

ARAŞTIRMA MAKALESİ (Research Article)

Biyomimetik Yaklaşımın Moda Aksesuar Ürün Tasarımında Uygulanmasına Yönelik Bir Çalışma: Şekil Hafızalı Aksesuarlar A Study on Implementing the Biomimetic Approach in Fashion Accessory Product Design: Shape Memory Accessories

Öznur Enes¹,
Orcid: 0000-0003-2708-3398

¹Asst.Prof.Dr., Dokuz Eylül University,
Faculty of Fine Arts, Department of
Textile and Fashion Design, Accessory
Design, İzmir, Türkiye

Sorumlu Yazar (Corresponding Author):
Öznur ENES
oznur.enes@gmail.com

Alınış (Received): 22.01.2022

Kabul Tarihi (Accepted): 19.02.2022

ÖZ

Problem çözme becerisi, insanın geçmişten günümüze değişim ve dönüşüm gösterdiği, yaşamını sürdürebilmesi için karşı karşıya olduğu hayati bir zorunluluktur. Bu zorunluluk içerisinde günün koşullarına uygun farklı yaklaşımlar, malzemeler ve üretim yöntemleri kullanmış olsa da, doğanın kendi içerisinde oluşturmuş olduğu sistemi uygulama yolunu deneyimlemesi, insanın, bulunduğu çevre ile uyum sağlamasını olanaklı hale getirmiştir. Doğadan ilham alma, yeni bir eylem olmamasına karşın önce biyomimetik sonra biyomimikri kavramları ile bilinir hale gelirken; doğayı taklit etme eylemi bir tasarım yaklaşımı olarak hem yenilikçi hem de sürdürülebilir tasarımların ortaya çıkmasına olanak sağlamaktadır. Bu çalışmada, biyomimetik kavramı tasarım yaklaşımı olarak irdelenecek olup, moda aksesuar ürün tasarımı biyomimetik tasarım yaklaşımı bağlamında örnek çalışma olarak Araneus Diadematus örümceğinin fonksiyonel yapısından ilham alınarak tasarlanmış şekil hafızalı malzemelerden biri olan nitinol telin kullanıldığı tasarım projesi sunulacaktır. Dokuz Eylül Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Tekstil ve Moda Tasarımı Bölümü Aksesuar Tasarımı Anasanat Dalı'nda bitirme projesi (Rüstem, 2015) olan çalışma, biyomimetik ve şekil hafızası kavramlarını bir araya getiren yenilikçi moda aksesuar ürünü olarak literatürde (Bengisu, Ferrara, 2018) yerini almıştır. Tasarım yaklaşımı olarak incelenen biyomimetik kavramının, tasarım süreçleri içerisinde, "Doğa bunu nasıl yapardı? Sorusuna yanıt verecek biçimde çözümler üretme deneyiminin, uygulamalı bir örnek üzerinden ele alınması ve sonuca yönelik değerlendirmelerin sunulması, çalışmanın yöntemi olarak konu ile ilgilenen tasarımcılara ışık tutacaktır.

ABSTRACT

Problem-solving skill is a vital necessity that a person has to change and transform from the past to the present and to survive. Although he used different approaches, materials, and production methods in line with the conditions of the day, experiencing the way of applying the system that nature has created within himself has made it possible for a man to adapt to his environment. Although inspiration from nature is not a new action, it first became known with the concepts of biomimetics and then biomimicry; The act of imitating nature, as a design approach, enables both innovative and sustainable designs to emerge. In this study, the concept of biomimetics will be examined as a design approach, and a design project using nitinol wire, one of the shape memory materials designed with inspiration from the functional structure of the Araneus Diadematus spider, will be presented as a case study in the context of biomimetic design approach in fashion accessory product design. The work, which is a graduation project (Rüstem, 2015) at Dokuz Eylül University, Faculty of Fine Arts, Textile and Fashion Design Department, Accessory Design Major, has taken its place in the literature (Bengisu, Ferrara, 2018) as an innovative fashion accessory product that brings together the concepts of biomimetics and shape memory. The concept of biomimetics, which is examined as a design approach, within the design processes, "How would nature do this? Handling the experience of producing solutions to answer the question, through a practical example, and presenting results-oriented evaluations will shed light on the designers who are interested in the subject as the method of the study.

Anahtar Kelimeler:

Biyomimetik, Biyomimikri, Şekil hafızası,
Moda aksesuar, Tasarım

Keywords:

Biomimetics, Biomimicry, Shape
Memory, Fashion accessory, Design

Kaynak gösterimi: Enes, Ö., (2022). "Biyomimetik Yaklaşımın Moda Aksesuar Ürün Tasarımında Uygulanmasına Yönelik Bir Çalışma: Şekil Hafızalı Aksesuarlar", TJFMD, 2022, 4 (1): 01-22

How to cite: Enes, Ö., (2022). "A Study Implementing The Biomimetic Approach in Fashion Accessory Product Design: Shape Memory Accessories", TJFMD, 2022, 4 (1): 01-22

Giriş

Ekolojik yaşamın temel özelliklerine baktığımızda, doğanın sadece ihtiyacı kadarını kullandığını, tüm malzemeleri atık haline getirmeden geri dönüştürdüğünü, her alanda dengenin olduğunu, canlı ve cansız varlıkların çeşitlilik içerisinde yaşamını sürdürdüğünü, iş birliğinin ve ortak çalışmanın olumlu sonuçlar ortaya çıkardığını, sadece güvenli olanı kullandığını ve en önemlisi adaptasyon yeteneğinin mükemmel olduğunu söyleyebiliriz. İnsan evriminde ise, bireyin, hayatta kalmak ve yaşamını sürdürebilmek için doğayı farklı biçimlerde kullandığını, zaman içinde bu kullanım yöntemlerinin olumsuz geribildirimlerinin de olduğunu görmekteyiz. Tüm bu süreçler içerisinde doğayı taklit etme yolunu keşfetmesi insan ırkının gelişiminde yeni ufuklar açmıştır.

Araştırmamıza konu olan Biyomimetik kavramı, “Bio (yaşam) mimetik (taklit etmek)” açılımıyla doğayı taklit olarak açıklanabilir (Şekil 1.). Bu kavram ilk kez 1957 yılında Otto Schmitt tarafından ortaya konulmuş; Biyomimikri kelimesi ise ilk kez, Janine Benyus tarafından 1997 yılında kaleme alınan “Biyomimikri: Doğadan Esinlenen Yenilik” adlı kitabında kullanılmıştır (Poll, Nachtigall, 2015).

Bu kitap, biyoloji bilimine ait işlevsel stratejilere ilişkin gözlemlerini yenilikçi teknolojilere çeviren bilim adamlarının, mühendislerin ve mucitlerin çalışmalarını anlatan bir kaynaktır. Bu kitap çıkmadan önce, buluş ve inovasyona yönelik doğadan ilham alan yaklaşımlar, biyonik, biyo-mühendislik veya biyomimetik gibi terimlerle anılmaktaydı.

Biyomimetik ya da biyomimikri, insanlar için daha sağlıklı, daha sürdürülebilir teknolojilerin icadına doğadan alınan dersleri uygulama pratiğidir. Biyomimetik tasarımcılar, sürdürülebilir tasarımlar ve teknolojiler yaratmak amacıyla canlılar tarafından kullanılan stratejileri anlamaya, öğrenmeye ve taklit etmeye odaklanır. Biyomimikri Enstitüsü'nün kurucu ortağı, biyolog Janine Benyus, biyomimikriyi “yaşamın dehasının bilinçli öykünmesi” olarak tanımlamıştır. Bu tanımları irdeleyecek olursak şu şekilde açıklayabiliriz (Benyus, 1997):

1. İnsan sorunlarını çözmek için doğayı bir ilham kaynağı olarak kullanmak
2. Doğayı, yeniliklerimizin 'doğruluğu' konusunda sorgulayıcı veya ölçü olarak kullanmak
3. Doğayı bir akıl hocası olarak kullanmak; doğada var olan değerler ve bakış açılarıyla tasarım yaparken metaforik olarak bakmak.



