



**T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK
LİSANS
TEZİ**

**BİYOLOJİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ
BİYOMİMİKRİ İLE İLGİLİ FARKINDALIKLARI**

ALEV ÇAKIR

BİYOLOJİ EĞİTİMİ BİLİM DALI

TEMMUZ 2019



**BİYOLOJİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ BİYOMİMİKRİ İLE
İLGİLİ FARKINDALIKLARI**

Alev Çakır

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOLOJİ EĞİTİMİ BİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

TEMMUZ, 2019

TELİF HAKKI VE TEZ FOTOKOPİ İZİN FORMU

Bu tezin tüm hakları saklıdır. Kaynak göstermek koşuluyla tezin teslim tarihinden itibaren(....) ay sonra tezden fotokopi çekilebilir.

YAZARIN

Adı : Alev
Soyadı : ÇAKIR
Bölümü : Biyoloji Öğretmenliği
İmza :
Teslim Tarihi :

TEZİN

Türkçe Adı : Biyoloji Öğretmen Adaylarının Biyomimikri İle İlgili Farkındalıkları
İngilizce Adı : Awareness of Biology Teacher Candidates About Biomimicry

ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI

Tez yazma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyduğumu, yararlandığım tüm kaynakları kaynak gösterme ilkelerine uygun olarak kaynakçada belirttiğimi ve bu bölümler dışındaki tüm ifadelerin şahsıma ait olduğunu beyan ederim.

Yazar Adı Soyadı: Alev Çakır

İmza:

JÜRİ ONAY SAYFASI

Alev Çakır tarafından hazırlanan “Öğretmen Adaylarının Biyomimikri İle İlgili Farkındalıkları” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Eğitimi Bilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Ali GÜL

Biyoloji Eğitimi Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi



Üye: Doç. Dr. Cem GERÇEK

Biyoloji Eğitimi Ana Bilim Dalı, Hacettepe Üniversitesi



Üye: Doç. Dr. Semra BENZER

Fen Bilgisi Eğitimi Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi



Tez Savunma Tarihi:/...../2019

Bu tezin Biyoloji Eğitimi Bilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olması için şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

Prof. Dr. Selma YEL

Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürü

.....

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam süresince tecrübe ve bilgileriyle yolumu aydınlatan, sabırla ve özenle bana her durumda yardımcı olan, desteğini ve bilgisini hiçbir koşulda esirgemeyen danışmanım Sayın Prof. Dr. Ali GÜL'e, aile hayatımıza anlam ve neşe katan, bu süreçte enerjisiyle beni güçlü kılan oğlum Ali'ye ve tezin hazırlanmasında en başından en sonuna kadar beni teşvik edip, destek olan, her koşulda motivasyonumu yüksek tutmamı sağlayan, sevgili eşim Emre ÇAKIR'a teşekkür ederim.

**BİYOLOJİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ BİYOMİMİKİRİ İLE
İLGİLİ FARKINDALIKLARI
(Yüksek Lisans Tezi)**

**Alev ÇAKIR
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Temmuz, 2019**

ÖZ

Bu araştırma; öğretmen adaylarının biyomimikri ile ilgili farkındalıklarını araştırmaya, biyomimikri kavramı ile yaratıcı ve yenilikçi eğitim modellerini geliştirmelerini sağlayarak eğitimde yeni müfredatlara daha çabuk adapte olmalarına yardımcı olabilecek farkındalıklarını arttırmaya yönelik bir çalışmadır. Eğitimde biyomimikrinin nasıl öğretileceği henüz tartışma konusu olup, konu hakkındaki araştırmalar oldukça sınırlıdır. Bu çalışmada; “Biyoloji öğretmen adaylarının biyomimikri kavramına yönelik bakış açısı ve doğadaki tasarımlara ait farkındalıkları bazı değişkenler açısından ne düzeydedir?” sorusuna cevap aranmıştır. Bu çalışmada betimsel araştırma yöntemi kapsamında alan anket-survey (alan araştırması) tipi bir araştırma modeli kullanılmıştır. Araştırmanın evreni; Biyoloji Eğitimi Anabilim Dalı öğretmen adaylarından oluşmaktadır. Araştırmanın örneklemini ise Ankara’da bir devlet üniversitesinin Biyoloji Eğitimi Anabilim Dalı 2017-2018 öğretim yılında 1, 2, 3 ve 4. sınıflarında okuyan toplam 78 öğrenci oluşturmaktadır. Çalışmada veriler, araştırmacı tarafından uzman görüşleri alınarak hazırlanan “biyomimikri farkındalık anketi” ile elde edilmiştir. Anket 5’li likert tipi 19 sorudan oluşmaktadır. Anketteki 19 maddenin Cronbach’s alfa değeri 0,857 bulunmuştur. Maddeler arası farklılık incelendiğinde tüm maddelerin birbirinden farklı olduğu ($p<0,001$) görülmüştür. Toplanabilirlik varsayımı altında tüm ölçek maddelerinin toplanabilir ve ortalama değeri üzerinden çalışılacağı düşünülmüştür. Hotelling T2 testine göre de maddeler arası farklılıklar olduğu görülmüştür. Elde edilen verilerin analizinde SPSS paket programı kullanılmıştır. Öğretmen adaylarının cinsiyet, sınıf seviyesi ve akademik başarı değişkenleri ile biyomimikri kavramına ilişkin farkındalık düzeyleri arasındaki ilişki Bağımsız T-testi ile araştırılmıştır. Öğretmen adaylarının “doğadan esinlenme problem çözümünde sonuca kısa yoldan hızlı ulaşmayı sağlar” sorusunda erkeklerin katılım oranı kadınlardan daha fazladır ($p=0,032$). “Biyomimikri, doğayı taklit eden yapay bir yöntemdir” düşüncesine katılımın mezuniyete yakın olanlarda daha yüksek olduğu görülmüştür ($p=0,019$). Sınıf düzeyi artışına paralel olarak farkındalık düzeyinin de arttığı

anlaşılmıştır. Öğretmen adaylarının akademik başarılarının biyomimikri kavramına ilişkin farkındalıklarında etkili olduğu belirlenmiştir. “Biyomimikri, biyoloji eğitiminde tasarım ve tasarımcıyı sürece dahil edip, doğadan ilham alarak yaratıcı çözümler geliştirmeyi hedeflemiştir” düşüncesinde kavramı bilenler ile bilmeyenler arasındaki farklılığın anlamlı olduğu görülmüştür ($p<0,001$). Biyomimikri kavramının öğretimi ve öğretmen adaylarının bu konudaki farkındalıklarının artırılmasına yönelik uygulamaların, doğadaki tasarımlardan ilham alarak daha verimli çalışma yöntemleri geliştirmelerine ve teknolojiyle bağlantılı eğitim modelleri hazırlamalarına katkı sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler : Biyomimikri, Teknoloji, Doğadaki Tasarım, Farkındalık
Sayfa Adedi : 48
Tez Danışmanı : Prof. Dr. Ali GÜL

**AWARENESS OF BIOLOGY TEACHER CANDIDATES ABOUT
BIOMIMICRY
(Master Thesis)**

Alev ÇAKIR

**GAZİ UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF EDUCATIONAL SCIENCES
July, 2019**

ABSTRACT

The aim of this study is to inquire the awareness of prospective teachers regarding biomimicry and to expand their insight that could help them adapt to new curriculum in education more quickly by enabling them to develop innovative and creative educational models with the concept of biomimicry. How to teach biomimicry in education is still debatable and research on the subject is limited. This study sought answer to the question: What is the viewpoint of prospective biology teachers to the concept of biomimicry and how aware are these prospective biology teachers of the designs in nature in terms of some variables? A survey-type research model (field research) within the scope of descriptive research methods was used in this study. Study population is comprised of prospective teachers of the Department of Biology Teaching. Study sample includes 78 freshmen to senior university students studying at a state university in Ankara. Data of the study was obtained by “biomimicry awareness survey” prepared by the researcher with expert opinions. The survey includes 19 questions in a 5-point likert scale. Cronbach’s alfa value of the 19 items in the survey was found as 0.857. When difference between the items was assessed, all items were found to be different from each other ($p<0.001$). Under the assumption of additivity, all scale items were thought to be addible and worked on mean value. Hotelling T2 test showed difference between the items. SPSS statistical package was used for the analysis of the obtained data. The relation between sex, year of university education and academic success variables of prospective teachers and their awareness of the concept of biomimicry was investigated with Independent Sample T-test. Rate of agreement to the question “inspiration from nature provides quick reach to solution in problem solving” was higher in males than in females among prospective teachers ($p=0.032$). Agreement to the statement “Biomimicry is an artificial method that mimics nature” was found to be higher in students closer to their year of graduation ($p=0.019$). It

was understood that awareness level also increased parallel to the year of university education. Academic success of prospective teachers was found to be effective in their awareness of the concept of biomimicry. Regarding the statement “Biomimicry includes the design and the designer to the process and aims at developing creative solutions inspired by nature itself”, it was seen that the difference between the students familiar and unfamiliar with the concept was significant ($p < 0.001$). Teaching the concept of biomimicry and increase in the practices to expand the awareness of prospective teachers on this subject will enable prospective teachers to develop more productive studying methods inspired by nature and contribute to the preparation of technology-related educational models.

Key Words : Biomimicry, Technology, Design in Nature, Awareness
Number of Pages : 48
Advisor : Prof. Dr. Ali GÜL

İÇİNDEKİLER

TELİF HAKKI VE TEZ FOTOKOPİ İZİN FORMU	i
ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI.....	ii
JÜRİ ONAY SAYFASI.....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
ÖZ.....	v
ABSTRACT	vii
İÇİNDEKİLER.....	ix
TABLolar LİSTESİ	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ	xii
BÖLÜM I. GİRİŞ	1
1.1. Problem Durumu	1
1.2. Araştırmanın Amacı	2
1.2.1. Alt Amaçlar	3
1.3. Araştırmanın Önemi.....	3
1.4. Kapsam ve Sınırlılıklar.....	4
1.5. Tanımlar	5
BÖLÜM II. KAVRAMSAL ÇERÇEVE	7
2.1. Biyomimikri Kavramı ve İlgili Yaklaşımlar.....	7
2.1.1. Biyomimikri Kavramı.....	7
2.1.2. Doğadaki Tasarımlar ve Önemi.....	9
2.1.3. Biyomimikri Alanında Yaklaşımlar.....	10
2.2. Biyomimikri Tasarım Örnekleri	11
2.3. Biyomimikri Kavramı İle İlgili Yaklaşımlar	16
2.4. Biyoloji Eğitiminde Biyomimikri Tasarım Metodları	19
BÖLÜM III. YÖNTEM	23
3.1. Araştırmanın Modeli	23

3.2. Araştırmanın Çalışma Grubu.....	23
3.3. Verilerin Toplanması.....	23
3.4. Verilerin Analizi.....	24
BÖLÜM IV. BULGULAR VE YORUM.....	25
4.1. Ölçek Skorları ve Yorumlar	25
4.2. Anket Soruları ve Sonuçların Yorumlanması.....	27
4.3. Akademik Ortalama Bakımından Sonuçlar ve Yorumlar.....	29
4.4. Cinsiyet Bakımından Sonuçlar ve Yorumlar	31
4.5. Biyomimikri Kavramına İlişkin Farkındalık Sonuçları ve Yorumlar.....	33
4.6. Sınıf Düzeyi Bakımından Sonuçlar ve Yorumlar	35
BÖLÜM V. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	37
5.1. Tartışma.....	37
5.2. Sonuçlar	38
5.3. Öneriler	39
KAYNAKLAR	41
EKLER.....	45
EK-1. Farkındalık Anketi Örneği	46

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1. <i>Doğal Tasarım Prensipleri</i>	9
Tablo 2. <i>Ekolojik Prensipler</i>	11
Tablo 3. <i>Ölçek Skorları</i>	25
Tablo 4. <i>Maddeler Arası Farklılık Değerleri</i>	25
Tablo 5. <i>Araştırmaya Katılan Bireyler</i>	26
Tablo 6. <i>Anket Verileri</i>	27
Tablo 7. <i>Akademik Ortalama Dağılımları</i>	28
Tablo 8. <i>Akademik Ortalama Farkındalık Puanları</i>	29
Tablo 9. <i>Akademik Ortalama Biyomimikri Farkındalık Puanları</i>	31
Tablo 10. <i>Cinsiyete Göre Katılım Oranları</i>	31
Tablo 11. <i>Biyomimikri Kavramına İlişkin Farkındalık Oranları</i>	34
Tablo 12. <i>Sınıflara Göre Katılım Dağılımı Oranları</i>	36

ŞEKİLLER LİSTESİ

<i>Şekil 1.</i> Skorksy helikopterlere ilham veren yusufçuk (helikopter böceği) ve Skorksy “H5 Dragonfly” adlı helikopteri	11
<i>Şekil 2.</i> Termit kuleleri ve havalandırma sistemi	12
<i>Şekil 3.</i> Eastgate merkezi ve termit kuleleri	12
<i>Şekil 4.</i> Lotus çiçeği ve hidrofobik yüzeyi	13
<i>Şekil 5.</i> Velcro	14
<i>Şekil 6.</i> Morfo kelebeğinden renkli kumaş	14
<i>Şekil 7.</i> Köpek balığı derisinden mayo	15
<i>Şekil 8.</i> Güve gözü-ekran teknolojisi	15
<i>Şekil 9.</i> Penguen gözü-gözlük camı	16
<i>Şekil 10.</i> Biyolojiden tasarıma	19
<i>Şekil 11.</i> Araştırmaya katılan bireylerin cinsiyet dağılımı	26
<i>Şekil 12.</i> Araştırmaya katılan bireylerin sınıf düzeyi dağılımı	26
<i>Şekil 13.</i> Araştırmaya katılan bireylerin biyomimikri kavramını bilme durumu	26
<i>Şekil 14.</i> Akademik ortalama farkındalık skoru	28
<i>Şekil 15.</i> Akademik ortalama farkındalık grafiği	29
<i>Şekil 16.</i> Farkındalık skoru grafiği	30
<i>Şekil 17.</i> Cinsiyete göre dağılım grafiği	31
<i>Şekil 18.</i> Biyomimikri kavramı bilgisine göre dağılım grafiği	33
<i>Şekil 19.</i> Sınıflara göre katılım dağılımı grafiği	34

BÖLÜM I

GİRİŞ

1.1. Problem Durumu

Dünyamız gün geçtikçe yeni teknolojilerle karşı karşıya kalmakta ve özellikle biyoloji alanındaki teknolojik gelişmeler çok hızlı bir şekilde günlük hayatımızı etkilemektedir. Ancak bu teknolojilerin getirdiği bazı olumsuzluklar yeni sorunlara neden olmaktadır. Her geçen gün gittikçe artan dünya nüfusu, insanlardan kaynaklanan atıkların çoğalması ve doğal kaynakların kısıtlı olması doğanın dengesini bozmaktadır. Günümüzde mevcut sorunların çözümünde yetersiz kalınmakta ve var olan çözüm yollarının doğaya zarar verdiği düşünülmektedir (Genç, 2013).

1950'lerden itibaren günümüze kadar çevreci hareketin ilk ışıklarını insanoğlu yakmıştır. Geçmişin bilgeliğini geleceğin analiz tekniklerini ve teknolojiyi bir arada kullanmıştır. Bu 60-70 yıllık dönemde, doğaya karşı duruşun değil de doğa ile birlikte hareket etmenin izleri aranmış ve gelişmiş endüstrinin ne kadar yanlış bir yolda yürüdüğü görülmüştür (Mirvis, 1994).

1970'li yıllardan sonra “sürdürülebilirlik” kavramı ele alınmıştır. Sürdürülebilirlik, insan varlığının yok oluşunu, doğal kaynaklardaki sınırlılıkları ve ekosistemdeki kırılmaları ele almaktadır. Bunun yanı sıra, toplumların ekonomik ve sosyal amaçlarındaki hırsları ile insani ihtiyaçların nasıl dengelenmesi gerektiği üzerinde durulmaktadır (Jones, Clarke-Hill, ve Comfort, 2008).

Doğal dünya, tasarımda ilham almak için sayısız olanaklar sunmaktadır. Sürdürülebilir tasarıma öngörü sağlayan biyolojik organizmalar, stratejiler, sistemler bunlardan sadece bazılarıdır. Biyolojik sistemler biyolojiye, mühendisliğe ve diğer alanlara birçok tecrübe sunmaktadır. İnsanoğlunun gerekli olan teknik problemini çözmek için biyolojik sistemlerle çalışmak, günden güne önem kazanmıştır. Örneğin, biyomimetik tasarım,

gelecek teknolojileri heyecanlandıran, yeni yetenekleri keşfeden büyük potansiyelleri önermektedir (Bar-Cohen, 2006).

