

Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Biyomimikri Örneklerini Günlük Yaşam ve Fizik Kavramlarıyla İlişkilendirme Becerilerinin İncelenmesi

Nezahat KANDEMİR¹, Salih DEĞİRMENÇİ¹ & Mehmet Ali COŞGUN²

¹Amasya Üniversitesi, Türkiye, ²Milli Eğitim Bakanlığı, Türkiye

Gönderilme Tarihi (Received): 24/03/2022

Düzeltilme Tarihi (Revised): 20/05/2022

Kabul Tarihi (Accepted): 22/05/2022

Yayınlanma Tarihi (Publication): 30/06/2022

Özet

Bu araştırmada, öğretmen adaylarının biyomimikri örnekleri hakkında görüşlerinin alınması ve bu konuyu fizik kavramları ve günlük yaşamla ilişkilendirme becerilerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Biyomimikri öğrencilerin doğaya başka bir gözle bakmalarını sağlayıp yaratıcı düşünme, üretkenlik ve pek çok becerinin ortaya çıkmasına yardımcı olmaktadır. Araştırma 2021-2022 eğitim-öğretim yılı güz döneminde bir devlet üniversitesinin fen bilgisi öğretmenliği 3. sınıfta öğrenim gören 20 öğretmen adayı ile yapılmıştır. Çalışmada nitel araştırmanın bir deseni olan olgu bilim yöntemi kullanılmıştır. Öğretmen adaylarının biyomimikri örneklerini fizik kavramları ve günlük yaşamla ilişkilendirme becerilerini öğrenebilmek amacıyla yarı yapılandırılmış bir görüşme formu hazırlanmıştır. Onbeş sorudan oluşan bu formda açık uçlu sorulara yer verilmiştir. Sorulara verilen cevaplar kategorilere ayrılmış ve kodlar belirlenerek çözümlenmiştir. Öğretmen adaylarının pıtrak, yusufluk böceği, balinaların kuyruğu, kambur balina yüzgeçleri, deniz yosunlarının hareketleri, gekko kertenkelesinin ayaklarındaki dokular, bal peteği, arı gözü yapısı ve yalçapkını kuşu gibi biyomimikri örneklerinden esinlenerek günlük yaşamda nelerin tasarlandığını yeterli düzeyde bilemedikleri belirlenmiştir. Oysa kar tavşanlarının ayakları, lotus bitki yaprağı, ayçiçeği bitkisi, termit yuvaları, yunus balıkları, ateş böcekleri ve Nautilus canlısı gibi biyomimikri örneklerinden esinlenerek günlük yaşamda nelerin tasarlandığını yeterli düzeyde bildikleri görülmüştür. Çalışma sonunda öğretmen adaylarının araştırmada seçilen biyomimikri örneklerinden esinlenerek yeni bir ürün tasarlama ya da geliştirme durumları ile biyomimikri örneklerini fizik kavramlarıyla ilişkilendirme becerilerinin yeterli seviyede olduğu bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: Biyomimikri, fen bilgisi öğretmen adayları, fizik kavramları, günlük yaşam.

Investigation of Science Teacher Candidates Skills in Associating Biomimicry Examples with Daily Life and Physics Concepts

Abstract

In this research, it was aimed to get the opinions of teacher candidates about biomimicry examples and to determine their ability to relate this subject to physics concepts and daily life. Biomimicry enables students to look at nature from a different perspective and helps to reveal creative thinking, productivity and many skills. The research was conducted with 20 teacher candidates studying in the 3rd grade of science teaching at a state university in the fall semester of the 2021-2022 academic year. In the study, the phenomenology method, which is a pattern of qualitative research, was used. A semi-structured interview form was prepared in order to learn teacher candidates' skills in associating biomimicry examples with physics concepts and daily life. In this form consisting from fifteen questions, open-ended questions were included. The answers given to the questions were categorized and analyzed by determining the codes. Opinions about associating biomimicry with physics were discussed. It was determined that the teacher candidates did not know enough what is designed in daily life, inspired by biomimicry examples such as the pıtrak, dragonfly beetle, whales tail, humpback whale fins, seaweed movements, the tissues on the feet of the gekko lizard, the honeycomb, the bee's eye structure and the kingfisher bird. However, it was seen that they knew enough what was designed in daily life, inspired by biomimicry examples such as snow rabbits' feet, lotus plant leaves, sunflower plants, termite nests, dolphin fishes, fireflies and Nautilus creature. At the end of the study, it was found that the teacher candidates' skills of designing or developing a new product inspired by the biomimicry samples selected in the research and associating biomimicry samples with physics concepts were at a sufficient level.

Keywords: Biomimicry, science teacher candidates, physics concepts, daily life.

GİRİŞ

Dünyada canlılar yaşamlarına devam edebilmek için çeşitli adaptasyonlar göstermişler ve doğanın her türlü zorluğuna karşı başarılı olmuşlardır. İnsanlar doğayla uyum içinde yaşamaya başladıktan sonra doğayı gözlemlemiş ve canlıların buldukları çözümleri kendi hayatlarını kolaylaştırmak için kullanmışlardır (Yıldız, 2012). Günümüzde tüm sektörlerde bir ürün tasarlanırken en güzel örneklerin doğadan alındığı görülmektedir. Bu tasarım süreçlerinde ortaya çıkan problemlerin çözümü yine doğal varlıklarda bulunmaktadır (Yazıcıoğlu ve Selçuk, 2019).

Biyomimikri kavramı ‘*biyo*’ ve ‘*mimikri*’ kelimelerinin birleşiminden meydana gelmektedir. Bu kelimeler hayat ve taklit anlamındadır (Volstad ve Boks, 2012). İlk defa biyomimikri Benyus tarafından ortaya atılmıştır (Benyus, 1997). Biyomimikri doğadaki canlı varlıkların doğadaki bütün koşullara karşı geliştirdikleri adaptasyonları inceleyen bir bilim dalı olarak tanımlanmaktadır (Arslan, 2009). Diğer yandan biyomimikri, insanların karşılaştıkları problemleri çözmek için doğayı, onun modellerini, sistemlerini, süreçlerini taklit etmeleri veya onlardan esinlenmeleri olarak da ifade edilmektedir (Benyus, 2002; Karabetça, 2018). Ayrıca biyomimikri bir problem durumunu tanımlama, bu problem durumuna uygun doğadaki çözümleri bulma, bu çözümleri tekrar insan yararına yeniden tasarlama şeklinde gerçekleşen tersine mühendislik çeşidi olarak tanımlanmaktadır (Gardner, 2012). Örneğin; kambur balinaların yüzgeçlerinden rüzgârgülü pervanelerinin tasarlanması, termit yuvalarından iklimlendirme sistemlerinin düzenlenmesi, ayçiçeğinden güneş panelleri, pıtrak otundan cırt cırt bantların tasarlanması (Kahraman, 2022), çingiraklı yılanların pit organlarından yararlanılarak termosensör cihazların yani termal kameraların yapılması (Ersanlı, 2016), gekko kertenkelesinin duvara tutunabilme özelliğinden yararlanılarak örtüldüğü yere statik elektrik ile tutunan kumaşların üretilmesi, örümcek ağları kullanılarak son derece sağlam dikişler, iz bırakmayan ameliyat iplikleri, kurşungeçirmez elbiseler ve tınısı çok güzel ve sağlam olan keman tellerinin yapılması (Ersanlı, 2016), yalıçapkını kuşunun uzun gaga yapısının hızlı trenlere uyarlanarak trenlerin tünellere girerken çıkardıkları gürültünün engellenmesi (Boga-Akyol ve Timur-Ogut, 2016), yunusların ve köpek balıklarının deri yapısı örnek alınarak denizaltı ve zodyak botlarının geliştirilmesi (Kahraman, 2022; Alawad ve Mahgoub, 2014), midye incileri örnek alınarak seramik ve otomobil ön camları ve su altında yapışabilen bir tutkalın yapılması (Kahraman, 2022), nilüfer bitkisinin yaprak üzerindeki tümseklerden esinlenerek kendisini temizleyen yüzeylerin üretilmesi (Yıldız, 2012) gibi birçok örnekte biyomimikriden yararlanıldığı görülmektedir. Bu örneklerde de görüldüğü gibi doğa teknolojik ürünler için model oluşturmaktadır. İnsanlar bilim ve teknoloji alanındaki ilerlemelerinde genellikle doğayı örnek alarak karşılaştıkları sorunlarda doğada var olan çözümleri kullanmışlardır (Senosiain, 2003). Ayrıca biyomimikri dünyanın sürdürülebilirliği için doğadan ilham almanın gerekliliğini göstermektedir (Arhon, 2017). Biyomimikri uygulamalarında iki temel aşama vardır. Birincisi; tasarım için doğanın gözlenmesi, ikincisi; tasarımcının bu gözlemlere dayanarak uygun çözümü geliştirmesidir (Eryılmaz, 2015; Alawad ve Mahgoub, 2014).