Şekil 1. Doğadan ilham alma

Figure 1. Inspiration from nature

<https://ystudios.com/insights-passion/biomimicry-design>, Erişim Tarihi: 10.11.2021

İnsan sorunlarını çözmek için biyolojik çözümler kullanmak biyomimetiğin özüdür. Bugün uğraşmaya devam ettiğimiz sorunların çoğu doğada çözüme kavuşmuştur. Örneğin, insanlar binlerce yıldır uçmaya özlem duymuştur. Kuşların incelenmesi sonucunda bugün kullandığımız uçaklar haline gelen "uçan makinenin" ilk tasarımı ortaya çıkmıştır. Doğanın gözlemlenmesi ve incelenmesinin büyük bir ulaşım atılımının yaratılmasını nasıl doğurduğunu gösteren en iyi örneklerden biri uçaktır. Leonardo da Vinci, insanların uçmasını sağlayan bir makinenin nasıl yaratılacağını keşfetme umuduyla kuşları incelemiştir (Şekil 2.) (Poll, Nachtigall, 2015).



Şekil 2. Leonardo da Vinci'nin Uçan Makinesi

Figure 2. Leonardo da Vinci's Flying Machine

<https://ystudios.com/insights-passion/biomimicry-design>, Erişim Tarihi: 02.10.2021

Ulaştırma endüstrisinde faaliyet gösteren daha çağdaş bir biyomimetik örneği Shinkansen hızlı trenidir. Bu trenler hızlı ve verimlidir; ancak aşırı hızları daha önce tünellerden çıktıklarında sonik patlamalara neden olarak gürültü kirliliğine ve tünel hasarına neden olmuştur. Tasarımcılar, gaga tasarımı nedeniyle hava ve su arasında akıcı bir şekilde seyahat eden Kingfisher'in hareket yapısını incelemiş ve ardından Shinkansen trenlerini Kingfisher gagasının şekline benzer bir ön uca sahip olacak şekilde yeniden tasarlamışlar. Böylece gürültünün azalması, hızın ve verimliliğin artması sağlanmıştır (Şekil 3.) (Hargroves, Smith, 2006).



Şekil 3. Kingfisher'dan ilham alan Shinkansen treni, Japonya

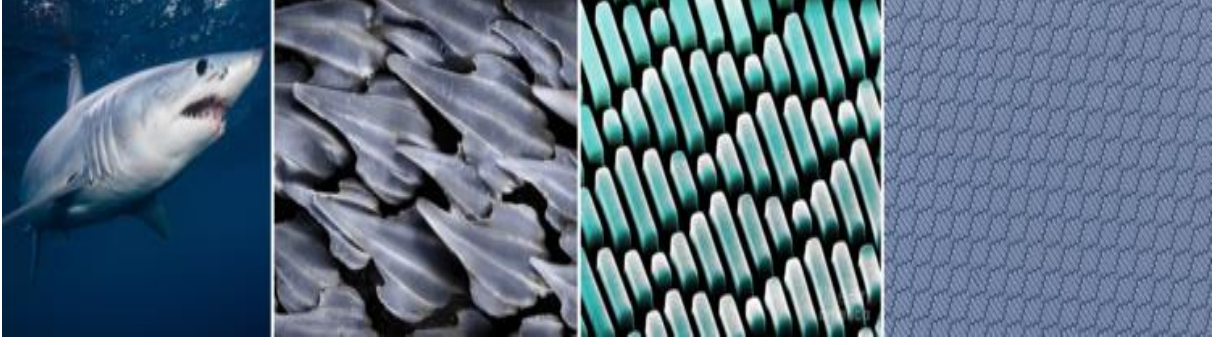
Figure 3. Kingfisher inspired Shinkansen train, Japan

<https://asknature.org/innovation/high-speed-train-inspired-by-the-kingfisher/>, Erişim Tarihi: 10.12.2021

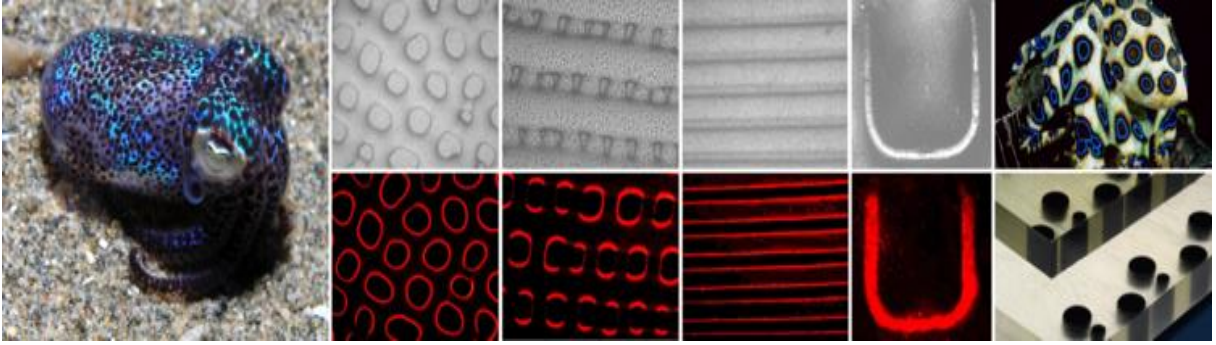
Biyomimetik tasarım yaklaşımı ile yeni ürünler, süreçler ve sistemler geliştirebilmekte ya da mevcut tasarımları iyileştirebilmekteyiz. Bu yaklaşım, bakış açımızı değiştirmemize, tasarım problemlerini ve hedeflerini farklı biçimde görmemize ve zor problemlere yeni çözümler bulmamıza yardımcı olabilmektedir. Bu süreçte tasarımcıların doğayı öğrenebilmesi için destek alması gereken disiplin olarak biyoloji ve bu bağlamda doğadan ilham büyük önem taşımaktadır. Doğadan gelen bilgiyi en iyi biçimde değerlendirebilmek için biyoloji ve tasarım disiplinleri arasında bağ kurulmaktadır. İki disiplin arasındaki bu bağ, doğanın milyonlarca yıllık deneyimini tasarım eylemine dönüştürülebileceğimizin en güzel kanıtıdır.

Biyomimetik tasarım uygulamalarından biri de köpekbalığı derisinden ilham alınan antimikrobiyal filmidir. Köpekbalığının derisi, hızını artıran ve mikroorganizmaların deriye tutunmasını önleyen evrimsel bir özelliktir. Tasarımcılar, köpekbalığı derisinden ilham alarak, olimpiyatlarda kullanılan ve etkileyici sonuçlar veren biyomimetik bir mayo üretmişlerdir.

Bu antimikrobiyal film, bakterilerin çapraz bulaşmasını önlemek için hastanelerde de kullanılmaktadır (Şekil 4.). Diğer bir örnek ise kafadanbacaklılardan ilham alan kamuflaj özelliğidir. Kalamarlar kendilerini yırtıcılardan korumak için ten rengini değiştirebilir. Araştırmacılar, çevresini algılayabilen ve uygun şekilde karışabilen bir cihaz geliştirdi. Bu ışık sensörleri, çevreye uyan ve çevresiyle değişebilen bir tür yapay deri oluşturabilir (Şekil 5.) (URL-1, Erişim Tarihi: 10.12.2021).