İnsan, doğada hayat bulan, içgüdüsel olarak hayatta kalmak için çaba harcayan bir canlıdır. Yaşamın sürekli olabilmesi için, insanın gidermesi gereken fiziksel ihtiyaçları ve sağlaması gereken güvenliği vardır. Bu noktada insanın çevreyle olan ilişkisini düzenlemesi gerekmektedir ve bu süreçten itibaren de tasarım başlar. Taklit etmek, neredeyse tüm canlıların gösterdiği bir davranış biçimidir. Biz insanlar, doğduğumuz andan itibaren taklit ederek öğreniriz, bu durum taklit ettiklerimizi seçerek kişiliğimiz ve davranışlarımızı oluşturan kadar sürer. Canlı yaşamını sürdürebilmek için kendi türü, düşmanları ve çevresi hakkında bilgi edinmelidir. Edinilen bilginin uygulanmasının başka bir tanımı da taklit etmek olarak değerlendirilebilir (Kuday, 2009).

Teknolojinin de doğaya verdiği zarar düşünüldüğünde şu andaki çözümler yeterli olmamaktadır. Doğaya zarar vermeyen doğayla uyumlu çözümlerin nasıl olabileceği sorusuna yanıt aranmaktadır. Bu konuda Benyus (2002) dünyanın 3,8 milyar yıl süresince yaşayan, deneme ve yanılma yoluyla kendini değiştiren ve geliştiren bir yapıya sahip olduğunu vurgulamaktadır. Benyus, çevremizi saran olağanüstü akıllı bir yaşam olduğunu ve bu yaşamı anlayanın yeni çözüm yolları bulmakta kullanılabileceğini belirtmektedir.

Doğadaki tasarımların bireyler tarafından fark edilmesi ve yaşam ortamına yansıtılması öğretim kademelerindeki öğretmenler tarafından gerçekleştirilecek önemli bir durum olarak algılanmaktadır. Bu nedenle biyomimikri kavramı ile ilgili öğretmen adaylarının farkındalığı araştırılmaya değer görülmüştür

1.2. Araştırmanın Amacı

Biyoloji öğretmen adaylarının biyomimikri kavramı ile doğadaki tasarımlara yönelik farkındalıklarının incelendiği bir araştırma bulunmamaktadır. Eğitimde biyomimikrinin nasıl öğretileceği henüz tartışma konusu olup, konu hakkındaki araştırmalar oldukça sınırlıdır. Bu çalışmada; “Biyoloji öğretmen adaylarının biyomimikri kavramına yönelik bakış açısı ve doğadaki tasarımlara ait farkındalıkları bazı değişkenler açısından ne düzeydedir?” sorusuna cevap aranmıştır.

Çalışmada; biyoloji öğretmen adaylarının doğadaki tasarımlar ile ilgili farkındalıkları, biyomimikri kavramına yönelik bakış açıları, biyoloji ile tasarım arasındaki ilişkiye ait hakimiyetleri, biyomimikri kavramı ile problemlerin çözümünü doğadan ne şekilde

bulabileceği, biyoloji eğitiminde doğadan ne kadar esinlendiklerine dair yanıtlar aranmıştır.

1.2.1. Alt Amaçlar

1. Biyoloji öğretmen adaylarının biyomimikri kavramına ilişkin farkındalıkları sınıf düzeylerine göre farklılaşmakta mıdır?
2. Biyoloji öğretmen adaylarının biyomimikri kavramına ilişkin farkındalıkları ile ders başarıları arasında ilişki var mıdır?
3. Biyoloji öğretmen adaylarının biyomimikri kavramına ilişkin farkındalıkları kız ve erkek öğrenciler arasında farklılık göstermekte midir?

1.3. Araştırmanın Önemi

Doğadaki birçok canlının aniden yağan yağmurlara, bunların sonucunda ortaya çıkan sellere, sıcak ve soğuk hava şartlarına, yangınlara, hatta atom bombasına bile dayanmakta olduğu bilinmektedir. Bunlar gibi pek çok olumsuz etkenlere rağmen canlılar doğada hayatta kalmayı ve bir düzen içerisinde yaşamayı başarmaktadırlar.

Doğadaki canlı cansız tüm varlıkların kendi içlerinde ve doğayla uyum içerisinde yaşamaları için gereken sistemleri bulunmaktadır. Bu sistemler ile yemek yerler, yürürler, uçarlar, nefes alırlar.

Benyus (2002) çalışmasında;

- Arı kuşlarının 10 gramdan daha az bir yakıtla Meksika Körfezi'ni geçebildikleri,
- Yusufçukların en iyi helikopterlerden bile daha iyi manevra yapabildikleri,
- Termit kulelerinde bulunan iklimlendirme ve havalandırma sistemlerinin, donanım ve enerji sarfıyatı bakımından insanların yaptıklarından çok daha üstün oldukları,
- Yarasanın çok-frekanslı ileticisinin, insanların yaptığı radarlardan daha verimli ve duyarlı çalışabildiği,
- Işık saçan alglerin vücut fenerlerini aydınlatmak için çeşitli kimyasalları bir araya getirebildikleri,
- Kutup balıkları ve kurbağaların donduktan sonra yeniden hayata dönmeleri ve organlarının buz nedeniyle hasara uğramadığı,
- Bukalemunun ve mürekkep balığının, bulundukları ortamla tam bir uyum içinde olacakları şekilde derilerinin renklerini, desenlerini anında değiştirebildikleri,

- Arıların, kaplumbağaların ve kuşların haritaları olmadan uzun mesafeli uçuşlar yapabildikleri,
- Balinaların ve penguenlerin oksijen tüpü kullanmadan derinlere dalabildikleri,
- DNA sarmalının bilgi depolama kapasitesine sahip olduğu,
- Yaprakların fotosentez işlemi ile yılda 300 milyar ton şeker üretimi yaparak dünyanın en büyük kimyasal işlemini gerçekleştirebildikleri örneklerini vermektedir.

Bugün bu bilgiler insanlara biyomimetik bilim ile doğadan öğrenmemiz gereken daha birçok bilinmeyenin olduğunu göstermektedir. Çeşitli alanlarda yukarıda verilen örnekler gibi çok sayıda canlı araştırılıp yeni hastalıkların tedavilerinde, yeni malzemelerin üretiminde ve yeni yapıların oluşturulmasında katkı sağlanabilir.

Biyoloji eğitiminde biyomimikri konusundaki kavramların biyoloji öğretmen adayları tarafından algılanma düzeyleri ve doğada ki tasarımlarla ilgili farkındalıkları saptanarak, biyomimikri kavramı hakkında yeterli bilgiye sahip olup olmadıkları ya da biyomimikri kavramını ne derecede kullandıklarının cevaplanması gerekir.

1.4. Kapsam ve Sınırlılıklar

Bu çalışma, biyoloji öğretmen adaylarının biyomimikri kavramıyla doğaya bakış açılarını ölçmeye yönelik bir çalışmadır.

Bu çalışmanın 4 adet önemli sınırlılıkları vardır. Birincisi önerilen anket yönteminin sadece Gazi Üniversitesi Biyoloji Öğretmenliği öğrencilerine uygulanmış olmasıdır. Ülkenin diğer üniversitelerinde bulunan biyoloji öğretmenliği programlarındaki öğrencilerine uygulanmamış olması bulguları genellememizi engeller. İkincisi anketin kısa sürede uygulanmış olması ile uygulanan öğrenci sayısının sınırlı olması ve dönem sonuna denk gelmesinden kaynaklanan nedenlerden dolayı çalışma geniş bir kapsamda değerlendirilememiştir. Üçüncüsü araştırmaya katılan öğrencilerin biyomimikri hakkında, biyomimikri ile tasarım ilişkisi hakkında yeterli bilgilerinin olmayışı ve konunun araştırılmasında yeterli birikime ulaşamayışından dolayı araştırma yüzeysel kalmıştır. Dördüncüsü ise araştırmaya dahil edilen biyoloji öğretmenliği öğrencilerinin akademik ortalamaları bakımından yakın bir dağılım göstermemeleri akademik ortalamaya bağlı kesin bir sonuç çıkarmamızı engellemiştir. Karşılaştırmalar yapıldığında kadın ve erkeklerde akademik ortalama bakımından farklılık görülmemiştir ($p=0,708$). Biyomimikri kavramı farkındalık skoru incelendiğinde erkeklerin bu kavramdan daha yüksek skor elde

ettiği yani daha fazla farkında olduğu görülse de ortalamalar bakımından farklılık incelendiğinde istatistiksel olarak farklılık görülememiştir.

1.5. Tanımlar

Biyomimetik (Biyomimikri) Bilim: İnsanların doğada bulunan sistemleri taklit ederek yaptıkları maddelerin, aletlerin, mekanizma ve sistemlerin tümünü araştıran bilim dalıdır. Doğadaki tasarımlar örnek alınarak yapılan aletlere, özellikle nanoteknoloji, robot teknolojisi, yapay zeka, tıbbi endüstri ve askeri donanım gibi alanlarda kullanılmak için gerek duyulmaktadır (Genç, 2013).

 novasyon: "Yeni ve değişik bir şey yapmak" anlamındaki Latince "innovare" kökünden türetilmiştir.  novasyon "bilim ve teknolojinin ekonomik ve toplumsal yarar sağlayacak şekilde yenilenmesi" anlamına gelir. Türkçe karşılığı olarak kullanılan "yenilenme" sözcüğü  novasyonun ancak bir kısmını tanımlayabilmektedir.  novasyon denilince, bilim ve teknolojiyi kullanırken, çıktılarında ekonomi ve topluma yönelik yarar yaratması vurgulanır (Yamaç, 2001).

BÖLÜM II

KAVRAMSAL ÇERÇEVE

2.1. Biyomimikri Kavramı ve İlgili Yaklaşımlar

2.1.1. Biyomimikri Kavramı

Biyomimetik kavramını literatürde biyomimesis, biyomimikri, biyonik gibi değişik isimlerle de görmek mümkündür. Biyomimesis kavramı Yunanca yaşam anlamına gelen “bios” ve taklit anlamına gelen “mimesis” kelimelerinden oluşmaktadır. Biyomimesis/Biyomimetik kavramı doğadan esinlenerek problem çözümünde, yeni teknolojiler geliştirilmesinde kullanılan alanı temsil etmektedir. “Biyomimetik Bilim” olarak adlandırılan bu yeni kavram doğada bulunan sistemlerden yararlanarak mevcut sorunlara yeni çözüm yolları aramaya çalışmaktadır.

Biyomimetik doğadaki bir canlının renk, doku, işlev veya biçimsel olarak tam anlamıyla ya da kısmen taklit etmesi olarak tanımlanmaktadır (Kuday, 2009). Banger (2012) Biyomimetik Kavramını; “doğal olanların yapay yollarla sentezlenmesi amacıyla biyolojik materyalin oluşum, şekil, mekanizma süreçlerinin incelenmesi bilimi olarak” tanımlamaktadır.

Doğadan esinlenerek yapılan araç ve gereçlerin büyük çoğunluğu, insanların doğada yaşam savaşı verirken kendilerini korumayı ve yaşamlarını kolaylaştırmayı amaçladıkları bilinmektedir. İnsanların oluşturduğu yapay çevrede yaşamı devam ettirebilmek ve çevre şartlarına karşı dayanabilmek için hayvanlardan, soğuktan ya da yağmur gibi olaylardan korunmak amacıyla çeşitli savunma ve barınma mekanizmaları geliştirdikleri belirtilmektedir (Bayazıt, 2008).

Tarihsel süreç içerisindeki diğer taklit örnekleri incelendiğinde, insanoğlunun çevresinde gördüklerini kendine nasıl yararlı hale getirdiği anlaşılabacaktır. Romalıların kullandığı bazı savaş araç gereçlerinin doğadan esinlenerek yapıldığı düşünülmektedir. Romalılar

Armadillo denilen bir hayvanın dış kabuğundan esinlenerek bu tasarımı kendi savunma mekanizmalarına uyarlamışlardır. Bu durum biyomimetik kavramının ortaya çıkmasından önce de insanoğlunun doğadaki tasarımlardan taklitler yaptıklarını göstermektedir. Marcus Vitruvius Pollio'nun Scorpio adını taşıyan mancının geliştirilmesinde bir akrep türünün kuyruk şeklinden esinlendiği belirtilmektedir (Kuday, 2009).

Bütün bu gözlem ve denemelerin sonucunda bilim adamları çözüm bulmak istedikleri pek çok problemlerin çözümünün doğadaki canlı cansız varlıkların sistemlerinde var olduğunu fark etmeye başladıklarında biyomimetik biliminin de adımları atılmıştır. Biyomimetik kavramını 1950'lerde ilk kullanan Otto Schmit'tir (Kuday, 2009).

Benyus "Biomimicry: Inspired by nature" (Biyomimikri: Doğadan Esinlenen İnovasyon) adlı kitabında doğadaki hayvan, bitki ve daha birçok canlı, cansız ve tüm oluşumları inceleyip, bunların sistemlerinin çalışma prensiplerini ortaya çıkararak bilim adamlarının yeni fikirler üretmesinde önemli bir anlam teşkil ettiğini söylemektedir (Benyus, 2002). Biyomimetik Bilimi temelde biyoloji ile alakalıdır. Aynı zamanda zooloji, botanik ve kimya biliminden de yararlanır. Biyomimetik'in bilim olarak kabul edilmesi 21. yy. ortalarında gerçekleşmiştir (Genç, 2013).

Biyomimikri, Yunanca bios (hayat) ve mimesis (taklit) kelimelerinin birleşimiyle Benyus tarafından adlandırılmış bir kavramdır (Benyus, 2002). Biyomimikri temel olarak iki yaklaşımla ele alınabilir (Biomimicry, 2007). Birincisi biyolojiden tasarıma yönelik olan yaklaşımda biyolojik bir olay, tasarım sorununu çözmek için yeni bir seçenek sunar. İkinci yaklaşımda ise, tasarımdan biyolojiye yönelik yaklaşımdır. Tasarım sorunuyla başlanarak ihtiyaç duyulan en ufak işlev tanımlanır. Sonra organizmaların ve ekosistemlerin bu işlevi nasıl gerçekleştirdikleri gözlemlenir.

Benyus (2002) kitabında biyomimikriyi üç ilkeyle tanımlamaktadır:

1. Bir örnek olarak doğa; Biyomimikri doğadaki örnekleri inceleyerek doğanın tasarımlarını ve gelişim süreçlerini taklit ederek sorunlarımızı çözmeye çalışan yeni bir bilim dalıdır.
2. Bir ölçüt olarak doğa; Biyomimikri ekolojik standartları kullanarak gelişimimizin adil olup olmadığını yargılar.
3. Bir akıl hocası olarak doğa; Biyomimikri doğayı gözlemleyip ona değer vermenin ortaya çıkardığı yeni bir kavramdır. Doğadan neler alabileceğimiz üzerine yorumlar yapar.

2.1.2. Doğadaki Tasarımlar ve Önemi

Tasarım; ihtiyaç karşılamak, güvenliği sağlamak, problemleri çözmek, yaşamı kolaylaştırmak ve yaşam kalitesini arttırmak için neredeyse her canlının farkında olarak ya da olmayarak yaptığı eylemdir. Canlı, bunları hayatında uygulamak için çevreyi ve koşulları değiştirmeye zorlar, fakat değiştiremediği takdirde ona adapte olmaya çalışır. Bulunduğu yeri tanınması, yarar ve zararların farkında olması, tasarım yapma yeteneğini kullanırken elindeki olanakları tanımaya yardımcı olur. Tasarım yapacak olan canlının, algılama, analiz etme, muhakeme yapabilme, vb. gibi yeteneklerinin ve duyuşal hafızasının olması gerekmektedir (Kuday, 2009).

Leonardo da Vinci belki de tarihin en önemli ve bilinçli doğa gözlemcilerinden biridir. O, tasarımlarının büyük bir kısmında gözlemlediği doğayı model almıştır. Özellikle anatomiye gösterdiği ilgi, kadavralar üzerinde çalışmalar yapmaya kadar varmıştır. Her ne kadar biyografisi hakkında çok net bilgilere sahip olunmasa da o çalışmalarını kaydetmiş ve sanatçılığı konusundaki bilgiyi sonraki nesillere aktarmıştır. Uçma amacına ulaşmasa da Leonardo da Vinci'nin uçuş makineleri sırasında yaptığı çalışmalar, yaşadığı dönemin ötesinde düşünmüş olduğunu belirtmektedir (Laurenza, 2005).