Alan yazını araştırmaları incelendiğinde, biyomimikri ile ilgili yapılan çalışmaların sınırlı olduğu görülmüştür. Alperen (2020) 5. sınıf öğrencilerine yönelik STEM (Fen-Teknoloji-Matematik-Mühendislik Yaklaşımı) temelli bir öğretim tasarımı (Doğadan ilham alan teknolojiler) geliştirerek uygulama sürecini araştırmıştır. Yıldırım (2019) çalışmasında, fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM eğitiminde biyomimikri uygulamaları hakkındaki görüşlerini incelemiştir. Avcı (2019) biyomimikri konusu üzerinde 1997-2019 yılları arasında yazılmış/yapılmış tez, makale, kitap, internet haberleri, konferans ve sempozyum

çalışmalarının doküman analizlerini yapmıştır. Yakışan ve Velioğlu (2019) çalışmalarında, 4. sınıf öğrencilerine bazı hayvanların özelliklerinden faydalanarak biyomimikri tasarımları yaptırmışlardır. Sumrall, Sumrall ve Robinson (2018) öğrencilere biyomimikri kavramını kavratılmak için bir öğretim etkinliği tasarlamışlardır. Eryılmaz (2015), mevcut örnekler ışığında biyomimikrinin ergonomi üzerindeki katkılarını değerlendirmiştir. Moore, Guzey, Roehrig ve Lesh (2018) çalışmalarında STEM yaklaşımına önem verilmesine, Bar-Cohen (2006) biyomimikri ve STEM çalışmalarının yapılması gerekliliğine vurgu yapmışlardır. Ersanlı (2016) fizik eğitiminde biyomimikri verilerinin kullanılmasının önemine yönelik bir çalışma yapmıştır. Ayrıca literatürde fen eğitimi alanında günlük yaşamla ilişkilendirme konusunda yapılan bazı çalışmaların olduğu tespit edilmiştir (Enginar, Saka ve Sesli, 2004; Ayvacı ve Devecioğlu, 2008; Taşdemir ve Demirbaş, 2010; Balkan-Kıyıcı ve Aydoğdu, 2011; Dede, Şen, Sarı ve Çelik, 2013; Pabuçcu, 2016; Yadigaroglu, Demircioğlu ve Demircioğlu 2017). Ancak öğretmen adaylarının biyomimikri örneklerini fizik kavramları ve günlük yaşamla ilişkilendirme becerileri ile ilgili bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Araştırmanın Amacı

Bu çalışmada amaç, fen bilgisi öğretmen adaylarının biyomimikri örnekleri hakkında görüşlerini almak ve bu konuyu fizik kavramları ve günlük yaşamla ilişkilendirme becerilerini tespit etmektir.

YÖNTEM

Araştırma Modeli

Araştırma, nitel araştırma kapsamında gerçekleştirilmiştir. Nitel araştırma, gözlem, görüşme ve doküman analizi gibi veri toplama yöntemlerinin kullanıldığı, olayları ve kavramları bulunduğu ortamlarda olduğu biçimde ve kapsayıcı şekilde ortaya koyan bir araştırma çeşitidir (Yıldırım ve Şimşek, 2021). Nitel araştırma yöntemi genellikle sözel verilerin çözümlendiği, genelleme kaygısından uzak araştırmayı ve keşfetmeyi ilke edinen araştırma biçimidir (Bülbül, 2016).

Bu çalışmadaki amaç, fen bilgisi öğretmen adaylarının biyomimikri örnekleri hakkındaki görüşlerini almak ve biyomimikriyi fizik kavramları ve günlük yaşamla ilişkilendirme becerilerini incelemektir. Bu nedenle çalışma nitel araştırma desenlerinden olgu bilim deseni kullanılarak yürütülmüştür. Araştırmalarda çalışma grubundaki bireylerin kavram ya da konularla ilgili deneyimleri sonucunda ne düşündükleri, algıları, kavramları ve bunlar arasında bağlantı kurma şekilleri ve yöntemlerini derinlemesine sorgulamak amacıyla olgu bilim deseni kullanılmaktadır (Ayдын ve Günbatar, 2019; Yıldırım ve Şimşek, 2021).

Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubunu 2021-2022 eğitim-öğretim yılında fen bilgisi öğretmenliği 3. sınıfta öğrenim gören 20 (K:18, E:2) öğretmen adayı oluşmaktadır. Araştırmanın çalışma grubu olasılığa dayalı olmayan örnekleme yöntemlerinden uygun (kolay ulaşılabilir) örnekleme tekniği kullanılarak belirlenmiştir. Araştırmacılar genelleme yapmaktan ziyade betimleme yapmak istediğinde olasılığa dayalı olmayan örnekleme yönteminden yararlanırlar. Uygun örnekleme tekniğinde konum, para ve zaman gibi koşullar düşünülerek elverişlilik durumlarına uygun olacak biçimde örneklem seçilmektedir (Canbazoglu Bilici, 2019). Çalışmada, etik ilkeleri göz önünde bulundurularak her bir katılımcı Ö1, Ö2,....,Ö19 ve Ö20 şeklinde kodlanmıştır. Katılımcıların demografik özellikleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Katılımcıların Demografik Özellikleri

Mezun Olunan Lise	Cinsiyet				Toplam	
	Kadın		Erkek		Sayı	Yüzde
	Sayı	Yüzde	Sayı	Yüzde		
Anadolu Lisesi	12	60	1	5	13	65
Fen Lisesi	1	5	-	-	1	5
İmam Hatip Lisesi	3	15	-	-	3	15
Kolej	-	-	1	5	1	5
Meslek Lisesi	1	5	-	-	1	5
Ticaret Lisesi	1	5	-	-	1	5
Toplam	18	90	2	10	20	100

Tablo 1'deki veriler incelendiğinde, katılımcıların %90'ının kadın, %10'unun erkek olduğu görülmektedir. Ayrıca çalışma grubundaki katılımcıların mezuniyet durumlarına bakıldığında; %65'inin Anadolu, %5'inin Fen, %15'inin İmam Hatip, %5'inin kolej, %5'inin meslek ve %5'inin de ticaret liselerinden mezun oldukları tespit edilmiştir.

Verilerin Toplama Araçları

Araştırmada öncelikle konuyla ilgili literatür taraması yapılmıştır. Tarama süreci sonunda literatürde rastlanmayan biyomimikri örneklerini de dikkate alarak araştırma amacına uygun olarak onbeş (15) tane açık uçlu sorudan oluşan veri toplama aracı hazırlanmıştır. Hazırlanan veri toplama aracına iki uzman araştırmacının görüşleri alınarak son şekli verilmiştir. Verilerin toplanması için, kolay ulaşılabilir örnekleme tekniği ile seçilen katılımcılardan veri toplama aracındaki sorulara 30-40 dakikalık süre içinde cevap vermeleri istenmiştir. Her bir katılımcıdan elde edilen veriler olduğu gibi bilgisayar ortamına aktarılmıştır.

Verilerin Analizi

Çalışma grubundaki katılımcılardan elde edilen veriler betimleyici bakış açısına göre analiz edilmiştir. Betimsel analizde veriler araştırma problemine cevap olacak şekilde önceden belirlenen temalara göre düzenlenir ve doğrudan alıntılarla desteklenir (Aydın, 2019). Diğer taraftan betimsel analiz tekniğinde veriler önceden belirlenen kategori ve kodlamalara göre yorumlanabilir (Yıldırım ve Şimşek, 2021). Bu bağlamda katılımcılardan elde edilen veriler araştırmacılar tarafından önceden belirlenen kodlara göre analiz edilmiştir. Belirlenen kodlar:

- *Cevap yok:* Öğretmen adaylarının (katılımcıların) hiçbir görüş belirtmediği durumdur.
- *Yanlış açıklama:* Öğretmen adaylarının açıklamalarının tamamen yanlış ya da soru ile alakası olmadığı düşünülen açıklamalardır.
- *Kısmen doğru açıklama:* Öğretmen adaylarının açıklamalarının eksik ya da bir kısmının doğru bir kısmının ise yanlış olarak değerlendirildiği açıklamalardır.
- *Doğru açıklama:* Açıklamanın tamamen doğru olarak görüldüğü açıklamalardır.

Geçerlik ve Güvenirlik

Araştırmada verilerin kodlara göre sınıflandırılma işleminin geçerlik ve güvenirliliği için uzman bir öğretim üyesinin görüşleri alınmıştır. Oluşturulan kodlama ve listelemeler bu görüş dikkate alınarak düzenlenmiştir. Nitel veriler için güvenirlilik, Miles ve Huberman (1994) tarafından belirlenen [Güvenirlilik = görüş birliği / (görüş birliği + görüş ayrılığı) X 100] formülü kullanılarak hesaplanmıştır. Saban (2009) araştırmacı ve/veya uzmanların görüşü arasındaki uyum %90 ve üzerinde olduğu zaman istenilen düzeyde bir güvenirliliğin sağlandığını bildirmiştir. Araştırmada, çalışma grubunda bulunan öğretmen adaylarının yaptığı 512 adet açıklama için araştırmacılar ile uzman arasındaki uyum %98,6 olarak tespit edilmiştir.