Şekil 4. Köpekbalığı derisinden ilham alan antimikrobiyal malzeme
Figure 4. Shark skin inspired antimicrobial material (Zhou, Liu, 2008)



Şekil 5. Kafadanbacaklılardan ilham alan kamuflaj

Figure 5. Cephalopod-inspired camouflage

<https://ystudios.com/insights-passion/biomimicry-design>, Erişim Tarihi: 03.10.2021

Doğayı taklit etme ya da doğadan ilham alma nedenlerimizin en başında doğanın evrimsel süreç içerisinde birçok sorunun yanıtını kendi yapısı içerisinde çözmüş olduğu gerçeği yatmaktadır. Doğada görülen bu evrim, etkili ve verimli çalışma sistemlerinin sürekliliğini sağlamıştır. “Milyonlarca yıllık evrimden sonra, doğa neyin çalıştığını, neyin uygun olduğunu ve neyin uzun ömürlü olduğunu öğrenmiştir” (Benyus, 2013). Bu açıdan ele alındığında doğanın sistemli bir şekilde varlığını sürdürmede öne çıkan en temel 10 özelliğini şu şekilde sıralayabiliriz (Benyus, 1997):

1. Doğa, yalnız ihtiyaç duyduğu enerjiyi kullanırken, serbest edinilen enerjiye güvenir.
2. Doğa, tüm malzemeleri geri dönüştürür.
3. Doğa, rahatsızlıklara karşı dirençlidir.
4. Doğa, maksimize etmek yerine optimize etme eğilimindedir.
5. Doğa, karşılıklı yarar sağlar.
6. Doğa, bilgiyle çalışır.
7. Doğa, canlılar için güvenli olan kimya ve malzemeleri kullanır.
8. Doğa, bol kaynakları kullanarak inşa ederken, nadir kaynakları idareli şekilde birleştirir.
9. Doğa, yerel olarak uyumlu ve duyarlıdır.
10. Doğa, işlevselliği belirlemek için şekli kullanır.

1. Tasarım Yaklaşımı Olarak Biyomimetik

Bilim adamları, başlangıç noktalarına göre farklılaştıran biyomimetik süreç yöntemleri olarak iki yaklaşımı ve ikisinin bir kombinasyonunu temsil eden üçüncü bir yaklaşımı ortaya çıkarmıştır. Bu yöntemlerden ilki biyoloji temelli bir süreci ifade eder: Teknolojik gelişmeler biyolojik araştırmaların iç görülerinden uyarılır, deyim yerindeyse itme başlar (Biyolojik İtme). Diğer yöntem, teknik sorunları çözme yaklaşımlarının biyoloji içinde arandığı ve böylece hâlihazırda çoğunlukla var olan bir teknolojik ürünü geliştirmek için biyolojik yaklaşımın çıkarıldığı teknik bir kapsam tarafından yönlendirilir (Teknoloji Çekme) (Şekil 6.) (Kapsali, 2009).

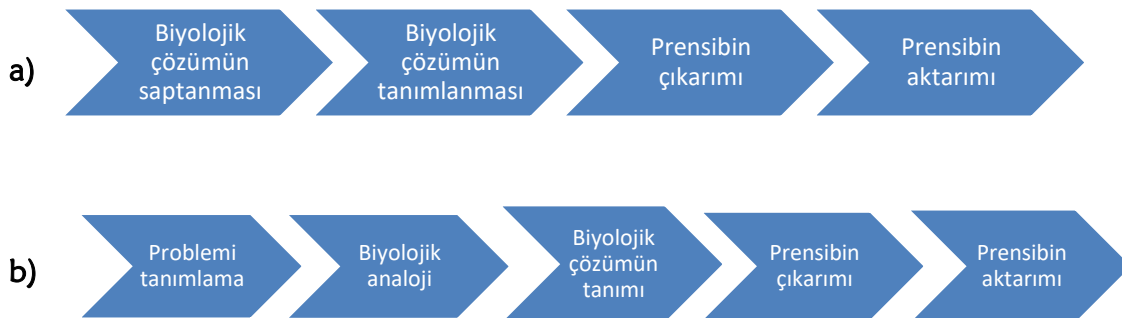
“Havuz Araştırması” yöntemiyle, benzer teknolojik işlevler, biyolojik süreçlere ilişkin kavrayışlarla zaten karşılaştırılmıştır, bu da hem teknik hem de karşılaştırılabilir biyolojik örneklerin ve işlev ayrıntılarının tablo şeklinde bir kaydıyla, yani morfolojik kutu olarak adlandırılan bir tabloyla sonuçlanmıştır. İç görüler daha sonra bu morfolojik kategorilere göre değerlendirilir ve yeni “biyomimetik” çözümlere yol açabilir. Bu anlamda “Havuz Araştırması” geliştirme sürecinin süresini kısaltmaya yönelik bir stratejidir.

“Havuz Araştırması” temeline ve araçlarına dayalı olarak elde edilen iç görüler mimarlar, mühendisler ve endüstriyel tasarımcılar için ilgi çekicidir (Poll, Nachtigall, 2015). Buna göre;

Biyolojik İtme: Biyolojide bir keşif başlangıç noktasıdır. Belirli bir biyolojik bulgunun yardımıyla teknoloji alanında ne geliştirilebilir?

Teknoloji Çekme: Teknolojiden bir problem ortaya koymak başlangıç noktasıdır. Yaşayan dünyadan hangi bulgular teknolojik bir sorunun çözülmesine yardımcı olabilir?

Havuz Araştırması: Bilgi havuzu. Teknolojik bir problem için bilgi alınabilecek biyolojik veri deposunun doldurulması olarak ifade edilebilir.



Şekil 6. Biyomimetik tasarım yaklaşımı geliştirme modeli a) Biyolojik İtme ve b) Teknoloji Çekme
Figure 6. Biomimetic design approach development model a) Biological Push and b) Technology Pull

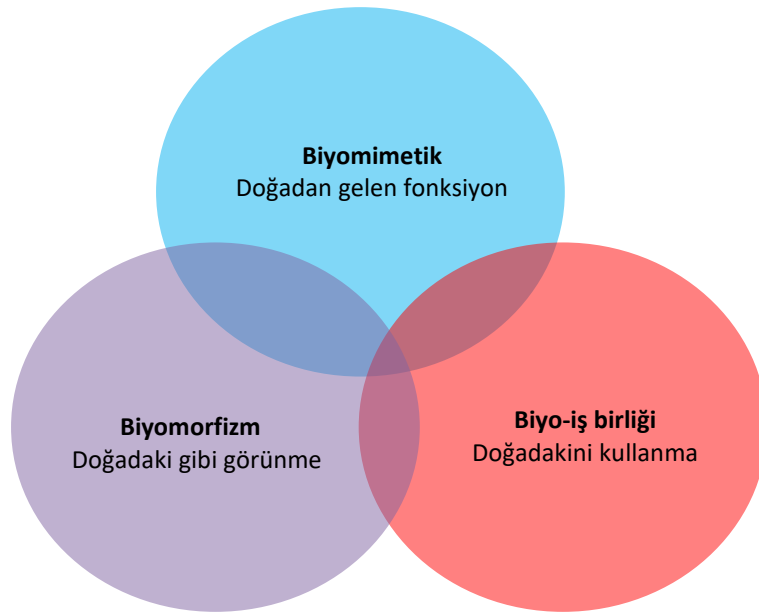
Bu iki yaklaşım arasındaki zıtlık, her iki alanda da araştırmaları yönlendirir. “Biyolojik itme”, biyolojik keşifler, yeni ve teknolojik ürünlerin geliştirilmesinin temelidir. Gelişimin yönü, biyoloji bilgi ve verilerinden bir fikrin formülasyonuna ve teknolojik bir ürünün

geliştirilmesine kadar uzanır. “Teknoloji Çekme” ile mevcut bir teknolojik ürün, biyolojik ilkelerin yorumlanması ve uygulanmasıyla yeni ve geliştirilmiş nitelikler kazanır. Bu durumda, gelişimin yönü, biyoloji için teknik dünyadan gelen bir talepten kaynaklanmaktadır. Biyolojide bu sorunu çözmek için karşılaştırılabilir yaklaşımlar var mı? Sorusuna dayanarak, canlı doğada, teknolojik yöne ivme kazandırabilecek ve yeni ya da geliştirilmiş ürünlere yol açabilecek fikirler aranır (Poll, Nachtigall, 2015).

Biyomimetik, bilim insanlarının doğada ve canlılarda bulunan sistemlerden, ölçülerden ve modellerden ilham aldığı, teknolojik gelişmelere ve günümüz sorunlarının çözümüne ışık tutmasını sağlayan bir bilim dalıdır. Diğer bir ifadeyle, doğadan ilham alarak yeniliklerin öncüsü olma ve biyo-taklit anlayışıdır (Reis, Weiner, 2005).

Biyo-ilhamlı tasarım, biyolojiyi çözümler için kaynak olarak kullanan, biyomimetik de dahil olmak üzere tasarım ve mühendislik yaklaşımları için genel olarak şemsiye kategori olarak kabul edilen bir terimdir (Şekil 7) (Montana Hoyos, Fiorentino, 2016).