İnsanların hava şartlarından korunmanın yanı sıra yırtıcılardan da korunmaları gerekmiştir. Yırtıcıların sahip olduğu diş, pençe gibi uzuvlara sahip olmadıklarından; ya taştan ya da hayvan kemiklerinden, diş ve pençe benzeri delici, kesici ve parçalayıcı doğal formlardan yararlanarak avlanmak, korunmak için silahlar ve diğer ihtiyaçlarını karşılamak için el aletleri yapmışlardır.

İlham almak için doğaya bakmak yeni yöntem değildir. Örneğin, biyomimikri kavramından önce Leonardo da Vinci, uçan canlılara bakarak uçma mekanizmaları tasarlamıştır (Genç, 2013).

Biyomimetik kavramı ile ilgili akla ilk gelen ve tanımlarda verilen ilk örnek Velcro'dur. Bu tasarım, George de Mestral'in köpeğiyle çıktığı geziden dönüşünde köpeğinin kürküne ve pantolonuna yapıştığını fark ettiği, "Arctium lappa" adlı bitkinin detayını mikroskop altında incelemesi ve bunu bilinçli şekilde taklit etmesiyle 1941 yılında ortaya çıkmıştır (Bhushan, 2009; Forbes, 2006).

Velcro'nun objeleri olması gereken yerde tutabilmesi NASA'nın dikkatini çekmiş ve bazı problemler için mükemmel bir çözüm olarak görülmüştür. Yörüngede bulunan ve neredeyse ağırlığını tamamen yitiren eşyaların savrulması gibi bir soruna çözüm getirdiği için Velcro, NASA için vazgeçilmez bir ürün olmuştur (Jones ve Benson, 2002).

2.1.3. Biyomimikri Alanında Yaklaşımlar

Benyus, biyomimikri alanının kurucusu olarak kabul edilmektedir. Rutgers Üniversitesinden doğal kaynak yönetimi lisansı ile mezun olmuş ve doğadan ilham alan “İnovasyon” adlı kitabı yazmıştır (Özdoğan, 2015).

Biyomimikri terimi; doğada kullanılan üç parametre olan model, ölçü ve danışman üzerine temellendirilmiştir. Bu sebeple biyomimikri sadece taklit etme ya da doğadan ilham almayı değil, aynı zamanda inovasyonun uygun olup olmadığını değerlendiren ekolojik standartları kullanır. Biyomimikri, dünyadan ne öğrendiğimiz üzerine temellenir (Benyus, 2002).

Biyomimikrinin nasıl uygulanacağı konusunda iki temel seviyede uygulama ve görüş farklılığı vardır. İndirgeyici (reductive-shallow) ve bütünlüğe ait (holistic-deep) biyomimikri olarak iki temel görüş vardır. Uygulamalarda indirgeyici bakış açısı daha yaygındır. Burada amaç biyoloji temelli teknolojilerin mühendislik/tasarım alanında yaygınlaştırılmasıdır (Benyus, 1997). Bütünlüğe ait biyomimikride ise ürün tasarımlarının ekolojik olarak sürdürülebilir ve doğaya zarar vermemesi prensibi üzerine bir yaklaşım izlenir. İndirgeyici biyomimikri aslında doğadaki formları taklit ederek belli sahalarda bilgi birikimini artırır ve çeşitlendirir. Öte yandan, diğer uçtaki bütünlüğe ait biyomimikri ise “eko-tasarım” yapabilmeyi ve ekosistemlerin taklit edilmesinden yola çıkar. Bu iki ucun arasında ise doğal süreçlerin taklit edilmesi vardır. Doğada üretim süreçleri çevreye zarar vermez ve en etkin şekilde çalışır. Burada otomatik açılıp-kapanan kalp kapakçıklarından ilham alınarak, bisikletçilerin kendi kendine kapanıp-açılan su şişesi tasarımları da örneklenebilir (Volstad ve Boks, 2012).

1984’te Nancy Jack Todd ve John Todd doğal tasarımın prensiplerini (Tablo 1) on madde ile incelemişlerdir:

Tablo 1
Doğal Tasarım Prensipleri (Todd ve Todd, 1984)

1. Yaşam dünyası bütün tasarımcılar için matristir.
2. Tasarım hayatın kanunlarına karşı değil onları takip etmelidir.
3. Biyolojik eşitlik tasarımı belirlemelidir.
4. Tasarım biyolojik bölgeselliği yansıtmalıdır.
5. Projeler geri dönüşebilir enerji kaynakları üzerine temellenmelidir.
6. Tasarım yaşam sistemleri ile bütünleşerek sürdürülebilir olmalıdır.
7. Tasarım doğal dünya ile birlikte evrilebilir.
8. Yapılar ve tasarım gezegenin iyileşmesine yardımcı olmalıdır.
9. Tasarım mükemmel ekolojiyi takip etmelidir.
10. Herkes bir tasarımcıdır.

Fritjof Capra, tarafından genişletilen ekoloji prensipleri (Tablo 2) doğanın dili olarak dönüştürülmüştür .

Tablo 2
Ekolojik Prensipler (Capra, 2015)

1. Dönüşüm: Sürekli dönüşüm içinde yer alan ekolojik çevrenin üyeleri dönüşüm içindedir.
2. Ağ örgüsü: Bütün yaşayan varlıklar ekolojik sistem içerisinde birbirine bağlı ve birbirleriyle ilişki içindedir.
3. İç içe sistemler: Her bağımsız sistem büyük sistemlerin içindedir.
4. Akışkanlık: Her organizma hayatta kalmak için sürekli bir enerji akışkanlığına ihtiyaç duyar
5. Gelişme: Bütün yaşamlar zamanla değişir, gelişir, öğrenir, uyum sağlar.
6. Dinamik denge: Ekolojik topluluklar geri besleme döngüleri ile hareket ederler.

2.2. Biyomimikri Tasarım Örnekleri

Biyomimikri ile doğadan esinlenilerek ya da taklit edilerek yapılmış örnekleri incelemek konuyu daha iyi anlaşılmasında önemli bir role sahiptir. Bu nedenle aşağıda bazı biyomimikri örnekleri verilmiştir.

Biyomimikri Örneği 1

Bu ürünlerden olan “H5 Dragonfly” adlı helikopterin tasarım kaynağı yusufçuk böceğidir (Şekil 1). Yusufçuğun havadaki uçuş manevralarını inceleyerek bilgisayara bu fotoğrafları aktarıp, böceğin uçuş mekanizması araştırılmıştır (The Dragonfly: The Inspiration For The Helicopter, 2005).

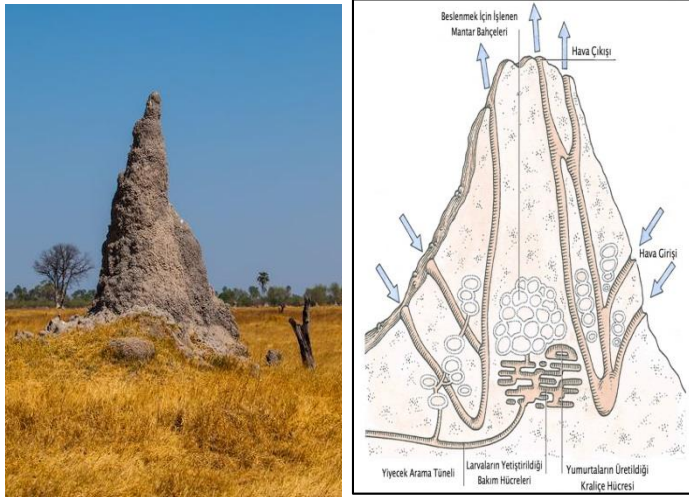


Şekil 1. Skorksy helikopterlere ilham veren yusufçuk (helikopter böceği) ve Skorksy “H5 Dragonfly” adlı helikopteri (Genç, 2013)

Biyomimikri Örneği 2

Termit kuleleri, mimarının geleceğinin doğadan esinlendiğinin kanıtıdır. Termitler beyaz karınca olarak bilinirler. Kurumuş odun parçaları ve organik maddeler ile beslenirler. Koloni halinde yaşamaları ile arılara benzetilirler. Yuvaları oldukça yüksek gözükmese de rağmen yer altında labirent şeklinde devam eder. Bu canlılar yuvalarında soğutma sistemleri kullanırlar. Kulelerin üzerinde bulunan bir delikle sıcaklık ayarını yaparlar. Bu deliği havanın sıcak ve soğukluğuna göre kil ile örerek, açıp kapatarak kulenin havalandırmasını sağlarlar. Eastgate Merkezi Binasının havalandırmasında en alt kattan en üste doğru sürekli bir hava akışı vardır. “Eastgate Centre”, termit kulelerini model olarak

tasarlanmıştır. Termit kulelerini model alan havalandırma sayesinde hem maddi olarak kazanç sağlanmış hem de doğaya zarar vermeden kendi soğutmasını yapabilen bir mekanizma tasarlanmıştır (Şekil 2, 3) (Genç, 2013; Kудay, 2009, s. 59-60).



Şekil 2. Termit kuleleri ve havalandırma sistemi
(<https://www.termodinamik.info/dosya/ekosistem-muhendisleri-termitler>)



Şekil 3. Eastgate merkezi ve termit kuleleri (<https://www.treehugger.com/sustainable-product-design/biomimetic-building-uses-termite-mound-as-model.html>)

Biyomimikri Örneği 3

Lotus bitkisi çamurlu ortamlarda yetişmesine rağmen çiçeğinin yapraklarını daima temiz tutabilen bir bitkidir. Toz ve kir lekelerini uzaklaştıracak çivi benzeri çıkıntılara sahiptir. Su damlası geldiğinde ise bu bölgelerdeki tozları alarak yaprağı temizler. Nilüfer çiçeğinin bilimsel analizi yapıldığında bataklık suyunu, kir ve toz lekelerini temizlediği saptanmıştır. Bu sayede kendi kendini temizleyen inovatif boya geliştirilmiştir (Şekil 4). Wilhelm Barthlott tarafından bir çeşit boya geliştirilmiştir. Bu boya kurduğunda, nilüfer yaprağı

gibi doğayı taklit edilerek kendi kendini temizlemektedir. Bu özelliği suyun akışkan bir şekilde boncuk boncuk olmasını sağlamaktadır. Kir ve su arasında ki güçlü yapışkan sayesinde su kiri dışarı taşımaktadır. Buna “Lotus Etkisi” denmektedir (Özdoğan, 2015).

Örneğin; Lotus çiçeği yaprağının hiç ıslanmaması ve kirlenmemesi özelliği keşfedilerek, kirlenmeyen ve ıslanmayan kaşıklar, çatalar ve elbiseler üretilebilecektir. Diğer yandan sağlık alanına yönelik olarak yapılacak akıllı nano-robotlar, hastalık teşhisini koymada önemli görevler üstlenecek ve gerektiğinde de hastalıklı bölgelere ilaç vererek tedavi gücünü artıracaklardır (Genç, 2013).



Şekil 4. Lotus çiçeğinin hidrofobik yüzeyi
(<https://www.scienceinschool.org/tr/2011/issue18/biomimetics>)

Biyomimikri Örneği 4

Doğadan ilham alınan diğer bir örnek günlük hayatımızda sıkça kullanılan asıl adı Velcro olan cırt cırt bantlardır. İsviçreli elektrik mühendisi George de Mestral, bir gün köpeğini gezdirirken köpeğinin bacaklarına takılan otları görür ve araştırıp incelemeye başlamıştır. Araştırmaları sonucunda otların ucunda minik kancalar olduğunu ve bu minik kancaların otun yüzeye tutunmasını sağladığını keşfetmiştir. Böylece, iki yüzeyli bant için denemeler yapmıştır ve bir yüzeyi sert minik kancalar şeklinde, diğer yüzeyiyse bu kancaların takılacağı yumuşak halkalar olan Velcro’yu tasarlamıştır (Şekil 5).

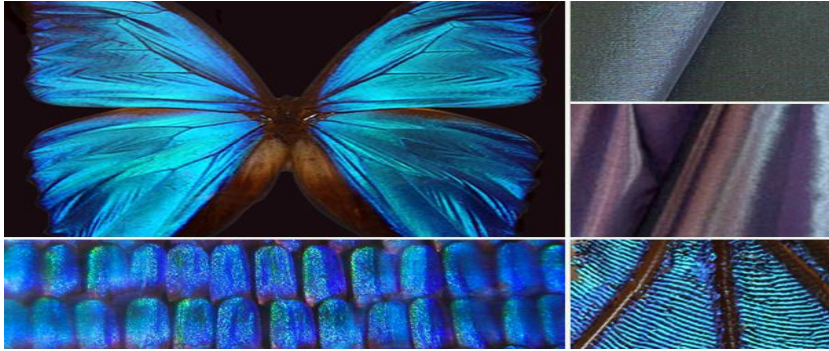


Şekil 5. Velcro

(<http://inovasyonvetasarim.com/dogadan-ilham-alan-yaklasim-biyomimikri/>)

Biyomimikri Örneği 5

Son zamanlarda geliştirilen teknolojilerle Morohotex adlı ürünün hareket ettikçe renk değiştirme özelliğine sahip etkisi ortaya çıkarılmıştır. Bu etkinin diğer adı ‘strüktürel renktir. Morfo kelebeğinin kanatlarını taklit eden bir firma çok ince dalgalı polyester katman ve naylon kullanarak Morphotex fiberini geliştirmiştir (Şekil 6). Boya kullanılmadan renk oluşumunu sağlayan bu teknoloji hem boyama için enerji harcanmasının önüne geçmiş hem de sürdürülebilirlik açısından büyük önem taşımaktadır (Yıldız, 2012).



Şekil 6. Morfo kelebeğinden renkli kumaş

(<https://www.bilgiustam.com/biyomimikri-nedir/>)

Biyomimikri Örneği 6

Köpekbalığı derisine mikroskop altında bakıldığında, yüzeyinin minyatür dişleri andıran geometrik yapılarla neredeyse aralarında hiç boşluk kalmadan örtüldüğü görülür. Bu yapılar sayesinde suyun üzerinde oluşturduğu direnci en aza indirir. Bu sayede daha hızlı hareket ederler. Plakoid pul denilen deri çıkıntıları, köpekbalığını yırtıcılardan koruyarak biyolojik bir kalkan oluşturmalarını sağlar. Şeritlerden oluşan derileri suyun direncini

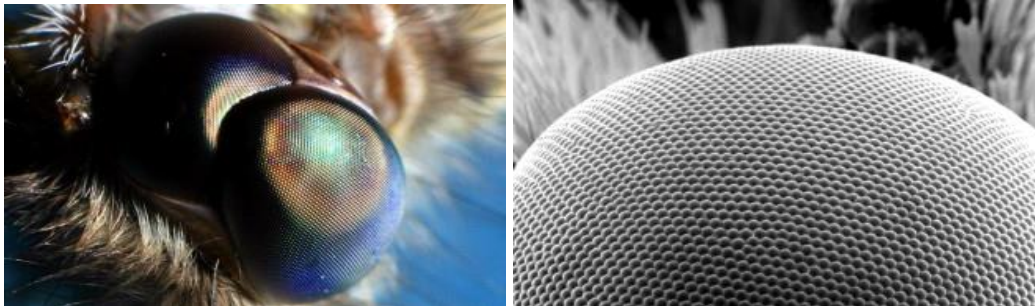
azaltır. Bilim adamları araştırmalar sonucunda köpekbalığının bu özelliğini profesyonel yüzücülerin mayolarında kullanmışlardır (Şekil 7) (Genç, 2013).



Şekil 7. Köpek balığı derisinden mayo (Genç, 2013)

Biyomimikri Örneği 7

Güneş enerjisinden etkin şekilde yararlanamayışımızın önündeki en büyük engel enerjiyi toplayan güneş gözelerinin henüz yeterince verimli olmamasıdır. Güneş enerjisinden etkin şekilde yararlanmak için, güneş gözesine düşen ışığın büyük bölümünün yansımadan emilmesi gerekmektedir. Yeni araştırmalar, güvelerin göz yapısından ilham almaktadır. Güve gözlerinin ışığı yansıtmadan daha iyi görebilmesini ve diğer canlılara gözükmeden bunu yapabilmesini sağlayan dalgalı çıkıntılı yapısı vardır. Güvenin gözündeki ışığı yansıtıcı özellik malzeme tasarımında kullanılmış olup doğayı taklit eden bir biyomimetik tasarımıdır (Şekil 8) (Yıldız, 2012).