BULGULAR

Bu bölümde öğretmen adaylarının biyomimikri örneklerine bakılarak günlük hayatta neler yapılmış olabileceği, neler yapılabileceği ve/veya bunlar yapılırken hangi fizik kavramları ile ilişkilendirildiği hakkındaki açıklamaları verilmiştir. Çalışma grubunda bulunan öğretmen adaylarından elde edilen bulgular, her bir soru ve/veya aşama/kısım için kodlara göre kategorilere ayrılmış ve her bir kodlama için örnek katılımcı açıklamaları Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Katılımcıların Biyomimikri Örneklerine Yönelik Açıklama Kodları, Frekansları ve Örnek Cevapları

Sorular	Kodlar	Aşama	Katılımcılar	Frekans	Örnek Cevaplar	
1	Cevap Yok	I.				
		II.	Ö5	1		
	Yanlış Açıklama	I.	Ö4, Ö7, Ö10, Ö13, Ö14, Ö15, Ö20	7	"askılık" Ö10	
		II.	Ö1, Ö2, Ö4, Ö6, Ö9, Ö14, Ö15	7	"Masaj yapmada kullanılabilir" Ö15	
	Kısmen Doğru Açıklama	I.	Ö1, Ö2, Ö3, Ö6, Ö9, Ö12, Ö19	7	"Temizlik ve kozmetik alanda kullanılmış olabilir" Ö19	
		II.	Ö3, Ö10, Ö12, Ö13	4	"Çevredeki plastik ve katı maddeleri toplamak için bir cihaz yapardım" Ö10	
	Doğru Açıklama	I.	Ö5, Ö8, Ö11, Ö16, Ö17, Ö18	6	"Ayakkabılarda cırt cırt dediğimiz yapışkan bağcıklar" Ö17	
		II.	Ö7, Ö8, Ö11, Ö16, Ö17, Ö18, Ö19, Ö20	8	"Ders çalışma masalarımız dan kalemler sürekli düşüyor bu bitkiyle kalemleri koyduğumuz yerde düşmemesi oraya yapışması için ona uygun masa" Ö17	
	2	Cevap Yok	I.			
			II.	Ö5	1	
Yanlış Açıklama		I.	Ö2, Ö4, Ö10, Ö12, Ö16, Ö20	6	"Oyuncaklar tasarlanmış olabilir" Ö12	
		II.	Ö7, Ö10, Ö20	3	"Daha güçlü vantilatörler" Ö7	
Kısmen Doğru Açıklama		I.	Ö8, Ö9, Ö13, Ö14, Ö15, Ö18, Ö19	7	"Uçak" Ö18	
		II.	Ö2, Ö19	2	"Rüzgârdan enerji üretebilecek aletler geliştirdim" Ö19	

	Doğru Açıklama	I.	Ö1, Ö3, Ö5, Ö6, Ö7, Ö11, Ö17	7	"Helikopter" Ö11
		II.	Ö1, Ö3, Ö4, Ö6, Ö8, Ö9, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17, Ö18	14	"İnce ve dayanıklı olduğu için aynı zamanda da saydam olduğu için televizyon, telefon, bilgisayar gibi aletlerde kullanırdım" Ö12
	Cevap Yok	I.	Ö5, Ö12	2	
		II.	Ö5, Ö16, Ö18	3	
	Yanlış Açıklama	I.	Ö1, Ö2, Ö3, Ö7, Ö8, Ö9, Ö11, Ö16,	8	"Sörf tahtası" Ö7
		II.	Ö3, Ö6, Ö15, Ö17, Ö20	5	"Denizaltındaki kirliliği önlemek amacıyla suyun altındaki çöpleri temizleyebilen araç tasarladım" Ö3
3	Kısmen Doğru Açıklama	I.	Ö4, Ö6, Ö10, Ö13, Ö15,	5	"Dalgıç kıyafetleri" Ö15
		II.	Ö1	1	"Uçakların iniş kalkışı için" Ö1
	Doğru Açıklama	I.	Ö14, Ö17, Ö18, Ö19, Ö20	5	"Yüzmek için palet" Ö18
		II.	Ö2, Ö4, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14, Ö19	11	"Denize girecekler için bir kollara takılan alet tasarladım insan denize batsa da çırpınırlarıyla çabuk çıkabilmeli" Ö4
	Cevap Yok	I.			
		II.			
	Yanlış Açıklama	I.			
		II.	Ö7, Ö10, Ö13	3	"Yüzey alanı arttıkça sürtünme artar" Ö13
	Kısmen Doğru Açıklama	I.	Ö1, Ö10, Ö11, Ö12	4	"kayak" Ö11
		II.	Ö9, Ö12	2	"Basıncın yüzey alanıyla ilişkisini açıklar. Basınç arttıkça yüzey alanının azaldığını gösteriyor" Ö9
4	Doğru Açıklama	I.	Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, 9, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17, Ö18, Ö19, Ö20	16	"Kar ayakkabısı" Ö9
		II.	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö8, Ö11, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17, Ö18, Ö19, Ö20	15	"Fizikteki basınç olayı ile ilişkilendiriyorum. Sivri topuklu bir ayakkabı giydiğimizde kara rahatlıkla batarken, geniş tabanlı bir ayakkabı giyersek karda daha rahat yürürüz" Ö11
	Cevap Yok	I.	Ö10	1	
		II.	Ö5, Ö10	2	
	Yanlış Açıklama	I.	Ö4, Ö7, Ö15, Ö17, Ö19	5	"Filtre maskeler" Ö4
		II.	Ö4, Ö19	2	"Laboratuvarda maddeleri ayırmada" Ö19
	Kısmen Doğru Açıklama	I.			
		II.	Ö15	1	"Yağmurlukların dışında" Ö15
5	Doğru Açıklama	I.	Ö1, Ö2, Ö3, Ö5, Ö6, Ö8, Ö9, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14, Ö16, Ö18, Ö20	14	"Su geçirmeyen mont ve kaban üretilmiş olabilir" Ö2
		II.	Ö1, Ö2, Ö3, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö11, Ö12, Ö13,	15	"Bu özelliği kullanarak bilgisayar gibi teknolojik aletleri koruyucu bir şey yapmak isterdim" Ö2

		Ö14, Ö16, Ö17, Ö18, Ö20			
6	Cevap Yok	I.			
		II.			
	Yanlış Açıklama	I.	Ö5, Ö9, Ö10, Ö13, Ö14, Ö18	6	"Fotoselli lambalar" Ö5
		II.			
	Kısmen Doğru Açıklama	I.	Ö1, Ö2, Ö12, Ö19	4	"Güneş pillerine" Ö1
		II.			
7	Doğru Açıklama	I.	Ö3, Ö4, Ö6, Ö7, Ö8, Ö11, Ö15, Ö16, Ö17, Ö20	10	"Güneş panelleri böylelikle güneşten daha çok yararlanır" Ö11
		II.			
	Cevap Yok	I.	Ö4, Ö12	2	
		II.	Ö4, Ö5, Ö10, Ö12, Ö13, Ö17, Ö18	7	
	Yanlış Açıklama	I.	Ö1, Ö2, Ö3, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17, Ö18, Ö19, Ö20	18	"Tekne veya gemiler" Ö3
		II.	Ö1, Ö2, Ö3, Ö6, Ö7, Ö8, Ö15, Ö16	8	"Kriko yüzey alanı küçük ama koca aracı kaldırabiliyoruz" Ö1
8	Kısmen Doğru Açıklama	I.			
		II.	Ö9, Ö11	2	"Deniz araçlarında kullanırdım; gemi yapımında örneğin" Ö11
	Doğru Açıklama	I.			
		II.	Ö14, Ö19, Ö20	3	"Yelkenli" Ö14
	Cevap Yok	I.	Ö12	1	
		II.	Ö5, Ö10, Ö13, Ö16, Ö18	5	
9	Yanlış Açıklama	I.	Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö13, Ö16, Ö18, Ö19, Ö20	12	"Gemi, sandal" Ö6
		II.	Ö6	1	"Kürek" Ö6
	Kısmen Doğru Açıklama	I.	Ö1, Ö2, Ö10, Ö14, Ö15	5	"Toz fırçaları" Ö14
		II.	Ö20	1	"Rüzgâra dayanıklı, doğal afetlere dayanıklı yapılar" Ö20
	Doğru Açıklama	I.	Ö11, Ö17	2	"Deniz akıntı enerjisinden elektrik üreten alet (adını bilmiyorum)" Ö17
		II.	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö7, Ö8, Ö9, Ö11, Ö12, Ö14, Ö15, Ö17, Ö19	13	"Sualtı savaş araçları" Ö19
9	Cevap Yok	I.	Ö4, Ö5, Ö12	3	
		II.	Ö5, Ö13	2	
	Yanlış Açıklama	I.	Ö2, Ö9, Ö10	3	"Isınma ile ilgili araçlar" Ö10
		II.	Ö10	1	"Aynı şeyler olabilir (Isınma ile ilgili araçlar)" Ö10
	Kısmen Doğru	I.	Ö11	1	"Binalar yani mimari tasarımda yararlanılmıştır" Ö11