Biyomimetik, bir tür biyo-ilhamlı tasarım yaklaşımı olsa da, biyo-ilhamlı tasarımların tümü biyomimetik değildir. Biyomimetik kavramını diğer biyo-ilhamlı tasarım yaklaşımlarından ayıran önemli faktör, canlı sistemlerin belirli işlevsel zorluklar için sahip olduğu yenileme ve/veya yenilenmeye yönelik çözümlerden öğrenmeye ve bunları taklit etmeye yapılan vurgudur (URL-2, Erişim Tarihi: 05.11.2021).



Şekil 7. Biyo-ilhamlı tasarım yaklaşımları

Figure 7. Bio-inspired design approaches

<https://biomimicry.org/what-is-biomimicry/>, Erişim Tarihi: 14.09.2021

Biyo-ilham tasarım ailesi içinde karşılaştığımız yaygın bir yanlış anlama, biyomorfizmi biyomimetik ile karıştırmaktır. Biyomorfizm, görsel olarak yaşamdaki öğelere benzeyen “doğaya benzer” tasarımlara atıfta bulunurken, biyomimetik yaklaşımlı tasarımlar işleve odaklanır; doğa gibi çalışır. Biyomorfik yaklaşımlı tasarımların çok güzel ve faydalı

olabileceği gibi, insanların doğaya ve doğal formlara estetik bağlamda bir yakınlığı vardır. Ancak, doğanın "benzeri" olmasının biyomimetik tasarımın güvenilir bir göstergesi olmadığını anlamak önemlidir. Çünkü biyomimetik yaklaşımla ortaya çıkarılan bir tasarım ona ilham veren organizmalara benzeyebilir veya benzemeyebilir. Aksine, bu açıdan ele alınması gereken en önemli gösterge işlevdir (URL-3, Erişim Tarihi: 05.11.2021).



Şekil 8. Doğadan ilham alan tasarımlar

Figure 8. Nature-inspired designs

<https://ystudios.com/insights-passion/biomimicry-design>, Erişim Tarihi: 10.10.2021

Biyo-iş birliği ve biyomimetik arasında da benzer bir karışıklık noktası oluşmaktadır. Biyo-iş birliği yaklaşımı, bir tasarım veya teknolojide biyolojik materyalin veya canlı organizmaların kullanımını ifade etmektedir. Örneğin, bir ofis binasında havanın temizlenmesine yardımcı olmak için mobilyaların malzemesi (ahşap) veya bitkilerin yaşayan bir duvarı olarak ağaçların kullanılması biyolojik kullanım ya da biyo-iş birliğidir.

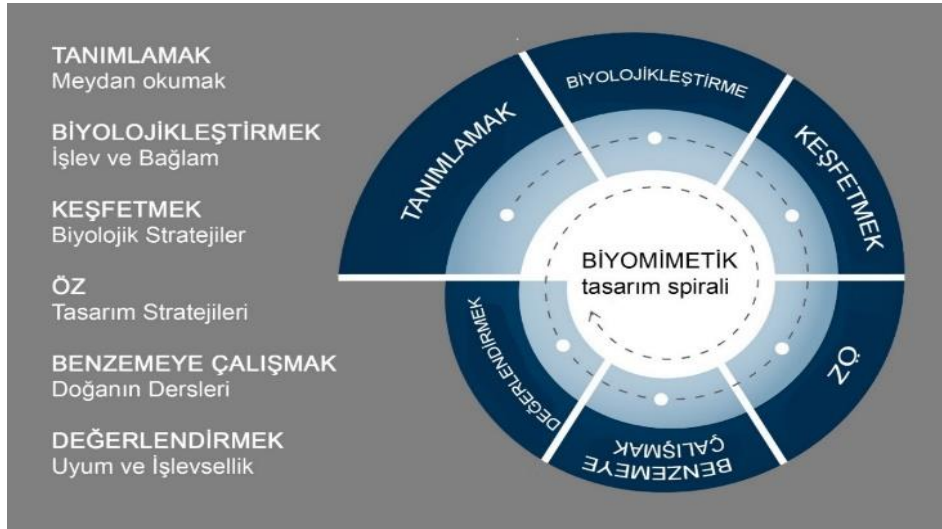
Biyo-iş birliği faydalı olabilir; organizmalar bizim yapamadığımız birçok şeyi yapabilir ve biyomimetik yaklaşımlı tasarımlar bazen bu nedenle biyolojik iş birliğini içerir. Ancak bir tasarımcının bir problemin çözümü için canlı bir organizmaya danışması veya doğal bir malzeme kullanması, tasarımın biyomimetik olduğu anlamına gelmez. Biyomimetik yaklaşımın ayırt edici diğer bir özelliği, (yeniden) bağlanma ve ethos öğelerini de içeren sürdürülebilir çözümler yaratmak için işlevsel stratejilerin incelenmesi ve öykünmesidir.

Teknolojik gelişmeler ile birlikte doğayı taklit etme yöntemleri ile tasarlama eylemi, günlük yaşamı kolaylaştırma, içinde yaşadığımız ekosistemi koruma, zamandan ve emekten tasarruf etme gibi amaçlar taşımaktadır. Doğadan öğrenme ya da doğayı taklit etme, toplumların ilk günden bu yana varlığını sürdürdüğü bir yöntemdir. Yaşamını sürdürebilmek için doğaya dair sistemleri ve işleyişleri taklit etmek, verimli ve etkili çözümlerin ortaya çıkmasını olanaklı kılmaktadır. Bunun en önemli nedeni, insanın da doğanın bir parçası olmasıdır.

Doğanın stratejilerini tasarıma dönüştürürken, uygulama bilimi üç temel unsuru içerir: Öykünme, Ethos (Ahlak) ve (Yeniden) Bağlantı. Bu üç bileşen, biyomimetikğin her yönüne yerleştirilmiştir ve özünde bu temel değerleri temsil etmektedir (URL-4, Erişim Tarihi: 05.11.2021).

- Benzemeye çalışmak: Daha rejeneratif tasarımlar yaratmak için doğanın formlarını, süreçlerini ve ekosistemlerini öğrenmenin ve daha sonra bunları kopyalamanın bilimsel, araştırmaya dayalı uygulaması.
- Ahlak (Ethos): Yaşamın nasıl çalıştığını anlama ve yaşama elverişli koşulları sürekli olarak destekleyen ve yaratan tasarımlar yaratma felsefesi.
- (Yeniden) Bağlan: Doğa olduğumuz ve yaşamın birbirine bağlı sistemlerinin bir parçası olarak Dünya'daki yerimize bağlanarak değer bulduğumuz kavramı. (Re)Connect bir uygulama olarak, tasarımlarımızda biyolojik stratejileri taklit etmek için daha iyi bir ahlaka sahip olabilmemiz için, yaşamın nasıl çalıştığını anlamak için doğada zaman geçirmemizi ve gözlemlememizi teşvik eder.

Yenilikçiler, verimli ve etkili benzersiz bir ürün elde etme umuduyla biyomimetikğe yönelir; böylece, doğal dünyayla ilgili derin bir takdir ve bağlantı kazanırlar. Alessandro Bianciardi'nin dediği gibi, "Hayatımın yıllarını onları taklit etmeye çalışarak harcadığım bu ağaçlara karşı bir yakınlık hissetmeden edemiyorum. Aslında şimdi tüm ağaçları farklı görüyorum" (URL-5 Erişim Tarihi: 05.11.2021). Biyomimetik, ekosistemler ve sakinleri için korumayı teşvik eder; çünkü onlar hayatta kalmak ve gelişmek için ihtiyaç duyduğumuz bilgiye sahiptir.