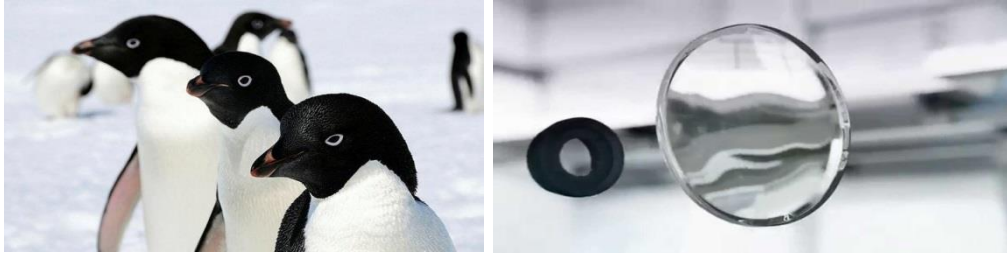


Şekil 8. Güve gözü-ekran teknolojisi
(<https://turkiyebilimdergisi.wordpress.com/2010/10/13/guve-gozleri/>)

Biyomimikri Örneği 8

Penguenler, fizyolojileri gereği güneş ışığının kutuplardaki yoğun parlaklığına rağmen net bir görüşe sahiptiler. Penguenlerin gözlerinde, güneş spektrumunun mavi ve diğer renkleri filtrelemelerini sağlayan bir sıvı bulunmaktadır. Araştırmacılar penguenlerin bu olağanüstü görüş üstünlüklerini tasarıma aktarmışlar ve turuncu renkli maske ve ekran kullanımı

sağlamışlardır (Şekil 9). Bu turuncu renkli güneş gözlükleri ışıklı, sisli ve puslu havalarda daha net bir görüş sağlamaktadır (Deyoung ve Hobbs, 2009, s. 113).



Şekil 9. Penguen gözü-gözlük camı (Yıldız, 2012)

2.3. Biyomimikri Kavramı İle İlgili Yaklaşımlar

Araştırma konusu olan Biyomimikri kavramı ile ilgili çalışmaların oldukça sınırlı olduğu görülmüştür. Bu araştırmalardan bazıları aşağıda belirtilmiştir.

Su (2001), “Ergonomi” adlı kitabında biyomimikrinin; insan, makina, iş ve sistemlerin uyumlaştırılması için ergonomi alanında katkılar sağlayabileceğini belirtmiştir. İş sağlığı ve iş güvenliğinin temini, yorulmanın ve iş stresinin hafifletilmesi, iş kazalarının ve mesleki risklerin azaltılması, iş gücü kayıplarının önlenmesi, verimliliğin ve kalitenin yükseltilmesi bakımından biyomimikri ergonomi alanında çok önemli katkılar sunmaktadır.

Benyus (2002), doğaya zarar vermeyen doğayla uyumlu çözümlerin nasıl gerçekleşeceğine ilişkin bilgiler vermektedir. Dünyada sürekli bir değişim ve kendini yaşam sürecine uyarlayarak yenilenmenin olduğunu vurgulamaktadır. Ayrıca doğada mükemmel yaşam olaylarının gerçekleştiğini ve bu olayların çözümlenerek yaşamsal faaliyetlerde kullanılabileceğine ilişkin değerlendirmeler yapmaktadır.

Dahl ve Moreau (2002), ‘The Influence and Value of Analogical Thinking During New Product Ideation’ isimli çalışmada; biyoloji ve tasarım arasındaki aktarım sürecinde başarılı bir çıktı almak için; renk ve şekil gibi yüzeysel seviyede katkının taklidi olan yerel benzetimlerden yapı ve işlevin taklidi olan daha uzaktakinin önemini altı çizilmiştir.

Reed (2004), araştırmasında doğal dünyayı görüş ve etkileşim şeklimizde bir paradigma değişimi içerisinde olduğumuzun ve biyomimikrinin tasarlanan teknoloji ürün ve sistemler üzerinde muazzam bir etkiye sahip olduğunun altını çizmiştir. Ona göre biyomimikri bilim ve teknolojinin disiplinler arası doğasının mükemmel bir örneğidir. Senosiain (2003), çalışmada biyomimikrinin her ne kadar 20. ve 21. yüzyıllarda ortaya çıkmış olarak

bilinse de aslında tarih boyunca insanların doğadan etkilenmiş olduğunu, bilim ve teknoloji alanındaki ilerlemelerde doğanın örnek aldığını vurgulamıştır.

Laurenza (2005), “Leonardo’nun Makineleri” isimli kitabında uçuş amacına ulaşamasa da Leonardo da Vinci’nin uçuş makineleri sırasında yaptığı çalışmalar, yaşadığı dönemin ötesinde düşünmüş olduğunu belirtmektedir. Çalışmasında, çok sayıda canlıyı incelemiş ve esinlendiklerini uçuş özelliklerine yansıtmaya çalışmıştır.

Bar-Cohen (2006), “Biomimetics-Biologically Inspired Technologies” isimli çalışmasında +ilişkin bilgiler vermektedir. Doğanın insanlara daima ilham kaynağı olduğunu, yaşam sürecindeki geliştirici değişimler için doğadan ilham aldıkları ve taklit ettikleri bir model olarak her zaman hizmet ettiğini belirtmiştir.

Barnes (2007), “Biomimetics” adlı çalışmasında biyomimetğin gelişmesinde eğitimin önemli bir yeri olduğundan, mühendis ve tasarımcıların biyomimikri yaklaşımından haberdar olmaları için eğitim müfredatında bulunması gerektiğine değinmiştir.

Zari (2007), çalışmasında tasarımcıların tek başlarına biyolojik bilgileri tasarım çözümlerine dönüştürebilmelerinin zor olacağına ve böyle bir çalışma ile ortaya çıkabilecek sonuçların yetersiz kalacağına değinmiştir. Ona göre organizmaların belli mekanizmaları taklit edilebilir, ancak farklı disiplinlerle iş birliği yaparak bu süreç daha kolay hale gelecektir. Bu iş birliğinin doğadaki çözümleri aramaktan geçtiğini ve biyolojik birikimlerle bu bilgilerin tasarıma dönüştürülmesiyle gerçekleştirilebileceğini vurgulamıştır.

Bayazıt (2008), ilk insanların nesneleri yapmaktaki amaçlarını açıklamaya çalışmış ve insanların çevrelerinde gördükleri olaylardan etkilendiklerini, canlı ya da cansız organizmalarda gördüklerini örnek alarak kendi amaçları doğrultusunda kullandıkları bilgisini vermektedir.

Deyoung ve Hobbs (2009), araştırmasında biyomimikri ile verdiği çeşitli örnekleri; mikroorganizmalar, böcekler, uçan hayvanlar, su altı canlıları, insanlar, bitkiler, canlı olmayan nesneler gibi sınıflandırarak ilham alınan örnekler ile tasarım uygulamalarını karşılaştırmıştır.

Kuday (2009), “Tasarım Sürecini Destekleyici Faktör olarak Biyomimikri Kavramının İncelenmesi” isimli çalışmasında; doğada gözlemlenen biyomimikri yöntemlerini biyomekanik, biçimsel, fonksiyon, dokusal, renk, canlı yapımı strüktürler biyomimikrisi olarak sınıflandırmıştır. Doğadan esinlenme yöntemlerine ilişkin mimari ve pek çok farklı alanda doğadan alınan bir biçimin estetik amaçlı ya da bir fonksiyona yönelik

kullanılabileceğinden bahsetmiştir. Doğadan esinlenerek yararlanılacak bir canlının biçimi tasarlanacak olan ürüne ya da esere aktarılırken sadece biçimsel olarak aktarılabileceği bilgisini vermektedir.

Turnbull (2010), ‘Biomimetic’ adlı çalışmasında Oxford İngilizce Sözlüğü’nün biyomimetik terimini bilim dalı olarak biyomimetik malzeme, metotların kullanımı ve gelişimi olarak tanımlarken, biyomimetik kelimesini ise kimya orijinli biyokimyasal süreçlerin taklidini yapan sentetik metot olarak sunduğuna yer vermiştir.

Altun (2011), imitasyonun insan ırkının alet ve yetenekleri kullanarak ayakta durmasının temelini oluşturduğunu belirtmektedir. Çalışmada, bebeklerin çevrelerini inceleyerek ve taklit ederek öğrendiklerini, bunun içgüdüsel bir davranış olduğunu ve bu durumun en basit imitasyon olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Pawlyn (2011), “Biomimicry in Architecture” isimli kitabında biyomimetik ve biyomimikri kavramları arasındaki farklara değinmiştir. Ona göre biyomimikri daha çok sürdürülebilir tasarım üzerine yoğunlaşan bir alan olarak görülürken biyomimetik askeri teknoloji gibi uygulama alanlarında kullanılan bir kavramdır.

Mathews (2011), çalışmasında biyomimikrinin; temel doğa tasarımında varlıkların ve sistemlerin kendi koşullarını iyileştirmek ya da varlıklarını sürdürebilme temeline dayandığını belirtmiştir.

Banger (2012), “Biyomimikri ya da Biyomimetik” adlı çalışmasında biyomimikrinin; insan problemlerinin çözümü için doğadan esinlendiğini, kimi zaman da taklit etmek üzere doğanın işleyişini, modellerini, sistemlerini, süreçlerini ve bileşenlerini incelediğinden bahsetmiştir. Biyomimikrinin, doğanın aklını (akıl sistemiğini) aramanın bilimi olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Volstad ve Boks (2012), çalışmalarında biyomimikrinin; tasarım ve tasarımcıyı sürece dahil edip doğadan ilham alarak yaratıcı çözümler geliştirmeyi hedeflediğini belirtmişlerdir.

Mims (2012), “Da Vinci Would Approve” adlı çalışmasında biyolojik sistemlerin kıt kaynaklara ve zorlayıcı koşullara nasıl etkin bir şekilde adapte olduğunu gözlemleyebilmek için biyomimikrinin öneminden bahsetmiştir.

Özdemir (2012), çalışmasında biyomimikrinin, tasarım yaklaşımı olarak çok sık karşımıza çıkmakla birlikte, olağan dışı mekanlar içinde tasarım arayışında destekleyici olduğuna değinmektedir.

Primlani (2013), araştırmasında sorunlara çözüm üretmekte temel olarak nasıl yapabiliriz sorusu yerine daha iyi nasıl yaparız sorusu ile bilim ve teknoloji ışığında önemli bir katkı alanı sağladığından bahsetmiştir.

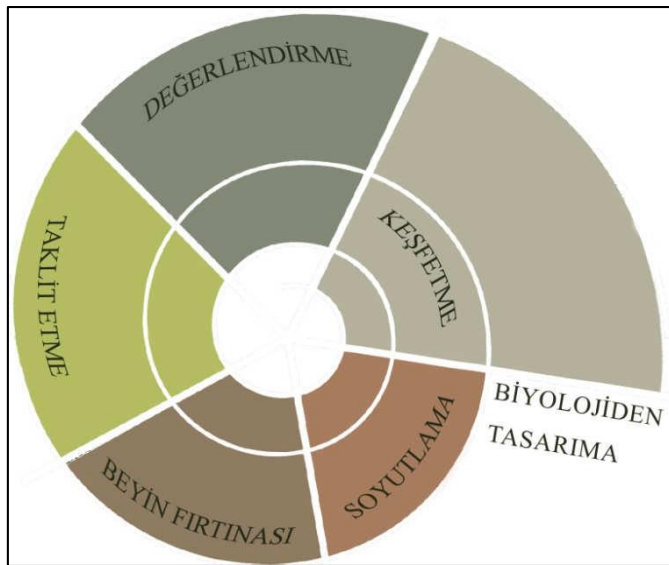
Baumeister (2013), “Biomimicry Resource Handbook” isimli kitabında biyomimikrinin; doğada bulunan yaşam ilkeleri, hayatta kalan ve gelişen organizmalar arasındaki şartları temsil ettiğine ilişkin bilgiler vermiştir.

Lurie-Luke (2014), araştırmasında biyomimikrinin hangi alanlarda yaygın olarak kullanıldığına yönelik tespitler yapmıştır. Bu alanlardan en yaygın olarak malzeme geliştirme de biyomimikriden yaralandığına işaret etmiştir.

2.4. Biyoloji Eğitiminde Biyomimikri Tasarım Metodları

Biyomimikri konusunda tasarım metotlarına ilişkin farklı araştırmalar bulunmaktadır. Bu araştırma ve yöntemler tasarım, mühendislik ve biyoloji gibi alanlar için geliştirilmiş olup eğitimde farklı disiplinlerle işbirliği açısından önemi vurgulanmıştır.

Biyomimikri metodolojisinde izlenecek adımlar ‘tasarım spirali’ inde iki farklı yöntemle açıklanmıştır. Bunlardan birincisi doğada keşfedilen tasarımların uyarlanmasıyla gerçekleşecek süreçtir (Şekil 10). Bu süreç aşağıda gösterilen aşamalardan oluşmaktadır.



Şekil 10. Biyolojiden tasarıma (Yıldız, 2012)

1. İşlevi Belirleme: İşlevi belirleme aşamasında ilk sorulacak soru tasarımımızın işlevinin ne olduğu olacaktır. Ortaya çıkarılacak tasarımda önemli olan o tasarımın biyoloji eğitiminde ne işe yaradığıdır.
2. Kapsamı tanımlama: Çalışmanın kapsamı tanımlanır. Belirli kriterler belirlenir ve bu kriterlere göre çözümler üretilmeye başlanır.
3. Problemi biyoloji ile ilişkilendirme: Bu aşamada ortaya çıkarılan tasarım biyoloji eğitimi ile bağdaştırılır. Doğanın tasarımı nasıl ve ne şekilde gerçekleştiği üzerinde durulur.
4. Doğadaki örnekleri keşfetme: Bu aşamada biyoloji eğitimiyle ilgili literatür taranır. Doğada istenilen özelliklere uygun canlılar keşfedilir. Bir çok veri tabanından araştırmalar yapılır.
5. Soyutlama: İstenilen ve belirlenen özelliklere sahip olan örnekler gruplandırılır. Bu örneklerin benzer ve farklı yönleri araştırılır.
6. Doğanın stratejisini taklit etme: Ortaya çıkarılan stratejiler uzmanlar tarafından değerlendirilir. Bu aşama çözümlerin bulunduğu aşamadır.
7. Yaşamın ilkelerini değerlendirme: Ortaya çıkarılan tasarım çözümlerinin eğitime ve çevreye uyumluluğu değerlendirilir (Yıldız, 2012).

Biyomimikri üç farklı düzeyde gerçekleşir. Bunlar doğadaki form, süreç ve ekosistemin taklididir. Bu düzeylerin hepsinde biçim, malzeme, yapı ve işlev olmak üzere taklidin yapıldığı beş boyut vardır (Zari, 2007).

Helms, Vattam ve Goel (2009), biyolojiden ilham alan tasarım yöntemini anlattığı probleme ve çözüme yönelik olarak iki farklı yöntem belirlemiştir. Problem odaklı yöntemin aşamalarını şu şekilde belirtmiştir:

1. Problemi tanımlama
2. Kapsamı tanımlama
3. Biyolojik çözüm arayışı
4. Biyolojik çözümün tanımı
5. Prensibin çıkarımı
6. Prensibin aktarımı.

Biyolojik çözüme yönelik olan tasarım yöntemi ise;

1. Biyolojik çözümün saptanması
2. Biyolojik çözümün tanımlanması

3. Prensibin çıkarımı
4. Çözümün belirlenmesi
5. Problem araştırması
6. Problem tanımlanması
7. Prensibin uygulanması

Doğadaki tekniğin tasarım uygulamalarına dönüştürülmesindeki bu süreç ilk olarak problem çözümünü temel alarak neyin gerekli olduğunu araştırmakla başlar. Sonraki süreçte doğadaki örnekler gözlemlenir ve uygun olan örnekler projelendirilir (Colombo, 2007).

