

## ENDÜSTRİYEL TASARIM ÜRÜNÜ SOFRA SERAMİKLERİNDE BİYOMİMETİK VE BİYOMORFİZM'DEN YARARLANILMASI

### USE OF BIOMMIMETICS AND BIOMORPHISM IN TABLEWARE CERAMICS IN INDUSTRIAL DESIGN PRUDUCTS

Aysun Erzincan\*, Nurcan Yıldız\*\*, Demet Parlak\*\*\*, Elif Günay\*\*\*\*, Burak Evren\*\*\*\*\* , Levent Mercin\*\*\*\*\*

#### Öz

Endüstriyel tasarım, endüstri alanında üretimi yapılabilecek olan tüketiciye yönelik estetik ve fonksiyonel ürünlerin seri üretime uygun şekilde geliştirildiği ve yenilikçi yönüyle ortaya çıkmasıdır. Endüstriyel tasarım sürecinde tasarımcının göz önünde bulundurması gerekenler ise, ihtiyaç belirleme, araştırma ve gözlemlene, fikir geliştirme, çözümlene, modelleme, rafine etme ve eylem olarak sıralanabilir. Tasarımcının bu gereksinimleri yerine getirebilmesi için ilham alabileceği alanlardan biri doğadır. Çünkü doğa, renk, doku, form, şekil ve işlevsellik açısından eşsiz bir zenginliğe sahiptir. Bu araştırmada biyomimikri ve biyomorfizmden yararlanılan sofrta seramiği endüstrisindeki form ve dekor tasarımları üzerinde durulmuştur. Bu kapsamda ilgili literatür taranmış, form ve dekor uygulamalarına uygun doğadan canlı örnekleri seçilmiş ve sonrasında örnek sofrta seramikleri hazırlanmıştır. Bu süreç araştırmanın bulgular ve yorum kısmında değerlendirilerek, elde edilen veriler analiz edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Biyomimikri, Endüstriyel Tasarım, Doğa, Sofra Seramiği, Biyomorfizm.

#### Abstract

Industrial design is the development of aesthetic and functional products for the consumer, which can be produced in the field of industry, accordance with mass production and the emergence of innovative aspects. The things that the designer should consider in the industrial design process can be listed need identification, research and observation, idea development, analysis, modelling, refining and action. One of the areas where the designer can be inspired to fulfill these requirements is nature. Because nature has unique richness in terms of color, texture, form, shape and functionality. In this research, form and decor designs inthe tableware industry, which benefit from biomimicry and biomorphism, are emphasized. In this context, the relevant literature was searched, living specimens from nature suitable for form, decor applications were selected, and then sample tableware ceramics were prepared. This process was evaluated inthe findings and interpretation part ofthe research, and the obtained data were analyzed.

**Keywords:** Biomimicry, Industrial Design, Nature, Tableware, Biomorphism.

---

*Derleme Makalesi// Başvuru Tarihi: 23.11.2021 – Kabul Tarihi: 24.12.2021*

\* Keramika Tasarım Merkezi, tasarim@keramika.com.tr, <https://orcid.org/0000-0002-7406-4344>.

\*\* Keramika Tasarım Merkezi, tasarim2@keramika.com.tr, <https://orcid.org/0000-0003-3777-052X>.

\*\*\* Keramika Tasarım Merkezi, demetparlak@keramika.com.tr, <https://orcid.org/0000-0002-0572-4855>.

\*\*\*\* Keramika Tasarım Merkezi, tasarim3@keramika.com.tr, <https://orcid.org/0000-0002-1510-676X>.

\*\*\*\*\* Keramika Tasarım Merkezi, tasarim5\_keramika@outlook.com.tr, <https://orcid.org/0000-0002-0768-106X>.

\*\*\*\*\* Prof. Dr., Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Görsel İletişim Tasarımı Bölümü, levent.mercin@dpu.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0001-5721-6054>.

## 1.Giriş

Biyomimikri, bilim insanlarının ve tasarımcıların çözmeye çalıştıkları birçok problemin çözümlerinin doğada mevcut olduğu, ayrıca bu çözümlerin milyonlarca yıldır test edilerek işlerliğinin ve verimliliğinin kanıtlanmış olduğu temeline dayanmaktadır. Bu çözümler doğada dururken, ortada olmayan ve hiç denenmemiş çözümlerden faydalanmanın zaman kaybı olabileceği söylenebilir. Enerji verimliliği, tasarım, teknoloji, yapay zekâ ve dayanıklılık gibi birçok konuda doğanın üstünlüğü yadsınamaz bir gerçektir. Bu üstünlüklerden yararlanılarak üretilecek teknolojiler aynı zamanda sürdürülebilir de olmaktadır. Biyomimikrinin bu getirilerinin farkında olan birçok araştırmacı doğayı inceleyerek doğanın bu konulardaki bilgi birikiminden faydalanmaya çalışmaktadır. Hızlı trenlerde, geko bandında, velcro bandı, biyonik araba tasarımında, pasif soğutma sisteminde, tüberkül teknolojisinde, kimyasal kullanmadan temizlenen boyalarda yararlanılan sistem, birkaç Biyomimikri uygulamasına örnek olarak verilebilirken, tekstil ürünlerinin tasarımında kelebek ve bitkilerin desenlerinden esinlenilmesi ise biyomorfizm'e örnek verilebilir.

Tasarım alanlarından biri olan endüstriyel tasarım, günümüzün popüler alanlarından biridir. Çünkü hem gelişen hem de gelişmekte olan ülkeler ve buna bağlı olarak firmalar, benzer ürünleri üretmek yerine özgün, farklı ve marka değeri taşıyabilecek ürünler ortaya koymak için bir rekabet içerisindedirler. Endüstri ürünlerinden biri olan sofrta seramikleri de bunlardan biridir. Özellikle son yıllarda Türkiye'nin Dünya ölçeğinde rekabetçi sektörlerinden biri olan sofrta seramiği sektörü, rekabet gücünü arttırabilmek için hem ARGE çalışmalarına hem de tasarım merkezlerinin yürüttüğü faaliyetlere ağırlık vermektedirler. Tasarım merkezlerinin üzerinde durduğu konuların başında, firma tarafından üretilecek ürünlerin form ve dekor tasarımlarının özgün, farklı, işlevsel, ekonomik ve tercih edilebilir olması gibi konular gelmektedir. Bu çalışma, sofrta seramiği form ve dekor tasarımlarına yeni bir bakış getirebilecek biyomimikri ve biyomorfizm yaklaşımını incelemenin ve buradan yola çıkarak sofrta seramiği uygulama örnekleri yapmanın bir ihtiyaç olduğu kabul edilerek gerçekleştirilmiştir.

## 2. Endüstriyel Tasarım Nedir?

Tasarım kavramı, özünde aynı ama farklı birçok tanımı olan bir kavramdır. Kullanıldığı alana göre farklı anlamlar taşıdığı varsayılan bu kelime, dilimize Latince Design'dan gelmiştir. Bir şeyi belirtmek, işaret etmek, icat etmek, eylem planı, kullanıcılar ve ürünler için bir şey yapmak gibi tanımlamalar, tasarım kelimesini anlatmak için yeterli kabul edilmektedir. Ancak tasarım genel anlamda üçe ayrılır. Mercin ve Diksoy<sup>1</sup> (2018:23)'un belirttikleri gibi her alanda var olan ve temel bir kavrayıcı olarak birçok disiplini de içinde barındıran tasarımı, genel anlamda grafik tasarım, mimari tasarım ve endüstriyel tasarım olarak ele almak yararlı olacaktır.

Endüstriyel tasarım, endüstride üretimi yapılabilen, nihai kullanıcıya yönelik hazırlanan ürünlerin, işlevsellik, hedef kitle ve tüketici ihtiyaçlarına uygunluk ölçütleri baz alınarak fikirlerin geliştirildiği ve yeni ürün projelerinin ortaya çıktığı bir alan olarak tanımlanabilir. Bu tasarım tekniği ile hazırlanan ürünlerin tüketici ile olan ilişkisini kurmaya yönelik bir mesleki alan olan endüstriyel tasarım, amaç olarak çok sayıda üretilen ürün arasında pazardaki hedef kitlesini kendi lehine memnun edebilmeyi; işçilik ve üretim maliyetlerini düşürerek ekonomiye katkı sağlamayı belirler. Tasarımcı, endüstriyel şartların getirileri doğrultusunda tüketicinin ihtiyaçlarına cevap vermenin yanı sıra bağlı bulunduğu sektörde istihdam yaratan, üretilen ürünün pazarlama aşamasında tüketiciye sunan ve birçok alanda kapılar açan farklı tasarımları yapmayı da hedeflemektedir (Şık, 2020:32).

### 2.1. Endüstriyel Tasarımın Önemi

18. ve 19. Yüzyıllarda Endüstri Devrimi'nin başlamasıyla birlikte yeni buluşlar ortaya çıkmış ve seri üretim üzerindeki etkisi görülmeye başlanmıştır. Makineleşme sonucunda endüstrinin gelişmesi sanat ve tasarım anlamında da büyük değişimlere neden olmuştur. 1750 ve 1850'li yıllarda ortaya çıkan Sanayi Devriminde buhar gücü ile çalışan makinelerin icadı, makinelerin günlük yaşama girmesini sağlamıştır. Bu gelişme sonucunda sanatçıların ve zanaatkarların işlerini kaybetmelerine ya da azalmasına yol açmıştır. El ile üretimi yapılan

---

<sup>1</sup> Mercin L. ve Diksoy İ. (2018), Teknoloji ve Tasarım Dersi Öğretmenler İçin Kılavuz Kitap. Ankara. Editörler: L. Mercin ve Gökay, M. MEB Yayınevi. [https://www.eba.gov.tr/ders/proxy/VC\\_ollabPlayer\\_v0.0.488/index.html#/main/dashboard/2/9/0](https://www.eba.gov.tr/ders/proxy/VC_ollabPlayer_v0.0.488/index.html#/main/dashboard/2/9/0). Erişim tarihi: 18.09.2021.