	Açıklama	II.			
	Doğru Açıklama	I.	Ö1, Ö3, Ö6, Ö7, Ö8, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17, Ö18, Ö19, Ö20	13	"Eski kaşarların saklandığı odacıklar bu mantıkla yapılmış olabilir" Ö8
		II.	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö11, Ö12, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17, Ö18, Ö19, Ö20	17	"Hayvan yuvaları yapabiliriz" Ö16
	Cevap Yok	I.			
		II.			
	Yanlış Açıklama	I.	Ö2, Ö5, Ö6, Ö9, Ö12, Ö14, Ö16	8	"Dünyaya gönderilen yapay uydular" Ö16
		II.	Ö7, Ö16	2	"Hayvan yuvaları yapabiliriz"Ö16
10	Kısmen Doğru Açıklama	I.	Ö4, Ö7, Ö8, Ö10, Ö18, Ö19, Ö20	7	"Denizaltı, sonar" Ö18
		II.	Ö9, Ö18	2	"Dalgaların titreşim hareketinden" Ö9
	Doğru Açıklama	I.	Ö1, Ö11, Ö13, Ö15, Ö17	5	"Sonar cihazları" Ö13
		II.	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö8, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15, Ö17, Ö19, Ö20	16	"Ses dalgalarının yansıması, çarpma sesinin yüksekliğiyle cisimlerin veya canlıların boyutu ve uzaklığını anlarlar ve kendilerine buna göre yön verirler" Ö6
	Cevap Yok	I.	Ö12	1	
		II.	Ö5	1	
	Yanlış Açıklama	I.	Ö1, Ö4, Ö5, Ö6, Ö19, Ö20	6	"Cırt cırt denilen yapışma özelliği gösteren yapılar" Ö20
		II.	Ö4	1	"Havadaki tozları tutmak için bir maske yapardım"Ö4
11	Kısmen Doğru Açıklama	I.	Ö2, Ö3, Ö7, Ö8, Ö10, Ö13, Ö14	7	"Ayakkabının alt tarafındaki şekiller yapılabilir böylelikle karda kayma aza indirilir" Ö8
		II.			
	Doğru Açıklama	I.	Ö9, Ö11, Ö15, Ö16, Ö17, Ö18	6	"Dağ tırmanış ekipmanları" Ö16
		II.	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17, Ö18, Ö19, Ö20	18	"Yüksek yerleri silen insanların güvenliği için kullanılır"Ö13
	Cevap Yok	I.			
		II.			
	Yanlış Açıklama	I.	Ö3, Ö9, Ö18	3	"Güneş dünya ve ayın hareketleri göz önünde bulundurarak böyle bir teknoloji geliştirilmiş olabilir" Ö3
		II.			
12	Kısmen Doğru Açıklama	I.	Ö12, Ö14	2	"Güneş, ay, ateş böceği" Ö12
		II.			
	Doğru Açıklama	I.	Ö1, Ö2, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö10, Ö11, Ö13, Ö15, Ö16, Ö17, Ö19, Ö20	15	"Ateş böcekleri" Ö5

		II.				
13	Cevap Yok	I.	Ö4, Ö5	2		
		II.	Ö5, Ö13	2		
	Yanlış Açıklama	I.	Ö1, Ö2, Ö3, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15, Ö19, Ö20	14	"Fiber optik kablolar kullanılmış olabilir" Ö1	
		II.	Ö18	1	"Nanoteknoloji ile su tutmayan giysi" Ö18	
	Kısmen Doğru Açıklama	I.	Ö11	1	"Ekran (monitör) pixellerine benziyor" Ö11	
		II.	Ö1, Ö3	2	"Gözlük, dolaplar kullanım açısından iyi olabilir. Sıvıları koymak için kap şekilleri bu şekilde tasarlanabilir" Ö1	
	Doğru Açıklama	I.	Ö16, Ö17, Ö18	3	"Teleskop yapılmıştır." Ö16	
		II.	Ö2, Ö4, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17, Ö19, Ö20	15	"Dürbün sisteminde kullanıp daha iyi bir görüş alanı" Ö8	
	14	Cevap Yok	I.	Ö5, Ö12	2	
			II.	Ö5, Ö8, Ö12, Ö13, Ö15, Ö17	6	
Yanlış Açıklama		I.	Ö8	1	"Baykuşların kafalarını ses çıkarmadan döndürmeleri" Ö8	
		II.	Ö4, Ö18	2	"Frekansın yüksek olması" Ö4	
Kısmen Doğru Açıklama		I.	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö6, Ö9, Ö10, Ö13, Ö14, Ö15, Ö18	11	"Köpek balığı" Ö6	
		II.	Ö6, Ö20	2	"Enerji, iş, güç, kuvvet, kütle, momentum" Ö6	
Doğru Açıklama		I.	Ö7, Ö11, Ö16, Ö17, Ö19, Ö20	6	"Yalıçapkını kuşundan ilham alınmıştır" Ö20	
		II.	Ö1, Ö2, Ö3, Ö7, Ö9, Ö10, Ö11, Ö14, Ö16, Ö19	10	"Sürtünme, hareket, enerji" Ö14	
15		Cevap Yok	I.	Ö4, Ö12	2	
			II.	Ö4, Ö17	2	
	Yanlış Açıklama	I.	Ö1, Ö2, Ö3, Ö6, Ö9, Ö19, Ö20	7	"Akvaryum temizleyicisi" Ö2	
		II.	Ö1, Ö2, Ö6, Ö10	4	"Basınç yardımı ile temizlemek" Ö2	
	Kısmen Doğru Açıklama	I.				
		II.	Ö3, Ö9, Ö18	3	"Su ve suyun yoğunluğu ağırlığı arasındaki ilişki" Ö9	
Doğru Açıklama	I.	Ö5, Ö7, Ö8, Ö10, Ö11, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17, Ö18	11	"Denizaltı" Ö16		
	II.	Ö5, Ö7, Ö8, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö19, Ö20	11	"Öz kütlelerini artırarak suyun derinliklerine iniyor aynı şekilde öz kütlelerini suyun yüzeyine çıkmak için azaltıyor" Ö14		

Tablo 2'de verilen bulgular her bir soru ve aşaması için aşağıda ayrı ayrı açıklanmıştır.

Katılımcıların "Pıtrak otu bitkisine bakılarak günlük hayatta ne yapılmış olabilir?" açık uçlu sorusuna verdikleri cevaplar incelendiğinde kısmen doğru açıklama yapan aday sayısı 7, doğru açıklama yapan aday sayısı ise 6'dır. Kabul edilebilir açıklama yapan öğretmen adaylarının yüzdesi %65'dir. Günlük yaşamda kullanılan ve "cırt cırt" olarak adlandırılan yapışkan bağcıkların pıtrak'tan esinlenilerek yapıldığını bilen öğretmen adayı yüzdesi %30'dur. "Siz olsaydınız bu bitkinin özelliklerinden yararlanarak neler yapardınız?" sorusuna kısmen doğru cevap veren katılımcı sayısı 4, doğru cevap veren katılımcı sayısı 8'dir. Bu aşamada kabul edilebilir açıklama yapan katılımcıların yüzdesi %60'dır.

Öğretmen adaylarının "Yusufoçuk böceğine bakılarak günlük hayatta ne tasarlanmış olabilir?" açık uçlu sorusuna verdikleri cevaplar incelendiğinde kısmen doğru açıklama yapan aday sayısı 7, doğru açıklama yapan aday sayısı 7'dir. Kabul edilebilir açıklama yapan öğretmen adaylarının yüzdesi %70'dir. Günlük yaşamda kullanılan helikopterlerin yusufoçuk böceğinden esinlenilerek yapıldığını bilen öğretmen adayı yüzdesi %35'dir. "Siz olsaydınız yusufoçuk böceğinin kanatlarının özelliklerinden yararlanarak neler tasarladınız?" sorusuna kısmen doğru cevap veren öğretmen adayı sayısı 2, doğru cevap veren öğretmen adayı sayısı 14'tür. Bu aşamada kabul edilebilir açıklama yapan öğretmen adaylarının yüzdesi %80'dir.

Çalışma grubundaki öğretmen adaylarının "Balinaların kuyruk yapısına bakılarak günlük hayatta ne yapılmış olabilir?" açık uçlu sorusuna verdikleri cevaplar incelendiğinde kısmen doğru açıklama yapan aday sayısı 5, doğru açıklama yapan aday sayısı 5'tir. Kabul edilebilir açıklama yapan öğretmen adaylarının yüzdesi %50'dir. Günlük yaşamda kullanılan "iki ayağı birleştiren yüzme paletleri" nin balinaların kuyruk yapısından esinlenilerek yapıldığını bilen öğretmen adayı yüzdesi %25'dir. "Siz olsanız bu kuyruk yapısının özelliklerine bakarak günlük hayatta ne tasarladınız?" sorusuna kısmen doğru cevap veren aday sayısı 1, doğru cevap veren aday sayısı 11'dir. Bu aşamada kabul edilebilir açıklama yapan adayların yüzdesi %60'dır.

Katılımcıların "Sizce kar tavşanının ayaklarının özelliklerinden yola çıkarak günlük hayatta neler yapılmıştır?" açık uçlu sorusuna verdikleri cevaplar incelendiğinde kısmen doğru açıklama yapan aday sayısı 4, doğru açıklama yapan aday sayısı ise 16'dır. Kabul edilebilir açıklama yapan öğretmen adaylarının yüzdesi %100'dür. Günlük yaşamda kullanılan ve "Leken" olarak adlandırılan kar ayakkabılarının tavşanların kara batmadan rahat hareket etmesinden esinlenilerek yapıldığını bilen öğretmen adayı yüzdesi %80'dir. "Kar tavşanların kara batmadan rahatça hareket edebilmesini fizik kavramlarını kullanarak nasıl açıklarsınız?" sorusuna kısmen doğru cevap veren katılımcı sayısı 2, doğru cevap veren katılımcı sayısı 15'dir. Bu aşamada basınç kavramı ile ilişki kurabilen katılımcıların yüzdesi %85'dir.