Colombo (2007), çalışmasında biyomimetik tasarımların disiplinlerarası olmaya başladığını ancak var olan projelerin oldukça az olduğunu belirtmiştir. Biyomimetik tasarımların eğitimde mutlaka yer alması gerektiğini ve eğitim kurumlarının biyomimetik tasarımını kullanması gerektiğini savunmuştur.

Versos ve Coelho, (2011), biyomimikri tasarım metodunu aşağıdaki şekilde belirtilmiştir.

İhtiyacın Saptanması: Belirlenen problemin çözümü için ihtiyacın belirlenmesi

Seçme ve örnekleme: Doğadaki örneklerin seçilmesi

Örneğin gözlemlenmesi: Doğadan seçilen örneklerin sınıflandırılması

Ürün ve doğadaki sistemin analojisi: Tasarlanacak ürünün uygulanabilirliğinin tartışılması

Tasarım uygulaması: Seçilmiş olan örneğin tasarıma uygulanması, sistem analizlerinin yapılması.

BÖLÜM III

YÖNTEM

Bu bölümde, araştırma verilerinin elde edildiği evren ve örneklem, veri toplama teknikleri, veri toplamada kullanılan araçlar konusunda bilgi verilecektir.

3.1. Araştırmanın Modeli

Araştırmada, biyoloji öğretmen adaylarının biyomimikri kavramına ilişkin farkındalıklarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma betimsel araştırma modeli niteliğindedir. Tarama modelleri, geçmişte ya da hala var olan bir durumu var olduğu şekilde betimlemeyi amaçlayan araştırma yaklaşımıdır. Araştırmaya konu olan olay, birey yada nesne, kendi koşulları içinde ve olduğu gibi tanımlanmaya çalışılır. Onları herhangi bir şekilde değiştirme etkileme çabası gösterilemez. Bilinmek istenen şey vardır ve oradadır. Önemli olan onu uygun biçimde gözleyip belirleyebilmektir (Karasar, 2000).

3.2. Araştırmanın Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubunu; Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi, 2017-2018 eğitim-öğretim yılı Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Biyoloji Eğitimi Anabilim Dalı 1. 2. 3. ve 4. sınıflarında ki 78 öğrenci oluşturmaktadır.

3.3. Verilerin Toplanması

Biyoloji öğretmen adaylarının biyomimikri kavramı farkındalık düzeylerine ilişkin veriler araştırmacı tarafından uzman görüşlerine başvurularak hazırlanan farkındalık anketi ile elde edilmiştir. Ankette 1 soru “evet-hayır” cevaplı, 19 soru ise 5’li likert (1 Tamamen katılmıyorum, 2 Katılmıyorum, 3 Kararsızım, 4 Katılıyorum, 5 Tamamen katılıyorum) şeklinde olup 20 sorudan oluşmaktadır. Anket 78 öğrencinin katılımı ile gerçekleşmiştir.

Katılımcılara doğrudan yüz yüze anket hakkında açıklama yapılarak ulaşılmıştır. Burada katılımcılara aynı şartlar sunulması düşünülerek aynı gün içerisinde uygulama bitirilmiştir.

Hazırlanan anket ile öğretmen adaylarının biyomimikri kavramına ilişkin farkındalık düzeyleri; sınıf seviyeleri, ders başarıları ve cinsiyet değişkenleri açısından değerlendirilmiştir.

3.4. Verilerin Analizi

Anketteki 19 maddenin Cronbach's alfa değeri 0,857 bulunmuştur. Maddeler arası farklılık incelendiğinde tüm maddelerin birbirinden farklı olduğu ($p<0,001$) görülmüştür. Toplanabilirlik varsayımı altında tüm ölçek maddelerinin toplanabilir ve ortalama değeri üzerinden çalışılacağı düşünülmüştür. Hotelling T2 testine göre de maddeler arası farklılıklar olduğu görülmüştür. Elde edilen verilerin analizinde uygun istatistik programı kullanılmıştır. Öğretmen adaylarının cinsiyet, sınıf seviyesi ve akademik başarı değişkenleri ile biyomimikri kavramına ilişkin farkındalık düzeyleri arasındaki ilişki Bağımsız T-testi ve Ki-kare testi ile araştırılmıştır.

BÖLÜM IV

BULGULAR VE YORUM

4.1. Ölçek Skorları ve Yorumlar

Anket için ölçek güvenirlik analizi yapıldığında ölçek skorları ile ilgili maddeler ait sonuçlar Tablo 3’de verilmiştir. 19 madde için yapılan analiz sonucunda Cronbach’s alfa değerinin %85,7 olduğu görülmüştür. Geçerliliğin sağlandığı durum için birinci maddenin ölçek değerini biraz düşürdüğü görülmüştür. Ancak önemi gereği madde çıkartılmadan analizler yapılmıştır.

Tablo 3
Ölçek Skorları

Cronbach's Alfa	Standartlaştırılmış Maddeler için Cronbach's Alfa	n
0,857	0,868	19

Maddeler arası farklılık incelendiğinde tüm maddelerin birbirinden farklı olduğu ($p<0,001$) görülmüştür. Toplanabilirlik varsayımı altında tüm ölçek maddelerinin toplanabilir ve ortalama değeri üzerinden çalışılacağı düşünülmüştür. Farklılıklar için Hotelling T2’nin de maddeler arası farklılıklar olduğunu göstermiştir (Tablo 4).

Tablo 4
Maddeler Arası Farklılık Değerleri

	F	Sig
Maddeler Arası Fark	453.013	<0.001**

Araştırmaya katılan biyoloji öğretmen adaylarının cinsiyet (Şekil 11), sınıf (Şekil 12) ve biyomimikri kavramını duymuş olma (Şekil 13) durumlarına ilişkin bilgiler Tablo 5’te verilmiştir. Araştırmaya katılan bireylerin %80,8’i kadın, %19,2’si ise erkektir. Öğretmen adaylarının %28,2’si 1. sınıf, %26,9’u 2. sınıf, %26,9’u 3. sınıf ve %20,5’i ise 4. sınıfta olup, dağılımda homojenlik görülmektedir. Öğretmen adaylarının %69,2’sinin biyomimikri kavramını daha önce duymuş olduğu görülmüştür. Araştırmaya katılan öğrencilerin akademik not ortalaması $3,07 \pm 0,38$ (2,10-3,72) olarak bulunmuştur.

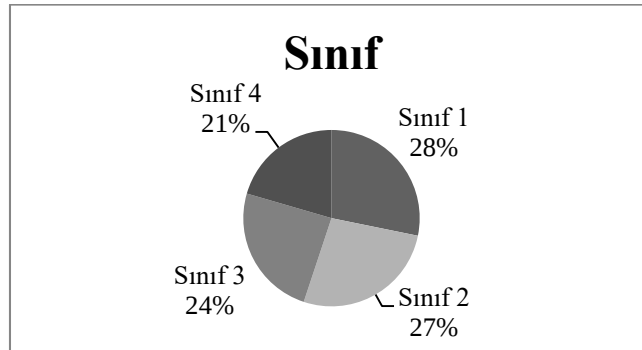
Biyomimikri kavramının farkındalığı için sorulan ve 1-5 arasında yapılan likert ölçeklerin her bir soru toplandığında elde edilen ortalama skorları incelendiğinde bireylerin düşünceye katılım noktasına yakın olacak şekilde 3,95 (0,39) ortalamaya sahip oldukları görülmüştür.

Tablo 5
Araştırmaya Katılan Bireyler

		N	%
Cinsiyet	Kadın	63	80,8
	Erkek	15	19,2
Sınıf	1	22	28,2
	2	21	26,9
	3	19	24,4
	4	16	20,5
Biyomimikri kavramını duymuş mu?	Evet	54	69,2
	Hayır	24	30,8
	Total	78	100,0



Şekil 11. Araştırmaya katılan bireylerin cinsiyet dağılımı



Şekil 12. Araştırmaya katılan bireylerin sınıf düzeyi dağılımı

Biyomimikri Kavramını biliyor musunuz?



Şekil 13. Araştırmaya katılan bireylerin Biyomimikri kavramını bilme durumu

4.2. Anket Soruları ve Sonuçların Yorumlanması

Çalışmada kullanılan farkındalık anketi soruları Ek 1’de verilmiştir. Sorulara verilen cevaplara göre elde edilen veriler Tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 6
Anket Verileri

	Soru 2		Soru 3		Soru 4		Soru 5		Soru 6	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Hiç Katılmıyorum	4	5,1	0	0,0	0	0,0	1	1,3	1	1,3
Katılmıyorum	26	33,3	1	1,3	19	24,4	2	2,6	7	9,0
Kararsızım	34	43,6	13	16,7	27	34,6	6	7,7	37	47,4
Katılıyorum	13	16,7	40	51,3	28	35,9	41	52,6	27	34,6
Tamamen Katılıyorum	1	1,3	24	30,8	4	5,1	28	35,9	6	7,7
	Soru 7		Soru 8		Soru 9		Soru 10		Soru 11	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Hiç Katılmıyorum	1	1,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Katılmıyorum	5	6,4	4	5,1	1	1,3	0	0,0	1	1,3
Kararsızım	13	16,7	9	11,5	3	3,8	7	9,0	6	7,7
Katılıyorum	44	56,4	44	56,4	33	42,3	42	53,8	39	50,0
Tamamen Katılıyorum	15	19,2	21	26,9	41	52,6	29	37,2	32	41,0
	Soru12		Soru 13		Soru 14		Soru 15		Soru 16	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Hiç Katılmıyorum	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	1,3	1	1,3
Katılmıyorum	2	2,6	1	1,3	0	0,0	1	1,3	0	0,0
Kararsızım	3	3,8	12	15,4	5	6,4	10	12,8	5	6,4
Katılıyorum	45	57,7	46	59,0	40	51,3	44	56,4	42	53,8
Tamamen Katılıyorum	28	35,9	19	24,4	33	42,3	22	28,2	30	38,5
	Soru17		Soru 18		Soru19		Soru 20			
	N	%	N	%	N	%	N	%		
Hiç Katılmıyorum	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0		
Katılmıyorum	2	2,6	4	5,1	3	3,8	7	9,0		
Kararsızım	6	7,7	27	34,6	14	17,9	28	35,9		
Katılıyorum	49	62,8	37	47,4	45	57,7	32	41,0		
Tamamen Katılıyorum	21	26,9	10	12,8	16	20,5	11	14,1		

Tablo 6’ya göre “Biyomimikri kavramı biyoteknoloji ve biyomekanik kavramları ile aynı anlama gelmektedir” maddesinde öğrencilerin büyük bir

çoğunluğunun kararsız olduğu (%43,6), %33,3'lük bir grup ise bu düşünceye katılmadığını belirtmiştir.

“Biyomimikri, biyoloji ile doğadaki tasarımları birleştirip yeni bir disiplin ortaya çıkarır” düşüncesine %51,3'ünün katılığı %30,8'inin ise tamamen katıldığı görülmüştür (Tablo 6).

“Biyomimikri, eğitimden çok mimari ve ekonomi konusunda çalışılan bir disiplindir” düşüncesine araştırmaya katılan öğrencilerin %35,9'u katılmış ancak %34,6'sının ise kararsız kaldığı tespit edilmiştir (Tablo 6).

“Biyomimikri, biyoloji eğitiminde tasarım ve tasarımcıyı sürece dâhil edip, doğadan ilham alarak yaratıcı çözümler geliştirmeyi hedeflemiştir” iddiasına katılım incelendiğinde %52,6'sının katıldığı, %35'nin ise kesinlikle katıldığı görülmüştür (Tablo 6).

“Biyomimikri, biyoloji ile tasarımlar arasında çalışmalar yapan bütün terimleri kapsar düşüncesine katılım incelendiğinde oranlar %47,4 kararsızım ve %34,6 katılıyorum şeklindedir (Tablo 6).

Bireylerin %56,4'ü “biyomimikri, doğayı taklit eden yapay bir yöntemdir” düşüncesine katıldığını belirtirken, bu orana en yakın düşünce ise bu fikre %19,2 ile kesinlikle katılmaktadır (Tablo 6).

“Biyomimikri kavramı temelde biyoloji ile alakalıdır düşüncesine %56,4 oranında bir grup katılırken, %26,9 oranında bir grup ise kesinlikle katılıyorum düşüncesinde görüş belirtmiştir (Tablo 6).

“Doğadan esinlenerek yapılan araç ve gereçler yaşamı kolaylaştırır” düşüncesine %52,6 oranında kesinlikle katılan büyük bir görüş hakimken bu düşünceye katılanların oranı ise %42,3'tür (Tablo 6).

“Biyomimikri kavramı doğadan esinlenerek problem çözümünde, yeni teknolojiler geliştirilmesinde kullanılan alanı temsil etmektedir” ifadesine katılım oranları ile ilgili dağılım incelendiğinde %53,8'inin katılığı, %37,2'sinin ise tamamen katıldığı görülmüştür (Tablo 6).

“Doğadan esinlenmenin biyoloji eğitimine katkıları olmuştur” düşüncesine ise katılımcıların %50'si katılırken %41'i kesinlikle katılmaktadır (Tablo 6).

“Doğayı taklit etme doğadaki canlı varlıkların farkına varmayı sağlar” düşüncesine katılımcıları %59'u katılırken %24,4'ü kesinlikle katılmaktadır (Tablo 6).

“Doğayı taklit etme biyoloji eğitiminde kişinin yeni perspektifler kazanmasına olanak sağlar” düşüncesine %51,3 oranında bir grup katılırken, %42,3 oranında bir grup kesinlikle katılıyorum düşüncesinde görüş belirtmiştir (Tablo 6).

Bireylerin %56,4'lük kısmı “biyomimikri ile doğada bulunan sistemlerin taklidi ile yapılan mekanizmaların eğitime katkısı oldukça fazladır” düşüncesine katıldığını belirtirken %28,2'si kesinlikle katıldığını belirtmiştir (Tablo 6).

“Biyoloji eğitiminde doğa ve teknolojinin doğru kullanımı yeni ürünler elde etmeyi sağlar” düşüncesine katılımcıların %53,8'i katılırken %38,5'i ise kesinlikle katılmaktadır (Tablo 6).

“Biyomimikri, doğadaki hayvan, bitki ve daha birçok canlı, cansız ve tüm oluşumları inceleyip biyoloji eğitimine büyük katkılar sağlar” düşüncesine katılım incelendiğinde bireylerin %62,8'inin katıldığı %26,9'unun ise kesinlikle katıldığı görülmüştür (Tablo 6).

“Doğadan esinlenerek yapılan tasarım sürecinde tüm canlılar bu sürece dahil edilebilir” düşüncesine katılımcıların %47,4'ü katılırken %12,8'i kesinlikle katılmaktadır (Tablo 6).

Bireylerin %57,7'si “Doğadan esinlenme problem çözümünde sonuca kısa yoldan hızlı ulaşmayı sağlar” düşüncesine katılırken %20,5'i kesinlikle katılmaktadır (Tablo 6).

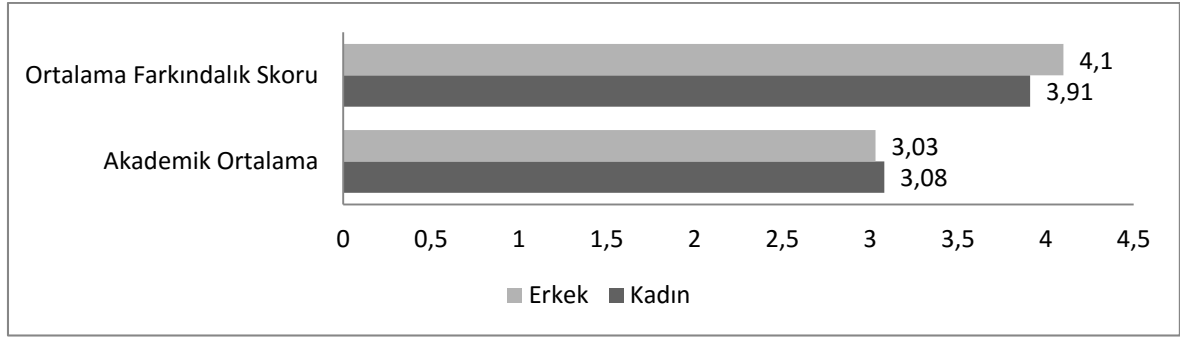
“Biyomimikri kavramı biyoloji eğitiminde model organizma oluşturmada, doğadan esinlenmede ve bu süreçler ile ilgili problemlerin çözümünde tüm ihtiyaçları karşılar” düşüncesine bireylerin %41'i katılırken %14,1'i kesinlikle katılmaktadır (Tablo 6).

