

Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının STEM Eğitiminde Biyomimikri Uygulamalarına Yönelik Görüşleri*

The Opinions of Pre-service Science Teachers about Biomimicry Practices in STEM Education

Bekir YILDIRIM¹

¹Muş Alparslan Üniversitesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Fen Bilgisi Eğitimi. bekir58bekir@gmail.com

Makalenin Geliş Tarihi: 07.12.2017

Yayına Kabul Tarihi: 11.02.2019

ÖZ

Bu çalışmanın amacı, fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM eğitiminde biyomimikri uygulamalarına ilişkin görüşlerini tespit etmektir. Çalışma 2017-2018 eğitim-öğretim yılı güz döneminde bir devlet üniversitesinin eğitim fakültesi fen bilgisi öğretmenliği 3. sınıfta öğrenim görmekte 17 öğretmen adayı ile gerçekleştirilmiştir. Araştırmada nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışması desenlerinden bütüncül tek durum deseni kullanılmıştır. Çalışmada araştırmacı tarafından geliştirilen nitel veri aracı olarak "STEM Eğitiminde Biyomimikri Görüşme Formu" kullanılmıştır. Nitel veriler içerik analizi yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Veri analizleri sonucunda, STEM eğitiminde biyomimikri uygulamalarına yönelik öğretmen adaylarının olumlu görüşe sahip oldukları, bu uygulamaları derslerinde kullanmayı düşündükleri tespit edilmiştir. Ayrıca, bu uygulamaların öğretmen adaylarının bilişsel ve psiko-motor birçok özelliğini geliştirdiği de görülmektedir. Öğretmen adaylarının doğa ve teknolojiye karşı bakış açılarında değişikliklerde meydana gelmiştir. Ancak öğretmen adayları mühendislik dizayn süreçleri ve bilimsel süreç becerilerini de karıştırdığı da anlaşılmıştır. Bu bağlamda, STEM eğitiminde biyomimikri uygulamaları ilköğretim, ortaokul, lise ve üniversite düzeylerinde uygulanarak etkilerine bakılabilir.

Anahtar Sözcükler: STEM, Biyomimikri, Öğretmen Adayı

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the opinions of the pre-service science teachers about the biomimicry practices in STEM education. The study was carried out with 17 pre-service teachers studying in the third year of science teaching department in faculty of education at a

* **Alıntılama:** Yıldırım, B. (2019). Fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM eğitiminde biyomimikri uygulamalarına yönelik görüşleri. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 39 (1), 63-90.

state university during the fall term of 2017 – 2018 academic year. The holistic single case design, one of the case study designs among the qualitative research methods, was used for this study. In the study, “Biomimicry in STEM Education Interview Form” generated by the researcher was implemented as a qualitative data instrument. The qualitative data were analysed by using the content analysis method. As a result of the data analysis, it is concluded that the pre-service teachers have positive opinions on biomimicry practices in STEM education and that they think about applying these practices in their own courses. In addition, it can be observed that these practices improve the cognitive and psycho-motor skills of the pre-service teachers. There have been changes in the perspectives of the pre-service teachers on nature and technology. However, it is also seen that the pre-service teachers confuse the engineering design processes and the scientific process skills. Within this context, their effects of the biomimicry practices in STEM education can be examined by applying them in the levels of primary, secondary, high school, and university.

Keywords: STEM, Biomimicry, Pre-service Teachers

GİRİŞ

Bilimin hızla ilerlemesi teknoloji alanında değişimlere neden olmuştur. Bu değişim beraberinde ekonomik gelişmeleri de getirmiştir. Bu teknolojik değişimler ve ekonomik gelişmeler ışığında 21. yüzyılı rekabet dünyasında insanlardan beklenen özellik ve yeterlilikler de değişmiştir. 21. yy rekabet dünyasında ayakta kalabilen, disiplinler arası çalışan, ortak çalışma yapan, etkili iletişim kuran ve yaratıcı bireylere ihtiyaç artmıştır. Bu özelliklere sahip bireylerin yetiştirilmesi için yeni ve farklı eğitim yaklaşımları üzerinde durulmuştur. Bu eğitim yaklaşımlarından biri de Science (Bilim), Technology (Teknoloji), Engineering (Mühendislik) ve Mathematics (Matematik) (STEM) eğitimidir (Hynes ve Santos, 2007). Bu eğitim yaklaşımı ekonomik gelişmeler ile yakından ilişkilidir (National Research Council [NRC], 2011). STEM eğitimi bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarının entegre bir şekilde verildiği bir eğitim yaklaşımıdır (Yıldırım ve Altun, 2014; Zhou, 2010).

STEM eğitiminin derslerde kullanılması bir süreç içermektedir. Bu süreç fen ve matematik bilgilerinin öğretilmesiyle başlar. Sonrasında öğretilen fen ve matematik bilgilerini kullanacakları bir problem cümlesi verilir ve mühendislik tasarım süreçleri uygulanır. Uygulanan mühendislik tasarım süreci sonucunda ortaya bir ürün çıkar. Bu bağlamda, bu süreç ve ortaya çıkan ürün teknoloji olarak ifade edilmektedir. STEM

eğitiminin 2001 yılında ortaya çıkışının temelinde de teknoloji bulunmaktadır (Gonzalez ve Kuenzi, 2012). Teknolojik bir ürünün ortaya çıkmasının temelinde fen ve matematik bilgisi ile mühendislik dizayn süreçleri yer almaktadır. Teknoloji insanlara fen ve matematik bilgilerinden yararlanarak yaşam standartlarını geliştirmek ve karşılaştıkları problemleri çözmek için fırsatlar sunar (Cavanagh ve Trotter, 2008). İnsanoğlu doğaya karşı üstün gelmek ve yaşam standartlarını geliştirmek için teknolojiden yararlanmıştır. Teknolojik gelişmelerin bazılarının ortaya çıkmasında ise doğadan esinlenilmiştir. Doğadan esinlenerek teknolojik gelişmelerin sağlanması sonucunda Biyomimikri bilimi ortaya çıkmıştır.

Biyomimikri ilk defa 1997 yılında Janine Benyus tarafından ifade edilmiştir. Biyomimikri biyo ve mimikri kelimelerinden oluşmaktadır. Biyo, yaşam, doğa ya da hayat anlamlarına gelirken mimikri taklit anlamına gelmektedir (Benyus, 1997). Bu kelimeler birleştirildiğinde doğanın kopyalanması anlamına gelmektedir (Alawad ve Mahgoup, 2014; Volstad ve Boks, 2012). Bu açıdan bakıldığında biyomimikri aslında doğadan esinlenen inovasyon olarak ifade edilebilir (Kennedy, 2004). Karabetçe (2015) Biyomimikri doğada var olan doğadaki modelleri taklit ederek insanların karşılaştıkları problemleri çözüme ulaştırmaları olarak ifade etmiştir. Örneğin termitlerden enerji tasarrufu, yapraklardan güneş panelleri, köpek balığı derisinden hijyenik yer ve duvar kaplamaları vb. örnekler yer almaktadır. Tüm bu örnekler teknolojik ürünler için doğanın bir model olduğunu göstermektedir.

Biyomimikri uygulamaları sonucunda, doğadan yola çıkılarak bir ürün oluşturulurken iki temel süreç ele alınır. İlk olarak doğanın gözlenmesi yer almaktadır. İkinci olarak ise, bu gözlemler sonucunda tasarımlar yapılır (Alawad ve Mahgoup, 2014; Zari, 2007). Diğer bir deyişle, biyomimikri tasarım ve tasarımcıyı sürece dahil ederek doğadan ilham alarak yaratıcı çözümler geliştirmeyi hedefler (Eryılmaz, 2015).