Şekil 9. Biyomimetik Tasarım Spirali

Figure 9. Biomimetic Design Spiral

<https://toolbox.biomimicry.org/methods/process/>, Erişim Tarihi: 10.09.2021

Bir tasarım sürecini takip etmek, bir tasarım sorununu çözmek için yola çıkarken son derece yardımcı olabilir. Biyomimetik tasarım spirali, doğayı çözümler oluşturmak için bir rehber olarak kullanan bir tasarım sürecinin temel unsurlarının kısa ve öz bir tanımını

sağlar (Şekil 9.). Bir tasarım zorluğuna biyomimetik çözümler ararken bir tasarım ekibinin atması gereken en önemli altı adımı açıklar. Adımlar, bir başlangıç noktası olarak sırayla açıklanmıştır. Bununla birlikte, tasarım ekipleri genellikle kendilerini adımlar arasında ileri geri hareket ederken veya bunları tekrarlarken bulurlar. Bu iyi bir uygulamadır; çünkü her adım, önceki adımlarda yapılan varsayımlara bilgi verebilecek veya bunlara meydan okuyabilecek yeni bilgileri ortaya çıkarma eğilimi gösterir (Şekil 10.).

Tanımlamak	Tasarımınızın dünyada sahip olmasını istediğiniz etkiyi (yani çözmek istediğiniz zorluk) ve başarıyı belirleyecek kriterleri ve kısıtlamaları açıkça belirtin.
Biyolojikleştirmek	Tasarım çözümünüzün ele alması gereken temel işlevleri ve bağlamı analiz edin. Onları biyolojik terimlerle yeniden çerçeveleyin, böylece "doğadan tavsiye isteyebilirsiniz".
Keşfetmek	Tasarım çözümünüzle aynı işlevleri ve bağlamı ele alması gereken doğal modelleri (organizmalar ve ekosistemler) arayın. Hayatta kalmalarını ve başarılarını destekleyen kullanılan stratejileri belirleyin.
Öz	Biyolojik stratejileri başarılı kılan temel özellikleri veya mekanizmaları dikkatlice inceleyin. Bunları biyolojik olmayan terimlerle "tasarım stratejileri" olarak yeniden ifade edin.
Benzemeye Çalışmak	Bulduğunuz stratejiler arasındaki kalıpları ve ilişkileri araştırın ve çözümünüzü bilgilendirmesi gereken temel derslere odaklanın. Bu unsurlara dayalı tasarım konseptleri geliştirin.
Değerlendirmek	Tasarım kavramının, tasarım zorluğunun kriterlerini ve kısıtlamalarını ne kadar iyi karşıladıklarını ve Dünya sistemlerine ne kadar uyduklarını değerlendirin. Teknik ve iş modeli fizibilitesini göz önünde bulundurun. Uygulanabilir bir çözüm üretmek için gerektiğinde önceki adımları iyileştirin ve tekrar gözden geçirin.

Şekil 10. Biyomimetik tasarım sürecinde temel kavramlar ve açıklamaları
Figure 10. Basic concepts and explanations in the biomimetic design process
<https://toolbox.biomimicry.org/methods/process/>, Erişim Tarihi: 10.11.2021

2. Proje Çalışması: Şekil Hafızalı Takılar*



Şekil 11. Proje tanıtımı
Figure 11. Project introduction

Doğa, dünyanın en yaşlı öğretmenidir. Gezegenimizin tarihi boyunca doğa, varlığını tehdit eden sorunları çözmek için organik olarak tasarlanmış çözümler üretmektedir. Hayvanlar, bitkiler ve bakterilerin tümü zorluklara sürdürülebilir yollarla uyum sağlamıştır. Biyomimetik, doğanın zamana göre test edilmiş problem çözme modellerini gözlemlemeye/inceleme ve bu stratejik çözümleri kendi yaşam tarzımıza uygulamaya çalışır. Bu çözümleri taklit ederek, tasarımlarımızı doğada bulunanları modellemek için uyarlayabilir ve potansiyel olarak sürdürülebilir çözümler yaratabiliriz. Biyomimetik tasarım yaklaşımını tanımlamanın en basit yolu, yaşamı taklit eden tasarımdır. Pek çoğu, yenilikçi tasarımın geleceği için ilham bulacağımız yerin teknoloji ve biyolojinin kesiştiği nokta olduğuna inanmaktadır. Bilim ve sanatın bir karışımı olarak kabul edilen biyomimetik, doğadan ilham alan yeniliktir.

Bu çalışmada, kullanıcının farklı form yaklaşımlarıyla kişiselleştirme imkanı bulacağı moda aksesuar ürünleri tasarlanması hedeflenmiştir. Bu hedefe ulaşabilmek için biyomimetik tasarım yaklaşımına uygun olarak form değişimine olanak sağlayacak çözümler taranmıştır. Bu araştırmalar ışığında Araneus Diadematus örümceğinin ağ yapısının çalışma için uygun olacağı sonucuna varılmıştır. Örümcek ağının şekil hafızası, koleksiyonun, doğadan ilham kaynağını oluşturmaktadır. Tasarımda yan malzeme

* Detaylı bilgi için: Rüstem, Gözde (2015). *Biyomimetik Kavramının Araştırılması, Takı Tasarımı Koleksiyonu Üzerine Bir Uygulama*, (Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Öznur Enes), Dokuz Eylül Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Tekstil ve Moda Tasarımı Bölümü, Aksesuar Tasarımı Anasanat Dalı Lisans Tezi, İzmir, Türkiye

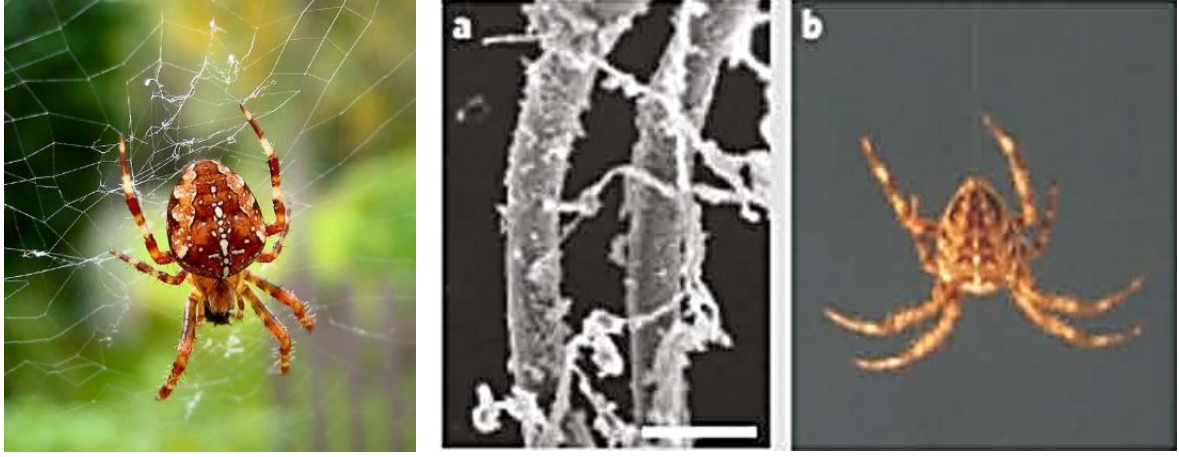
olarak gümüş ve ponza taşı kullanılmıştır. Bilim adamları, asılı bir örümceğin ipeğinin bükülmesini önleyen burulma sönümlenme kapasitesine sahip olduğunu ortaya çıkarmıştır. Orijinal şekline dönmek için ısıtmaya ihtiyaç duyan şekil hafızalı metal alaşımların aksine, örümcek ipeğinin ilk haline dönmesi için sadece zamana ihtiyacı olduğu görülmektedir. Aşağıdaki tabloda biyomimetik tasarım sürecinin projede nasıl kullanıldığına dair temel açıklamalar bulunmaktadır (Şekil 12.)