ürünlerin yerine makinelerin ürettiği ürünler üretilmeye başlanmış, bunlarda da nitelik sorunu oluşmaya ve tek düze ürünler ortaya çıkmaya başlamıştır. Bu ürünlerin ortaya çıkış sebebi, nüfusun hızlı artışı ve halktan gelen taleplerin artması ile orantılı bir şekilde ilerlemiştir. Yaşanılan artışların getirdiği gereksinimler doğrultusunda endüstriyel ürünlerin tasarlanması süreci başlamıştır (Karabacak ve Dilmaç, 2021:32).

Endüstriyel alanda yapılan rekabetçi ürün tasarımı, pazarın ihtiyaç duyduğu, teknik bilgilerin ön planda tutulduğu ve yeni fikirlerin ön plana çıkarıldığı sürecini oluşturmaktadır. Pazara sunulan yeni fikirler risk taşıdığı gibi ürünün beğeni görmesi durumunda firmaya başarı ve kazanç da sağlamaktadır. Yeni bir tasarım hazırlanırken üretim sırasında oluşabilecek hatalar ve olumsuzluklar analiz edilmektedir. Endüstriyel ürünlerde seri üretime yatkın, kullanım kolaylığı olan, estetik açıdan göz dolduran ve kazanç getirebilecek tasarımlar, üretici açısından tercih sebebi olmaktadır. Bu özelliklere sahip ürünler üreticinin olduğu kadar tüketicinin de ilgisini çekmekte ve pazarda kalma süresini uzatmaktadır. Endüstriyel ürünün tasarlanma sürecinde tüketicinin ne istediğini bilmek, üreticinin kazanç elde edebileceği şartlarda üretim yapabilmek ve pazarlamacının o ürünü tüketiciye rahatlıkla tanıtılabileceği özelliklerde ürünler hazırlamak açısından yapacağı araştırma ve testler, önem kazanmaktadır. Bir ürün tasarım aşamasında ve seri üretimde başarılı olmuş ise devamlılığını sağlamak amacıyla üretici tarafından kavramsal tasarımlara yönlendirilerek yenilenme sürecine girmektedir. Tasarımcıların yaratıcılıkları ve hayal güçleri, hazırlamış oldukları ürünlere yansımaktadır. Ayrıca yeni nesil tasarımların oluşturulabilmesi için etkili ve orantılı olacak biçimde kavramsal tasarımlar hazırlanmaktadır. Bu tasarımlarda birden çok örnek yapılarak en iyisinin piyasaya sürülmesi sağlanmaktadır. Böylece maliyet, tüketim ve üretim analizi olumlu olan endüstriyel tasarımlar pazarda yerini korumaya devam etmektedir.

Endüstriyel tasarım sürecinde bir tasarımcının dikkat etmesi ve üzerinde durması gereken hususların başında problemi saptama, gözlem ve araştırma yapma, fikir geliştirme, çözümlenme, model oluşturma, rafine etme ve eylem gelmektedir. Bu döngü ile birlikte endüstriyel tasarım ürünü tüketici, üretici ve satıcıyı memnun ederek hedeflemiş olduğu başarıya ulaşabilmektedir (Fesligil, 2007:15-16).

Endüstriyel tasarım olgusunun teknoloji ürünlerinden tekstile, mimari binalardan sofraya seramiklerine kadar birçok alanda ve sektörde önemli değişken olması, onun eğitimi ve tasarım yaparken esinlenen ve odaklanılan kaynakları önemli hale getirmiştir.

## **2.2. Sofra Seramiklerinde Endüstriyel Tasarımın Yeri**

İnsanlık tarihi boyunca farklı form ve biçimlerde üretilen seramikler, pişirme kabı, kap-kacak, kadeh ve tabak gibi formlarda karşımıza çıkmaktadır. Toplumun bağlı olduğu kültürlere göre değişiklik gösteren bu formlar, günümüzde endüstriyel tasarım alanındaki yoğun çalışmalar sonucunda şekillendirilerek piyasaya sunulmaktadır. Bu çaba sayesinde insanların hem evlerinde hem de toplu yemek yenen restoran vb. yerlerde karşısına farklı form, sır ve dekorlu sofraya eşyaları çıkmaktadır. Bu ürünler farklı form tasarımlarının yanı sıra renk, doku ve desenlerle de dikkat çekmektedir. Endüstriyel alanda tasarlanan seramik sofraya eşyaları kullanım açısından yapısal farklılıklar göstermektedir. Dolayısı ile yeme içme kapları, pişirme kapları, depolama ve saklama kapları gibi farklı özellikleri olan form tasarımları yapılmaktadır (Önder, 2019:54). Ancak her ne amaçla yapılsa yapılsın ürünlerin formları ile dekorlarında işlevsellik ve özgünlük aranmaktadır.

İletişim mecralarının yaygınlaştığı ve hızlandığı günümüzde bireylerin ürün talepleri de farklılaşmış, hatta yer yer bireysel beğeniler ön planda tutularak kişisel form ve dekor tasarımları hazırlama sürecine geçilmiştir denilebilir. Günümüzde tasarlanan sofraya seramiği formlarında estetik kaygı, kullanım kolaylığı ve çekicilik kullanıcı tarafından ilgi görürken, dekor tasarımlarında farklılık ve özgünlük algıda seçiciliği artıran faktörler olmaktadır.

Rekabetçi bir Dünya'da üretim yapmanın ne kadar zor olduğu ve katma değerli ürün üretebilmenin yararları düşünüldüğünde, endüstriyel tasarım alanı önemli bir konumdadır denilebilir. Çünkü Eryılmaz (2020:85)'in de belirttiği gibi, "Küresel rekabetin hızla arttığı günümüzde, müşteri beklenti ve taleplerini karşılamanın yolu işletmelerin etkin bir tasarım stratejisi oluşturmasından geçmektedir. Bu bağlamda endüstri ürünleri tasarımı, işletmelerin rakiplerine karşı rekabet üstünlüğü elde etmesinde stratejik bir öneme sahiptir. Konu ile ilgili olarak yapılan bilimsel çalışmalarda işletme verileri ve rekabet edebilirlik arasındaki ilişkinin tasarım aracılığıyla gerçekleştiğine dikkat çekilmektedir".

### 3. Biyomimikri ve Biyomorfizm Nedir?

Biyomimikri, Latince bios (hayat) ve mimikos (taklit) kelimelerinden türetilmiştir. Biyomimikri “doğada var olan sistemlerden faydalanılarak mevcut olan sorunlara farklı çözümler aramaktır” (Kuday, 2009:19). Diğer bir ifade ile doğada bulunan canlı sistemlerin incelenip taklit edilmesini, mühendislik yaklaşımları ile geliştirilerek özellikle nanoteknoloji, robot teknolojisi, yapay zekâ, biyomedikal endüstrisi, mimari yapılar ve savunma sanayii gibi alanlarda kullanılacak malzeme, alet, mekanizma ve sistemlere uygulanmasını amaçlayan bir disiplindir. Fakat şimdilerde canlılar dışındaki evrensel gerçeklikleri de (varlıklar, oluşlar, durumlar, fenomenler vb.) içerecek şekilde terimin kapsamı genişletilerek, doğayı taklit terimi daha çok kullanılmaktadır<sup>1</sup>. Mimarlıkta Biyomimikri ise doğada meydana gelen döngüleri uyaran bina veya sistemlerin tasarlanmasıdır. Biyomimikri sadece son yarım yüzyılda çalışıldı, ancak doğanın binalara dahil edilmesi çok daha önce başlamıştı... Örneğin altın oran, doğada büyüyen sarmalların düzenini yansıtır. Altın oran her yerde görülebilmekte olup, çiçek yapraklarında, kabuklarda, çam kozalaklarında, ananas kulelerinde, DNA moleküllerinde ve hatta kasırgalarda rastlanmaktadır. Bundan etkilenen tasarımcılar BM genel merkezinden tutun da döner merdivenlere kadar birçok yapıda Altın Oran'ı kullanmışlardır.

İnsanlar hem üretirken hem de tüketirken pek çok çevresel sürdürülebilirlik problemi ile karşı karşıya kalmaktadır. Bu yüzden bu probleme çözüm olarak doğanın kendi stratejisini taklit etme eylemi üzerinde çalışmalar yapılmıştır. Bu eylem neticesinde biyomimikri terimi ortaya çıkmış ve biyomimikriyle birlikte sürdürülebilir çözüm inovasyonları arayışına girilmiştir. Bu inovasyonların amacı zaten çok iyi çözümler üretmiş olan doğaya incelenerek, bu çözüm yöntemleri taklit edilmeye başlanmıştır. İnsanların çözüm amaçlı bulmuş olduğu yöntem olan biyomimikri, doğanın modellerini, sistemlerini, oluşum sürecini ve elementlerini inceleyen ve ulaşılan bilgiler doğrultusunda taklit veya yaratıcılık kullanılarak, problemi çözmeye dayalı bir bilimdir. Doğanın kendi içerisinde yaratmış olduğu uyuma bakıldığı zaman tüketmeye yönelik bir ekosistemin olmadığı görülmektedir. Günümüzde tüketim üzerine kurulu olan yaşam şartları

---

<sup>1</sup> Zonuz, N. ve Arslan, D. (2018), Teknoloji ve Tasarım Dersi Öğretmenler İçin Kılavuz Kitap. Ankara. Editörler: L. Mercin ve M. Gökay. MEB Yayınevi. [https://www.eba.gov.tr/ders/proxy/VCollabPlayer\\_v0.0.488/index.html#/main/dashboard/2/9/0](https://www.eba.gov.tr/ders/proxy/VCollabPlayer_v0.0.488/index.html#/main/dashboard/2/9/0). Erişim tarihi: 26.09.2021.

milyonlarca yıldır eskimeyen dünyayı kısa bir zaman içerisinde eskitmeyi başarmış ve yok olma yolunda adımlarını hızlandırmıştır. Sürekli tüketmek yerine doğanın insanlara sunmuş olduğu imkânlardan yararlanarak doğa ile ilişki kurulabilir. Doğanın bize sunmuş olduğu mükemmellikler sadece bitki ve hayvanlarla sınırlı değildir. İnsan vücudunda bulunan iskelet ve organlar mükemmel bir sistemin örneğidir (Inner, 2019:16).