STEM eğitiminde biomimicry uygulamaları ile ilgili alanyazını taraması yapıldığında (Alawad ve Mahgoup, 2014; Doppelt, Mehalik, Schunn, Silk ve Krysinski, 2008; Gardner, 2012; Tavsan, Tavsan ve Sönmez, 2015), öğretmen adaylarına yönelik biyomimikri uygulamalarının etkisinin incelendiği bir çalışmanın olmadığı tespit

edilmiştir. Bunun yanında öğretmen adaylarının biyomimikri uygulamalarına yönelik görüşlerinin incelendiği bir çalışmaya da rastlanmamıştır. Bu yüzden, biyomimikri uygulamalarına yönelik öğretmen adaylarının görüşlerinin neler olduğunun incelenmesi düşüncesi ortaya çıkmıştır. Bu bağlamda araştırmanın amacı, biyomimikri uygulamalarının öğretmen adaylarının görüşleri üzerine etkisini incelemektir. Bu amaç doğrultusunda “*STEM eğitiminde biyomimikri uygulamalarının öğretmen adaylarının görüşleri üzerine etkisi nasıldır?*” problemine yanıt aranmıştır.

YÖNTEM

Araştırma Metodu

Çalışma kapsamında, nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışması desenlerinden bütüncül tek durum deseni kullanılmıştır. Durum çalışması, bir konu ya da durumun belli bir zaman dilimi içerisinde derinlemesine incelenmesini sağlayan nitel bir araştırma yaklaşımıdır (Creswell, 2003). Çalışma kapsamında, durum çalışması desenlerinden olan bütüncül tek durum deseni kullanılmıştır. Bütüncül tek durum deseni, bir durum üzerinde bütüncül şekilde durulmasına imkân vermektedir (Yıldırım ve Şahin, 2008).

Çalışma Grubu

Çalışma 2017-2018 eğitim-öğretim yılı güz döneminde bir devlet üniversitesinin eğitim fakültesi fen bilgisi öğretmenliği 3. sınıfta öğrenim görmekte olan 17 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Bu öğrencilerden 4 tanesi erkek, 13 tanesi kız öğrencidir. Öğrencilerin yaş aralığına bakıldığında 19 ile 22 arasında yer aldıkları görülmektedir.

Çalışmanın Uygulama Aşamaları

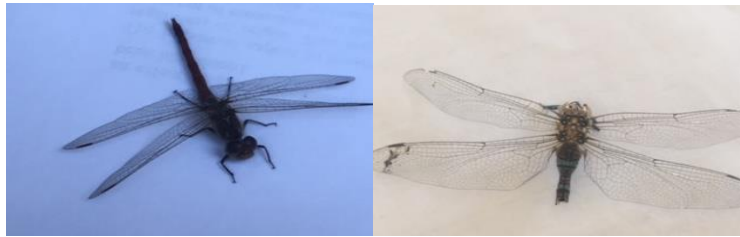
Çalışmanın uygulama aşaması 2017-2018 eğitim-öğretim yılı güz yarıyılında Fen ve Teknoloji Laboratuvar dersi kapsamında altı hafta boyunca gerçekleştirilmiştir. Altı hafta boyunca gerçekleştirilen bu uygulamalarda STEM entegrasyon program modellerinden bağlam entegrasyon modeli temel alınmıştır. Bağlam entegrasyon

modeli, STEM eğitim içeriklerinden birinin merkeze alınarak diğer disiplinlerin merkeze alınan bu içerik etrafından öğretilmesini kapsar (Moore, Stohlmann, Wang, Tank, Glancy ve Roehrig, 2014). Bu çalışma kapsamında, doğada var olan hayvan ve bitkiler merkeze alınmıştır. Merkeze alınan bu içerik ile diğer STEM disiplinleri arasında öğrencilerin bağlantı kurmaları amaçlanmıştır. Bu sayede öğretmen adaylarının, doğayı gözlemleyerek mühendislik dizayn süreçleri sonucunda ortaya bir ürün çıkarmaları sağlanmıştır. Temelde bu durum, anlamlı şekilde öğrenilen fen ya da matematik bilgisinin mühendislik tasarım süreciyle birleştirilerek sonucunda teknolojik ürün ortaya çıkarılması şeklindedir (Moore ve diğerleri, 2014, s.38). Bu doğrultuda, öğretmen adaylarına ilk önce doğayı gözleme fırsatı sunulmuş ve sonrasında doğadan esinlenerek yeni bir tasarım oluşturmuşları istenmiştir. Çalışma sırasında yapılan uygulamalar önce tablolardan açıklanmış sonrasında fotoğraflar ile desteklenmiştir. Uygulamalara ilişkin bilgiler Tablo 1, 2, ve 3'te verilmiştir.

Tablo 1. Birinci ve İkinci Haftaya İlişkin Bilgiler

Hafta	1. Aşama	2. Aşama
1. ve 2. Hafta	<ul style="list-style-type: none"> • Yusufçuk böceğinin incelenmesi, • Özelliklerinin araştırılması, • Helikopter ile ilgili araştırmaların yapılması • Yusufçuk böceği ile helikopter arasındaki benzerliklerin tespit edilmesi 	<ul style="list-style-type: none"> • Yusufçuk böceğinin çizilmesi • Kanat yapısının çizilmesi • Benzerlik ve farklılıklardan yola çıkarak helikopter tasarımına karar verilmesi • Helikopter tasarımının çizilmesi, • Helikopterin oluşturulması

İlk iki hafta yapılan uygulamaya ilişkin fotoğraflar Şekil 1'de gösterilmiştir. Bunlar:





Şekil 1. Uygulamaların ilk iki haftasına ilişkin fotoğraflar

Tablo 2. Üçüncü ve Dördüncü Haftaya İlişkin Bilgiler

Hafta	1. Aşama	2. Aşama
3. ve 4. Hafta	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Aşk merdiveni, çınar ve dut ağacı yaprağının toplanması, ✚ Yapaklardan bir tanesinin seçilmesi, ✚ Seçilen yaprağın özelliklerinin araştırılması, ✚ Seçilen yaprağın özelliğinden yola çıkarak yapılacak mimari tasarıma karar verilmesi, 	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Karar verilen tasarımın çizilmesi, ✚ Mimari yapının oluşturulması, ✚ Eksiklerin tespit edilmesi, ✚ Modele son hâlinin verilmesi,

Üçüncü ve dördüncü hafta yapılan uygulamaya ilişkin fotoğraflar Şekil 2’de gösterilmiştir. Bunlar:

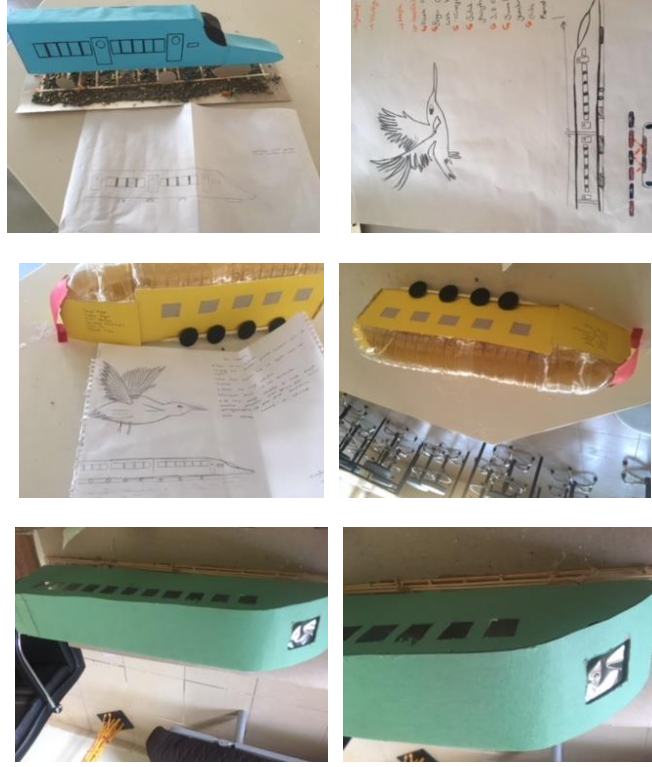


Şekil 2. Uygulamaların üçüncü ve dördüncü haftasına ilişkin fotoğraflar

Tablo 3. Beşinci ve Altıncı Haftaya İlişkin Bilgiler

Hafta	1. Aşama	2. Aşama
5. ve 6. Hafta	<ul style="list-style-type: none"> • Yalıçapkını kuşunun incelenmesi, • Yalıçapkını kuşunun özelliklerinin tespit edilmesi • Yalıçapkını kuşundan yola çıkılarak yapılan hızlı trenin özelliklerinin incelenmesi, • Hızlı tren ve yalıçapkını kuşu arasındaki benzerliklerin tespit edilmesi, • Hızlı tren için tasarıma karar verilmesi 	<ul style="list-style-type: none"> • Tasarımın yapılmasına başlanması • Tasarımın yapılması ve son hâlinin verilmesi

Beşinci ve altıncı hafta yapılan uygulamaya ilişkin fotoğraflar Şekil 3’te gösterilmiştir. Bunlar:



Şekil 3. Uygulamaların beşinci ve altıncı haftasına ilişkin fotoğraflar

Veri Toplama Araçları

Bu çalışma kapsamında veri toplama aracı olarak “STEM Eğitiminde Biyomimikri Görüşme Formu” kullanılmıştır. Bu yarı yapılandırılmış görüşme formu araştırmacı tarafından geliştirilmiştir. Araştırmacı tarafından geliştirilen yarı yapılandırılmış görüşme formunun taslak hâli 10 sorudan oluşmaktadır. Yarı yapılandırılmış görüşme formunun taslak hâli STEM eğitimi alanında çalışması olan bir uzmana sorulmuştur. Uzman görüşleri doğrultusunda bu sorular gözden geçirilmiştir. Bu işlemin arkasından yarı yapılandırılmış görüşme formuna son hâli verilmiştir. Son hâli verilen görüşme

formu fen bilgisi öğretmenliği bölümünde okuyan üç öğretmen adayına pilot çalışma olarak uygulanmıştır. Uygulama neticesinde ayrı sorular hâlinde verilen “*Biyomimikri uygulamalarında öğrendiğiniz bilgileri derslerinizde nasıl kullanmayı düşünüyorsunuz*” ve “*Biyomimikri uygulamalarını neden kullanmayı düşünüyorsunuz?*” soruları “*Biyomimikri uygulamalarında öğrendiğiniz bilgileri derslerinizde nasıl ve neden kullanmayı düşünüyorsunuz?*” şeklinde düzeltilmiştir. Bunun yanında “*Biyomimikri uygulamalarının size faydaları nelerdir?*” sorusu “*Biyomimikri uygulamalarının size katkıları nelerdir?*” şeklinde düzeltilmiştir. Düzeltmeler sonucunda yarı yapılandırılmış görüşme formuna son hâli verilmiştir.

Verilerin Analizi

Araştırmada nitel veri kaynağı olarak, araştırmacı tarafından geliştirilen yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır. Görüşme formundan elde edilen veriler içerik analizine tabi tutulmuştur. Görüşme yapmanın temel amacı, konuya ilişkin derinlemesine, detaylı ve çok boyutlu nitel bilgi elde etmektir. Bu çalışmada öğretmen adayları ile yarı yapılandırılmış görüşme formu sonucunda 100 dakikalık ses kaydı oluşturulmuştur. Araştırmacı ses kayıtlarını yazıya döktükten sonra verilerin analizine geçilmiştir.

Elde edilen verilerin analizi ve yorumu dört aşamalı bir şekilde gerçekleştirilmiştir. Veriler analiz edilirken ses kayıtlarına ilişkin transkriptler oluşturulmuştur. Ses kayıtları yazıya dökülmüştür. Yazıya dökülen ses kayıtları araştırmacının kendi ve bir uzman yardımı ile ayrı ayrı kodlanmıştır. Bu kodlama sürecinde görüş birliğinin ve görüş ayrılığının olduğu kısımlar belirlenmiştir. Bu çalışmada [(Görüş Birliği/Görüş Birliği + Görüş Ayrılığı)*100] formülü ile kodlayıcı güvenilirliği hesaplanmıştır (Miles ve Huberman, 1994). Bu araştırma için kodlayıcı güvenilirliği $((70/70 + 15) * 100) = \% 82$ olarak hesaplanmıştır. Bu çalışma kapsamında kullanılacak olan kodlar belirlendikten sonra kodların hangi temalar altında yer alacağını belirlemek için alanyazını taraması yapılmıştır (Bağcı-Kılıç, 2003; Banks ve Barlex, 2014; Bozkurt, 2014; Bozkurt, Yamak ve Buluş-Kırıkkaya, 2016; Kandemir ve Yılmaz, 2012; Karamustafaoğlu ve Yaman, 2006; Padilla ve Okey, 1984; Yıldırım, 2016). Kodların oluşturulmasında öğretmen

adaylarının görüşleri önce yazıya dökülmüş ve yazıya dökülen görüşler kodlara dönüştürülmüştür. Örneğin; Ö11 rumuzlu öğretmen adayımız “*Canlı özelliklerinin günlük hayatımızda kullanıldığını bu kadar fark etmemiştim*” görüşünü bildirmiştir. Bu öğretmen adayımızın görüşü “*Farkındalık*” şeklinde kodlanmıştır. Yapılan alan yazını taraması sonucunda temalar belirlenmiştir. Bu belirlemeden sonra kodlar bu kategori ve temalar altında tablolarda gösterilmiştir. Çalışma kapsamında oluşturulan tema ve kod örnekleri Tablo 4’te sunulmuştur. En son aşamada veriler yorumlanmıştır. Analizler sonucunda bilimsel etiğe dikkat etmek ve kişilerin isimlerinin saklı tutulması için bireylere kodlar verilmiştir. Bu kodlar Ö1, Ö2, Ö3,..., Ö16, Ö17 şeklinde devam etmektedir.

Tablo 4. Tema, kod ve sorulara ilişkin örnekler

Örnek temalar	Örnek kodlar	Soru
Öğretim ilkeleri	Somuttan soyuta Hayatilik Kolaydan zora	“Biyomimikri uygulamalarında öğrendiğiniz bilgileri derslerinizde nasıl ve neden kullanmayı düşünüyorsunuz?”
Bilimsel Süreç Becerileri	Gözlem yapma Veri kaydetme Deney yapma	
Öğretme-öğrenme süreçleri	Oynayarak öğrenme Aktif öğrenme	
Diğer	Entegrasyon Farkındalık	
	İcat Araç-gereçler Robot Uygulama bilgisi	Biyomimikri uygulamaları sonucunda teknolojiyi nasıl açıklarsınız?”