Öğretmen adaylarının "Lotus bitki yaprağının özelliklerinden yararlanılarak günlük hayatta neler yapılmış olabilir?" açık uçlu sorusuna verdikleri cevaplar incelendiğinde doğru açıklama yapan aday sayısı ise 14'tür. Günlük yaşamda kullanılan su geçirmeyen kıyafetlerin Lotus bitki yaprağının su geçirmez özelliğinden esinlenilerek yapılmış olabileceğini düşünen katılımcı yüzdesi %70'dir. "Lotus bitki yaprağının özellikleri göz önünde bulundurarak siz olsanız neler tasarladınız?" sorusuna kısmen doğru cevap veren öğretmen adaylarının sayısı 1, doğru cevap veren öğretmen adaylarının sayısı 15'dir. Bu aşamada koruma amaçlı ürün tasarlanabileceğini düşünen adayların yüzdesi %80'dir.

Çalışma grubundaki öğretmen adaylarının "Sizce ayçiçeği bitkisinin güneşten gelen enerjiden maksimum verimle yararlanması günlük yaşamda hangi teknolojik aracın yapılmasına ilham kaynağı olmuştur?" açık uçlu sorusuna verdikleri cevaplar incelendiğinde kısmen doğru

açıklama yapan aday sayısı 4, doğru açıklama yapan aday sayısı ise 10'dur. Kabul edilebilir açıklama yapan öğretmen adaylarının yüzdesi %70'dir. Günlük yaşamda kullanılan güneş panellerinin ayçiçeği bitkisinden esinlenilerek yapıldığını bilen öğretmen adayları yüzdesi %50'dir.

Öğretmen adaylarının "Sizce kambur balinaların yüzgeçlerinden yararlanılarak günlük hayatta neler yapılmıştır?" açık uçlu sorusuna verdikleri cevaplar incelendiğinde kısmen doğru ve doğru açıklama yapan aday bulunmamıştır. Kabul edilebilir açıklama yapan öğretmen adaylarının yüzdesi %0'dır. Günlük yaşamda kullanılan rüzgar gülü kanatlarının kambur balinaların yüzgeçlerinden esinlenilerek yapıldığını bilen öğretmen adayları yüzdesi %0'dır. "Siz kambur balinaların yüzgeç yapısına bakarak ne tasarlardınız?" sorusuna kısmen doğru cevap veren katılımcı sayısı 2, doğru açıklama yapan katılımcı sayısı 3'tür. Bu aşamada kabul edilebilir açıklama yapan katılımcıların yüzdesi %25'dir.

Katılımcıların "Deniz yosunlarının akıntıyla uyumlu hareketlerinden yola çıkılarak günlük hayatta hangi alet tasarlanmıştır?" açık uçlu sorusuna verdikleri cevaplar incelendiğinde kısmen doğru açıklama yapan aday sayısı 5, doğru açıklama yapan aday sayısı ise 2'dir. Kabul edilebilir açıklama yapan öğretmen adaylarının yüzdesi %35'dir. Denizlerdeki dalga hareketlerinden elektrik enerjisi üretilmesini bilen öğretmen adayları yüzdesi %10'dur. "Siz deniz yosunlarının akıntıya uyumlu hareketlerinden yola çıkarak ne tasarlardınız?" sorusuna kısmen doğru cevap veren katılımcı sayısı 1, doğru cevap veren katılımcı sayısı 13'tür. Bu aşamada dalga ve/veya akıntı enerjisini kullanan sualtı araçları tasarlamayı düşünen ve kabul edilebilir açıklama yapan katılımcıların yüzdesi %70'dir.

Araştırma grubundaki öğretmen adaylarının "Sizce termit yuvaları incelenerek günlük yaşamda neler yapılmıştır?" açık uçlu sorusuna verdikleri cevaplar incelendiğinde kısmen doğru açıklama yapan aday sayısı 1, doğru açıklama yapan aday sayısı ise 13'tür. Kabul edilebilir açıklama yapan öğretmen adaylarının yüzdesi %70'dir. Termit yuvalarının ısı yalıtım özelliğini düşünerek cevap veren öğretmen adayları yüzdesi %65'dir. "Siz termit yuva yapılarından yola çıkarak ne tasarlardınız?" sorusuna doğru cevap veren öğretmen adaylarının sayısı 17'dir. Bu aşamada ısı yalıtımı amaçlı tasarımlar düşünen ve kabul edilebilir açıklama yapan öğretmen adaylarının yüzdesi %85'dir.

Katılımcıların "Yunus balıklarının ses dalgalarını uzun bir mesafelere göndererek avlarını tespit edebilme özelliği kullanılarak günlük yaşamda hangi teknolojik alet geliştirilmiştir?" açık uçlu sorusuna verdikleri cevaplar incelendiğinde kısmen doğru açıklama yapan aday sayısı 7, doğru açıklama yapan aday sayısı ise 5'dir. Kabul edilebilir açıklama yapan öğretmen adaylarının yüzdesi %60'dır. Günlük yaşamda kullanılan sonar cihazlarının yunus balıklarının avlarını bulma şeklinden esinlenilerek yapıldığını düşünen öğretmen adayları yüzdesi %60'dır. "Bu olayı fizik kavramları ile nasıl açıklarsınız?" sorusuna kısmen doğru cevap veren katılımcı sayısı 2, doğru cevap veren katılımcı sayısı 16'dır. Bu aşamada ses dalgalarının bir engele çarparak yansımından yunus balıklarının avlarını tespit ettiklerini ifade eden ve kabul edilebilir açıklama yapan katılımcıların yüzdesi %80'dir.

Öğretmen adaylarının "Gekko kertenkelesinin ayaklarında bulunan muazzam yapıdan ilham alınarak sizce neler yapılmıştır?" sorusuna verdikleri cevaplar incelendiğinde kısmen doğru açıklama yapan aday sayısı 7, doğru açıklama yapan aday sayısı ise 6'dır. Kabul edilebilir açıklama yapan öğretmen adaylarının yüzdesi %65'tir. Gekko kertenkelesinin ayaklarında bulunan dokular sayesinde düz duvara bile rahatça tırmanmasının sürtünme kuvveti ile ilişkili olduğunu düşünerek günlük yaşamda dağ tırmanış ekipmanlarının yapılmış olabileceğini düşünen öğretmen adayları yüzdesi %30'dur. "Siz gekko kertenkelesinin ayağındaki dokudan yola

çıkarak ne yapardınız?" sorusuna genellikle güvenlik amaçlı bir ürünler düşünen ve cevapları doğru olarak değerlendirilen aday sayısı 18'dir. Burada kabul edilebilir açıklama yapan adayların yüzdesi %90'dır.

Çalışma grubundaki öğretmen adaylarının "Sizce LED teknolojisinin geliştirilme aşamasında doğadaki hangi varlıktan ilham alınmıştır?" sorusuna verdikleri cevaplar incelendiğinde kısmen doğru açıklama yapan aday sayısı 2, doğru açıklama yapan aday sayısı ise 15'dir. Kabul edilebilir açıklama yapan öğretmen adaylarının yüzdesi %85'dir. Günlük yaşamda kullanılan LED'lerin ateş böceklerinden ilham alınarak yapıldığını bilen öğretmen adayı yüzdesi %85'dir.

Öğretmen adaylarının "Bal peteği ve arı gözü yapılarına bakılarak sizce günlük hayatta hangi teknolojik araçlar geliştirilmiştir?" sorusuna verdikleri cevaplar incelendiğinde kısmen doğru açıklama yapan aday sayısı 1, doğru açıklama yapan aday sayısı ise 3'tür. Kabul edilebilir açıklama yapan öğretmen adaylarının yüzdesi %20'dir. Teleskoplarda görüş alanlarının artırılmasının bal peteği ve arı gözü yapılarından ilham alınarak sağlandığını bilen öğretmen aday yüzdesi %15'dir. "Siz olsanız bal peteği ve arı gözü yapılarına bakarak ne yapardınız?" sorusuna kısmen doğru cevap veren öğretmen adayı sayısı 2, doğru cevap veren öğretmen adayı sayısı 15'dir. Bu aşamada görüş alanının artırılmasına yönelik optik cihazlar tasarlanabileceğini ifade eden ve kabul edilebilir açıklama yapan öğretmen adaylarının yüzdesi %85'dir.

Katılımcıların "Shinkansen hızlı treni tasarlanırken hangi canlıdan ilham alınmış olabilir?" sorusuna verdikleri cevaplar incelendiğinde kısmen doğru açıklama yapan aday sayısı 11, doğru açıklama yapan aday sayısı ise 6'dır. Kabul edilebilir açıklama yapan öğretmen adaylarının yüzdesi %85'dir. Yalıçapkını kuşundan ilham alınarak Shinkansen hızlı treninin tasarlanmış olduğunu bilen öğretmen adayı yüzdesi %30'dur. "Hızlı trenlerin daha süratli, daha sessiz hareket etmesi ve daha az enerji tüketmesi fizikte hangi kavramlarla ilgilidir?" sorusuna kısmen doğru cevap veren katılımcı sayısı 2, doğru cevap veren katılımcı sayısı 10'dur. Bu aşamada sürtünme kuvvetinin azaltılması ile ilişki kuran ve kabul edilebilir açıklama yapan katılımcıların yüzdesi %60'dır.