Tanımlamak	Moda aksesuar ürününün kullanıcı tarafından kişiselleştirilmesine olanak sağlayacak biçimde form değişikliği yapmasına imkân vermek
Biyolojikleştirmek	Organik bir yapının dış etkenlere maruz kalmasına rağmen eski formuna geri dönebilmesi
Keşfetmek	Tasarım çözümüne uygun olabilecek organizmalar ve ekosistemlerin araştırılması
Öz	Biyolojik yapısına istinaden araneus diadematus örümcek ağının şekil hafızalı yapısının tasarım çözümünde kullanılması uygun görülmüştür
Benzemeye çalışmak	Ağın, dış etkenlere maruz kalmasına rağmen önceki haline dönebilmesi fonksiyonuna yönelik özelliği nitinol tel ile taklit edilmiştir
Değerlendirmek	Tasarımı gerçekleştirilecek ürünün takı koleksiyonu olarak hazırlanmasına, doğada bulunan ponza taşı ile birlikte tasarlanmasına, sürdürülebilirlik kavramına uygun tasarım modelinin günümüz koşullarına uygun olduğuna karar verilmiş ve tasarımların eskiz ve üretim sürecine geçilmiştir

Şekil 12. Biyomimetik tasarım sürecinin projedeki uygulaması
Figure 12. Application of the biomimetic design process in the project

2.1. Doğadan İlham Kaynağı: Araneus Diadematus Örümceğinin İpeğinde Bulunan Şekil Hafızası Özelliği (Emile, Le Froch, Vollrath, 2006)

Örümcek ağının esnekliği ve mukavemeti açısından, sentetik liflerden daha iyi performans gösterdiği bilinmektedir. Bir ipte sallanan bir dağcının aksine, örümcek ipeğinden sarkan bu canlı neredeyse hiç bükülme hareketi göstermez. Vollrath ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada, örümcek ipeğinin şekli bozulduktan sonra, herhangi bir dış uyaran olmaksızın ilk halini geri kazanabilmesi için burulma şekli hafızasına sahip olduğu ortaya çıkmıştır. Gözlemlenen gevşeme dinamikleri, bu biyolojik moleküllerin art arda farklı burulma sabitlerine sahip olduğunu göstermektedir.



Şekil 13. Araneus Diadematus örümceği ve ağ yapısı (Emile, Le Froch, Vollrath, 2006)

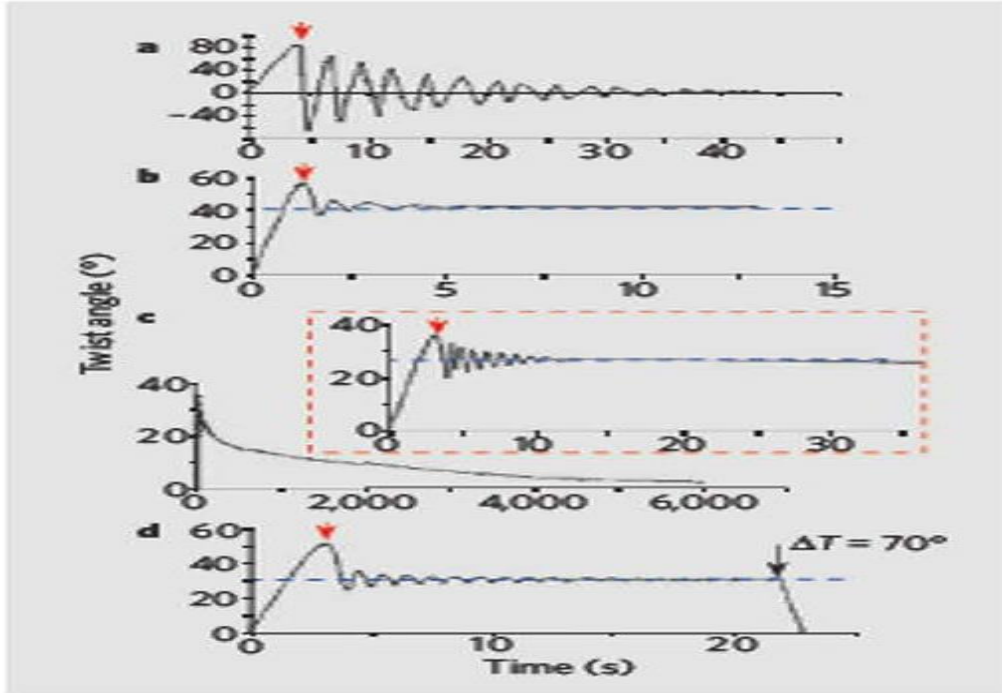
Figure 13. Araneus Diadematus spider and its web structure

Burulma sarkaç, dişlerin büküm özelliklerini araştırmak için en iyi araçtır. Çünkü salınım periyodu, salınımın genliğine bağlı değildir. Yapılan deney düzeninde, örümceğin ağırlığını temsil etmesi için küçük bir plastik veya bakır çubuk kullanılmış ve 10 cm'lik bir ipe asılmıştır. Örümceğin çubuğu yaklaşık 90° döndürülmüş ve farklı askıya alınan ipliklerin dinamik tepkileri, bilgisayara bağlı bir kamera tarafından kaydedilmiştir.

Sentetik organik polimer Kevlar ipliği denge konumunda büküldüğünde, çubuğun, orijinal konumu etrafında hafifçe salındığı görülmüştür. Bu durumda, lifin tepkisine ölçüldüğünde çok az enerji kaybı ile elastik olduğu sonucuna varılmıştır (Şekil 14a.). Salınım davranışı tipik olarak zayıf sönümlü, burulma sarkacının bir özelliğidir.

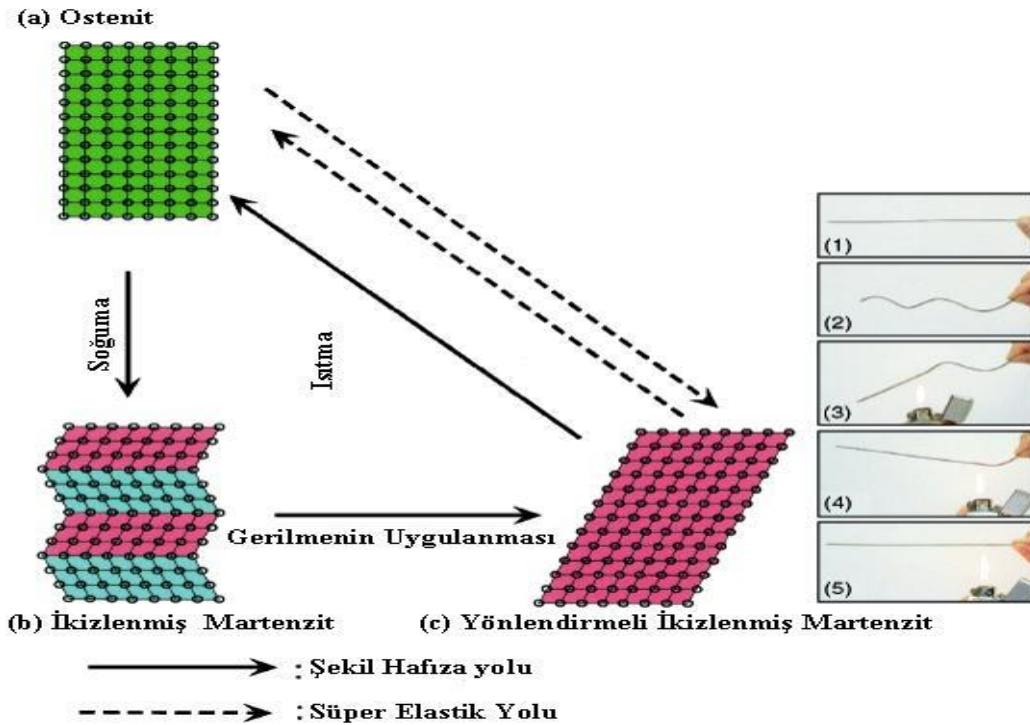
Bir bakır ipliğin burulma kararlılığı ise, orijinal duruma konumundan büküldükten sonra daha fazladır. Çubuk, yeni (deforme olmuş) denge konumu etrafında zar zor salınır (Şekil 14b.). Yumuşak metalik bakır iplik, sert Kevlar ipliğinin aksine, yüksek enerji yayılımının tipik özelliği olan güçlü sönümlenme gösterir. Aslında, bakır birkaç bükülmeden sonra kırılma haline gelmektedir.