BULGULAR

Bu bölümde, görüşme formu sonucunda elde edilen nitel verilere ilişkin bulgulara yer verilmiştir. Öğretmen adaylarının biyomimikri uygulamaları sonucunda, doğaya ilişkin görüşlerinde değişiklik olup olmadığı sorulmuştur. Bunun üzerine öğretmen adaylarının verdikleri cevaplar Tablo 5’te gösterilmiştir.

Tablo 5. “Biyomimikri uygulamaları sonucunda doğaya ilişkin görüşleriniz değişti mi?” sorusuna ilişkin bilgiler

Kodlar	F
Değişti	15
Değişmedi	2

Tablo 5 incelendiğinde, biyomimikri uygulamaları sonucunda öğretmen adaylarının çoğunluğunun doğaya ilişkin görüşünün olumlu yönde değiştiği bunun yanında bazı öğrencilerin ise görüşlerinde bir değişme olmadığı tespit edilmiştir.

Öğretmen adaylarının biyomimikri uygulamaları sonucunda, doğaya ilişkin görüşlerinden nasıl bir değişiklik olduğu sorulmuştur. Bunun üzerine öğretmen adaylarının verdikleri cevaplar Tablo 6’da gösterilmiştir.

Tablo 6. “Doğaya ilişkin görüşleriniz değişti mi, değişti ise hangi yönde değişti? Açıklar mısınız?” sorusuna ilişkin bilgiler

Kodlar	F
Farkındalık	9
Bakış açısı	3
Gözlem yeteneği	3
Öğrenme	3
Allah sevgisi	2
İlgi	1

Tablo 6 incelendiğinde, uygulamalar sonucunda öğretmen adaylarının doğaya karşı farkındalıklarında, doğaya olan bakış açılarında ve gözlem yeteneklerinde bir değişimin olduğunu tespit edilmiştir. Bu soruya ilişkin örnek cevaplara aşağıda yer verilmiştir.

Ö4: ...Doğada bulunan canlılardan yola çıkarak teknolojik tasarımlar yapılacağına farkında vardım. Bu çalışmalar doğada bulunan her canlıya farklı gözle bakmama neden oldu.

Ö12: ... Daha yaratıcı bir bakış açısına sahip oldum. Doğada var olan her şeyi gelecek nesillerimiz için yorumlayıp bilgi olarak kullanmam gerektiğini öğrendim.

Ö14:... Çünkü eskiden sadece bir yaprak deyip geçtiğim bitkiden esinlenerek ev yapıldığını görünce doğanın harika olduğunu anladım. Gerçekten gözlem yeteneğime çok katkı sağladı.

Öğretmen adaylarına biyomimikri uygulamalarının katkıları sorulmuştur. Bunun üzerine öğretmen adaylarının verdikleri cevaplar Tablo 7’de gösterilmiştir.

Tablo 7. “Biyomimikri uygulamalarının size katkıları nelerdir?” sorusuna ilişkin bilgiler

Kodlar	F
Farklı bakış açısı	9
Farkındalık kazanma	4
El-göz koordinasyon becerisi	3
Eleştirel düşünme	2
Hayal gücü	2
Görüş geliştirme	1
Bilgi artışı	1
Yaratıcılık	1

Tablo 7 incelendiğinde, öğretmen adayları en çok biyomimikri uygulamalarının farklı bakış açısı kazanma, farkındalık kazanma ve el-göz koordinasyonunu sağlama konusunda katkısı olduğunu ifade etmiştir. Bu soruya ilişkin örnek cevaplara aşağıda yer verilmiştir.

Ö3:... Yapılan uygulamalar sonucunda doğa güzelliklerini fark etmeye başladım. Doğaya ve daha duyarlı ve faydalı bir birey olma özelliği kazandırdı.

Ö5:... Yaptığımız üç farklı ürün sonucunda hayal gücümde sınır tanımadan ve hayata yakınlık ilkesini benimsedim.

Ö11:... El becerisini geliştirme ve görüş açımızı geliştirme, çevreye farklı bir bakış açısı ile bakmayı sağlama.

Öğretmen adaylarına biyomimikri uygulamalarına derslerinde yer verip vermeyecekleri sorulmuştur. Bunun üzerine öğretmen adaylarının verdikleri cevaplar Tablo 8’de gösterilmiştir.

Tablo 8. “Biyomimikri uygulamalarına derslerinizde yer vermeyi düşünüyor musunuz?” sorusuna ilişkin bilgiler

Kodlar	F
Evet	17
Hayır	-

Tablo 8 incelendiğinde, öğretmen adaylarının tamamı biyomimikri uygulamalarını derslerinde yer vermek istediklerini ifade etmişlerdir.

Öğretmen adaylarına, biyomimikri uygulamalarını derslerinde nasıl uygulayacakları da sorulmuştur. Bunun üzerine öğretmen adaylarının verdikleri cevaplar Tablo 9’da gösterilmiştir.

Tablo 9. “Biyomimikri uygulamalarında öğrendiğiniz bilgileri derslerinizde nasıl ve neden kullanmayı düşünüyorsunuz?” sorusuna ilişkin bilgiler

Temalar	Kodlar	f
Öğretim ilkeleri	Somuttan soyuta	8
	Hayatilik	6
	Kolaydan zora	1
Bilimsel Süreç Becerileri	Gözlem yapma	2
	Veri kaydetme	2
	Deney yapma	1
Öğretme-Öğrenme Süreçleri	Oynayarak öğrenme	1
	Aktif öğrenme	1
Diğer	Entegrasyon	3
	Farkındalık oluşturmak	2

Tablo 9 incelendiğinde, öğretmen adayları biyomimikri uygulamalarını öğretim ilkeleri, bilimsel süreç becerileri ve öğretme-öğrenme süreçleri temaları altında kullanmayı düşünmektedirler. Öğretim ilkeleri teması altında biyomimikri uygulamalarını en çok somuttan soyuta öğretmede; Bilimsel Süreç becerileri teması altında gözlem yapma ve veri kaydetme için; Öğretme-öğrenme süreçleri teması altında aktif öğrenme ve oynayarak öğrenmede kullanacaklarını ifade etmişlerdir. Bu soruya ilişkin örnek cevaplara aşağıda yer verilmiştir.

Ö2:... Öğrencilere gözlem yaptırmada, yaptırılan gözlemlerden yola çıkarak tasarım yaptırmada kullanabilirim.

Ö15:... Yaptığımız uygulamaların öğrencinin keşfetme, sorunlara çözüm bulma becerilerini geliştirdiğinden bende derslerimde bunu uygulayacağım. Bir Yusufçuktan helikopter yapmak hem eğlenceli hem de öğrencilerin düşünce becerisini arttırmasını sağlar.

Ö17:... Doğa ve yapılan icatların birbiri ile ilişkili olduğunu yusufçuk ve yalıçapkını üzerinden vererek somutlaştırarak öğretebiliriz.

Öğretmen adaylarına biyomimikri uygulamaların sonucunda teknolojiye yönelik görüşlerinde bir değişiklik olup olmadığı sorulmuştur. Bunun üzerine öğretmen adaylarının verdikleri cevaplar Tablo 10’da gösterilmiştir.