Çalışma grubundaki öğretmen adaylarının "Sizce *Nautilus* canlısından ilham alınarak ne yapılmıştır?" sorusuna verdikleri cevaplar incelendiğinde doğru açıklama yapan aday sayısı ise 11'dir. Kabul edilebilir açıklama yapan öğretmen adaylarının yüzdesi %65'tir. Denizaltıların *Nautilus* canlısından ilham alınarak yapıldığını bilen öğretmen adayı yüzdesi %65'dir. "Temel fizik bilgilerinize dayanarak *Nautilus* canlısının bu davranışını nasıl açıklarsınız?" sorusuna kısmen doğru cevap veren aday sayısı 3, doğru cevap veren aday sayısı 11'dir. Burada özkütle ile ilişki kuran ve kabul edilebilir açıklama yapan öğretmen adaylarının yüzdesi %70'dir.

TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Biyomimikri, doğa (fen bilimleri) ile mühendislik arasında disiplinler arası ilişki kurmaya imkan tanıyan bir kavramdır. Bu nedenle, biyomimikri kavramının önemi gün geçtikçe artmakta ve disiplinler arası birçok çalışmada kullanılmaktadır. Bu çalışmada biyomimikri kavramının, fen bilimlerinde özellikle fizik ve biyoloji arasında disiplinler arası bağlantının ne kadar güçlü olduğunu ortaya koyduğu görülmüştür. Çalışmaya katılan öğretmen adayları biyomimikri örneklerinden yararlanarak zihinlerinde var olan fizik bilgilerini kullanmak yoluyla bazı yeni bir teknolojik ürün tasarımı çıkarımında bulunmuşlardır.

Dünyadaki nüfusun hızlı bir şekilde artması beraberinde tüketimi de artırmaktadır. Artan bu tüketimin doğanın aleyhine olmaması bir dereceye kadar biyomimikri kavramının doğru bir şekilde anlaşılmasına bağlıdır. Çünkü biyomimikri doğaya zarar vermeden üretim yapılmasına

olanak sağladığı için tüketim ile ilgili yaşanacak pek çok problemin ortadan kalkmasına yardımcı olacaktır. Tasarlanan üründe çevresel duyarlılığın dikkate alınması sürdürülebilir ürün tasarımı kavramının ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bu nedenle çevreye dost ürünlerin üretilmesinde biyomimikri önemli rol oynamaktadır. Dünyada ve ülkemizde sürdürülebilirlik ve biyomimikri konusunda yapılan pek çok çalışmaya rastlanmıştır (Tank, Moore ve Strnat, 2015; İleritürk, 2018; Sumrall, Sumrall ve Robinson, 2018; Kim, 2019; Sanne, Rishheim ve Impelluso, 2019; Yakışan ve Velioğlu, 2019; Yıldırım, 2019; Alperen, 2020; Çelikel ve Uçar, 2020; Gencer, Doğan ve Bilen, 2020). Sürdürülebilir biyomimikri üzerine yapılan tasarımlar, doğanın ve çevrenin korunmasını, ekosistemi öğretmekle doğadan en iyi şekilde yararlanılmasını, sistem ve prensipler hakkında fikir vermesi, çözüm odaklı ve işbirlikçi olmayı sağlamaktadır (İleritürk, 2016).

Son zamanlarda öğretim programlarının amacı; bilgiye nasıl ulaşacağını bilen, bu bilgiyi analiz edebilen, hem bilim hemde teknoloji alanındaki gelişmeleri takip edebilen ve uygulayabilen, araştırmacı ve sorgulayıcı bireylerin yetiştirilmesidir (Kara ve Akarsu, 2013). Biyomimikri öğrencilerde 21. yüzyıl becerilerinin geliştirilmesine yardımcı olabilir. 21. yüzyıl becerileri; ekolojik okuryazarlık becerileri, tasarım ve üretim becerileri, yaratıcılık ve yenilik becerileri, disiplinler arası çalışma becerileri, bilimsel süreç becerileri şeklinde sıralanabilir (Sorlu, 2010; Sumrall, Sumrall ve Robinson, 2018; Yıldırım, 2019; Yakışan ve Velioğlu, 2019). Diğer taraftan biyomimikri uygulamaları ise öğrencilerin doğayla kopmuş olan bağlarının tekrar kurulmasında, doğanın ilham verici eşsiz bir kaynak olduğunu anlamalarında ve doğayı tanıyarak sevmelerinde etkili olmaktadır (Biomimicry Institute, 2017; Erden ve Şimşek, 2018).

Araştırmada öğretmen adaylarının kar tavşanlarının ayakları, lotus bitki yaprağı, ayçiçeği bitkisi, termit yuvaları, yunus balıkları, ateş böcekleri ve *Nautilus* canlısı gibi biyomimikri örneklerinden esinlenerek günlük yaşamda nelerin tasarlandığını yeterli düzeyde bildikleri görülmüştür. Ancak öğretmen adaylarının pıtrak, yusufçuk böceği, balinaların kuyruğu, kambur balina yüzgeçleri, deniz yosunlarının hareketleri, gekko kertenkelesinin ayaklarındaki dokular, bal peteği, arı gözü yapısı ve yalıçapkını kuşu gibi biyomimikri örneklerinden esinlenerek günlük yaşamda nelerin tasarlandığını yeterli düzeyde bilemedikleri belirlenmiştir.

Son yıllarda literatürde biyomimikri uygulamaları ile yapılan bazı çalışmalar bulunmaktadır. Örneğin; Alperen (2020) 5. sınıf bilim uygulamaları dersinde öğretim programında yer alan doğadan ilham alan teknolojiler (biyomimikri) konusuna yönelik bir öğretim tasarımı geliştirmiş ve uygulama sürecini incelemiştir. Araştırma sonuçları, geliştirilen öğretim tasarımının öğrencilerde biyomimikri algılarında ve teknoloji-doğa ilişkilerinde farkındalık oluşturduğunu göstermiştir. Yıldırım (2019) çalışmasında, STEM eğitiminde biyomimikri uygulamalarına ilişkin öğretmen adaylarının görüşlerini araştırmıştır. Araştırmadaki biyomimikri uygulamaları, öğretmen adaylarının olumlu bir bakış açısına sahip olduklarını, teknolojiye yönelik görüşlerinin olumlu yönde değiştiğini, doğaya karşı farklı bir gözle baktıklarını, hayal gücü ve eleştirel düşünme becerilerinin arttığını ortaya çıkarmıştır. Alawad ve Mahgoub (2014) biyomimikri uygulamalarının sanat eğitimi gören üniversite öğrencilerinin eleştirel düşünme becerilerini nasıl etkilediği ile ilgili araştırma yapmışlardır. Araştırma sonucunda, biyomimikri uygulamalarının öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerini olumlu yönde etkilediğini tespit etmişlerdir. Sumrall, Sumrall ve Robinson (2018) ise uygulamalı biyomimikri çalışmalarının, öğrencileri hem doğa ile ilgili düşünmeye yönlendirdiğini hem de yaratıcı düşünme becerilerini geliştirmeye katkı sağladığını vurgulamıştır. Bu çalışmadaki biyomimikri uygulamalarının öğretmen adaylarının doğaya farklı bir şekilde bakmalarına, teknoloji ve doğa arasında sıkı bir ilişkinin olduğunu görmelerine ve biyomimikri kavramı hakkında düşüncelerine yardımcı olduğu söylenebilir.

Yakışan ve Velioğlu (2019) ilkökul 4. sınıfta öğrenim gören öğrencilere hayvanların özelliklerinden esinlenerek bazı biyomimikri tasarımları yaptırmışlar ve araştırma sonucunda, öğrencilerin hayvanların değişik özelliklerinden yararlanarak çeşitli teknolojik ürün tasarımları yaptıklarını görmüşlerdir. Özellikle de öğrencilerin daha çok savaş ve savunma teknolojisine yönelik tasarım ürünlerine ait çizimler yaptıklarından dolayı bu çocukların yaptıkları tasarımların internetteki savaş ve şiddet içerikli oyundan ve filmlerden etkilendiklerini bildirmişlerdir. Araştırmacılar öğrencilerin çevrelerinde bulunan canlılara olan bakış açısının gelişmesine katkı sağlayarak, bilim ve teknoloji alanlarında gelişmelerin olabilmesi için üreten, geliştiren, geleceğe yön veren çocuklar yetiştirilmesinin gerekli olduğuna vurgu yapmışlardır. Bu bağlamda, biyomimikri ile ilgili çalışmaların eğitim kurumlarının her kademesinde yaygınlaştırılması, çocukların doğaya yönelik bakış açılarının değişmesine, bilimsel düşünme becerilerinin gelişmesine, yaratıcı ve üretici düşünme güçlerinin artmasına yardımcı olacağı düşünülmektedir.

Moore, Guzey, Roehrig ve Lesh (2018) çalışmalarında STEM yaklaşımına ve Bar-Cohen (2006) biyomimikri ve STEM uygulamalarına önem verilmesi gerektiğini savunmuşlardır. Çünkü okullarda yapılan STEM ve biyomimikri uygulamaları öğrencilerde özellikle 21. yüzyıl becerilerinden olan ekolojik okuryazarlık becerilerinin geliştirmelerine imkan tanımaktadır. Biyomimikri tasarımlarında çevreye uyumluluk ve enerji tasarrufu gibi sürdürülebilir olmak konuları yer almaktadır. Dolayısıyla biyomimikri, günümüz çevre sorunlarına temelden çözümler üretmede büyük rol oynamaktadır. Arhon (2017), doğanın temel prensiplerinden en önemlisinin hayatın devamlılığı için verimli koşulların oluşturulması gerektiğini bildirmektedir. Diğer taraftan Arhon (2017) biyomimikri konusunda çalışma yapılırken önce problem belirlenmekte, belirlenen problem biyoloji diline uyarlanmakta, daha sonra da doğada benzer probleme ne gibi çözümler olduğunu bulmak için doğada araştırma yapıldığına vurgu yapmaktadır.