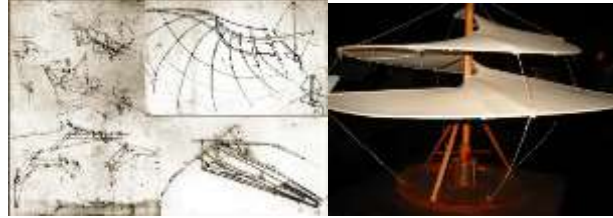
Biyomorfoloji ise şu şekilde açıklanabilir: “Biyoloji: Yaşam veya canlı organizmalara dair tüm özelliklerin kombinasyonudur. Morfoloji: Organizmaların veya parçalarının yapısından ve biçiminden oluşmuş özelliklerdir. Biyomorfoloji: Türkçe de “Biçimbilimi” olarak adlandırılmaktadır. Canlı organizmaların strüktür ve formlarıyla biçimsel özelliklerini araştıran bilim dalıdır. Bu terim 18. yüzyıl sonu, 19. yüzyıl başında ortaya çıkmış ve yine bu dönemde bilim dalı olarak kabul edilmiştir” (Eser, 2021:11). Kavram olarak bu şekilde ifade edilen biyomorfoloji, tasarım ile birlikte ele alındığında “organik tasarım olarak da adlandırılmaktadır. Organik sözcüğü psikofizyoloji yazarı ve cerrah Xavier Bichat (1800) tarafından “Physiological Researches on Life and Death” başlıklı araştırmasında ilk olarak hayvanların iskelet yapılarından bahsetmek için kullanılmıştır. Organik kavramını sanata ve mimariye uyarlayan ise biyolog Samuel Taylor Coleridge olmuştur. Coleridge’ye göre organik form; “doğal ve dış etkenlerden etkilenmeyen, gelişme süreci bittiğinde kusursuz olan” olarak tanımlanmaktadır” (Eser, 2021:11).

Biyomorfik tasarımlar birçok alanda olduğu gibi sanat alanını da etki etmiştir. Bunlardan biri Kandinsky’nin çalışmalarında yer almış olmasıdır. Sezer (2020:270)’e göre “Kandinsky için önemli olan, organik biçimin reel formu değil, bu formun altında bulunan, içine gizlenen içsel tınıyı yakalamaktır. Bunu yapmanın yolu da organik biçimi geriye itmek ve soyut olanı öne çıkarmaktır. Öne çıkarılacak olan soyut yan, nesnenin formal yapısına dayalı soyutluk değil, nesnenin içsel, tınısal yanındır. Bu soyutlamalar, canlılar dünyasına dayanan bir soyutlamaydı. Kandinsky, biyomorfik soyutlamalarını, nesnenin tikel varlığına dayanarak ve ayrıntıların yorumuna ulaşarak gerçekleştirdi”.

### 3.1. Biyomimikri'nin Tarihçesi

İnsanlığın ve doğanın var oluşundan bugüne kadarki süreçte doğa her zaman insanlara ilham kaynağı ve yol gösterici olmuştur. İnsanlar, tarihin her bir döneminde farklı şekilde doğadan öğrendiklerini uygulamaya sokarak hayatlarını devam ettirmeye çalışmışlardır. Teknoloji geliştirmek için doğayı taklit etme bilimi geçmiş dönemlere kadar uzanmaktadır. Doğadan ilham alan tarihin en önemli kişiliklerinden biri de Leonardo Da Vinci'dir. 1480'lerde kuşların ve yarasaların uçuşlarını araştıran Leonardo Da Vinci bu bilgi ile uçan araçlar tasarlamıştır (Görsel 1 a-b). Yapılan bu tasarımlar hiç test edilmemiş olmasına rağmen hala mucitlere ilham kaynağı olmaya devam etmektedir.

Leonardo Da Vinci insan zekâsının doğadan daha güzel, basit ve doğrudan keşfe odaklı olmadığını düşünmüştür. Çünkü doğanın keşfettiklerinden ne eksik ne de fazla olmadan, teknolojinin ve insanın ürettiklerinin hiçbir zaman onun önüne geçemeyeceğini düşünmektedir. Günümüzde insanlar her dönemde olduğundan daha fazlasıyla doğaya ve doğanın onlara sunduklarına muhtaç durumdadır. İnsanlık için doğaya dönüşün işareti, en başta enerji verimliliği ve sürdürülebilir kaynaklara yönelme olmuştur. Biyomimikri bilimi ile ilgilenenler sürdürülebilir bir dünya için doğadan ilham alınması gerektiğini ve bu konuda araştırmaların hızlı bir şekilde artırılması gerektiğini düşünmektedir. <sup>2</sup>



**Görsel 1 a-b.** Leonardo Da Vinci 1487-1490 Yılları Arasında Yapılmış Olan Kanat Makinesi / Helikopter Tasarımı.

Biyomimikri terimi, ilk kez 1969 yılında Amerikalı mucit ve biyomedikal mühendisliğinin öncülerinden Otto H. Schmitt tarafından kullanılmıştır (Uçar, 2020:52). Doğadan esinlenilerek teknolojinin gelişmesinin sağlanması sonucunda biyomimikri bilimi ortaya çıkmıştır. Yaşayan sistemler teorisi 1970'lerden önce bulunmuştur. 1970 sonrasında ise doğal tasarımlar,

<sup>2</sup> Arhon, Z. (2017), "Biyomimikri: Sürdürülebilirlik İçin Doğadan Gelen İnovasyon", <https://www.calik.com/Home/DownloadMagazine?id=8038>, Erişim tarihi: 12.09.



1980'lerde ise endüstriyel ekolojik formlar gelişme göstermiştir. 90'ların başında yükselişe geçen endüstriyel ekoloji, 90'lardan sonra biyomimikri bilimiyle devam etmiştir. Biyomimikri terimi ilk kez 1997 yılında Janine Benyus tarafından ortaya atılmıştır (Avcı, 2019:215).

### 3.2. Biyomimikri ve Biyomorfizm'in Uygulama Alanları

Benyus, tasarımda biyomimikri uygulamasını sığdan derin biyomimikriye kadar üç seviyeye ayırmıştır. İndirgeyici veya sığ biyomimikri birinci seviyeyi oluşturur ve doğal formun taklit edilmesini içerir. Örneğin, açılan bir kumaş oluşturmak için bir baykuşun tüyündeki kancalar ve tüyler taklit edilir. Birinci evre biyomorfizm'e en uygun olanıdır. Biyomimikrinin ikinci seviyesi, doğal bir sürecin taklit edilmesini içerir. Bu, daha derine veya bütünselliğe doğru bir adımdır. Örneğin, baykuş tüyü doğanın kimyası yoluyla, toksinler veya yüksek basınçlar olmadan vücut sıcaklığında kendi kendine toplanır. Üçüncü düzeyde, doğal ekosistemlerin taklit edilmesi, derin veya bütünsel biyomimikri olarak sınıflandırılır. Bu bakış açısı, doğanın çevreye zarar vermeden üretmeyi başardığı bütün yolları içerir. Biyomimikrinin bütünsel görüşü bu nedenle "eko-tasarım" odaklı bir yaklaşımdır (Volstadand Boks, 2008:3).

Biyomimikri, doğanın 3,8 milyar yıldır geliştirmiş olduğu stratejileri araştırarak dünyanın uğramış olduğu erozyona çözümler tasarlamayı hedefleyen bir yaklaşımdır. Uzmanlar doğaya daha yakından bakarak bize sunduğu imkanları ve nimetleri kapsamlı bir biçimde yaratıcı stratejileri dönüştürmeye başlamıştır. Tasarımdan üretime kadar tüm süreçlerde sürdürülebilir ve rekabetçi bir yaklaşımla farkındalık yaratan bu disiplin, biyomimikri olarak öne çıkmaktadır. Biyomimikrinin en etkin olarak kullanıldığı alanlar; mimari, otomotiv, ulaşım, endüstriyel tasarım ve bilim alanlarıdır. Bu alanlarda yapılan çalışmalara birçok örnek verilebilmektedir. Bu örneklerden bazıları, termit yuvasından ilham alınarak yapılan hava sistemleri, lotus bitkisinden esinlenip hazırlanan boyalar, Morfo kelebeğinden hareketle yapılan kumaşlar örnek olarak verilebilir (Akgün, 2012:138) (Görsel 2 a-b-c). Doğadan esinlenerek tasarlanmış tasarım olmasına rağmen mimari alanda biyomimikrinin uygulanışı daha yaygındır. Bu tasarımlar binalar ve sistemlerinden çok burada kullanılacak malzemelerin üzerinde biyomimikri anlayışının hâkim olduğu görülmektedir. Mimari tasarımlarda biyomimikrinin kullanımı iki kategoride sınıflandırılabilir. Bunlardan biri biyolojiye bakış diğeri ise tasarımı etkileyen biyolojidir. Bu iki kategoride de amaç, doğanın bize sunmuş olduğu çözümleri kullanmak ve organizmada

fonksiyon arayarak tasarım geliştirmektedir. Gelecekte hem çevre hem de binaların sürdürülebilirliğini sağlamak amacıyla doğadan ilham alınarak tasarım geliştirilmesi önemlidir (Karabetça, 2015:3).



**Görsel 2 a-b-c.** Termit Yuvasından Esinlenilen Eastgate Building / Morphotex Elbise ve MorphoRhetenor Kelebeği /Lotus Bitkisinden Esinlenilen Boya, Biyomimikri Örneği.

### 3.2.1. Biyomimikri'den Teknolojide Yararlanılması

Yüzyıllardır gelişen teknoloji günümüzde de ilerleyemeye devam etmekte olup doğadan esinlenerek birçok alanda sürdürülebilir tasarımlar ortaya koymaktadır. Geçmiş dönemlerdeki teknolojinin en önemli sırrı doğadan aldığı ilhamdır. İnsanlar doğduğundan itibaren taklit yeteneği kazanmakta olup yapmış oldukları teknolojik çalışmalarda da yine doğayı taklit ederek teknolojinin gelişimini sağlamaktadır. Leonardo da Vinci'nin doğadan esinlenerek yapmış olduğu birden fazla buluş birçok tasarımcının ilham kaynağı haline gelmiştir. Günümüzde üretilen tankların çıkış yeri Da Vinci'nin tasarlamış olduğu kaplumbağaların sert kabuğundan yola çıkarak hazırlanmış olduğu savaş makinesidir <sup>3</sup>(Görsel 3 a).