Tablo 10. “Biyomimikri uygulamaları sonucunda teknolojiye ilişkin görüşleriniz değişti mi?” sorusuna ilişkin bilgiler

Kodlar	F
Evet	14
Hayır	3

Tablo 10 incelendiğinde, öğretmen adaylarının büyük çoğunluğunun biyomimikri uygulamaları sonucunda teknolojiye yönelik görüşlerinde olumlu yönde bir değişiklik olduğu tespit edilirken bazı öğretmen adaylarında ise teknolojiye ilişkin bir görüş değişikliği tespit edilmemiştir.

Öğretmen adaylarına teknolojiyi nasıl açıklarsınız sorusu sorulmuştur. Bunun üzerine öğretmen adaylarının verdikleri cevaplar Tablo 11’de gösterilmiştir.

Tablo 11. “Biyomimikri uygulamaları sonucunda teknolojiyi nasıl açıklarsınız?” sorusuna ilişkin bilgiler

Kodlar	F
İcat	9
Araç-gereç	6
Robot	1
Uygulama bilgisi	1

Tablo 11 incelendiğinde, öğretmen adaylarının çoğunluğunun aklına teknoloji denildiğinde icat ve araç-gereçler gelmektedir. Öğretmen adaylarının bu cevaplarını

sırasıyla “Robot ve Uygulama Bilgisi” izlemiştir. Bu soruya ilişkin örnek cevaplara aşağıda yer verilmiştir.

Ö2: ... İnsan hayatını kolaylaştırmak için yapılan icatlara teknoloji denir.

Ö10: ... Gücün ve bilginin bir arada olduğu yeniliktir.

Ö13: ... Hayatı kolaylaştıran, işlevsel olan, ergonomik olan aletlerdir.

Ö17: ... Matematik, fen ve mühendisliğin bir araya gelerek ürün oluşturma sürecine teknoloji denir.

Öğretmen adaylarından teknolojiye ilişkin örnekler istenmiştir. Öğretmen adaylarının bu soruya verdikleri cevaplara ilişkin bilgiler Tablo 12’de verilmiştir.

Tablo 12. “Teknolojiye örnek verir misiniz?” sorusuna ilişkin bilgiler

Kodlar	F
Bilgisayar	6
Telefon	6
Kalem	2
Televizyon	1
Akıllı tahta	1
Sismograf makinesi	1

Tablo 12 incelendiğinde, öğretmen adaylarının çoğunluğu teknolojiye örnek olarak bilgisayar ve telefonu vermiştir. Bu cevabı sırasıyla “Kalem, televizyon, akıllı tahta ve sismograf makinesi” izlemiştir. Cevaplar incelendiğinde, öğretmenlerin cevaplarının tamamının teknoloji ürünleri üzerine odaklandığı görülmektedir.

Öğretmen adaylarına uygulamalar sırasında hangi bilimsel süreç becerilerini kullandıkları sorulmuştur. Öğretmen adaylarının bu soruya verdikleri cevaplara ilişkin bilgiler Tablo 13’te verilmiştir.

Tablo 13. “Uygulamalar sırasında bilimsel süreç becerilerinden hangilerini kullandınız?” sorusuna ilişkin bilgiler

Temalar	Kodlar	f
Temel Beceriler	Gözlem yapma	15
	Verileri kaydetme	7
	Ölçme	4

	Sayı ve uzay ilişkisi	1
Nedensel Beceriler	Sonuç çıkarma	1
	Verileri yorumlama	7
	Önceden kestirme	3
	Değişkenleri belirleme	2
Deneysel Beceriler	Karar verme	2
	Verileri kullanma/ model yapma	8
	Deney yapma	6
	Hipotez kurma	6
	Değişkenleri kontrol etme	2

Tablo 13 incelendiğinde, öğretmen adayları biyomimikri uygulamaları sırasında bilimsel süreç becerilerini “Temel, Nedensel ve Deneysel Beceriler” olmak üç tema altında sunulmuştur. Öğretmen adayları temel becerilerden en çok gözlem yapma ve veri kaydetme; Nedensel becerilerden sonuç çıkarma ve veri yorumlama ile Deneysel becerilerden karar verme ve verileri kullanma/model yapma becerilerini kullandıklarını ifade etmişlerdir. Bu soruya ilişkin örnek cevaplara aşağıda yer verilmiştir.

Ö1: ... Çalışmalar sırasında önce yusuşuk böceğini gözlemledik, gözlemlerimizi kaydettik, helikopteri inceleyerek yusuşuk böceği ile karşılaştırdık ve karar verip modelimizi yaparak çalışmayı bitirdik.

Ö6: ... Uygulamaları yaparken ilk önce gözlem yaptık, ölçtük ve verileri kaydederek modelimizi yaptık.

Ö16: ... Uygulamalar sırasında ilk önce verilen canlıları gözlemledik, gözlemler sonucunda veriler toplayarak modelleri oluşturduk. En son aşamada ise modelleri farkı açılardan test ettik.

Öğretmen adaylarının biyomimikri uygulamaları sırasında yaptıkları tasarımlarda nelere dikkat ettikleri sorulmuştur. Öğretmen adaylarının bu soruya verdikleri cevaplar Tablo 14’te gösterilmiştir.

Tablo 14. “Biyomimikri uygulamaları sırasında yaptığımız tasarımlarda nelere dikkat ettiniz?” sorusuna ilişkin bilgiler

Kodlar	F
Gerçekçilik	8
Ekonomiklik	6
Kullanışlılık	5
Dayanıklılık	4
Estetik	2
Hedefe uygunluk	1
Kolay ulaşılabilirlik	1

Tablo 14 incelendiğinde, öğretmen adayları tasarımlarda en çok gerçekçilik, ekonomiklik ve kullanışlılık özelliklerine dikkat etmişlerdir. Bunların dışında öğretmen adayları sırasıyla “Dayanıklılık, Estetik, Hedefe Uygunluk ve Kolay Ulaşılabilirlik” özelliklerini söylemişlerdir. Bu soruya ilişkin örnek cevaplara aşağıda yer verilmiştir.

Ö8: ... Yaptığımız tasarımların amaca uygunluğuna ve kullanışlı olup olmadığına dikkat ettim.

Ö7: ... Malzemeleri kısıtlı ve az olarak kullanmaya dikkat ettik. Verilen örneklere benzerliğe dikkat ettik.

Ö9: ... Canlı ile modelin uyumuna, hayatilik açısından kullanışlılığına, ergonomikliğine ve yapısına baktık.

Öğretmen adaylarına biyomimikri uygulamaları sırasında kullandıkları mühendislik dizayn süreçleri sorulmuştur. Öğretmen adaylarının bu soruya verdikleri cevaplar Tablo 15’te gösterilmiştir.

Tablo 15. “Biyomimikri uygulamaları sırasında mühendislik dizayn süreçlerinden hangilerini kullandınız?” sorusuna ilişkin bilgiler

Temalar		Kodlar	f
Mühendislik Süreçleri	Dizayn	Çözüm bulma	9
		Model yapımı	6
		Problemi belirleme	6
		Taslak çizim	6
		Tasarım oluşturma	5
		Model denemesi	4
		Fikir oluşturma	2
Kavram Bilimsel Süreç Becerileri	Yanılgıları:	Deney yapma	4
		Hipotez oluşturma	2
		Karar verme	2
		Araştırma yapma	1
		Gözlem yapma	1
		Sınıflama	1
		Verileri kullanma ve model oluşturma	1
		Verileri kaydetme	1

Tablo 15 incelendiğinde, öğretmen adayları biyomimikri uygulamaları sırasında mühendislik dizayn süreçlerinden en çok çözüm bulma, model yapma ve problemi belirleme aşamalarını kullandıklarını ifade etmişlerdir. Bunu sırayla “Taslak çizimi, tasarımı oluşturma, modelin denenmesi ve fikir oluşturma” izlemektedir. Bunun yanında öğretmen adaylarının bazılarının mühendislik dizayn süreçleri ile bilimsel süreç becerilerini karıştırdıkları da tespit edilmiştir. Öğretmen adayları özellikle deney yapma ve hipotez oluşturmayı mühendislik dizayn süreci içerisinde düşünmektedirler. Diğer bir deyişle, öğretmen adaylarının bazılarında bu konuyla ilgili kavram yanılgısı olduğu da görülmektedir. Bu soruya ilişkin örnek cevaplara aşağıda yer verilmiştir.