Ersanlı (2016) fizik eğitiminde biyomimikri verilerinin kullanılmasının önemi ile ilgili yapmış olduğu çalışmada biyomimikriden ayrıntılı bir şekilde bahsetmiş ve örneklerle biyomimikrinin günlük yaşamdaki kullanım alanlarına yer vermiştir. Ayrıca Ersanlı (2016) öğrenmeyi zevkli hale getirmenin ve öğrenilenin kalıcılığını artırmanın yolunun “ya okul hayatın içine götürülmeli ya da hayat okulun içine getirilmeli” ilkesinin uygulamaya konulmasından geçtiğini ve fizikte bunun adının "fizik eğitiminde bilginin doğadaki modelleriyle eşleştirilmesi" olduğunu bildirmiştir. Kısacası, biyomimikrinin fizik eğitiminde çok önemli olduğuna vurgu yapılmıştır. Yapılan bu araştırma bulgularından öğretmen adaylarının araştırmada seçilen biyomimikri örneklerinden esinlenerek yeni bir ürün tasarlama ya da geliştirme durumları ile biyomimikri örneklerini fizik kavramlarıyla ilişkilendirme becerilerinin iyi düzeyde olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Literatürde fen eğitimi alanında günlük yaşamla ilişkilendirme konusunda yapılan bazı çalışmalar tespit edilmiştir (Enginar, Saka ve Sesli, 2004; Ayvacı ve Devecioğlu, 2008; Taşdemir ve Demirbaş, 2010; Balkan-Kıyıcı ve Aydoğdu, 2011; Dede, Şen, Sarı ve Çelik, 2013; Pabuçcu, 2016; Yadigaroglu, Demircioğlu ve Demircioğlu 2017). Yapılan bu çalışmaların sonuçları incelendiğinde, öğretmen adaylarının ve öğrencilerin fen ile ilgili derslerde öğrendikleri bilgileri günlük yaşamla ilişkilendirmede genellikle düşük oldukları ve günlük yaşamda karşılaşılan olayları açıklamada yetersiz seviyede oldukları görülmüştür. Bu çalışmada fen bilgisi öğretmen adaylarının pıtrak, yusufçuk böceği, balinaların kuyruğu, kambur balina yüzgeçleri, deniz yosunlarının hareketleri, gekko kertenkelesinin ayaklarındaki dokular, bal peteği, arı gözü yapısı ve yalıçapkını kuşu gibi biyomimikri örneklerinden esinlenerek günlük yaşamda nelerin tasarlandığı sorularına yeterli düzeyde cevap veremedikleri

tespit edilmiştir. Biyomimikri örneklerinden esinlenerek günlük yaşamda nelerin tasarlandığı ile ilgili bazı araştırma sonuçlarımızın yukarıda bahsedilen alan yazındaki çalışmaların sonuçları ile örtüştüğü söylenebilir. Diğer taraftan, fen eğitimi alanında günlük yaşamla ilişkilendirme konusunda yapılan çalışmaların bulgularından durum belirleme sonuçlarına bakıldığında; öğrencilerin en fazla fizik ile ilgili öğrendikleri bilgileri günlük hayata aktarabildikleri, çevre problemlerini daha fazla biyoloji ile ilişkilendirdikleri, günlük yaşamla ilişkilendirmede ise bazen kavram yanlışlarına sahip oldukları, günlük yaşamla ilgili verilen örnekleri yorumlayamadıkları, öğretim programının kısmen günlük hayatla ilişkili olduğu, kitaplarda bulunan olayları günlük hayatta daha kolay açıkladıkları bulunmuştur. Ayrıca günlük yaşamla ilişkilendirme konusunda yapılan çalışmaların yöntemlerin etkinliği açısından sonuçlar incelendiğinde, basit araçlarla geliştirilen etkinliklerin, okul dışı bilimsel etkinliklerin, Tahmin, Gözlem, Açıklama (TGA) yönteminin, kavramsal değişim yaklaşımının, grup tartışmalarına sahip olunan bilgilerin günlük yaşamla ilişkilendirmede etkili olduğu belirlenmiştir (Ormancı ve Çepni, 2018).

Üniversite öğrencileriyle yapılan bu çalışmada öğretmen adaylarının biyomimikri örneklerini fizik kavramlarıyla yeteri kadar ilişkilendirdikleri görülmüştür. Biyomimikri kavramının teknolojinin ilerlemesi ve yenilikçi üretimin mühendislik alanında sıkça kullanılması Türkiye adına oldukça önem arz etmektedir. Bununla birlikte, biyomimikrinin sadece fizik alanıyla değil tüm alanlarla ilişkilendirilmesi ve ilköğretim kademesinden itibaren öğretim programlarında yer verilmesi önerilmektedir.

KAYNAKÇA

- Alawad, A. A., & Mahgoub, Y. M. (2014). The impact of teaching biomimicry to enhance thinking skill for students of art education in higher education. *Pensee Journal*, 76(4), 2-11.
- Alperen, N.F. (2020). *Ortaokul 5. sınıf bilim uygulamaları dersine yönelik stem temelli bir öğretim tasarımı: doğadan ilham alan teknolojiler*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Rize.
- Arhon, Z. (2017). Biyomimikri: Sürdürülebilirlik için doğadan gelen inovasyon. <https://www.calik.com/Home/DownloadMagazine?id=8038> adresinden erişilmiştir.
- Arslan S. S. (2009). *Proposal for a non-dimensional parametric interface desing in architecture: A biomimetic approach*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Middle East Technical University, Ankara.
- Avcı, F. (2019). Doğa ve inovasyon: Okullarda biyomimikri. *Anadolu Öğretmen Dergisi*, 2(3), 214-233. doi: 10.35346/aod.604872.
- Aydın, M. (2019). Nitel veri analizi. İçinde H. Özmen & O. Karamustafaoğlu (Ed.), *Eğitimde araştırma yöntemleri* (461-482). Ankara: Pegem Akademi.
- Aydın, M., & Günbatar, S. (2019). Fenomenolojik araştırma (olgu bilim) yöntemi. İçinde H. Özmen & O. Karamustafaoğlu (Ed.). *Eğitimde araştırma yöntemleri* (293-316). Ankara: Pegem Akademi.
- Ayvacı, H.Ş., & Devocioğlu, Y. (2008). Primary school students' connection levels of physics concepts related to daily life. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24, 69-79.
- Balkan-Kıyıcı, F., & Aydoğdu, M. (2011). Fen bilgisi öğretmen adaylarının günlük yaşamları ile bilimsel bilgilerini ilişkilendirebilme düzeylerinin belirlenmesi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Dergisi*, 5(1), 43-61.
- Bar-Cohen, Y. (2006). Biomimetics: Reality, challenges, and outlook. İçinde J. Bar-Cohen (Ed), *Biomimetics biologically inspired technologies* (495-510). Boca Raton, FL: Taylor & Francis Group.
- Benyus, J. M. (1997). *Biomimicry: Innovation inspired by nature*. New York: William Morrow and Comp, Inc.
- Benyus, J.M. (2002). *Biomimicry: Innovation inspired by nature*. New York: HarperCollins.