**Görsel 3 a-b.** Leonardo da Vinci'nin Kaplumbağa Kabuğundan Esinlendiği Savaş Makinesi / Yusufçuk Böceği ve Helikopter Tasarımı Biyomimikri Örneği.

Teknolojik alanda biyomimikriden faydalanılarak hazırlanan pek çok tasarım günümüzde kullanılmaya devam edilmektedir. Örneğin yusufçuk böceğinden yola çıkılarak uçuş

<sup>3</sup> Demir, E. (2020). "Biyomimikri: Doğadan İlham Alan Teknoloji", <https://medium.com/@EzgiDemirr/ biyomimikri-do%C4%9Fadan-i%CC%87lham-alan-teknoloji-9b95b183c668>, Erişim tarihi: 28.09.2021.

stili ve dengesinin araştırılması sonucunda elde edilen veriler tasarımcılara ilham kaynağı olmuş ve helikopter tasarımı doğadan alınan bilgilerle üretime alınmıştır (Görsel 3 b).

Biyomimikri alanında en çok faydalanılan canlı türleri deniz canlılarıdır. Naulitus, kedi balığı ve yunus balığı gibi deniz canlıları teknolojik araçlarda tasarımcılara ilham kaynağı olmuştur. Naulitustan yola çıkılarak yapılan denizaltı da canlının içerisinde bulunan boş odacıklarına dalış yaparken suyla doldurması ve denizden yüzeye çıkarken özel bir gazı hücrelerine pompalayarak suyu boşaltması özelliğinden faydalanılarak denizaltı üretiminde de aynı sistem kullanılmıştır (Görsel 4 a). İlham alınarak tasarımlara yön verilen bir diğer deniz canlısı da kedi balığıdır. Kedi balığının hidrodinamiğe elverişli şekli ele alınarak uçarken karşı karşıya geldiği deniz direncini en aza indirmesi sesten hızlı uçabilen MC Donald Douglas'ın Orient Express modelinin üretimine esin kaynağı olmuştur (Görsel 4 b). Yunus balığı deniz canlıları içerisinde en bilindik olan hayvan türüdür. Yunus balığının saniyede 200 bin titreşimli ses dalgaları yayabilme özellikleri cisimlerin hızlarını, büyüklüklerini ve şekillerini bilebilmelerini sağlamaktadır. Bu özelliklerden yola çıkılarak aynı prensiple sonar sistemi icat edilmiştir (Görsel 4 c).



**Görsel 4 a-b-c.** Naulites ve Denizaltı Tasarımı / Kedi Balığıve Aerospace Uçağı Tasarımı / Yunus Balığı ve Sonar Sistemi Biyomimikri Örneğı.

Biyomimikri biliminden faydalanılarak hazırlanan birçok teknolojik aletin ilham kaynağı, denizde yaşayan hayvanların yanı sıra karada ve havada yaşamlarını sürdüren hayvanlar olmuştur. Böcekler, yarasalar ve kuşlar teknolojik gelişmelerin en büyük esin kaynakları arasında gösterilebilir. Teknolojinin gelişmesi ile birlikte yaşamımızın birçok alanında yer bulan robotlar, böceklerden esinlenilerek üretilmiştir (Görsel 5 a). Yarasaların yaymış olduğu titreşim ve hareketler de radar sistemlerine ilham kaynağı olmuştur (Görsel 5 b). Teknolojinin doğadaki yansımalarına verilebilecek en güzel örneklerden biride uzun gagasının yardımıyla hız arttırıp gökyüzünden suya çok hızlı dalabilen balıkçıl kuşlarıdır. EijiNakatsu hızlı trenide bu sistemden faydalanılarak tasarlanmıştır (Görsel 5 c).



**Görsel 5 a-b-c.** Böcekler ve Robot Tasarımı / Yarasalar ve Radar / Balıkçıl Kuş ve Eiji Nakatsu Hızlı Tren Biyomimikri Örneği

### 3.2.2. Biyomimikri'den Bilimde Yararlanılması

Doğadan öğrenme ana fikrinden yola çıkılarak ortaya çıkan biyonik, biyomimetik, biyomorfizm, biyotasarım, biyomekanik, organik tasarım ve biyomimikri gibi kavramlar teknolojiye ve bilime yön vermek için doğadan faydalanmaktadır. Doğada yaşayan bütün canlıların yaşadıkları problemlere karşı oluşturdukları çözümler, tasarımcılara çözüm bulma yolunda ışık olmaktadır. Biyomimikri bilimi gün geçtikçe daha fazla tanınmakta ve disiplinler arası çalışmalarda önemli rol oynamaktadır. Birçok üniversitede araştırma konusu haline gelen biyomimikri, bu alanda birçok merkez kurulmasına ve pek çok alanın birbirleriyle etkileşim haline girmesine sebep olmuştur. Bu alana artan ilgi neticesinde kongreler, sempozyumlar, konferanslar, kitap ve makale yayınları giderek artmaktadır (Avcı, 2019:215-216).

Bilim alanında yaşanan gelişmeler doğadan alınan ilham ile bir bütün halinde devam etmektedir. Birçok canlının esin kaynağı olduğu bu alanda köpek balığı derisi birden fazla buluşun ortaya çıkmasına öncülük etmiştir. Bilim insanlarının yapmış olduğu araştırmalar sonucunda gemi yüzeylerine yapışan su yosunları ve kabuklu hayvanların metali daha çabuk paslandırdığını fark ederek köpek balığı derisini incelemeye başlamıştır. Yapılan incelemeler doğrultusunda köpek balığı derisi diğer deniz canlılarından farklı olarak algin ve bakteri türünün deriye yapışmadığı fark edilmiştir. Yapılan bu araştırmalar sonucunda paslanmayı azaltmak ve suyun geri itme kuvvetini arttırmak amacıyla gemi yüzeylerinde köpek balığı derisi örnek alınarak çalışmalar yapılmıştır. Bilim insanları köpek balıklarının bu özelliğini silikondan yapılan bir deri ile tasarlayınca gemi endüstrisinde büyük bir problem ortadan kalkmıştır (Görsel 6 a). Köpek balığı derisinin ilham kaynağı olduğu bir diğer bilimsel çalışma ise yine deri üzerinde bakteri tutmamasından dolayı hastane ve okul gibi kalabalık alanlarda sağlığımızı tehdit eden bakterilerden korunma amacıyla bir kaplama tasarlanmış olup, özellikle hastanelerden yayılan

enfeksiyonların önlenmesi amaçlanmıştır. Bu buluşu yapan şirket 21 gün boyunca bakteri tutmayan bir kaplama malzemesi geliştirmiştir.<sup>4</sup>



**Görsel 6 a-b-c.** Köpek Balığı Derisinden Esinlenilerek Tasarlanmış Tekne Yüzeyi / Termit Yuvaları ve Pasif Soğutma Sistemleri / Kambur Balina ve Türbin Kanadı Biyomimikri Örneği.

Termitler yuvalarının içerisinde besin kaynağı olarak mantar üretmektedirler. Termit yuvalarının içerisinde 30,5 °C sabit sıcaklıkta yetişmesi gereken bu mantarlar yuva içerisinde bulunan havalandırma sistemi sayesinde rahatlıkla üretilebilmektedir. Gün içerisinde dışarıda oluşan sıcaklık 1,6 °C ile 40°C olarak değişkenlik gösterse de yuvanın içerisindeki sıcaklık değişim yaşanmamaktadır. Eastgate Building için yapılan tasarımda da termit yuvalarında kullanılan pasif soğutma sistemi kullanılmıştır. Bu binadaki özel olarak tasarlanmış olan havalandırma delikleri gün içerisinde açılıp kapanarak çeşitli kalınlıklarda olan duvar ve ısı emilimini azaltan açık renkli boyalarla sağlanmaktadır. Binada yapılan bu sistem sayesinde ısıtma ve soğutma için harcanan elektrik enerjisi aynı boyutlardaki diğer binalardan %90 daha az harcanmaktadır (Görsel 6 b).

Kambur balinalar biyomimikri için ilham kaynağı olan bir diğer deniz canlısıdır. Büyük bedenleriyle deniz canlıları içerisinde en iri hayvan olarak tanımlansa da büyük yüzgeçleri onlara beslenme açısından avını yakalama konusunda fayda sağlamaktadır. Bu hızlı yüzme kabiliyetine sahip olan deniz canlısı bilim adamlarının dikkatini çekmiştir. Kambur balinanın yüzgeçlerinin ön kenarlarında bulunan tüberkül olarak bilinen yumrular veya tümsekler bulunmaktadır. Bu yumrular balinanın yüzme esnasında suda birçok burgaç meydana getirmesini sağlar bu burgaçlar balina için enerji sağlayarak suda artı bir kaldırma kuvveti oluşturmasına neden olur (Görsel 6 c).

Lotus çiçeği, yapraklarının kendi kendini temizleme özelliğine sahip temizlik sembolü olarak bilinen bir bitki çeşididir. Kirlendiğinde bile üzerinde herhangi bir kirlilik kalmayan bu bitkinin yaprakları incelendiğinde nano ve mikro yapıları yüzeyinde pürüzlülük kazandığı

<sup>4</sup> Arhon, Z. (2017), "Biyomimikri: Sürdürülebilirlik İçin Doğadan Gelen İnovasyon", [https://www.calik.com /Home/DownloadMagazine?i=8038](https://www.calik.com/Home/DownloadMagazine?i=8038), Erişim tarihi: 12.09.2021, s. 36.

gözlemlenmiştir. Barthlott Wilhelm ve ChristophNeinhuis yapmış oldukları araştırmalarda yaprakların yüzeyinde ve filizlerinde kütikula ile ince bir tabaka halinde kaplı olduğunu görmüşlerdir. Kütikula çözünmeyen polimer ve mumdan oluşmaktadır. Yaprak üzerinde oluşan bu mum tabakası bitki ile çevresi arasında multi fonksiyonel bir arayüz oluşturarak hava akışı ile ışık yansımaları etkilemekte ve yüksek oranda su iticilik görevi görmektedir. Bu yüzeye temas eden su küçük damlacıklar oluşturup yuvarlanarak hareket etmekte olduğunu fark eden Barthlott Wilhelm ve ChristophNeinhuis bu iticilik ile kendi kendini temizleme özelliğinin bağlantılı olduğunu bulmuşlardır. Bu alanda yapılan araştırma sonucunda kendi kendini temizleyebilen kimyasallar hazırlanarak üretime almışlardır (Özdoğan, Demir ve Seventekin, 2006:287) (Görsel 7 a).