Bu liflerin herhangi birinden farklı olarak, örümcek Araneus Diadematus'tan gelen ağ ipeği (Şekil 14a.), başlangıç konumundan döndürüldüğünde, yüksek nemliliği nedeniyle yeni –sözde– denge konumu etrafında nadiren salınır (Şekil 14c.). Bu tepki, havaya karşı dirençten kaynaklanan sürtünmeden bağımsızdır. Bakır ipliğin aksine, örümcek ipeği burulma özelliklerini birkaç döngü boyunca korur. Ayrıca örümcek ipeği, orijinal konumuna benzeyen ve üstel bir şekilde orijinal konumuna tamamen geri döner (Şekil 14c.). Bu, ağ ipeğinin bir dizi farklı burulma sabiti sergilemesini gerektirir. Yanıt, örümcek ipeğini, Kevlar veya bakırdan ayırır. Nitinol tel ile yapılan deneyde de telin ısı ile eski haline döndüğü gözlenir (Şekil 14d.).



Şekil 14. Burulmanın dört farklı iplik için gevşeme dinamiği sarkacı
 Figure 14. Relaxation dynamics of a torsion pendulum for four different threads

2.2. Şekil Hafızalı Alaşım: Nitinol (SMA/Niti)



Şekil 15. SMA'nın hal değişimleri (Toptaş, Akkuş, Genç, 2008)

Figure 15. Processes of SMA

Şekil Hafızalı Alaşımlar kavramı, dış etkenler nedeniyle deforme olan geometrinin, uygun ısı prosedürü uygulanarak ilk formuna ya da boyutuna geri dönebilen

malzemeleri tanımlamaktadır. Bu malzemeler kristal yapılarında meydana gelen martenzit ve ostenit faz dönüşümleri sonucunda şekil değişimine uğrayabilmektedir (Şekil 15.). Düşük sıcaklıkta martenzit yapıya sahipken kolay deformasyona uğrayan malzeme, uygun sıcaklıkta ısıtıldığında yüksek sıcaklık fazı olan ostenit faza geçerek deformasyon öncesi orijinal şekillerine tekrar dönebilmektedir (Toptaş ve Akkuş, 2007).

Alaşım	Kimyasal Bileşim	Dönüşüm Sıcaklık aralığı, °C
Ni-Ti	49-51 %Ni	110-200

Şekil 16. Nitinol alaşımının teknik özellikleri (Toptaş, Akkuş, 2007)

Figure 16. Technical characteristics of Nitinol alloy

Araştırmalarda örümceklerin ürettikleri şekil hafızalı ağların herhangi bir dış müdahaleye ihtiyaç duymadan bu işlevi yerine getirdiği görülmüştür. Metale ısı verme anında veya daha yüksek sıcaklıkların olduğu ortamlarda tıpkı doğadaki örneğine yakın alaşım olan nitinolde de (şekil hafızalı alaşım) aynı etkiler meydana gelmektedir.

Sanayide kullanılan nikel-titanyum alaşımı nitinol, örümcek ağına benzer özellikler gösterir ve 110 °C ısıtıldığında şekil hafızası meydana gelir. Bu tellerin takı tasarımı üzerine uygulanabilirliği araştırılmıştır. Yapılan araştırmada farklı endüstrilerde sıklıkla kullanılan bu alaşımın alanımızda çok fazla örneğinin bulunmadığı gözlenmiştir. Yapılan deneysel çalışmalarda nitinol tel, gümüş teller gibi kaynak, oksitleme gibi işlemlerde (gümüşteki kadar) başarılı sonuç vermemektedir. Ancak sıkıştırma yöntemleriyle uygulanabilirlik açısından olumlu sonuçlar vermiştir.



Şekil 17. Nitinol tel ile yapılan deneysel çalışmalar

Figure 17. Experimental studies with nitinol wire

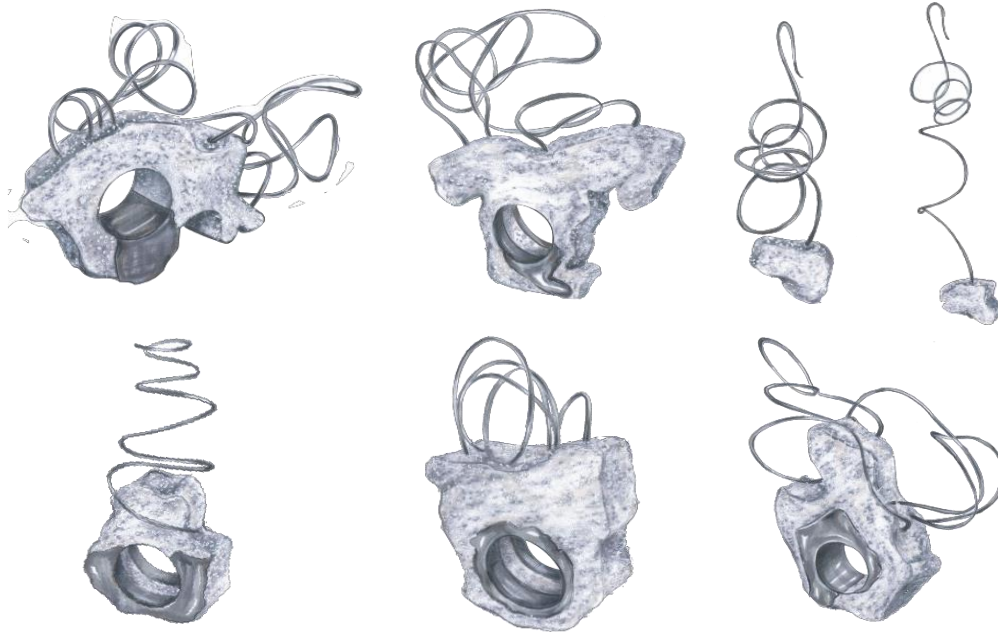
2.3. Tasarımda Kullanılan Diğer Malzemeler

Örümcek ağının, şekil hafızasının biyolojik yapısından esinlenerek doğadaki örneğine en yakın şekil hafızasına sahip alaşım olan nitinol tel, tasarımlarda doğal yapıyı korumak adına, ponza taşı tasarıma uygun bir şekilde kayaç formuna benzer şekillendirilmiş, nitinol tel ile birleştirilmiştir. Tasarımı destekleyici ek malzeme olarak oksitlenmiş gümüş kullanılmıştır.



Şekil 18. Yan malzeme olarak seçilen ponza taşı ve gümüş
Figure 18. Pumice stone and silver selected as side materials

2.4. Tasarım ve Üretim Süreci



Şekil 19. Eskiz çalışmaları
Figure 19. Sketches

Proje kapsamında, ilk olarak nitinol tel ile eskiz çalışmaları yapılmıştır. Telin eğilme bükülme oranları deneysel olarak etüd edilmiş ve doğal forma ulaşmak amacıyla doğadan bir malzeme olan ponza taşı ile birlikte kullanılmıştır.

Telin üretim sürecinde, hafızasız olan bu akıllı tellere hafıza yüklemek için, düz olan tele tasarlanan şekil verilir. Bu şekle 200 °C'lik ısıda yaklaşık bir buçuk dakika ısıtılır ve tel tasarlanan şekli hafızasını almış olur (Şekil 20.).



Şekil 20. Şekil hafızalı telin hazırlık aşaması
Figure 20. Preparation phase of shape memory wire



Şekil 21. Şekil hafızalı telin önceki formuna geri dönme aşamasının test edilmesi
Figure 21. Testing the revert phase of the shape memory wire to its previous form



Şekil 22. Ponza taşının tasarıma uygun şekilde biçimlendirilmesi aşaması
Figure 22. The stage of shaping the pumice stone in accordance with the design



Şekil 23. Ponza taşları ile şekil hafızalı tellerin tasarıma uygun birleştirilme aşaması
Figure 23. Combination phase of pumice stones and shape memory wires in accordance with the design



Şekil 24. Gözde Rüstem'in şekil hafızalı tel kullanarak tasarlayıp ürettiği küpe çalışması. (Solda) kullanıcı tarafından verilen form, (sağda) formun ilk haline dönmüş görünümü
Figure 24. The earring work designed and produced by Gözde Rüstem using shape memory wire. (Left) the user-generated form, (right) the original form of the form

2.5. Şekil Hafızalı Aksesuarların Sunumu



Sonuç

Biyomimetik, insanın tasarıma yönelik zorluklarını çözmek ve umut bulmak için doğada bulunan canlı-cansız yapılardan öğrenen ve bunları taklit eden bir uygulamadır. Biyomimetik, yaşamın nasıl işlediğine ve nereye uyum sağladığımızı dair empatik, birbirine bağlı bir anlayış sunmaktadır. Milyarlarca yıllık araştırma ve geliştirmeden sonra, geriye kalanlar hayatta kalmamızın sırrını elinde bulundurur. Amaç, en büyük tasarım zorluklarımızı sürdürülebilir bir şekilde ve dünyadaki tüm yaşamla dayanışma içinde çözen ürünler, süreçler ve sistemler ortaya çıkarmaktır. Biyomimetik, yalnızca doğanın bilgeliğinden öğrenmek için değil, aynı zamanda kendimizi ve bu gezegeni iyileştirmek için de kullanılmaktadır.