4.3. Akademik Ortalama Bakımından Sonuçlar ve Yorumlar

Biyoloji öğretmen adayları kadın ve erkeklerde akademik ortalama bakımından farklılık görülmemiştir ($p=0,708$) (Tablo 7, Şekil 15). Biyomimikri kavramı farkındalık skoru incelendiğinde erkeklerin bu kavramdan daha yüksek skor elde ettiği yani daha fazla farkında olduğu görülse de ortalamalar bakımından farklılık incelendiğinde istatistiksel olarak farklılık görülmemiştir ($p=0,081$).

Tablo 7
Akademik Ortalama Dağılımları

	Ortalama	St. Sapma	Ortanca	IQR	Test	p
Akademik Ortalama	Kadın	3,08	0,37	3,11	0,53	0,374
	Erkek	3,03	0,45	3,03	0,87	
Ortalama Farkındalık Skoru	Kadın	3,91	0,39	3,95	0,32	1,747
	Erkek	4,10	0,40	4,16	0,53	

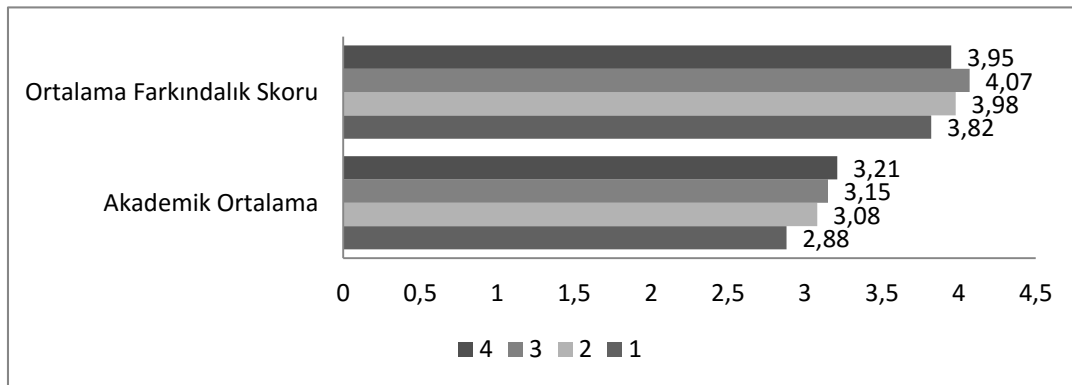


Şekil 14. Akademik ortalama farkındalık skoru

Araştırmaya dahil olan öğrencilerin bulundukları sınıfa göre akademik ortalaması ve ortalama biyomimikri farkındalık puanları incelenmiştir. Akademik ortalamanın bulunduğu sınıf arttıkça farkındalık düzeyinde de artış olduğu görülmüştür ($p=0,036$). İkili sınıf karşılaştırmalarında son sınıfların ilk sınıftaki öğrencilerden istatistiksel olarak daha yüksek akademik ortalamaya sahip olduğu görülmüştür (Tablo 8, Şekil 16). Biyomimikri farkındalık puanı incelendiğinde sınıflar arasında istatistiksel olarak farklılık elde edilmemiştir ($p=0,327$). Ancak ortalama skorlarda 3. sınıf öğrencileri en yüksek ortalama biyomimikri farkındalık skoruna sahiptir.

Tablo 8
Akademik Ortalama Farkındalık Puanları

	Sınıf	Ortalama	St. Sapma	Ortanca	IQR	Test	p
Akademik Ortalama	1	2,88	0,33	2,96	0,49	8,575*	0,036
	2	3,08	0,39	3,00	0,60		
	3	3,15	0,41	3,26	0,61		
	4	3,21	0,35	3,31	0,50		
Ortalama Biyomimikri Farkındalık Puanı	1	3,82	0,41	3,89	0,37	3,452	0,327
	2	3,98	0,47	4,00	0,58		
	3	4,07	0,29	4,00	0,42		
	4	3,95	0,32	3,89	0,34		

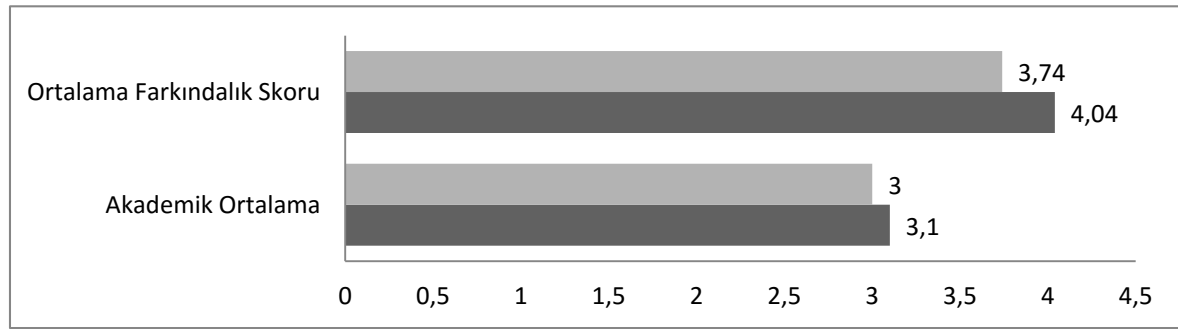


Şekil 15. Akademik ortalama farkındalık grafiği

Araştırmaya katılan öğrencilere biyomimikri terimini daha önce duyup duymadıkları sorulmuştur. Duyanlarla duymayanlar arasındaki farklılık incelendiğinde akademik ortalama bakımından fark olmadığı ($p=0,169$), biyomimikri farkındalık puanı ortalaması incelendiğinde ise terimi duymuş olanların istatistiksel olarak daha yüksek skora sahip olduğu görülmüştür (Tablo 9).

Tablo 9
Akademik Ortalama Biyomimikri Farkındalık Puanları

	Biyomimikri kavramını duydun mu?	Ortalama	St. Sapma	Ortanca	IQR	Test	p
Akademik Ortalama	Evet	3,10	0,42	3,15	0,67	1,375	0,169
	Hayır	3,00	0,29	3,00	0,49		
Ortalama Biyomimikri Farkındalık Puanı	Evet	4,04	0,37	4,00	0,43	3,233**	0,001
	Hayır	3,74	0,37	3,79	0,50		



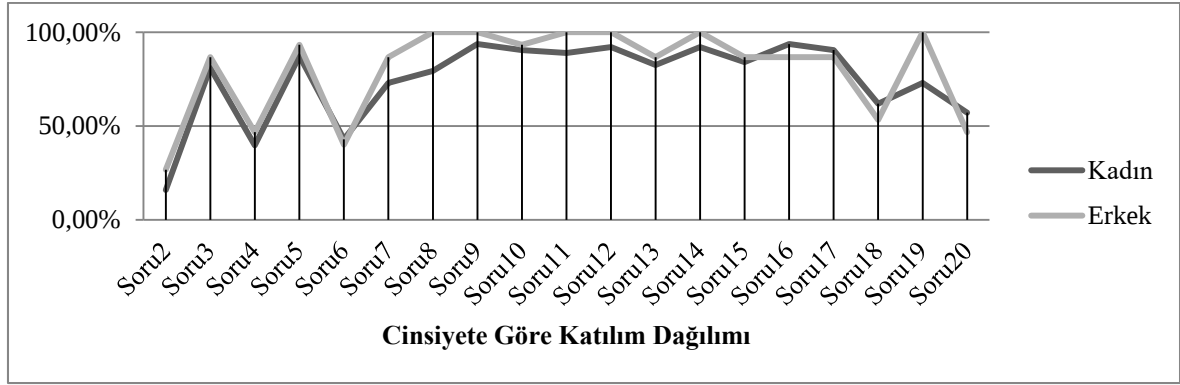
Şekil 16. Akademik Ortalama Biyomimikri Farkındalık Skoru

4.4. Cinsiyet Bakımından Sonuçlar ve Yorumlar

Araştırmaya katılan bireylerin cinsiyetlere göre sorulara vermiş olduğu cevaplarda farklılık olup olmadığı incelenmiştir (Tablo 10, Şekil 18). Yapılan incelemede “doğadan esinlenme problem çözümünde sonuca kısa yoldan hızlı ulaşmayı sağlar” düşüncesinde cinsiyetler bakımından farklılık olduğu görülmüştür ($p=0,032$). Erkeklerin bu düşünceye katılım oranı kadınlardan istatistiksel olarak daha fazladır.

Tablo 10
Cinsiyete Göre Katılım Oranları

		Kadın		Erkek		Toplam		Ki-kare	p
	Düşüncelere Katılım	n	%	n	%	n	%		
Soru2	Katılmıyorum	53	84,1	11	73,3	64	82,1	0,958	0,453
	Katılıyorum	10	15,9	4	26,7	14	17,9		
Soru3	Katılmıyorum	12	19,0	2	13,3	14	17,9	0,269	1,000
	Katılıyorum	51	81,0	13	86,7	64	82,1		
Soru4	Katılmıyorum	38	60,3	8	53,3	46	59,0	0,244	0,771
	Katılıyorum	25	39,7	7	46,7	32	41,0		
Soru5	Katılmıyorum	8	12,7	1	6,7	9	11,5	0,432	1,000
	Katılıyorum	55	87,3	14	93,3	69	88,5		
Soru6	Katılmıyorum	36	57,1	9	60,0	45	57,7	0,041	1,000
	Katılıyorum	27	42,9	6	40,0	33	42,3		
Soru7	Katılmıyorum	17	27,0	2	13,3	19	24,4	1,225	0,336
	Katılıyorum	46	73,0	13	86,7	59	75,6		
Soru8	Katılmıyorum	13	20,6	0	0,0	13	16,7	3,714	0,062
	Katılıyorum	50	79,4	15	100,0	65	83,3		
Soru9	Katılmıyorum	4	6,3	0	0,0	4	5,1	1,004	1,000
	Katılıyorum	59	93,7	15	100,0	74	94,9		
Soru10	Katılmıyorum	6	9,5	1	6,7	7	9,0	0,121	1,000
	Katılıyorum	57	90,5	14	93,3	71	91,0		
Soru11	Katılmıyorum	7	11,1	0	0,0	7	9,0	1,831	0,335
	Katılıyorum	56	88,9	15	100,0	71	91,0		
Soru12	Katılmıyorum	5	7,9	0	0,0	5	6,4	1,272	0,577
	Katılıyorum	58	92,1	15	100,0	73	93,6		
Soru13	Katılmıyorum	11	17,5	2	13,3	13	16,7	0,149	1,000
	Katılıyorum	52	82,5	13	86,7	65	83,3		
Soru14	Katılmıyorum	5	7,9	0	0,0	5	6,4	1,272	0,577
	Katılıyorum	58	92,1	15	100,0	73	93,6		
Soru15	Katılmıyorum	10	15,9	2	13,3	12	15,4	0,060	1,000
	Katılıyorum	53	84,1	13	86,7	66	84,6		
Soru16	Katılmıyorum	4	6,3	2	13,3	6	7,7	0,832	0,325
	Katılıyorum	59	93,7	13	86,7	72	92,3		
Soru17	Katılmıyorum	6	9,5	2	13,3	8	10,3	0,191	0,646
	Katılıyorum	57	90,5	13	86,7	70	89,7		
Soru18	Katılmıyorum	24	38,1	7	46,7	31	39,7	0,372	0,569
	Katılıyorum	39	61,9	8	53,3	47	60,3		
Soru19	Katılmıyorum	17	27,0	0	0,0	17	21,8	5,176*	0,032
	Katılıyorum	46	73,0	15	100,0	61	78,2		
Soru20	Katılmıyorum	27	42,9	8	53,3	35	44,9	0,538	0,567
	Katılıyorum	36	57,1	7	46,7	43	55,1		



Şekil 17. Cinsiyete göre dağılım grafiği

4.5. Biyomimikri Kavramına İlişkin Farkındalık Sonuçları ve Yorumlar

Biyomimikri kavramını daha önce duyan ve duymayan bireylerin arasındaki farklılıklar sorular bakımından incelenmiştir (Tablo 11, Şekil 19). “Biyomimikri, biyoloji ile doğadaki tasarımları birleştirip yeni bir disiplin ortaya çıkarır” düşüncesinde katılım oranları farklıdır ve biyomimikri kavramı hakkındaki düşüncenin daha önce bu kavramı duyanlar tarafından daha fazla bilindiği görülmüştür ($p<0,001$).

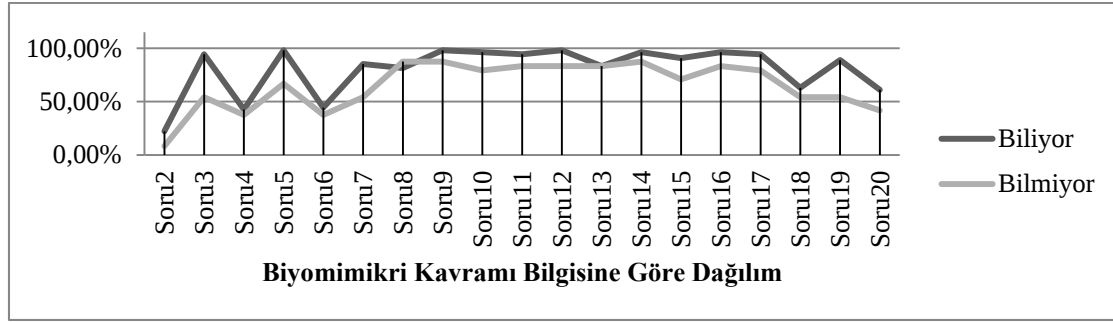
“Biyomimikri, biyoloji eğitiminde tasarım ve tasarımcıyı sürece dahil edip, doğadan ilham alarak yaratıcı çözümler geliştirmeyi hedeflemiştir” düşüncesindeki farklılık incelendiğinde yine kavramı bilenlerin istatistiksel olarak bilmeyenlere göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir ($p<0,001$).

“Biyomimikri, doğayı taklit eden yapay bir yöntemdir” düşüncesinde de yine kavramı duyanların daha fazla katıldığı görülmüştür ($p=0,008$).

Biyomimikri kavramı doğadan esinlenerek problem çözümünde, yeni teknolojiler geliştirilmesinde kullanılan alanı temsil etmektedir düşüncesine katılım incelendiğinde kavramı daha önce duymuş olanların yine daha yüksek orana sahip olduğu görülmüştür ($p=0,026$).

“Biyomimikri ile doğada bulunan sistemlerin taklidi ile yapılan mekanizmaların eğitime katkısı oldukça fazladır” düşüncesine ise yine biyomimikri kavramını daha önce duyanların daha çok katıldığı görülmüştür ($p=0,039$).

“Doğadan esinlenme problem çözümünde sonuca kısa yoldan hızlı ulaşmayı sağlar düşüncesi” katılım oranı fazla olanların yine kavramı daha önce duymuş olanlar olduğu görülmüştür ($p=0,002$). Diğer düşüncelere katılım durumlarında istatistiksel olarak farklılık görülmemiştir ($p>0,05$).