**Görsel 7 a-b.** Lotus Çiçeği ve Kendi Kendini Temizleyebilen Kimyasal Boyalar / İnsan Vücudundan Örnek Alınarak Tasarlanan Biyo-Piller Biyomimikri Örneği.

Biyomimikri biliminin ilham alarak üzerinde bilimsel araştırmalar yaptığı bir diğer canlı türü de denizkestaneleridir. Bilim insanları denizkestanelerinin çevresindeki sert kabuğun özelliklerini odaklanarak ilaç ve aşı proteinlerini çevresel sıcaklığındaki değişikliklerden korumak amacıyla örnek almışlardır.<sup>5</sup> İnsan vücudu da biyomimikri biliminde bilim insanlarının ilgisini çeken en büyük sistemdir. İnsan vücudunun kimyasal reaksiyon yoluyla enerji üretmesi biyo-piller konusunda bilim insanlarına ilham kaynağı olmuştur. Kişinin karbonhidrat veya şeker tüketmesi ile vücuttaki enzimlerin glikozu parçalaması enerjisi açığa çıkartmaktadır. Bilim insanları bu sistemden yola çıkarak enerji üretmek adına şeker gibi organik bileşenlerin yardımıyla çalışan piller tasarlamaktadır. Sony 2007 yılında yapılan bu çalışmalar sonucunda 50mW enerjiyi enzimler kullanılarak çalıştıran biyo-pil prototipini başarıyla geliştirmiştir<sup>6</sup> (Görsel 7 b).

<sup>5</sup> Bardakçı, H. (2021). "Biyomimikri: Doğa, günümüz teknolojisine nasıl ilham verdi?", <https://shiftdelete.net/biyomimikri-doga-gunumuz-teknolojisine-nasil-ilham-verdi>, Erişim Tarihi: 28.09.2021.

<sup>6</sup> Bardakçı, H. (2021). "Biyomimikri: Doğa, günümüz teknolojisine nasıl ilham verdi?", <https://shiftdelete.net/biyomimikri-doga-gunumuz-teknolojisine-nasil-ilham-verdi>, Erişim Tarihi: 28.09.2021.

### 3.2.3.Biyomimikri'den Tasarımda Yararlanılması

Tasarım alanında kullanılan biyomimikri işlevsellik, biçimsel ve materyal oluşumlarından dolayı doğanın dikkatlice izlenmesi ve ilham kaynağı olarak hayatı kolaylaştırabilmek adına yaratıcı tasarımlar geliştirmesini sağlamaktadır. Biyomimikri, sanat ve tasarım anlamında doğadan ilham alınan inovasyon olarak da tanımlanabilmektedir (Uçar, 2020:52). Biyomimikri mimari, endüstriyel tasarım, tekstil tasarımı ve seramik olmak üzere birçok tasarım alanında kullanılmıştır. Singapur Esplanade Tiyatroları mimari tasarımı doğadan esinlenilerek Durian meyvesinden ilham alınmasıyla tasarlanmıştır. Bu tiyatro eşsiz bir cam kaplamalı çatı tasarımına sahiptir. Yüzlerce üçgen şekilli alüminyum panelden oluşan bu yapı güneşin yönüne göre değişen bir açığa sahiptir. Durian meyvesinden ilham alınarak hazırlanan bu tasarımda kompleks, ısıdan ve güneşin doğrudan gelen ışığından korunurken iç mekân doğal ışıkla aydınlatılmaktadır (Görsel 8 a).



**Görsel 8 a-b-c.**Durian Meyvesinden Esinlenerek Hazırlanan Singapur Esplanade Tiyatroları / Uyluk Kemiğinden Esinlenilerek Yapılan Eyfel Kulesi / Kuş Yuvasından Esinlenilen Pekin Ulusal Stadyumu, Biyomimikri Örneği.

Mimari alanda pek çok eserde faydalanılan biyomimikri Eyfel kulesine de ilham kaynağı olmuştur. Uyluk kemiğinden yola çıkılarak tasarlanan Eyfel Kulesi, binlerce adet demirin kullanılmasıyla kemik gibi tutturulmuş, sağlam ve hafif bir yapıya sahip olmuştur.<sup>7</sup>(Görsel 8 b).

Biyomimikrinin mimari alanda ilham olmuş örneklerinden bazıları Pekin Ulusal Stadyumu ve kuş yuvası (Görsel 8 c), Lotus tapınağı'na ilham olan lotus çiçeği (Görsel 9 a), Venüs'ün bir tür cam sünger olan çiçek sepeti süngerinden esinlenilen 30 St Mary Axe Norman Foster'ın Kornişon Kulesi olarak da bilinen Londra'da yer alan kuledir (Görsel 9 b).

<sup>7</sup> Çolak, C. S. (2020). "Biyomimikri: Tasarımda Doğadan İlham Alma Akımı", <https://peyzax.com/tasarimda-dogadan-ilham-alma-biyomimikri-orneklere/>, Erişim Tarihi: 29.09.2021.





**Görsel 9 a-b.** Lotus Çiçeğinden İlham Alınan Lotus Tapınağı / Venüs'ün Bir Tür Cam Sünger Olan Çiçek Sepeti Süngerinden Esinlenilen 30 St Mary Axe Norman Foster'ın Kornişon Kulesi, Biyomimikri Örneği.

Biyomimikrinin kullanıldığı diğer alanlar ise seramik, endüstriyel tasarım ve heykeltir. Bu alanlarda doğadan faydalanılan canlıların işlevselliğinin yanında görüntüleri de ön planda tutularak tasarımcıya esin kaynağı olmuştur. Mutfak eşyalarından kıyafete, aydınlatmadan aksesuara kadar birçok üründe kullanılan bu bilim dalı fonksiyonel, estetik ve işlevsel ürünlerin ortaya çıkmasına neden olmuştur (Görsel 10 a-b-c-d).



**Görsel 10 a-b-c-d-e.** Sarımsaktan Esinlenilen Seramik Sosluk Seti / Kirpiden İlham Alınan Kürdanlık / Kertenkele Ayağından Esinlenilen Ayakkabı / Ağaçlardan Yola Çıkılarak Tasarlanan Sokak Aydınlatmaları, Çiçek ve Sandalye, Biyomimikri Örneği.

İşveçli mühendis Georges de Mestral tarafından hazırlanan kenetleme sistemi dulavrat otunun kıyafetlere takılmasına esinlenilerek hazırlanmıştır. Tekstil endüstrisinde kullanılmaya başlanan bu ürün doğanın bize sunmuş olduğu imkanlardan sadece biridir (Görsel 10 e).

#### 4. BULGULAR VE YORUM

Karşımıza çıkan problemleri çözmek için doğadaki nesnelerin, renklerin, dokuların ve formların ilham alınarak tasarıma aktarılma süreci olan biyomorfizm, doğanın kendi içinde yaşamış olduğu deneyimi araştırarak mükemmel tasarımlar oluşturma becerisine sahip olunmasını sağlar. Biyomimikri de ise sürdürülebilirlik amacıyla doğadan feyz alınarak tasarımlar geliştirmek ve bu gelişimi insan yaşamına adapte etmek yer alır. Bu araştırmada rekabetçi sektörlerden biri olan sofr seramiği üretiminde özgün ve farklı ürünler ortaya koyabilmek amacıyla doğadan yararlanılmış olup, bu anlamda aşağıda yer alan ürünler üretilmeye çalışılmıştır.



#### 4.1. Biyomimikri ve Biyomorfizm'in Sofra Seramiklerinde Kullanımı

Bu araştırmanın biyomimikri boyutunda doğadaki canlılardan esinlenilmiş, işlevsellik ön planda tutularak özgün form ve biçimlerde sofrta seramikleri üretilmeye çalışılmıştır. Biyomorfizm boyutunda ise yine doğadaki canlılardan esinlenilerek özgün ama estetik özelliği ön planda tutulan dekor tasarımları farklı sofrta seramikleri üretilmeye çalışılmıştır. Buna ilişkin uygulama örnekleri ve analizleri aşağıda verilmiştir.

##### 4.1.1. Sofra Seramiği Tasarımında Form Oluşturmada Biyomimikri

**Uygulama Örneği 1:** Mantardan esinlenen bu form, tasarım olarak portobello mantarının estetik yapısından yola çıkılmış, içten dışa doğru gelen esnek kıvrım ise tabağın formuna yansıtılmıştır. Lezzetiyle ün salmış olan bu mantar türü, sofrta seramiği tabak formu tasarımında seçilmesinin ana sebeplerinden biri olmuştur. Boyut olarak çok büyük olmayan bu mantar formu, esinlendikten sonra 27 cm genişliğinde bir tabak formuna dönüştürülmüştür. Doğanın esin kaynağı olarak ele alındığı bu uygulama, hem kolay tutulabilmesi hem de kullanım kolaylığı ile işlevselliği ön plana çıktığı için biyomimikriye örnek olarak verilebilir ( Görsel 11 a).

**Uygulama Örneği 2:** Balık kuyruğunun esnek ve estetik yapısından yola çıkılarak hazırlanan bu tasarım, ergonomik yapısı ile de özgün bir uygulama sayılabilir. Kuyruk yapısının orta kısmında bulunan rölyef ve girintili form ile çay tabağının tutulması kolay hale gelmiş ve ayrıca o bölgedeki geniş kısma çay ile birlikte ikram edilebilecek leblebi kurabiyesi vb. ikramlıkların konulabileceği düşünülmüştür. Bu yönü ile işlevsel olan ve estetik bir görünüm kazandırılan çay tabağı, biyomimikriye örnek gösterilebilir ( Görsel 11 b).