Ö1:… Öncelikle ürünü tasarladık. Daha sonra ürünler ile ilgili fikirler oluşturduk, fikirler doğrultusunda problemi belirledik, probleme ilişkin olası çözüm yollarını bularak materyal tasarımını yaptık.

Ö5:… Önce problemi belirledik ve hipotez oluşturduk daha sonra çözüm yollarını bulup modeller oluşturduk.

Ö7:... Uygulamalar sırasında ilk önce mühendislik dizayn süreçlerinden problemin belirlenmesini kullandık. Olası çözüm yollarını düşündük. Doğadan esinlenerek modeli yapmaya çalıştık ve modeli denedik.

TARTIŞMA ve SONUÇ

Çalışma kapsamında, STEM eğitiminde biyomimikri uygulamalarına ilişkin öğretmen adaylarının görüşleri incelenmiştir. İnceleme sonucunda biyomimikri uygulamalarına ilişkin öğretmen adaylarının olumlu bir bakış açısında sahip oldukları ve biyomimikri uygulamalara derslerinde yer vermeyi düşündükleri tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra biyomimikri uygulamaları sonucunda öğretmen adaylarının teknolojiye yönelik görüşleri olumlu yönde değişmiştir. Biyomimikri uygulamalarının öğretmen adaylarının bilişsel ve psiko-motor becerilerin gelişmesine katkı sağladığı da görülmüştür. Bu uygulamaların özellikle öğretmen adaylarının farklı bir bakış açısına sahip olmasına imkân verdiği, doğaya ilişkin bir farkındalık oluşturduğu, hayal gücü ve eleştirel düşünme becerilerine katkı sağladığı tespit edilmiştir. Alavad ve Mahgoub (2014) biyomimikri uygulamalarının sanat eğitimi alan üniversite öğrencilerinin eleştirel düşünme becerilerine olan etkisini incelemiştir. Araştırma sonucunda, biyomimikri uygulamalarının öğrencilerin eleştirel düşünme becerisini olumlu yönde geliştirdiğini göstermiştir. Alavad ve Mahgoub'un (2014) elde ettikleri bu sonuç, bu çalışmayla paralellik göstermektedir. Alanyazını incelendiğinde STEM uygulamaları ve tasarım temelli uygulamaların bireylerin eleştirel düşünme becerilerini geliştirdiğini göstermektedir (Choi ve Hong, 2015; Choi ve Hong, 2013; Elliott, Oty, McArthur ve Clark, 2001; Morrison, 2006; Olivarez, 2012; Yıldırım, 2016). Bu çalışma alanyazının da yapılan çalışmaların benzer sonuçlar verdiği anlaşılmaktadır.

Öğretmen adaylarına biyomimikri uygulamalarına derslerinde nasıl yer verecekleri sorulduğunda ise, özellikle bu uygulamalarını öğretim ilkeleri teması altında, somuttan soyuta ve hayatilik ilkesi; Bilimsel Süreç becerileri teması altında gözlem yapma ve veri kaydetme; öğretme-öğrenme süreçlerinde aktif öğrenme ve oynayarak öğrenmede kullanacaklarını ifade etmişlerdir. Diğer bir deyişle öğretmen adayları bu uygulamaları

derslerinde kullanırken günlük yaşamla bağlantı kurarak öğretmeyi düşünmektedir. Alanyazını incelendiğinde STEM uygulamalar ve tasarım temelli öğrenme ilgili yapılan çalışmaların çoğunda eğitimin günlük yaşamla bağlantılı olması gerektiği üzerinde durulmaktadır (Boston Children's Museum [BCM], 2013; Bozkurt, 2014; Gülhan ve Şahin, 2016; Morrison, 2006; Yıldırım, 2016).

Uygulamalar neticesinde öğretmen adayları teknolojiyi icat, araç-gereç, robot ve uygulama bilgisi gibi farklı şekillerde ifade ettikleri ve teknolojiye örnek olarak da bilgisayar, cep telefonu, televizyon, akıllı tahta ve sismograf cevabını verdikleri tespit edilmiştir. Alanyazını incelendiğinde, birçok çalışma da teknoloji denildiğinde akla bilgisayara gelmektedir (Jacobs, 2013; Millî Eğitim Bakanlığı (MEB), 2006; Yalvaç, Tekkaya, Çakıroğlu ve Kahyaoğlu, 2007; Zorlu ve Baykara; 2014). Yıldırım (2016) çalışmasında öğrencilerden teknoloji ile ilgili örnekler istemiştir. Çalışma sonucunda öğrencilerin teknoloji olarak bilgisayar, telefon ve televizyon örnekleri verdiklerini tespit etmiştir. Bu çalışmada da öğretmen adayları teknolojiye örnek olarak en çok bilgisayar, telefon ve televizyon örneği verdikleri görülmektedir. Benzer şekilde Hammack, Ivey, Utley ve High (2105) çalışmasında, ortaokul öğrencilerinin mühendislik ve teknoloji algılarını incelemiştir. İnceleme sonucunda öğrencilerin en çok televizyon ve telefon cevaplarını verdiklerini tespit etmişlerdir. Bu çalışmalar sonucunda elde edilen sonuçlar ile bu çalışma kapsamında elde edilen sonuçlar birbirini destekler niteliktedir. Ancak, Cavanagh ve Trotter (2008) teknolojiyi sadece elektronik araç-gereçler değil aksine fen ve matematik bilgilerinden yararlanarak yaşam standartlarını artırma süreci şeklinde ifade etmişlerdir.

Öğretmen adayları biyomimikri uygulamaları sırasında yaptıkları tasarımlarda tasarımın gerçekçi olması, ekonomik olması, kullanılabilirlik ve dayanıklılık özelliklerine dikkat etmişlerdir. Bu özellikler bir materyalin tasarlanmasında dikkat edilmesi gereken özellikler kısmında da yer almaktadır. Bunun yanında bu özelliklerin tamamı ergonomiklik kavramı ile de yakında ilişkilidir. Eryılmaz (2015) çalışmasında, biyomimikri uygulamaları sırasında oluşturulan tasarımlarda ergonomikliği üzerinde durmuş ve bu kavramın tasarım ve teknoloji için önemli olduğunu vurgulamıştır. Bu

çalışmada elde edilen sonuç ile Eryılmaz (2015)'ın çalışmasında elde edilen bilgiler birbirini destekler niteliktedir.