- Biomimicry Institute. (2017). Sharing biomimicry with young people. <https://asknature.org/resource/sharing-biomimicry> adresinden erişilmiştir.
- Boga-Akyol, M., & Timur-Ogut, S. (2016). Exploring biomimicry in the students' design process. *Design and Technology Education: An International Journal*, 21(1), 20-31.
- Bülbül, M. Ş. (2016). Nitel araştırmaların doğası. https://www.academia.edu/22643956/Nitel_Araştırmaların_Doğası adresinden erişilmiştir.
- Canbazoğlu Bilici, S. (2019). Örnekleme yöntemleri. İçinde H. Özmen & O. Karamustafaoglu (Ed.), *Eğitimde araştırma yöntemleri* (55-80). Ankara: Pegem Akademi.
- Çelikel, S.B., & Uçar, S. (2020). Biyomimikri: doğayla uyumlu yeni bir tasarım modeli. *Humanities Sciences*, 15(2), 51-61.
- Dede Er, T., Şen, Ö. F., Sarı, U., & Çelik, H. (2013). İlköğretim öğrencilerinin fen ve teknoloji dersi bilgilerini günlük hayatla ilişkilendirme düzeyleri. *Journal of Research in Education and Teaching*, 2 (2), 209-216.
- Enginar, İ., Saka, A., & Sesli, E. (2004). Lise öğrencilerinin biyoloji derslerinde edindikleri bilgileri günlük hayatla ilişkilendirebilme düzeyleri. *Erzincan Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6 (1), 57-63.
- Erden, O., & Şimşek, T. (2018, Kasım). *Biyomimetik tasarım yaklaşımı ile inovatif kavramsal alternatif aydınlatma sistem tasarımı: Light for Mersin*. İçinde A. Çamsarı (Başkan), 1. Uluslararası Mersin Sempozyumu. Mersin Üniversitesi, Mersin, 01-03 Kasım. 2018.
- Ersanlı, C.C. (2016, Mayıs). *Fizik eğitiminde biyomimikri verileri kullanımın yeri ve önemi*. 5 th International Vocational Schools Symposium, Priştine Üniversitesi Prizren Eğitim Fakültesi, Prizren, Kosova, 18-20 Mayıs 2016.
- Eryılmaz, H. (2015). Biyomimikri ve ergonomi: Tasarımda doğadan yenilikçi ilham. *Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 3(3), 469-474.
- Gardner, G.E. (2012). Using biomimicry to engage students in a design-based learning activity. *The American Biology Teacher*, 74(3), 182-184. doi: 10.1525/abt.2012.74.3.10
- Gencer, A.S., Doğan, H., & 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. doi: 10.19128/turje.643785.
- İleritürk, İ. (2016). *Mimarlık eğitiminde doğa ile ilişki bağlamında biyomimikri*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kahraman, S. (2022). *21 en iyi biyotaklit örnekleri [2022 dev rehber]*. <https://bilisimveteknik.com/biyotaklit-ornekleri/> adresinden erişilmiştir.
- Kara, B., & Akarsu, B. (2013). Ortaokul öğrencilerinin bilim insanına yönelik tutum ve imajının belirlenmesi. *Journal of European Education*, 3(1), 8-15.
- Karabetça, A. (2018). Biyomimikri destekli tasarım ölçütleri ile yenilikçi mekanlar yaratılması. *The Turkish Online Journal of Design Art and Communication*, 8(1), 104-111. doi: 10.7456/10801100/010
- Kim, S. (2019). Development and effect of biomimicry robot education program based on technology education. *Journal of Convergence for Information Technology*, 9(4), 109-117. doi: 10.22156/CS4SMB.2019.9.4.109
- Miles, M.B., & Huberman, M.A. (1994). *An expanded source book: Qualitative data analysis*. London: Sage Publications.
- Moore, T.J., Guzey, S.S., Roehrig, G.H., & Lesh, R.A. (2018). Representational fluency: A means for students to develop STEM literacy. In book K.L. Daniel (Ed.), *Towards a framework for representational competence in science education* (13-30). Switzerland: Springer, Cam.
- Ormanlı, U., & Çepni, S. (2018). The thematic review of relating with daily life studies in science education. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (EFMED)*, 12 (2), 350-381.

- Pabuçcu, A. (2016). Fen bilgisi öğretmen adaylarının gaz basıncıyla ilgili bilgilerini günlük hayatla ilişkilendirebilme seviyeleri. *Journal of the Turkish Chemical Society Section: C, 1(2)*, 1-24
- Pauw, I.C., Kandachar, P., & Karana, E. (2015) Assessing sustainability in nature inspired design. *International Journal of Sustainable Engineering*, 8(1), 5-13. doi: 10.1080/19397038.2014.977373
- Saban, A. (2009). Öğretmen adaylarının öğrenci kavramına yönelik zihinsel imgeleri. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 7(2), 281-326.
- Sanne, F., Risheim, I., & Impelluso, T. (2019-November). *Inspiring engineering in the K-12: Biomimicry as a bridge between math and biology*. In, Proceedings of the ASME 2019 International Mechanical Engineering & Exposition, Bergen, Norway, 8 - 14 November 2019.
- Senosiain, J. (2003). *Bio-architecture: nature: Our inspiration*. Oxford: Architectural Press, Elsevier Ltd.
- Sorlu, Ö. (2010). *İstanbul Üniversitesi Alfred Heilbronn Botanik Bahçesi'nin egzotik bitki envanteri ve endüstriyel biyotasarıma katkıları*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Sumrall, W.J., Sumrall, K.M. & Robinson, H.A. (2018). Using biomimicry to meet NGSS in the lower grades. *Science Activities*, 55(3-4), 115-126.
- Tank, K., Moore, T., & Strnat, M. (2015). Engineering encounters: Nature as inspiration. *Science and Children*, 53(2), 72-78.
- Taşdemir, A., & Demirbaş, M. (2010). İlköğretim öğrencilerinin fen ve teknoloji dersinde gördükleri konulardaki kavramları günlük yaşamla ilişkilendirebilme düzeyleri. *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi*, 7(1), 124-148.
- Volstad, N. L., & Boks, C. (2012). On the use of biomimicry as a useful tool for the industrial designer. *Sustainable Development*, 20 (3), 189-199. doi: 10.1002/sd.1535.
- Yadigaroglu, M., Demircioğlu, G., & Demircioğlu, H. (2017). Fen bilgisi öğretmen adaylarının kimya bilgilerinin günlük hayatla ilişkilendirebilme düzeyleri. *Ege Eğitim Dergisi*, 18(2), 795-812. doi: 10.12984/eggeefd.310426.
- Yakışan, M., & Velioğlu, D. (2019). İlkokul 4. sınıf öğrencilerin biyomimikri algılarına yönelik yaptıkları çizimlerin analizi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi (GUJGEF)*, 39(2), 727-753. doi: 10.17152/gefad.547807.
- Yazıcıoğlu, B., & Selçuk, S., (2019, Nisan). *Yapı kabuklarının termoregülasyonu: Biyometetik bir yaklaşım*. İçinde 3. International Symposium on Innovative Approaches in Scientific Studies, Fine Arts, Design and Architecture, Ankara, 19-21 Nisan 2019.
- Yıldırım, B. (2019). Fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM eğitiminde biyomimikri uygulamalarına yönelik görüşleri. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 39(1), 63-90.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2021). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (güncellenmiş 12. baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yıldız, H. (2012). *Endüstri ürünleri tasarımı kapsamında biyometetik tasarımın yeri ve metodolojisi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Atıf için (For Cited):

- Kandemir, N., Değirmenci, S., & Coşgun, M.A. (2022). Fen bilgisi öğretmen adaylarının biyomimikri örneklerini günlük yaşam ve fizik kavramlarıyla ilişkilendirme becerilerinin incelenmesi. *Turkish Journal of Primary Education (TUJPED)*, 7 (1), 25-43.

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

Biomimicry is defined as a type of reverse engineering that occurs in the form of defining a problem situation, finding solutions in nature suitable for this problem situation, and redesigning these solutions for human benefit. On the other hand, biomimicry enables students to look at nature from a different perspective and helps to reveal creative thinking, productivity and many skills. Recently, the aim of the curricula is to train individuals who know how to access information, who can analyze the information they reach, who can follow and apply the developments in science and technology, and who are researchers and inquirers. In addition, it is of great importance that students gain twenty-first century skills such as critical thinking, problem solving, collaboration and creativity. Here, biomimicry enables students to look at nature from a different perspective and helps to reveal creative thinking, productivity and many skills. In addition, biomimicry creates an interdisciplinary relationship between engineering and nature (science). In this article, the concept of biomimicry has shown how strong the interdisciplinary connection is between the sciences, especially physics and biology.

Method

In research, the ability of teacher candidates to associate biomimicry examples with physics concepts and daily life was investigated using a phenomenological design, one of the qualitative research designs. The study group of the research consists of 20 science teacher candidates studying in the 3rd grade of science teaching in the 2021-2022 academic year. In the review, each participant was coded as S1, S2,.....,S19 and S20 considering the ethical principles.

At the beginning of the research, a literature review was conducted on the subject. As a result of the scanning, a data collection tool consisting of 15 open-ended questions suitable for the purpose of the research was prepared, taking into account the biomimicry examples that are not found in the literature. The data obtained from each participant were transferred to the computer environment as they were. The data obtained from the participants in the study group were analyzed by the researchers according to the predetermined codes. Identified codes:

- No answer: It is the situation where the teacher candidates (participants) did not express any opinions.
- Wrong explanation: These are the explanations that are thought to be completely wrong or not related to the question.
- Partially correct explanation: These are the explanations in which the explanations of the teacher candidates are incomplete or some of them are considered correct and some of them are incorrect.
- Accurate description: Statements where the description is seen as completely correct.

Reliability for qualitative data was calculated using the formula [Reliability=consensus/(consensus+disagreement) X 100]. In the study, the agreement between researchers and experts for 512 explanations made by teacher candidates was determined as 98.6%.

Findings

In the research, it was seen that teacher candidates did not know enough what is designed in daily life, inspired by biomimicry examples such as the cockroach, dragonfly beetle, whales tail, humpback whale fins, seaweed movements, the tissues on the feet of the gekko lizard, the honeycomb, the bee's eye structure and the kingfisher bird. However, it was found that they

knew enough what was designed in daily life, inspired by biomimicry examples such as snow rabbits' feet, lotus plant leaves, sunflower plants, termite nests, dolphin fishes, fireflies and *Nautilus* creature. The teacher candidates have made some new technological product design inferences by using the physics knowledge they have in their minds by making use of biomimicry examples.

Conclusion and Discussion

In this study conducted with university students, it was determined that the science teacher candidates ability to design or develop a new product inspired by selected biomimicry examples and to associate biomimicry examples with physics concepts was found to be at a good level. Moreover, it can be said that biomimicry practices help teacher candidates look at nature in a different way, see that there is a close relationship between technology and nature, and think about the concept of biomimicry. The advancement of technology and the frequent use of innovative production in the field of engineering of the concept of biomimicry are of great importance for our country. Biomimicry should be associated not only with physics but also with all fields, and it should be included in curricula starting from primary education level. The linking of physics with biomimicry should be brought to a very important place in order to produce high value-added technological products in the country.