**Uygulama Örneği 3:** Bir deniz canlısı olan ve birçok tasarıma ilham kaynağı olmuş nautilus, bu uygulamada kıvrak, estetik ve ergonomik görüntüsüyle çay tabağı formu olarak tüketiciye sunulmak için tasarlanmıştır. Bu form tasarımında işlevsellik açısından dikkat edilen en önemli husus, sıcak ürün servisi yapılan bu tabağın, tutulma kolaylığı sağlaması ve bardağın tabak içerisinde oynamasını engelleyecek çukurlukta bir oyuntuya sahip olmasıdır. Bu yönüyle çay tabağı formu, biyomimikriye örnek olarak verilebilir ( Görsel 11 c).

**Uygulama Örneği 4:** Bu uygulama,kuş kanadının ergonomik ve esnek yapısıyla kanadın açılmış halindeki estetik görünümünden yola çıkılarak hazırlanmıştır. Tasarımın işlevselliği, formun kullanım kolaylığı ve özgün görünümüne sahip olmasıdır. Çay tabağının bardağı tam olarak

kavramış olması, bu formda önemsenen bir diğer işlevsellik özelliğidir. Bu tasarımdaki kullanıcı açısından sağlanan avantaj, tasarımın ergonomik olması olmuştur. Bu yönüyle tasarım, biyomimkri açısından örnek olmaktadır ( Görsel 11 d).

**Uygulama Örneği 5:**Bu uygulamada salyangoz ve midye kabuklarının estetik ve ilham verici görüntüsünden esinlenilmiştir. Sofralarda deniz esintisi verilmek amacıyla hazırlanan bu form tasarımlarında, objelerin rölyefinden rengine kadar birçok özelliği tasarımcı için ilham kaynağı olmuştur. Orijinal boyutlarında hazırlanan bu form tasarımında işlevsellik ve şıklık ön planda tutulmuştur. Her alanda kullanılabilceği gibi, özellikle deniz ürünlerinin sunumunda yararlanılabilecek olan bu tasarımlar, işlevsel, özgün ve farklı olması bakımlarından biyomimikriye örnek olarak verilebilir ( Görsel 11 e).



**Görsel 11 a-b-c-d-e.** Portobello Mantarından Esinlenerek Üretilen Tabak Tasarımı / Balık Kuyruğundan Esinlenerek Hazırlanan Çay Tabacağı Tasarımı / Nautilusdan Örnek Alınarak Hazırlanan Çay Tabacağı Tasarımı / Kuş Kanadından İlham Alınarak Hazırlanan Çay Tabacağı Tasarımı / Salyangoz ve Midye Kabuğundan İlham Alınarak Hazırlanan Sosluk Tasarımı.

#### 4.1.2. Sofra Seramiği Tasarımında Dekor Oluşturmada Biyomorfizm

**Uygulama Örneği 1:** Mavi deniz tavşanının dokularından ve yüzeyinden esinlenerek yapılmış olan bu uygulamalar dekor tasarımı alanında biyomorfizm'e örnek olarak verilebilir. Bu uygulamada canlının güçlü mavisi ile yüzey dokusu sofrta seramiklerinden tabaklar üzerinde vurgulanmak istenmiş olup, kollarındaki dokulardan da esinlenilerek tasarımlarda rölyef etkisi verilmiştir. Mavi deniz tavşanı, üst yüzeyi her ne kadar güçlü maviden oluşsa da alt yüzeyi ise grimsi bir renge sahiptir. Bu da su yüzeyinin rengine uyum sağlayarak aşağıdan gelecek avcılara karşı korumasını sağlamaktadır. Bu özelliğinden esinlenilerek yapılan çalışmalarda gri ve tonları kullanılmıştır. Yapılan bu uygulamada sadece mavi deniz tavşanı değil, onun yaşadığı ortam da dikkate alınmıştır. Denizin derinliklerini simgelemek için genel anlamda koyu tonlar tercih edilse de, diğer örneklerde canlının su üzeri ve su altından gelen tehlikeye karşı sergilediği kamuflaj

özelliği de önemsenmiştir. Genel olarak doğadaki bu canlının renk ve görünümünden hareket edilerek ürün tasarımı gerçekleştirildiği, yani işlevselliğinden ziyade canlının görünümü yansıtılmaya çalışıldığı için bu uygulama örneğine biyomorfizm çalışması denilebilir (Görsel 12 a).

**Uygulama Örneği 2:** Bu uygulamadabiyolojiden tasarıma olarak da ifade edilen anlayış modelinde, sofrta seramiği ürünlerinde dekor zenginliği eksikliği problemine, biyomorfizm yaklaşımıyla çözüm bulunmaya çalışılmıştır. Problemin özünü tespit ederek doğaya yönelen tasarımcı organizmaları gözlemlenmek suretiyle doğanın ürettiği çözümleri tespit edip bulgularını kendi tasarımına entegre edebilmeyi amaçlamıştır. Bu uygulama kapsamında sofrta seramiği yüzey tasarımı üzerine özgün ve alternatif odaklı biyolojik tasarım yöntemi kullanılmış, doğada eşsiz güzellikteki parlak ve canlı renklere sahip mandarin ördeğinin tüylerinden esinlenilmiştir. Öncelikle erkek mandarin ördeğinin renk ahenginden, üzerindeki çizgilerin estetiğinden ve canlılığından yola çıkılarak hazırlanan bu çalışmada, ayrıca dişi ördeğinin tüylerinde bulunan beyaz şeritler ve soluk renkleriyle birleştirilmiş, tabak yüzeylerinde bu canlıların tüylerinden alınan kadrajlarla özgün bir kompozisyon oluşturulmaya çalışılmıştır (Görsel 12 b).

**Uygulama Örneği 3:** Bu uygulamada “Ay denizanası” ya da “Aureliaaurita” olarak adlandırılan denizanası Aurelia cinsinin bir üyesi olan canlıdan esinlenilmiştir. Yarı saydam olan bu denizanası tepesinde kolayca görülebilen dört at nalı şeklinde gonadlar ile tanınabilmektedir. Bu gonadlar üreme dönemlerinde pembe renge dönüşür. Vücudun umbrella (şemsiye) kısmı hafif bombeli bir disk şeklindedir ve yüksekliği 3-15 cm, çapı 5-17 cm arasında değişir. Şemsiye kenarında 8 ana lob ve bu loblar arasındaki oyuklarda 8 adet ropalyum bulunur. Loblar üzerinde çok sayıda kısa marjinal tentaküller vardır. Canlı türleri arasında omurgasız canlılar arasında gösterilen denizanelerinde kalp, beyin, gerçek göz, pul ve de kemik bulunmamaktadır. Yapısı incelendiğinde ise %95'i sudan oluşmaktadır. Ay denizaneleri sadece sınırlı hareket kabiliyetine sahiptirler. Akıntılara göre sürüklenebilir ve bu yüzden genellikle kıyılarda görünmektedir. Sadece aşağıdan yukarı doğru itme hareketleri vardır. Bu hareketi ise yüzeye çıkmak için kullanırlar. Bu uygulamada ay denizanasının dönemsel olarak renk değiştirdiği bilinmekte olup yapılan yüzey tasarımlarında farklı renkte çalışmalar ve gece gündüz görüntülerini yansıtacak, deniz dalgasının durumunu gösterecek farklı doku çalışmaları

yapılmıştır. Sadece görsel efekt ve renk olgusundan yararlanıldığı için bu çalışma biyomorfizm olarak örneklendirilebilir (Görsel 12 c).

**Uygulama Örneği 4:** Bu uygulamada doğadan esinlenen canlı ise écailleuxchampignon olarak bilinen pullu mantardır. Bu biyomorfizm örneğinde mantarın krem rengi zemini üzerinde pul pul görünen koyu renkteki lekeler, sofraya seramiği tabaklarının üzerine yansıtılmıştır. Tabakların hem organik hem de estetik görünmesi amacıyla esinlenen mantar, form olarak da tabaklara uyum sağlayarak üretimdeki ekonomik boyuta katkı sağlamıştır (Görsel 12 d).

**Uygulama Örneği 5:** Sofra seramiği yüzey tasarımlarına uygulanan doğa harikası bir tasarım örneği olan Mor Cincile ve Mor Oğlan Mantarı, uygulama örneği 5'in esinlenen canlısı olmuştur. Anadolu da LepistaNuda menekşe moru rengi ve ince kılcal damarlarıyla bilinen bu mantarın yüzeyindeki doku ve renklerinden ilham alınarak, seramik tabak dekoru elde edilmiştir. Zarif görüntüsü ve parlak renginin dışında hoş kokusu olan bu mantarın özellikleri, oluşturulacak hikayesi ile tüketicinin ilgisi çekilmeye çalışılmıştır (Görsel 12 e).

**Uygulama Örneği 6:** Biyomorfizm yöntemi ile yapılan bir diğer tasarım ise Yabani mantar olarak bilinen wildmushroomdur. Kırmızı parlak yüzeyi üzerine benekleriyle dikkat çeken bu mantar türü, sofraya seramiği yüzey tasarımı için ilham kaynağı olmuştur. Dört farklı renkte yapılan bu tasarımlarda kırmızı renk tonlarında 2 adet çalışma yapılmış olup 2 farklı canlı renk kullanılarak alışılmışın dışına çıkılmak istenmiştir. Doğadaki canlılar bu uygulamaya da esin kaynağı olmuştur (Görsel 12 f).



**Görsel 12 a-b-c-d-e-f.** Mavi Deniz Tavşanından İlham Alınarak Hazırlanan / Mandarin Ördeğinden İlham Alınarak Hazırlanan / Ay Deniz Anasından İlham Alınarak Hazırlanan / Écailleux Champignon, Pullu Mantardan İlham Alınarak Hazırlanan / Mor Mantarından İlham Alınarak Hazırlanan / Wild Mushroom'dan İlham Alınarak Hazırlanan Dekor Tasarımları.

## **SONUÇ**

Endüstriyel tasarım ürünü sofa seramiklerinde yapılan form ve dekor tasarımlarında biyomimikri ve biyomorfizm uygulamalarını irdeleyen bu araştırmada hem ilgili literatürler taranmış hem de yapılan araştırmalar sonucunda elde edilen verilerden yola çıkılarak özgün tasarımlar oluşturulmuştur. Elde edilen veriler ve uygulamalar yorumlanmış, sonuca ulaşılmıştır. Çok eski zamanlardan bu yana ünlü sanatçılara dahi ilham kaynağı olan doğa ve doğadaki canlılar, her yıl onlarca tasarımın kaynağını oluşturmuşlardır. İster ergonomik endüstriyel ürün ortaya koymak, ister çevresel sürdürülebilirlik adına yapılan tasarımlar, isterse sanat üretmek amacıyla ortaya konulan çabalar hem biyomimikriyi hem de biyomorfizm'in tasarımın odağında yer almasına yol açmıştır denilebilir.