Öğretmen adayları biyomimikri çalışmaları kapsamında bilimsel süreç becerilerinden özellikle gözlem yapma, sonuç çıkarma ve karar verme becerilerini kullandıkları; mühendislik dizayn süreçlerinden ise en çok olası çözümlerin bulunması, model oluşturma ve problemin belirlenmesi aşamalarının kullanıldığı tespit edilmiştir. Bu çalışma kapsamında, öğretmen adayları bilimsel süreç becerilerinden birçoğunu kullandıkları söylenebilir. Cotabish, Dailey, Robinson ve Hunghe (2013) yapmış oldukları çalışmalar sonucunda STEM uygulamalarının bilimsel süreç becerilerini olumlu yönde geliştirdiğini tespit etmişlerdir. Bu sonuç bu çalışma ile paralellik göstermektedir. Ancak çalışma sonucunda bazı öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerileri ile mühendislik dizayn süreçlerini karıştırdıkları da ortaya çıkmıştır. Bozkurt'a (2004) göre, bu süreçlerin benzer yanları olsa da birbirinde farklı olduğunu ifade etmiştir. Benzer şekilde Honey ve Kanter (2013) bilimsel süreç becerileri ile mühendislik dizayn süreçlerinin arasındaki farkları karşılaştırmalı bir şekilde açıklamıştır. Birçok çalışmada da mühendislik dizayn süreçleri ile bilimsel süreç becerilerinin birbirinden farklı olduğu vurgulanmıştır (Banks ve Barlex, 2014; Yıldırım, 2016).

ÇALIŞMANIN SINIRLILIKLARI ve ÖNERİLER

Biyomimikri uygulamalarının öğretmen adaylarının görüşleri üzerine etkisinin incelendiği bu çalışmanın sınırlılıkları ve bu sınırlılıklar neticesinde yapılacak çalışmalar için yapılan öneriler açıklanmıştır. Bu çalışma bir devlet üniversitesinin eğitim fakültesi fen bilgisi öğretmenliği 3. sınıfına devam eden öğretmen adayları ile gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma doğrultusunda yapılacak olan yeni çalışmalar farklı fakülte, bölüm ve sınıflar üzerinde gerçekleştirilebilir. STEM eğitiminde biyomimikri uygulamaları ilköğretim, ortaokul, lise ve üniversite düzeylerinde uygulanarak etkilerine bakılabilir.

Bu çalışma 2017-2018 eğitim-öğretim yılı göz döneminde bir buçuk ay boyunca gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma daha uzun süreçlerde çalışabilir. Çalışmalar yusuçuk böceği, yalıçapkını kuşu ve yapraklar üzerinde sürdürülmüştür. Yeni yapılacak çalışmalarda doğada bulunan farklı örnekler alınarak uygulamalar yapılabilir.

Bu çalışma nitel bir çalışma olarak yürütülmüştür. Bu yüzden yeni yapılacak olan çalışmalarda karma yöntemler kullanılabilir. Bu çalışmada sadece öğretmen görüşleri incelenmiştir. Yeni yapılacak olan çalışmalarda biyomimikri uygulamalarının farklı bağımlı değişkenler üzerine etkisi incelenebilir. STEM eğitiminde biyomimikri uygulamaları ile ilgili farklı proje ve çalışmalar yapılarak her yaş grubunda yer alan bireylerin doğaya ilişkin görüşleri değiştirilebilir.

KAYNAKLAR

- Bağcı-Kılıç, G. (2003). Üçüncü uluslararası matematik ve fen araştırması (TIMSS): Fen öğretimi, bilimsel araştırma ve bilimin doğası. *İlköğretim-Online*, 2(1), 42–51.
- Banks, F., ve Barlex, D. (2014). *Teaching STEM in the secondary school: how teachers and schools can meet the challenge*. London: Routledge.
- Benyus, JM. (1997). *Biomimicry: innovation inspired by nature*. Harper Collins: New York.
- Boston Children's Museum. (2013). *STEM sprouts teaching guide*. Boston, MA.
- Bozkurt, E. (2014). *Mühendislik tasarım temelli fen eğitiminin fen bilgisi öğretmen adaylarının karar verme becerisi, bilimsel süreç becerileri ve sürece yönelik algularına etkisi*. (Yayınlanmamış doktora tezi). Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Bozkurt, E. B., Yamak, H., ve Buluş Kırkkaya, E. (2016). FeTeMM eğitim yaklaşımının öğretmen eğitiminde uygulanmasına yönelik bir öneri: tasarım temelli fen eğitimi. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(2), 212-232.
- Cavanagh, S., ve A. Trotter. 2008. Where's the "T" in STEM?.
<http://www.edweek.org/ew/articles/2008/03/27/30stemtech.h27.html>
adresinden erişilmiştir.
- Choi, Y., ve Hong, S.H. (2015). Effects of steam lessons using scratch programming regarding small organisms in elementary science-gifted education. *The Korean Society of Elementary Science Education*, 34(2), 194-209.
- Choi, Y., ve Hong, S.H. (2013). The Development and application effects of steam program about 'world of small organisms' unit in elementary science. *Elementary Science Education*, 32(3), 361-377.
- Cotabish, A., Dailey, D. Robinson, A. ve Hungnes, G. (2013). The Effects of a STEM intervention on elementary students' science knowledge and skills. *School Science and Mathematics*, 113(5), 215-226.
- Doppelt, Y., Mehalik, M.M., Schunn, C.D., Silk, E., ve Krysinski, D. (2008). Engagement and achievements: a case study of design-based learning in a science context. *Journal of Technology Education*, 19(2), 22–39
- Elliott, B., Oty, K., McArthur, J., ve Clark, B. (2001). The effect of an interdisciplinary algebra/science course on students' problem solving skills, critical thinking skills and attitudes towards mathematics. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 32(6), 811–816

- Eryılmaz, H. (2015). Biyomimikri ve Ergonomi: Tasarımda Doğadan Yenilikçi İlham. *Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 3(3), 469-474.
- Gardener, G. E. (2012). Using biomimicry to engage students in a design-based learning activity. *The American Biology Teacher*, 74(3), 182- 184.
- Gonzalez, H. B., ve Kuenzi, J.J. (2012). *Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education: A primer*.
<https://fas.org/sgp/crs/misc/R42642.pdf> adresinden erişilmiştir.
- Gülhan, F., ve Şahin, F. (2016). Fen-teknoloji-mühendislik-matematik entegrasyonunun (STEM) 5. sınıf öğrencilerinin bu alanlarla ilgili algı ve tutumlarına etkisi. *International Journal of Human Sciences*, 13(1), 602-620.
- Hammack, R., Ivey, T.A., Utley, J., ve High, K.A. (2015). Effect of an engineering camp on students " perceptions of engineering and technology. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 5(2), 10-21.
- Honey, M., ve Kanter, D.E. (2013). *Design, Make, Play: Growing the next generation of STEM innovators*. New York, NY: Routledge.
- Hynes, M. M., ve Santos, A. D. (2007). Effective teacher professional development: Middle school engineering content. *International Journal of Engineering Education*, 23(1), 24-29.
- Jacobs, H. H. (1989). *Interdisciplinary curriculum: design and implementation*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Kandemir, E. M., ve Yılmaz, H. (2012). Öğretmenlerin üst düzey bilimsel süreç becerilerini anlama düzeylerinin belirlenmesi. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi (BAED)*, 3(5), 1-8.
- Karabetçe, A. R. (2007). Doğadan Esinlenmiş Tasarımlar: Tasarım Stratejisi olarak Biyomimikri.
https://www.researchgate.net/profile/Aliye_Karabetca3/publication/277076667_DOGADAN_ESINLENMIS_TASARIMLAR_TASARIM_STRATEJISI_OLARAK_BIYOMIMIKRI/links/5560c7f608ae8c0cab31ebd8/DOGADAN-ESINLENMIS-TASARIMLAR-TASARIM-STRATEJISI-OLARAK-BIYOMIMIKRI.pdf adresinden erişilmiştir.
- Karamustafaoğlu, O., ve Yaman, S. (2006). *Fen eğitiminde özel öğretim yöntemleri I-II*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Kennedy, S. (2004). *Biomimicry/biomimetics: General Principles and Practical Examples*. The Science Creative Quarterly.
<http://www.scq.ubc.ca/biomimicrybiomimeticsgeneral-principles-and-practical-examples/> adresinden erişilmiştir.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2006). *İlköğretim fen ve teknoloji dersi (6, 7 ve 8. sınıflar) öğretim programı*. Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.