Şekil 18. Biyomimikri kavramı bilgisine göre dağılım grafiği

Tablo 11
Biyomimikri Kavramına İlişkin Farkındalık Oranları

		Kavramı Biliyor		Kavramı Bilmiyor		Toplam		Ki-kare	p
	Düşüncelere Katılım	Sıklık	Yüzde	Sıklık	Yüzde	Sıklık	Yüzde		
Soru2	Katılmıyorum	42	77,8	22	91,7	64	82,1	2,176	0,205
	Katılıyorum	12	22,2	2	8,3	14	17,9		
Soru3	Katılmıyorum	3	5,6	11	45,8	14	17,9	18,303***	0,000
	Katılıyorum	51	94,4	13	54,2	64	82,1		
Soru4	Katılmıyorum	31	57,4	15	62,5	46	59,0	0,178	0,804
	Katılıyorum	23	42,6	9	37,5	32	41,0		
Soru5	Katılmıyorum	1	1,9	8	33,3	9	11,5	16,133***	0,000
	Katılıyorum	53	98,1	16	66,7	69	88,5		
Soru6	Katılmıyorum	30	55,6	15	62,5	45	57,7	0,328	0,626
	Katılıyorum	24	44,4	9	37,5	33	42,3		
Soru7	Katılmıyorum	8	14,8	11	45,8	19	24,4	8,676**	0,008
	Katılıyorum	46	85,2	13	54,2	59	75,6		
Soru8	Katılmıyorum	10	18,5	3	12,5	13	16,7	0,433	0,744
	Katılıyorum	44	81,5	21	87,5	65	83,3		
Soru9	Katılmıyorum	1	1,9	3	12,5	4	5,1	3,872	0,084
	Katılıyorum	53	98,1	21	87,5	74	94,9		
Soru10	Katılmıyorum	2	3,7	5	20,8	7	9,0	5,9688	0,026
	Katılıyorum	52	96,3	19	79,2	71	91,0		
Soru11	Katılmıyorum	3	5,6	4	16,7	7	9,0	2,511	0,193
	Katılıyorum	51	94,4	20	83,3	71	91,0		
Soru12	Katılmıyorum	1	1,9	4	16,7	5	6,4	6,079*	0,029
	Katılıyorum	53	98,1	20	83,3	73	93,6		
Soru13	Katılmıyorum	9	16,7	4	16,7	13	16,7	0,000	1,000
	Katılıyorum	45	83,3	20	83,3	65	83,3		
Soru14	Katılmıyorum	2	3,7	3	12,5	5	6,4	2,143	0,166
	Katılıyorum	52	96,3	21	87,5	73	93,6		
Soru15	Katılmıyorum	5	9,3	7	29,2	12	15,4	5,058	0,039
	Katılıyorum	49	90,7	17	70,8	66	84,6		
Soru16	Katılmıyorum	2	3,7	4	16,7	6	7,7	3,932	0,069
	Katılıyorum	52	96,3	20	83,3	72	92,3		
Soru17	Katılmıyorum	3	5,6	5	20,8	8	10,3	4,213	0,098
	Katılıyorum	51	94,4	19	79,2	70	89,7		
Soru18	Katılmıyorum	20	37,0	11	45,8	31	39,7	0,537	0,617
	Katılıyorum	34	63,0	13	54,2	47	60,3		
Soru19	Katılmıyorum	6	11,1	11	45,8	17	21,8	11,753**	0,002
	Katılıyorum	48	88,9	13	54,2	61	78,2		
Soru20	Katılmıyorum	21	38,9	14	58,3	35	44,9	2,540	0,141
	Katılıyorum	33	61,1	10	41,7	43	55,1		

4.6. Sınıf Düzeyi Bakımından Sonuçlar ve Yorumlar

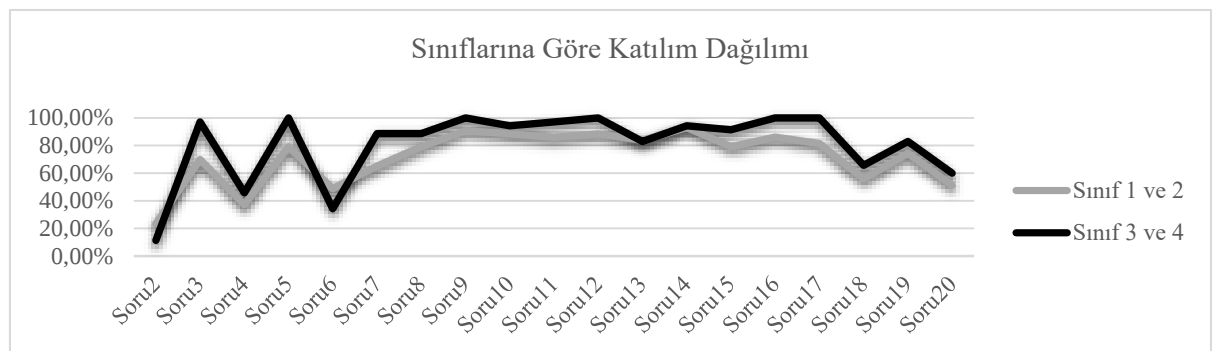
Birinci ve ikinci sınıf öğrenciler ile üçüncü ve dördüncü sınıf öğrencilerinin arasındaki farklılıklar sorular bakımından incelenmiştir (Tablo 12, Şekil 20). “Biyomimikri, biyoloji ile doğadaki tasarımları birleştirip yeni bir disiplin ortaya çıkarır” düşüncesinde katılım oranları farklıdır ve mezuniyete daha yakın öğrencilerin daha fazla bildiği görülmüştür ($p=0,002$).

“Biyomimikri, biyoloji eğitiminde tasarım ve tasarımcıyı sürece dahil edip, doğadan ilham alarak yaratıcı çözümler geliştirmeyi hedeflemiştir” düşüncesindeki farklılık incelediğinde yine mezuniyete daha yakın öğrencilerin katılım oranlarının istatistiksel olarak mezun olmaya daha uzak olanlara göre daha fazla olduğu ortaya konulmuştur ($p=0,003$).

“Biyomimikri, doğayı taklit eden yapay bir yöntemdir” düşüncesinde de yine mezuniyete yakın olanların daha çok katıldığı görülmüştür ($p=0,019$).

“Biyoloji eğitiminde doğa ve teknolojinin doğru kullanımı yeni ürünler elde etmeyi sağlar” düşüncesine de yine son sınıf ve üçüncü sınıf öğrencilerinin daha çok katıldığı görülmüştür ($p=0,030$).

“Biyomimikri, doğadaki hayvan, bitki ve daha birçok canlı, cansız ve tüm oluşumları inceleyip biyoloji eğitimine büyük katkılar sağlar” düşüncesine de yine son sınıfa yakın öğrencilerin daha fazla katıldığı görülmüştür ($p=0,007$). Diğer düşüncelere katılım durumlarında istatistiksel olarak farklılık görülmemiştir ($p>0,05$).



Şekil 19. Sınıflara göre katılım dağılımı grafiği

Tablo 12
Sınıflara Göre Katılım Dağılımı Oranları

	Düşüncelere Katılım	Sınıf 1 ve Sınıf 2		Sınıf 3 ve Sınıf 4		Toplam		Ki-kare	p
		N	%	N	%	N	%		
Soru2	Katılmıyorum	33	76,7	31	88,6	64	82,1	1,833	0,239
	Katılıyorum	10	23,3	4	11,4	14	17,9		
Soru3	Katılmıyorum	13	30,2	1	2,9	14	17,9	9,818**	0,002
	Katılıyorum	30	69,8	34	97,1	64	82,1		
Soru4	Katılmıyorum	27	62,8	19	54,3	46	59,0	0,577	0,494
	Katılıyorum	16	37,2	16	45,7	32	41,0		
Soru5	Katılmıyorum	9	20,9	0	0,0	9	11,5	8,281**	0,003
	Katılıyorum	34	79,1	35	100,0	69	88,5		
Soru6	Katılmıyorum	22	51,2	23	65,7	45	57,7	1,674	0,251
	Katılıyorum	21	48,8	12	34,3	33	42,3		
Soru7	Katılmıyorum	15	34,9	4	11,4	19	24,4	5,761*	0,019
	Katılıyorum	28	65,1	31	88,6	59	75,6		
Soru8	Katılmıyorum	9	20,9	4	11,4	13	16,7	1,254	0,363
	Katılıyorum	34	79,1	31	88,6	65	83,3		
Soru9	Katılmıyorum	4	9,3	0	0,0	4	5,1	3,432	0,123
	Katılıyorum	39	90,7	35	100,0	74	94,9		
Soru10	Katılmıyorum	5	11,6	2	5,7	7	9,0	0,826	0,450
	Katılıyorum	38	88,4	33	94,3	71	91,0		
Soru11	Katılmıyorum	6	14,0	1	2,9	7	9,0	2,908	0,122
	Katılıyorum	37	86,0	34	97,1	71	91,0		
Soru12	Katılmıyorum	5	11,6	0	0,0	5	6,4	4,349	0,061
	Katılıyorum	38	88,4	35	100,0	73	93,6		
Soru13	Katılmıyorum	7	16,3	6	17,1	13	16,7	0,010	1,000
	Katılıyorum	36	83,7	29	82,9	65	83,3		
Soru14	Katılmıyorum	3	7,0	2	5,7	5	6,4	0,051	1,000
	Katılıyorum	40	93,0	33	94,3	73	93,6		
Soru15	Katılmıyorum	9	20,9	3	8,6	12	15,4	2,264	0,207
	Katılıyorum	34	79,1	32	91,4	66	84,6		
Soru16	Katılmıyorum	6	14,0	0	0,0	6	7,7	5,291*	0,030
	Katılıyorum	37	86,0	35	100,0	72	92,3		
Soru17	Katılmıyorum	8	18,6	0	0,0	8	10,3	7,256**	0,007
	Katılıyorum	35	81,4	35	100,0	70	89,7		
Soru18	Katılmıyorum	19	44,2	12	34,3	31	39,7	0,790	0,486
	Katılıyorum	24	55,8	23	65,7	47	60,3		
Soru19	Katılmıyorum	11	25,6	6	17,1	17	21,8	0,806	0,420
	Katılıyorum	32	74,4	29	82,9	61	78,2		
Soru20	Katılmıyorum	21	48,8	14	40,0	35	44,9	0,609	0,497
	Katılıyorum	22	51,2	21	60,0	43	55,1		

BÖLÜM V

TARTIŞMA VE SONUÇ

5.1. Tartışma

Araştırma, biyoloji öğretmen adayı olan öğrencilerin biyomimikri kavramı ile ilgili farkındalıklarını incelemek amacıyla yapılmıştır. Araştırma sonucunda; biyomimikri kavramının öğretmen adaylarının doğadaki tasarımlara olan farkındalığının artmasında etkili olduğu anlaşılmıştır.

Öğretmen adaylarının sınıf düzeyleri bakımından incelendiğinde son sınıfa yakın öğrencilerin biyomimikri hakkındaki farkındalıklarının daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu durumun son sınıfa kadar aldıkları eğitimin içeriğinden kaynaklandığını işaret etmektedir. Barnes (2007), çalışmasında biyomimikri kavramının eğitim müfredatlarında bulunması gerektiğini belirtmiştir.

Yapılan araştırma cinsiyete göre incelendiğinde doğadan esinlenme ve biyomimikri kavramına olan farkındalık erkek öğrencilerde daha fazladır. Lurie-Luke (2014), araştırmasında en yaygın olarak malzeme geliştirme de biyomimikriden yararlanıldığına işaret etmiştir. Erkek öğretmen adaylarının bu alana yakınlıklarından dolayı biyomimikri kavramına kadın öğretmen adaylarına göre daha hakim olduklarını ifade etmektedir. Bu çalışma ile benzerlikler olduğu anlaşılmıştır.

Öğrencilerin akademik başarılarına göre biyomimikri hakkındaki farkındalık düzeylerinde önemli bir fark bulunmamıştır. Primlani (2013), araştırmasında akademik başarının değil daha iyi nasıl tasarımlar yaparız sorusuna verilen cevapların tasarımda ki öneminden bahsetmiştir.

Araştırmada daha önce biyomimikri kavramını duyan öğrencilerin duymayanlara göre doğadaki tasarımlara olan farkındalıklarının daha fazla olduğu anlaşılmıştır.

Zari (2007), araştırmasında biyomimikri kavramı hakkındaki bilgilerin tasarıma dönüştürülmesiyle daha iyi tasarım metotlarının ortaya çıkarılabileceğini vurgulamıştır.

Dahl ve Moreau (2002), ‘The Influence and Value of Analogical Thinking During New Product Ideation’ isimli çalışmasında biyoloji ve tasarım arasındaki ilişkiye değinmiş, yapı ve işlevin önemini ortaya koymuştur. Bu çalışmada elde edilen veriler ile Dahl ve Moreau (2002)’nin sonuçları arasında kısmen farklılık ve kısmen de benzerlik olduğu anlaşılmıştır.

Reed (2004), araştırmasında tarih boyunca insanların doğadan etkilenmiş olduğunu, bilim ve teknoloji alanındaki ilerlemelerinde doğayı örnek aldıklarını vurgulamıştır. Bu çalışmadaki öğretmen adaylarının “biyomimikri kavramı doğadan esinlenerek problem çözümünde, yeni teknolojiler geliştirilmesinde kullanılan alanı temsil etmektedir” şeklindeki görüşlere ilişkin sonuçlar ile benzerlik göstermektedir.

Öğretmen adaylarının bir kısmı, biyomimikrinin biyoloji ve tasarım arasında çalışmalar yapan bütün terimleri kapsadığına yönelik görüş bildirmişlerdir. Bu sonuç Kудay (2009)’ın çalışmasında bulunduğu doğadan esinlenme ile canlıdan sadece biçim bakımından faydalanılabilmektedir sonucu ile uyuşmamaktadır.

Mathews (2011), araştırmasında biyomimikrinin; doğa tasarımında sistemlerin koşullarını iyileştirmek için gerekli olduğunu belirtmiştir. Bu çalışmadaki; “doğadan esinlenerek yapılan araç ve gereçler yaşamı kolaylaştırır” düşüncesine olan yaklaşım oldukça yüksektir ve Mathews (2011)’in sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

5.2. Sonuçlar

Biyomimikri kavramının temelindeki ana fikir doğadan öğrenme ve doğadan esinlenmedir. Doğadaki canlıların hayatta kalmak için verdikleri mücadele araştırmacıları doğayı taklit etmeye yönlendirmiştir. Biyomimikri kavramı, mühendislik, biyoloji ve eğitim gibi bir çok alanda kabul görmüş ve devamlılığını sürdürmüştür. Biyomimikri, biyoloji ve eğitim alanında problemleri çözmek için ekonomik ve çevreye duyarlı bir kavramdır.

Doğadaki sistemlerin, tasarımların insan aklının çok üzerinde olduğunun farkına varan bilim adamları hayatı kolaylaştırmak, bu tasarımları biyoloji, mühendislik, tasarım ve eğitim gibi bir çok alanda kullanmak için doğadaki tasarımlara başvurmuşlardır. Biyomimikri örnekleri doğadaki gözlemlerden ortaya çıktığı gibi, biyoloji alanıyla ve bir çok farklı disiplin ile olan işbirliği yeni tasarımların ortaya çıkmasını sağlamıştır.

Biyoloji eğitimi alan öğrencilerin doğadaki tasarımların farkında olmaları, bu tasarımları eğitim ile bütünleştirerek farklı çalışmalar ortaya koymalarında büyük önem taşımaktadır.

Biyoloji öğretmen adaylarının çoğunluğu doğayı taklit etmenin canlı varlıkların farkına varmayı kolaylaştırdığını düşünmektedir. Büyük çoğunluğuna göre doğayı taklit etme biyoloji eğitiminde kişinin yeni perspektifler kazanmasına olanak sağlar. Bu sonuca göre öğretmen adaylarının doğadaki canlılardan esinlenirken biyomimikri kavramından faydalandıkları ortaya çıkmıştır. Biyomimikri, biyoloji eğitiminde tasarım ve tasarımcıyı sürece dahil edip, doğadan ilham alarak yaratıcı çözümler geliştirir düşüncesi de bu sonucu pekiştirmiş, biyomimikrinin doğadaki tasarımlara yönelik farkındalığı arttırdığı sonucunu ortaya koymuştur.

Öğretmen adaylarının büyük çoğunluğu biyomimikri ile doğada bulunan sistemlerin taklidi ile yapılan mekanizmaların eğitime katkısının oldukça fazla olduğu düşüncesini desteklemektedir. Biyomimikri kavramını kullanırken ilk aşama problemin tanımlanması ve soruların sorulmasıyla başlar. Sorulara yanıtlar aranır, doğadaki tasarım örnekleri incelenir ve problemi çözmek için yeni tasarımların biyoloji eğitimiyle ilişkisi keşfedilir.

Biyomimikri kavramının biyoloji eğitiminde daha çok kullanılmasıyla öğretmen adaylarının eğitimde daha etkin olup, disiplinlerarası çalışmalar ile tasarımları birleştirerek yeni eğitim metotlarını ortaya çıkarabilecekleri düşünülmektedir.

Biyoloji eğitiminde biyomimikri kavramı henüz çok yenidir. Biyoloji öğretmen adaylarının biyomimikri kavramını kullanarak doğadaki tasarımları eğitime uygulamaları disiplinler arası işbirliği yapılarak mümkün olacaktır. Her geçen gün biyomimikri kavramı konusunda araştırmalar artmakta, bu yaklaşım günden güne önem kazanmaktadır.

5.3. Öneriler

Doğadaki tasarımlara bakarak birçok alanda yenilikçi fikirler geliştirilmiştir. Bu tezin araştırmasına göre doğadan esinlenme yöntemleri biyoloji ve eğitim alanlarında kullanılarak öğretmen adaylarına yeni bakış açıları kazandırır. Yeni bakış açıları öğretmen adaylarının kendi alanlarını daha etkin kullanmalarını sağlayacaktır.