Biyomimikri bilimi, insanların günümüzde ürettiği ve tükettiği birçok materyal yüzünden gelecekte oluşabilecek sürdürülebilirlik problemlerine çözüm üretmek amacıyla ortaya çıkmıştır. Doğanın sürdürülebilir çözümleri bilim insanları için inovasyon projelerini geliştirmelerinde de yol gösterici olmaktadır. Deneyim ve sürdürülebilirlik misyonuyla yola çıkan biyomimikri bilimi doğanın modellerini, sistemlerini, oluşum sürecini ve elementlerini inceleyerek, taklit veya yaratıcılık kullanarak problemleri çözmeye ve daha yaşanılır bir hayat sunmaya yönelik çalışmalar yapmaktadır. Biyomimikri bilimi sadece teknolojik veya bilimsel çalışmalar ile sınırlı kalmayıp, tasarım alanında da birçok ürüne ilham kaynağı olmaya devam etmektedir. Biyomorfizm ise insanların karşısına çıkan problemleri çözmek için doğadaki nesnelere, renklerden, dokulardan ve formlardan ilham alınarak tasarıma aktarılma sürecidir denilebilir. Yani doğanın kendi içinde yaşamış olduğu deneyimi araştırarak mükemmel tasarımlar oluşturma becerisine sahip olunmasıdır. Geçmişten günümüze kadarki süreçte teknolojinin gelişmesi ve endüstrinin ilerlemesi ile birlikte her sektörde olduğu gibi sofa seramiği sektöründe de rekabet artmıştır. Bu ihtiyacı gidermek için hem ülkeler hem de firmalar, bireylerin taleplerini karşılayabilmek amacıyla tasarımcılarının hayal güçlerini kullanmış, geçmiş kültürler ve hikâyelerden yararlanmışlardır. Yaşanılan coğrafyaya göre inanç, kültür ve yaşam standardı gibi etmenler, hazırlanan tasarımlarda farklılıklar oluşmasına yol açmıştır. Buna göre tasarlanan ürün formlarının ebadı ve dekor tasarımları dahi değişkenlik

göstermiştir. Sofra seramiği ürünlerinde form hazırlama sürecinde en önemli hususlardan biri malzeme bilgisi olduğu için doğa yakından incelenmektedir. Ayrıca elde edilen form üzerindeki dekor tasarımlarında da doğa önemli bir esin kaynağıdır. Çünkü yapılan bu araştırmalarda elde edilen veriler biyomimikri ve biyomorfizm'i öne çıkarmıştır. Hem kullanılan malzeme hem form hem de dekor (yüzey) tasarımlarında doğa, eşsiz bir zenginlik kaynağı olarak görülmüştür. Nitekim araştırma kapsamında yapılan uygulama örnekleri bunu kanıtlar niteliktedir.

Bu araştırma kapsamında modelleri alınan uygulama örnekleri, Keramika Tasarım Merkezi tarafından tasarlanmıştır. Denemeleri yapılan ve seri üretime uygun olduğu saptanan ürün modellerinde; farklı form, işlevsellik ve ergonomi ile biyomimikri; özgün, estetik ve doğal görünümleri ile biyomorfizm'den yararlanılmıştır. Bu araştırmada elde edilen bulgulara göre, doğa ve doğadaki canlıların eşsiz bir esin kaynağı olduğu sonucundan hareketle, insanı ilgilendiren her alanda doğadan ve orada yaşayan canlıların deneyimlerinden yararlanılabileceği söylenebilir.

#### **KAYNAKÇA**

Avcı, F. (2019), "Doğa ve İnovasyon: Okullarda Biyomimikri", *Anadolu Öğretmen Dergisi*, Cilt 03, Sayı 02, ISSN 2587-1706, s. 215-216.

Eryılmaz, S. (2020), "Tasarımla Rekabet Avantajı: Türkiye'deki İşletmeler Üzerine Bir İnceleme". *Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi* 2020, 3/1: 85-107.

Eser, A. (2021), "Biyomorfik Yapıların Algısal Değerlendirilmesi", *Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi* Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı.

Fesligil, A. Ö. (2007), "Ürünlerinin Değerlendirilmesi İçin Bir Yöntem", Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, s. 15-16.

İnner, S. (2019), "Biyomimikri ve Parametrik Tasarım İlişkisinin Mimari Alanında Kullanımı ve Gelişimi, Tasarım Enformatiği", *Uluslararası Hakemli Akademik Dergi*, Enformatik Abd, Bost, Cilt 01, Sayı 01, s. 15-29.

Karabacak, P. ve Dilmaç S. (2021), "1851 Yılı ve Sanayi Devrimi Sonrası Endüstride Seri Üretim Bağlamında Tasarımın Rolü", *Sanat ve Tasarım Araştırmaları Dergisi*, s. 32.

Karabetça, A. R. (2015), Doğadan Esinlenmiş Tasarımlar: Tasarım Stratejisi Olarak Biyomimikri, MSGSU 4. Ulusal İç Mimarlık Sempozyumu, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Mimarlık Fakültesi İç Mimarlık Bölümü, s. 3.

Kuday, I. (2009), "Tasarım Sürecinin Destekleyici Faktör Olarak Biyomimikri Kavramının İncelenmesi", *Yüksek Lisans Tezi*, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, İstanbul, s. 19.

Önder, A. M. (2019), "Seramik Sanatında Form Oluşumları ve Çağdaş Türk Seramik Sanatçılarının Eserlerinden Örnekler", *Konya Sanat Dergisi*, Sayı 2, s. 53-65.

Özdoğan, E., Demir, A. ve Seventekin N. (2006), Lotus Etkili Yüzeyler, *Tekstil ve Konfeksiyon Dergisi*, Cilt 16, Sayı 01, s. 287.

Sezer, A. (2020). "Kandinsky'nin Biyomorfik Soyutlamaları", *International Journal of Cultural and Social Studies* (IntJCSS) June 2020: Volume 6 (Issue 1) / e-ISSN: 2458-9381.

Şık, A. (2020), Endüstriyel Tasarım ve Üretim, Mühendis ve Makina Güncel, [https://www.mmo.org.tr/sites/default/files/014\\_.pdf](https://www.mmo.org.tr/sites/default/files/014_.pdf), Ocak, s. 32.

Uçar, S. Ve Çelikel S. B. (2020), "Biyomimikri: Doğayla Uyumlu Yeni Bir Tasarım Modeli", *Humanities Sciences* (NWSAHS), 4C0235, 15 (2), s. 51-60.

Volstad, N. L. and Boks, C. (2008), "Biomimicry – a useful tool for the industrial designer?", *Nord Design* 2008 August 21 – 23, 2008 Tallinn, Estonia.

#### **İNTERNET KAYNAKÇASI**

Http 1: Akgün, B. (2012). İş dünyasına gelecek stratejilerine biyomimikri ile yön veriyor. <http://www.trenddesk.com/wp-content/uploads/2013/07/Biomimicry-Shapes-Business-Strategies-Platin-Mar-2012.pdf> s. 138. Erişim tarihi: 12.12.2021.

Http 2: Arhon, Z. (2017), "Biyomimikri: Sürdürülebilirlik İçin Doğadan Gelen İnovasyon", <https://www.calik.com/Home/DownloadMagazine?id=8038>, Erişim tarihi: 12.09.2021, s. 36.

Http 3: Bardakçı, H. (2021). "Biyomimikri: Doğa, günümüz teknolojisine nasıl ilham verdi?", <https://shiftdelete.net/biyomimikri-doga-gunumuz-teknolojisine-nasil-ilham-verdi/>, Erişim Tarihi: 28.09.2021.

Http 4: Bilginin Anahtarı, (2015). "Teknolojinin Doğadan İlham Alarak İlerlediği Biyomimetik Biliminden 24 Örnek", <http://www.bilgininanahtari.net/teknolojinin-dogadan-ilham-alarak-ilerledigi-biyomimetik-biliminden-24-ornek/20-teknoloji-ve-doga/>, Erişim Tarihi: 28.09.2021.

Http 5: Çolak, C. S. (2020). "Biyomimikri: Tasarımda Doğadan İlham Alma Akımı", <https://peyzax.com/tasarimda-dogadan-ilham-alma-biyomimikri-ornekleri/>, Erişim Tarihi: 29.09.2021.

Http 6: Demir, E. (2020). "Biyomimikri: Doğadan İlham Alan Teknoloji", <https://medium.com/@EzgiDemirr/biyomimikri-do%C4%9Fadan-i-%CC%87lham-alan-teknoloji-9b95b183c668>, Erişim Tarihi: 28.09.2021.

Http 7: Mercin L. ve Diksoy İ. (2018), Teknoloji ve Tasarım Dersi Öğretmenler İçin Kılavuz Kitap. Ankara. Editörler: L. Mercin ve Gökay, M. MEB Yayınevi. [https://www.eba.gov.tr/ders/proxy/VCollabPlayer\\_v0.0.488/index.html#/main/dashboard/2/9/0](https://www.eba.gov.tr/ders/proxy/VCollabPlayer_v0.0.488/index.html#/main/dashboard/2/9/0). Erişim tarihi: 18.09.2021.

Http 8: Zonuz, N. ve Arslan, D. (2018), Teknoloji ve Tasarım Dersi Öğretmenler İçin Kılavuz Kitap. Ankara. Editörler: L. Mercin ve M. Gökay. MEB Yayınevi. [https://www.eba.gov.tr/ders/proxy/VCollabPlayer\\_v0.0.488/index.html#/main/dashboard/2/9/0](https://www.eba.gov.tr/ders/proxy/VCollabPlayer_v0.0.488/index.html#/main/dashboard/2/9/0). Erişim tarihi: 26.09.2021.