- Moore, T.J., Stohlmann, M. S., Wang, H. H., Tank, K. M., Glancy, A. W., ve Roehrig, G. H. (2014). Implementation and integration of engineering in K-12 STEM education. In J. Strobel, S. Purzer, ve M. Cardella (Ed.), *Engineering in precollege settings: Research into practice* (pp. 35–60). Rotterdam, the Netherlands: Sense Publishers.
- Morrison, J. (2006). *TIES STEM education monograph series, attributes of STEM education*. Baltimore, MD: TIES.
- National Research Council. (2011). *Successful K-12 STEM education: identifying effective approaches in science, technology, engineering, and mathematics*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Olivarez, N. (2012). *The Impact of a STEM program on academic achievement of eighth grade students in a south texas middle school*. (Unpublished doctoral thesis). Texas A & M University, Texas.
- Padilla, J. M., ve Okey, J. R. (1984). The Effects of instruction on integrated science process skill achievement. *Journal of Research in Science Teaching*, 21 (3), 277-287.
- Tavsan, C., Tavsan, F., ve Sönmez, E. (2015). Biomimicry in architectural design education. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 489-496.
- Volstad, N.L., ve Boks, C., (2012). On the use of biomimicry as a useful tool for the industrial designer. *Sustainable Development*. 189-199.
- Yalvaç, B., Tekkaya, C., Çakıroğlu, J., ve Kahyaoğlu, E. (2007). Turkish preservice science teachers' views on science technology society issues, *International Journal of Science Education*, 29, 331–348.
- Yıldırım, B., (2016). *7. Sınıf fen bilimleri dersine entegre edilmiş fen teknoloji mühendislik matematik (STEM) uygulamaları ve tam öğrenmenin etkilerinin incelenmesi*. (Yayınlanmamış doktora tezi). Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Yıldırım, B., ve Altun, Y. (2014, Haziran). *STEM eğitimi üzerine derleme çalışması: Fen bilimleri alanında örnek ders uygulamaları*. Sözel bildiri, VI. International Congress of Education Research, Ankara.
- Yıldırım, A., ve Şimşek, H. (2008). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayınevi.
- Zari M P., (2007). Biomimetic Approaches to Architectural Design for Increased Sustainability. *Yeni Zelanda*, 33-41.
- Zhou, J. (2010). *What is STEM?*. (Unpublished master thesis). Ohio University, Ohio.
- Zorlu, Y., ve Baykara, O. (2014). Teknoloji biliminin uygulaması midir? fen ve teknoloji öğretmen adaylarının görüşleri. *Atatürk Üniversitesi Kâzım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 29, 123-144.

SUMMARY

STEM is an integrated educational approach to science, technology, engineering and mathematics (Gonzalez and Kuenzi, 2012). STEM education is a process that is used in lessons. This process is the acquisition of knowledge of science and mathematics, the incorporation of engineering design processes into the process of acquiring knowledge, and the emergence of a product as a result of the process. In this context, this process and emerging product are expressed as technology. Science and mathematics knowledge and engineering design processes are the basis for the emergence of a technological product. Technology provides people with the opportunity to improve their living standards and solve the problems they face by taking advantage of science and mathematics knowledge (Cavanagh and Trotter, 2008). Mankind has been injured by technology in order to prevail against nature and to improve living standards. The emergence of some of the technological developments are inspired from nature. Biomimicry has emerged as a result of inspiring nature and emerging technological developments. In this context, it has been found that there is no study to examine the effect of biomimicry applications on teacher candidates when literature review on biomimicry applications in STEM education is made. In addition, there was no study of the opinions of pre-service teachers on the application of biomimicry. Therefore, it was deemed appropriate to examine what the views of prospective teachers for Biomimicry applications are. In this context, the purpose of the research is to examine the effects of Biomimicry applications on the opinions of prospective teachers. For this purpose, the answer for the problem "How is the effect of biomimicry applications on the opinions of pre-service teachers in STEM education?" was sought.

Method

The study was carried out with 17 pre-service teachers studying in the third year of science teaching in faculty of education of a state university in the fall semester of 2017-2018 academic year. In the scope of the study, case study method was used from qualitative research methods. A case study is a qualitative research approach that enables a subject or situation to be studied in depth over a certain time period (Creswell, 2003). The study was conducted for 6 weeks.

Findings

As a result of biomimicry applications, it has been found that there is no change in the opinions of some students as well as the fact that majority of the pre-service teachers have changed their opinion on nature positively. As a result of the applications, it has been determined that the pre-

service teachers have a change in their awareness towards nature, the point of view of nature and their observing ability.

While pre-service teacher express the contributions that their biomimicry applications has provided them, three most common answers were having different opinions, awareness and critical thinking answers under the theme of development of cognitive skills; In the development of psycho-motor skills, they have developed hand-eye coordination skills. Moreover, all of the pre-service teachers stated that they wanted to utilize the biomimicry applications in their lessons. Moreover, while the vast majority of pre-service teachers seem to have a positive change in their views as a result of biomimicry applications, some pre-service teachers have not had any changes in their views on technology.

Discussion and Conclusions

Within the scope of the study, the opinions of the pre-service teachers regarding the biomimicry applications in STEM education were examined. As a result of the study, it was determined that the pre-service teachers who participated in biomimicry applications had more positive view on biomimicry and thought that they should have it integrated in their lessons. Moreover, biomimicry applications have changed the opinions of pre-service teachers on technology positively. When the literature is examined, STEM applications and design-based applications show that individuals develop critical thinking skills (Alavad and Mahgoub, 2014; Choi and Hong, 2015; Choi and Hong, 2013; Morrison, 2006; Yıldırım, 2016).

As a result of the applications, it has been determined that pre-service teacher have expressed and defined the technology in different forms such as; invention, tools, robots and practical knowledge, and gave examples of technology such as computer, mobile phone, television, smart board and seismograph. When the literature is examined, it is emphasized in many studies that the computer is the first thing to come to mind when technology is mentioned (Jacobs, 2013, Ministry of National Education (MNE), 2006, Yıldırım, 2016).

Pre-service teachers have paid attention to the aspects that design should be realistic, economical, usable and durable in the designs they make during biomimicry applications. However, all of these features are also closely related to the concept of ergonomics. The results obtained in this study and the information obtained in the study of Eryılmaz (2015) support each other.

Pre-service teachers use scientific process skills, especially observation, conclusion and decision making skills, within biomimicry studies; it has been determined that the most possible solutions are found from engineering designing stages, model building and problem determination phases

are used. However, as a result of the study, it was also seen that some pre-service teachers confused scientific process skills with engineering design processes. Many studies emphasize that engineering design processes and scientific process skills are different from each other (Banks and Barlex, 2014; Yıldırım, 2016).