Bu araştırmanın sonucuna göre biyoloji öğretmen adaylarının meslek öncesi eğitimlerinde biyomimikri kavramının daha erken süreçlerde farkında olmaları önerilmektedir. Öğretmen adaylarının doğadaki tasarımlara olan ilgi ve farkındalıklarının artması için biyomimikri kavramını daha çok kullanmaları gerekmektedir.

Biyoloji  ğretmen adaylarına biyomimikri kavramını tanıtmak, bakış açısını genişletmek, eğitim ve bir sonraki aşama olan  ğretim sürecini verimli hale getirmek için faydalı olacak, çevresinde ki canlıları her zamankinden değişik bir biçimde değerlendirmesine imkan verecektir. Doğada gördüğü canlıların göründükleri gibi olmadıklarını aynı zamanda birer tasarımcı olduklarını anlamasına yardımcı olacaktır.

Doğaya ve canlılar yeniden bakmak ve doğanın getirdiği çözümleri incelemek  ğretmen adayları için oldukça önemlidir. Bu bilinçle hareket etmeleri onları daha ileriye taşıyacak ve eğitim hayatında karşılaştıkları problemlere daha kolay çözüm bulmalarını sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Altun, Ş. (2011). *Doğanın inovasyonu-inovasyon için doğadan ilham al*. Ankara:Elma.
- Ataseven, O. (1994). *Doğa formlarının soyutlamasına yönelik heykel çalışmaları*. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Güzel Sanatlar Enstitüsü, Ankara.
- Banger, G. (2012). Biyomimikri ya da biyomimetik. <https://www.facebook.com/YildirimBeyazitUniversitesi06/posts/319588704779136>, sayfasından erişilmiştir.
- Bar-Cohen, Y. (2006). *Biomimetics - biologically inspired technologies*. New York: Taylor & Francis Group.
- Barnes, C. (2007). Biomimetics: strategies for product design inspired by nature- a mission to Netherlands and Germany. *Dti Global Watch Mission Report*, 40-41.
- Baumeister D. (2013). *Biomimicry resource handbook: A seed bank of best practices*. ABD: Biomimicry 3.8 Missoula Montana.
- Bayazıt, N. (2008). *Tasarımı anlamak*. İstanbul:İdeal Kültür.
- Benyus, J. M. (2002). *Biomimicry: Innovation inspired by nature*. New York: Harper Perennial.
- Bhushan, B. (2009). Biomimetics: lessons from nature-an overview. *Philosophical Transactions of The Royal Society, A*(367), 1445-1486.
- Biomimicry, G. (2007). *Innovation inspired by nature work book*. Biomimicry Guild, April.
- Capra, F. (2019, Haziran 19). Ecological Principles. Ecoliteracy: <http://www.ecoliteracy.org/essays/ecological-principles> adresinden alındı
- Colombo, B. (2007). *Biomimetic design for new technological development*. University of Art and Design Helsinki. Cumulus Working Papers.

- Dahl, D. & Moreau, P. (2002). The influence and value of analogical thinking during new product ideation. *Journal of Marketing Research*, 39, 47-60.
- DeKay, M. (2011). *Integral Sustainable Design: Transformative Perspectives*. London and Washington, DC: Earthscan
- Deyoung, D. & Hobbs, D. (2009). *Discovery of design: Searching out creator's secret*. Master Books, Arthansas, United States of America.
- Forbes, P. (2006). *The gecko's foot bio-inspiration: Engineering new materials from nature*. London: W.W. Norton & Company, Inc.
- Genç, M. (2013). *Doğa, sanat ve biyomimetik bilim*. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü, Ankara.
- Helms, M., Vattam, S. S. & Goel, A. K. (2009). Biologically inspired design: Process and products. *Design Studies*, 30, 606-622.
- <https://www.bilgiustam.com/biyomimikri-nedir/> Erişim: 10 Temmuz, 2019
- <http://en.clearharmony.net/articles/200407/20818.html> Erişim: 9 Temmuz, 2019
- <https://www.scienceinschool.org/tr/2011/issue18/biomimetics> Erişim: 2 Temmuz, 2019
- <https://www.termodinamik.info/dosya/ekosistem-muhendisleri-termitler> Erişim: 10 Temmuz, 2019
- <https://www.treehugger.com/sustainable-product-design/biomimetic-building-uses-termite-mound-as-model.html> Erişim: 10 Temmuz, 2019
- <https://turkiyebilimdergisi.wordpress.com/2010/10/13/guve-gozleri/> Erişim: 9 Temmuz, 2019
- <http://inovasyonvetasarim.com/dogadan-ilham-alan-yaklasim-biyomimikri/> Erişim: 9 Temmuz, 2019
- Jones, T. & Benson, M. (2002). *The complete idiot's guide to NASA*. New York:Alpha Books.
- Jones, P., Clarke-Hill, C., & Comfort, D. a. (2008). Marketing and Sustainability. *Marketing Intelligence & Planning*, 123-130.
- Karasar, N. (2000). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. İstanbul: Nobel Akademik.

- Kuday, I. (2009). *Tasarım sürecinin destekleyici faktör olarak biyomimikri kavramının incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Güzel Sanatlar Enstitüsü, İstanbul.
- Laurenza, D. (2005). *Leonardo'nun makineleri evrensel deha Leonardo Da Vinci'nin muhteşem buluşları*. (Ed. Özdem, Ö.). İstanbul:Pegasus.
- Lurie-Luke, E. (2014). Product and technology innovation: What can biomimicry inspire?. *Biotechnology Advances*, 32, 1494 –1505.
- Mathews, F. (2011). Towards a deeper philosophy of biomimicry. *Organization and Environment*, 24(4), 264-387.
- Mims, C. (2012). *Da vinci would approve*. Corporate Knights. Summer, 36.
- Mirvis, P. (1994). Environmentalism in Progressive Businesses. *Journal of Organizational Change Management*, 82-100.
- Özdemir, K. (2012). *Fostering the Endeavor: architecture education for planetary exploration*. IAC 2012: 63rd International Astronautical Congress, Naples, Italy.
- Özdoğan, M. (2015). *Biyosüreç: Doğadan ilham alan tasarım süreçleri için sistematik bir yöntem önerisi ve uygulaması*. Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Eskişehir.
- Pawlyn, M. (2011). *Biomimicry in architecture*. London: RIBA.
- Primlani, R.V. (2013). Biomimicry: On the frontiers of design. *XIMB Journal*, 10(2), 139-148.
- Reed, A. (2004-December-January). *A paradigm shift: Biomimicry, resources in technology*. The Technology Teacher.
- Senosiain, J. (2003). *Bio architecture*. Oxford: Architectural.
- Su, B.A. (2001). *Ergonomi*. Ankara:Atılım Üniversitesi.
- The Dragonfly: The Inspiration For The Helicopter. (2005). Design and Universe. Erişim: 31 Mayıs, 2019, <http://www.designanduniverse.com/articles/dragonfly.php>
- Todd, N. J., & Todd, J. (1984). *Bioshelters, Ocean Arks, City Farming*. San Francisco: Sierra Club Books

- Turnbull, J. (2010). *Biomimetic*. 8. Uluslararası Öğrenci Baskısı. New York, ABD: Oxford University.
- Versos, C. A. M. & Coelho, D. A. (2011). *Biologically inspired design: Methods and validation*. Universidade da Beira Interior, Portugal, InTech.
- Volstad, N.L. & Boks, C. (2012). On the use of biomimicry as a useful tool for the industrial designer. *Sustainable Development*, 20, 189-199.
- Wahl, D. (2006). Bionics vs. Biomimicry: From Control of Nature to Sustainable Participation in Nature. C. A. Brebbia içinde, *Design and Nature III* (s. 289-299). Boston: WIT Press.
- Yamaç, K. (2001). Nedir bu İnovasyon?, *Bilim, Eğitim ve Düşünce Dergisi*, 1(3), 6-8.
- Yıldız, H. (2012). *Endüstri ürünleri tasarımı kapsamında biyomimetik tasarımın yeri ve metodolojisi*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Endüstri Ürünleri Tasarımı Anabilim Dalı, İstanbul.
- Zari, M. P. (2007, November). *Biomimetic approaches to architectural design for increased sustainability*. In The SB07 NZ Sustainable Building Conference.

EKLER

EK-1. Farkındalık Anketi Örneği

Biyoloji Öğretmen Adaylarının Biyomimikri Kavramıyla İlgili Farkındalıkları

Anketin Amacı: Bu çalışma, biyomimikri ve biyoloji eğitimi arasındaki ilişkiyi inceleyerek, daha önce yapılmış çalışmaları analiz ederek, doğadan esinlenmenin biyoloji eğitimine etkilerini araştırmayı amaçlamaktadır.

Bu anketten elde edilen veriler biyoloji öğretmen adaylarının biyomimikri kavramıyla ilgili farkındalıklarını ölçmede kullanılacaktır.

Alev Çakır

Adı Soyadı:

Cinsiyet: **Sınıf:** **Akademik Ortalama:**

1. “Biyomimikri” kavramı ile hiç karşılaştınız mı veya lisans eğitiminiz boyunca aldığınız herhangi bir dersin konusunda kavram geçti mi?

Evet Hayır

(1) ————— (2)

2. “Biyomimikri” kavramı biyonik, biyomimetik, biyoteknoloji ve biyomekanik kavramları ile aynı anlama gelmektedir.

Tamamen Katılmıyorum Katılmıyorum Kararsızım Katılıyorum Tamamen Katılıyorum

(1) ————— (2) ————— (3) ————— (4) ————— (5)

3. Biyomimikri, biyoloji ile doğadaki tasarımları birleştirip yeni bir disiplin ortaya çıkarır.

Tamamen Katılmıyorum Katılmıyorum Kararsızım Katılıyorum Tamamen Katılıyorum

(1) ————— (2) ————— (3) ————— (4) ————— (5)

4. Biyomimikri, eğitimden çok mimari ve ekonomi konusunda çalışılan bir disiplindir.

Tamamen Katılmıyorum Katılmıyorum Kararsızım Katılıyorum Tamamen Katılıyorum

(1) ————— (2) ————— (3) ————— (4) ————— (5)

5. Biyomimikri, biyoloji eğitiminde tasarım ve tasarımcıyı sürece dahil edip, doğadan ilham alarak yaratıcı çözümler geliştirmeyi hedeflemiştir.

Tamamen Katılmıyorum Katılmıyorum Kararsızım Katılıyorum Tamamen Katılıyorum

(1) ————— (2) ————— (3) ————— (4) ————— (5)

6. Biyomimikri, biyoloji ile tasarımlar arasında çalışmalar yapan bütün terimleri kapsar.

Tamamen Katılmıyorum Katılmıyorum Kararsızım Katılıyorum Tamamen Katılıyorum

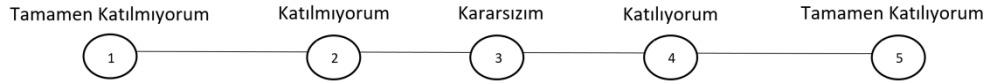
(1) ————— (2) ————— (3) ————— (4) ————— (5)

7. Biyomimikri, doğayı taklit eden yapay bir yöntemdir.

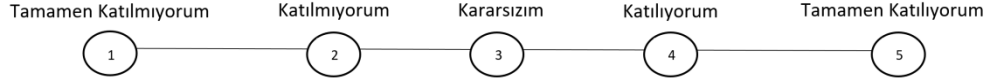
Tamamen Katılmıyorum Katılmıyorum Kararsızım Katılıyorum Tamamen Katılıyorum

(1) ————— (2) ————— (3) ————— (4) ————— (5)

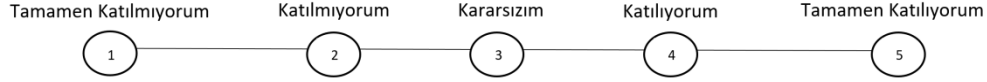
8. Biyomimikri kavramı temelde biyoloji ile alakalıdır.



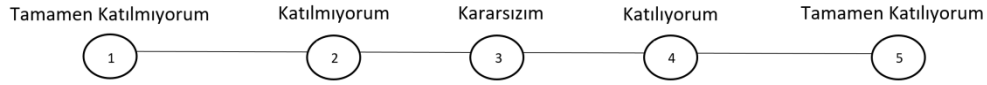
9. Doğadan esinlenerek yapılan araç ve gereçler yaşamı kolaylaştırır.



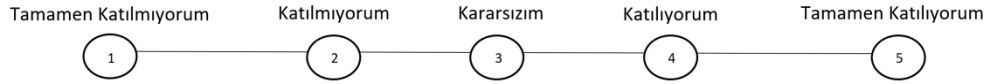
10. Biyomimikri kavramı doğadan esinlenerek problem çözümünde, yeni teknolojiler geliştirilmesinde kullanılan alanı temsil etmektedir.



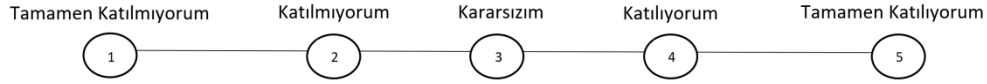
11. Doğadan esinlenmenin biyoloji eğitimine katkıları olmuştur.



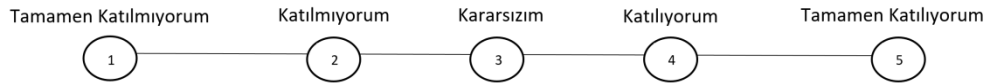
12. Doğayı taklit etme doğadaki canlı varlıkların farkına varmayı sağlar.



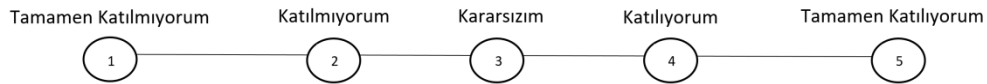
13. Doğayı taklit etme canlı ve cansız varlıkların arasındaki farkları görmeyi kolaylaştırır.



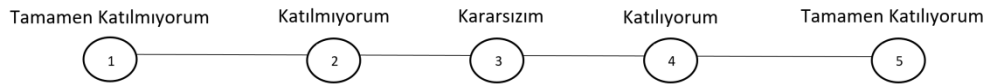
14. Doğayı taklit etme biyoloji eğitiminde kişinin yeni perspektifler kazanmasına olanak sağlar.



15. Biyomimikri ile doğada bulunan sistemlerin taklidi ile yapılan mekanizmaların eğitime katkısı oldukça fazladır.



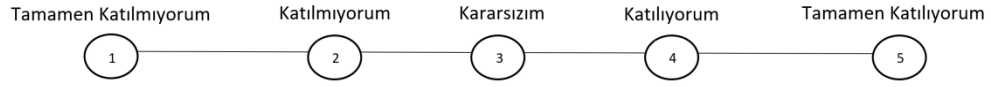
16. Biyoloji eğitiminde doğa ve teknolojinin doğru kullanımı yeni ürünler elde etmeyi sağlar.



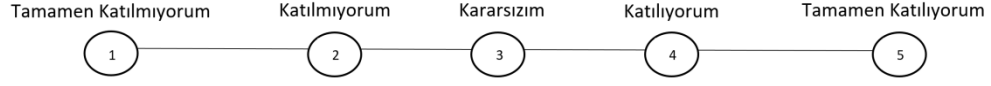
17. Biyomimikri, doğadaki hayvan, bitki ve daha birçok canlı, cansız ve tüm oluşumları inceleyip biyoloji eğitimine büyük katkılar sağlar.



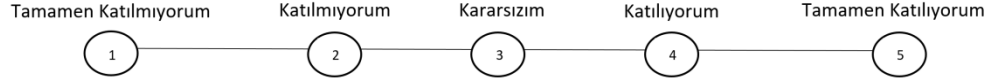
18. Doğadan esinlenerek yapılan tasarım sürecinde tüm canlılar bu süreçte dahil edilebilir.



19. Doğadan esinlenme problem çözümünde sonuca kısa yoldan hızlı ulaşmayı sağlar.



20. Biyomimikri kavramı biyoloji eğitiminde model organizma oluşturmada, doğadan esinlenmede ve bu süreçler ile ilgili problemlerin çözümünde tüm ihtiyaçları karşılar.





GAZİLİ OLMAK AYRICALIKTIR..



Gazili olma's aygırlık