### **GÖRSEL KAYNAKÇA**

Görsel 1 a. "Leonardo da Vinci'nin 10 Müthiş Makine Tasarımı", <http://www.leblebitozu.com/leonardo-da-vinci-makineleri/>, Erişim tarihi: 28.09.2021. Görsel 1 b. "Leonardo da Vinci'nin 10 Müthiş Makine Tasarımı", <http://www.leblebitozu.com/leonardo-da-vinci-makineleri/>, Erişim Tarihi: 28.09.2021.

Görsel 2 a. "Termit Yuvasından Esinlenen Eastgate Building " <https://sanalmecmua.com/2021/04/15/dogayla-tasarlamak-mimarlikta-biyomimikri/>, Erişim Tarihi: 28.09.2021. Görsel 2 b. "Morphotex Elbise ve MorphoRhetenor Kelebeği " <https://www.textilejourney.com/post/do%4%9Fan%4%B1n-tasar%4%B1m%4%B1-biyomimetik-tekstiller> (Erişim Tarihi: 28.09.2021). Görsel 2 c. "Lotus Bitkisinden Esinlenen Boya, Biyomimikri Örneği" <https://www.gelisenbeyin.net/biyotaklit-orneklere.html>, Erişim tarihi: 28.09.2021.

Görsel 3 a. "Leonardo da Vinci'nin Kaplumbağa Kabuğundan Esinlendiği Savaş Makinesi" <https://medium.com/@EzgiDemirr/biyomimikri-do%4%9Fadan-i%CC%87Iham-alaran-teknoloji-9b95b183c668>, Erişim tarihi: 28.09.2021. Görsel 3 b. "Yusufçuk Böceği ve Helikopter Tasarımı Biyomimikri Örneği" <https://www.gelisenbeyin.net/biyotaklit-orneklere.html>, Erişim tarihi: 28.09.2021.

Görsel 4 a. "Naulites ve Denizaltı Tasarımı" <https://www.milliyet.com.tr/dogadan-ilham-alarak-yapilan-6-icat-molatik-5781/?Sayfa=4>, Erişim Tarihi: 28.09.2021. Görsel 4 b. "Kedi Balığı ve Aerospace Uçağı Tasarımı" <https://i2.wp.com/argevetasarim.com/wp-content/uploads/2019/02/Aerospace-U%C3%A7a%C4%9F%C4%B1-Kedi-Bal%C4%B1%4%9F%C4%B1.jpg?ssl=1>, Erişim tarihi: 28.09.2021. Görsel 4 c. "Yunus Balığı ve Sonar Sistemi Biyomimikri Örneği" <https://m.harunyahya.info/tr/Kitaplar/570/biyomimetik-teknoloji-dogayi-taklit-ediyor/chapter/6094>, Erişim tarihi: 28.09.2021.

Görsel 5 a. "Böcekler ve Robot Tasarımı" <https://i2.wp.com/argevetasarim.com/wp-content/uploads/2019/02/B%C3%B6cekler-ve-Robot-Teknolojisi.jpg?ssl=1>, Erişim tarihi: 28.09.2021. Görsel 5 b. "Yarasalar ve Radar" <https://bilimvegelecek.com.tr/index.php/2019/04/04/yarasalar-ve-mukemmel-radar-sistemleri/>, Erişim tarihi: 28.09.2021. Görsel 5 c. "Balıkçıl Kuş ve Eiji Nakatsu Hızlı Tren Biyomimikri Örneği" <https://www.inegolonline.com/foto-galeri/detay/dogadan-ilham-alinarak-olusan-teknoloji-1171/sayfa-2>, Erişim Tarihi: 28.09.2021.



Görsel 6 a. “Köpek Balığı Derisinden Esinlenilerek Tasarlanmış Tekne Yüzeyi” <http://www.bilgininanahtari.net/teknolojinin-dogadan-ilham-alarak-ilerledigi-biyomimetik-biliminden-24-ornek/20-teknoloji-ve-doga/>,Erişim tarihi: 28.09.2021.

Görsel 6 b. “Termit Yuvaları ve Pasif Soğutma Sistemleri”, <https://v3.arkitera.com/g146biomimicry.html?year=&aID=2656&o=2653>, Erişim tarihi: 28.09.2021. Görsel 6 c. “Kambur Balina ve Türbin Kanadı Biyomimikri Örneği” <https://dergice.com/dogadan-esinlenen-tasarim-biyomimikri-hakkinda-her-sey>, Erişim tarihi: 29.09.2021.

Görsel 7 a. “Lotus Çiçeği ve Kendi Kendini Temizleyebilen Kimyasal Boyalar” <https://www.temizmekan.com/tasarimda-dogadan-iz-dusumu-biyomimikri/>, Erişim Tarihi: 29.09.2021. Görsel 7 b. “İnsan Vücudundan Örnek Alınarak Tasarlanan Biyo-Piller Biyomimikri Örneği” <https://shiftdelete.net/biyomimikri-doga-gunumuz-teknolojisine-nasil-ilham-verdi>, Erişim Tarihi: 29.09.2021.

Görsel 8 a. “Durian Meyvesinden Esinlenerek Hazırlanan Singapur Esplanade Tiyatroları” <https://tr.phsnews.com/articles/culture/biomimicry-how-nature-inspired-todays-technology.html> /, <https://www.internethaber.com/durian-meyvesi-nedir-1938247h.htm>, Erişim Tarihi: 29.09.2021. Görsel 8 b. “Uyluk Kemiğinden Esinlenilerek Yapılan Eyfel Kulesi” <https://peyzax.com/tasarimda-dogadan-ilham-alma-biyomimikri-ornekleri/>,Erişim Tarihi: 29.09.2021. Görsel 8 c. “Kuş Yuvasından Esinlenen Pekin Ulusal Stadyumu, Biyomimikri Örneği” <https://www.popularch.com/surdurulebilirlik/biyomimikri-ve-biyomimetik-mimari/>, Erişim Tarihi: 29.09.2021.

Görsel 9 a. “Lotus Çiçeğinden İlham Alınan Lotus Tapınağı” <https://www.popularch.com/surdurulebilirlik/biyomimikri-ve-biyomimetik-mimari/>, Erişim Tarihi: 29.09.2021. Görsel 9 b. “Venüs’ün Bir Tür Cam Sünger Olan Çiçek Sepeti Süngerinden Esinlenen 30 St Mary Axe Norman Foster’ın Kornişon Kulesi, Biyomimikri Örneği” <https://www.popularch.com/surdurulebilirlik/biyomimikri-ve-biyomimetik-mimari/>, Erişim Tarihi: 29.09.2021.

Görsel 10 a. “Sarımsaktan Esinlenen Seramik Sosluk Seti” [https://www.revistainteriores.es/organizador-de-especies-ajori-de-photoalquimia\\_336058\\_109.html?gallery=140](https://www.revistainteriores.es/organizador-de-especies-ajori-de-photoalquimia_336058_109.html?gallery=140), Erişim Tarihi: 29.09.2021. Görsel 10 b. “Kirpiden İlham Alınan Kürdanlık” <https://www.ofdesign.net/interior-design/the-holder-of-a-stick-hedgehog-brings-the-charm-of-the-food-3894>, Erişim Tarihi: 29.09.2021. Görsel 10 c. “Kertenkele Ayağından Esinlenen Ayakkabı” <https://www.bresslergroup.com/blog/biomimetic-product-design/>, Erişim Tarihi: 29.09.2021. Görsel 10 d. “Ağaçlardan Yola Çıkılarak Tasarlanan Sokak Aydınlatmaları” <https://www.archdaily.com/954004/what-is-biomimetic-architecture/5f5ea38563c017d62c000d4b-what-is-biomimetic-architecture-image>, Erişim Tarihi: 29.09.2021. Görsel 10 e. “Çiçek ve Sandalye, Biyomimikri Örneği” <http://sayhi-todesign.blogspot.com/2010/03/kenneth-cobonpue-bloom-chair.html>, Erişim Tarihi: 29.09.2021.

Görsel 11 a. "Portobello Mantarından Esinlenerek Üretilen Tabak Tasarımı" Keramika Tasarım Merkezi Arşivinden, Erişim Tarihi: 30.09.2021. Görsel 11 b. "Balık Kuyruğundan Esinlenerek Hazırlanan Çay Tabacağı Tasarımı" Keramika Tasarım Merkezi Arşivinden, Erişim Tarihi: 30.09.2021. Görsel 11 c. "Nautilusdan Örnek Alınarak Hazırlanan Çay Tabacağı Tasarımı" Keramika Tasarım Merkezi Arşivinden, Erişim Tarihi: 30.09.2021. Görsel 11 d. "Kuş Kanadından İlham Alınarak Hazırlanan Çay Tabacağı Tasarımı" Keramika Tasarım Merkezi Arşivinden, Erişim Tarihi: 30.09.2021. Görsel 11 e. "Salyangoz ve Midye Kabuğundan İlham Alınarak Hazırlanan Sosluk Tasarımı" Keramika Tasarım Merkezi Arşivinden, Erişim Tarihi: 30.09.2021. Görsel 12 a. "Mavi Deniz Tavşanından İlham Alınarak Hazırlanan Dekor Tasarımları" Keramika Tasarım Merkezi Arşivinden, Erişim Tarihi: 30.09.2021. Görsel 12 b. "Mandarin Ördeğinden İlham Alınarak Hazırlanan Dekor Tasarımları" Keramika Tasarım Merkezi Arşivinden, Erişim Tarihi: 30.09.2021. Görsel 12 c. "Ay Deniz Anasından İlham Alınarak Hazırlanan Dekor Tasarımları" Keramika Tasarım Merkezi Arşivinden, Erişim Tarihi: 30.09.2021. Görsel 12 d. "Écailleux Champignon, Pullu Mantardan İlham Alınarak Hazırlanan Dekor Tasarımları" Keramika Tasarım Merkezi Arşivinden, Erişim Tarihi: 30.09.2021. Görsel 12 e. "Mor Mantarından İlham Alınarak Hazırlanan Dekor Tasarımları" Keramika Tasarım Merkezi Arşivinden, Erişim Tarihi: 30.09.2021. Görsel 12 f. "Wild Mushroom'dan İlham Alınarak Hazırlanan Dekor Tasarımları" Keramika Tasarım Merkezi Arşivinden, Erişim Tarihi: 30.09.2021