz-yaz-anlat tekniği kullanılarak incelenmesi. *Ege Eğitim Dergisi*, 21(1), 112-128. <https://doi.org/10.12984/egeed.659348>
- National Research Council [NRC]. (2013). *Next generation science standards: for states, by states*. The National Academies Press. <http://dx.doi.org/10.17226/18290>
- Özen, G. (2016). *Doğa referanslı tasarım: Biyomimikri* (Yayın No. 432145) [Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi]. <http://tez.yok.gov.tr>.
- Pekbay, C. (2017). *Fen teknoloji mühendislik ve matematik etkinliklerinin ortaokul öğrencileri üzerindeki etkileri* [Yayınlanmamış doktora tezi]. Hacettepe Üniversitesi.
- Saban, A. (2008). İlköğretim I. kademe öğretmen ve öğrencilerinin bilgi kavramına ilişkin sahip oldukları zihinsel imgeler. *İlköğretim Online*, 7 (2), 421-455. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ilkonline/issue/8601/107119>
- Savran-Gencer, A., Doğan, H., ve Bilen, K. (2020). Developing biomimicry STEM activity by querying the relationship between structure and function in organisms. *Turkish Journal of Education*, 9(1), 64-105. <https://doi.org/10.19128/turje.643785>
- Sürgü, B. (2022). *8. sınıf teknoloji ve tasarım dersinde biyotaklit uygulamalarının öğrenciler üzerindeki etkileri* (Yayın No. 734186) [Yüksek Lisans Tezi, Dicle Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/>.
- Uzel, L., ve Canbazoğlu Bilici, S. (2020). 6.sınıf öğrencilerinin mühendislik imajlarının ve STEM'e yönelik bilgi yapılarının incelenmesi. *Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 37, 47-72. https://dergipark.org.tr/tr/pub/buje/issue/58376/842379#article_cite
- Velioğlu, D., ve Yakışan, M. (2022). Determination of the Biomimicry Perceptions of Middle School 7th Grade Students through Drawings, *Kastamonu Education Journal*, 30(1), 120-129. <https://doi.org/10.24106/kefdergi.788413>
- Yakışan, M., ve Velioğlu, D. (2019). İlkokul 4. sınıf öğrencilerinin biyomimikri algılarına yönelik yaptıkları çizimlerin analizi. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 39(2), 727- 753. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/777387>
- Yazıcıoğlu, B. Ve Selçuk, S., (2019). Yapı kabuklarının termoregülasyonu: Biyomimetik bir yaklaşım. 3. *International Symposium on Innovative Approaches in Scientific Studies, Fine Arts, Design and Architecture*, Ankara, 19-21 Nisan 2019.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2013). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (9. baskı), Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yıldırım, B. (2019). Fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM eğitiminde biyomimikri uygulamalarına yönelik görüşleri. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 39 (1), 63-90. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/674310>
- Yıldız, A. (2023). *Biyomimikri ile bütünleştirilmiş e-STEM modüllerinin geliştirilmesi, uygulanması ve değerlendirilmesi*. (Yayın No. _806230) [Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/>.
- Yıldız, H. (2012). *Endüstri ürünleri tasarımı kapsamında biyomimetik tasarımın yeri ve metodolojisi* [Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. İstanbul Teknik Üniversitesi.
- Yob, IM (2003). Thinking constructively with metaphors. *Studies in Philosophy and Education*, 22 (2), 127-138. <http://dx.doi.org/10.1023/A:1022289113443>