Doğadan ilham alma eylemi tasarımcılar ve diğer disiplinlerdeki problem çözücüler için günümüzde sıklıkla kullanılmaktadır. Biyomimetik tasarım yaklaşımı bağlamında olmayan esinlenmeler, doğaya öykünme, doğaya benzetme ya da soyutlama biçiminde olup disiplinlerarası iş birliklerinin olmadığı, görsel açıdan benzerlik gösterme şekllinden öteye geçmemektedir. Biyomimetik tasarım yaklaşımı ise biyoloji bilimi kaynaklı verilerin incelenmesi ile elde edilen bilginin, fonksiyonel anlamda kullanılarak yenilikçi fikirlerin ve farklı bakış açılarının doğmasına yarayan bir yöntemdir.

Biyomimetik tasarım yaklaşımında önemli olan fonksiyonel benzeşmedir. Bu bağlamda tasarlanan bir ürünün ilham alınan canlı/cansız yapıların doğadaki formuna benzerlik göstermesi zorunluğu yoktur. Burada vurgulanması gereken nokta, biyomimetik yaklaşımla ortaya çıkan ürünün sadece fonksiyonel olarak ilham alınan yapıya uygun olması, görsel anlamda bir bağ kurulması zorunluluğunun bulunmayışıdır.

Biyomimetik tasarım yaklaşımında doğadakine benzeme eyleminin zorunlu olmadığı, temel amacın doğadan öğrenme olduğu açıkça anlaşılmalıdır. Biyomimetik tasarım yaklaşımında süreç, problem çözümüne yönelik olarak, yanıtı doğada aramayla başlar. Devamında ise doğadaki yapıların gözlemlenmesi ve gözlemlenen çözümlerin uygulanmasına yönelik malzeme ve tekniğin araştırılması ya da yeniden inşası ile ilerler.

Tüm bu araştırmalar ışığında denilebilir ki, biyomimetik yaklaşımla tasarlanan nesne, form açısından doğadakine benzemese de, fonksiyonel olarak benzenmektedir. Doğadaki tekniğin tasarım uygulamalarına dönüştürülmesindeki biyomimetik süreç doğadan ilham alan inovasyondur. İnovasyon için heyecanlı bir süreç olan biyomimetik bu yollardan sadece biridir. Biyomimetik yani doğadan taklit bu süreci hızlandıran bir tasarım yaklaşımıdır.

Bu çalışmada biyomimetik tasarım yaklaşımı moda aksesuar ürün tasarımında uygulanmıştır. Yapılan çalışmadaki biyomimetik tasarım yaklaşımı ve üretim sürecinin aktarımı, konu ile ilgili araştırma yapacak tasarımcılara yol gösterecektir.

Kaynakça

- Bengisu, M., Ferrara, M., (2018). *Materials that Move / Smart Materials, Intelligent Design (SpringerBriefs in Applied Sciences and Technology)*, Springer Pub., Chapter 9, Switzerland, pp.10-11
- Benyus, J., (1997). *Biomimicry Innovation Inspired by Nature*, William Morrow Company Inc., NY, pp.7-15
- Benyus, M.J., (2013). *Biomimicry Resource Handbook; A Biomimicry Primer*, Biomimicry 3.8 Institute, Montana, USA, pp.1-10
- Colombo, B. (2007). *Biomimetic Design for New Technological Development*, University of Art and Design Helsinki, Cumulus Working Papers, Finland, p.43
- Olivier, E., Le Froch, A., Fritz, V., (2006). "Shape Memory in Spider Draglines", Springer Nature Limited, Vol. 440, 30 March, Nature Publishing Group, p.621
- Hargroves, K., Smith, M., (2006). *Innovation Inspired by Nature: Biomimicry*, ECOS. 129. 27-29. 10.1071/EC129p27, pp. 27-29
- İkinci, Ö., (2010). "Plastikten Esnek, Çelikten Dayanıklı Örümcek İpeği: Sırrı Çözülemeyen Biyopolimer", Bilim ve Teknik Dergisi, Şubat Sayısı, ss. 26-33
- Kapsali, V., (2009). *Biomimetics and The Design of Outdoor Clothing, Textiles for Cold Weather Apparel*, Chapter: Biomimetics and the Design of Outdoor Clothing, Woodhead Publishing Limited, Editors: John Williams, pp.113-130

- Montana, H., Alberto, C., Fiorentino, C., (2016). "Bio-Utilization, Bio-Inspiration, and Bio-Affiliation in Design for Sustainability: Biotechnology, Biomimicry, and Biophilic Design", The International Journal of Designed Objects, Volume 10, Issue 3, pp. 2-18
- Pathak, S., (2019). "Biomimicry: (Innovation Inspired by Nature)", International Journal of New Technology and Research (IJNTR) ISSN: 2454-4116, Volume-5, Issue-6, June, pp. 34-38
- Pohl, G., Nachtigall, W., (2015). *Biomimetics for Architecture&Design/Nature-Analogies-Technology*, Springer Pub., Springer International Publishing Switzerland, ISBN 978-3-319-19120-1, pp. 29-31
- Reis, R.L., Weiner, S., (2005). *Learning from Nature How to Design New Implantable Biomaterials*, Kluwer Academic Publishers, p. 105
- Rüstem D.G., (2015). *Biyomimetik Kavramının Araştırılması, Takı Tasarımı Koleksiyonu Üzerine Bir Uygulama*, (Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Öznur Enes), Dokuz Eylül Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Tekstil ve Moda Tasarımı Bölümü, Aksesuar Tasarımı Anasanat Dalı Lisans Tezi, İzmir, Türkiye
- Toptaş, E., Akkuş, N., (2007). "Şekil Hafızalı Alaşım ve Endüstriyel Uygulamaları", Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi, www.teknolojikarastirmalar.com, ISSN:1304-4141, ss.15-22
- Toptaş, E., Akkuş, N., Genç, G., (2008). "Şekil Hafızalı Alaşımlı Telin Elektrik Akımı Altındaki Davranışının Deneysel İncelemesi", Proceedings of 12th International Materials Symposium (IMSP'2008), Ekim 15-17, s. 1157, Denizli, Türkiye
- URL-1: <https://ystudios.com/insights-passion/biomimicry-design> (Erişim Tarihi: 11.09.2021)
- URL-2: <https://biomimicry.org/what-is-biomimicry/> (Erişim Tarihi: 05.08.2021)
- URL-3: <https://biomimicry.org/what-is-biomimicry/> (Erişim Tarihi: 08.10.2021)
- URL-4: <https://toolbox.biomimicry.org/introduction/> (Erişim Tarihi: 05.09.2021)
- URL-5: <https://biomimicry.org/what-is-biomimicry/> (Erişim Tarihi: 06.09.2021)
- Fritz V., Thomas N., Krieger, M., (2000). "Radius Orientation in The Cross Spider Araneus Diadematus", European Arachnology 2000 (S. Toft & N. Scharff eds.), Aarhus University Press, Aarhus, 2002. ISBN 87 7934 001 6 (Proceedings of the 19th European Colloquium of Arachnology, Århus 17-22 July 2000), pp. 107-116
- Zhou, Zhi-Guo, Liu, Zhi-Wen (2008). "Biomimetic Cilia Based on MEMS Technology", Journal of Bionic Engineering, Volume 5, Issue 4, December, pp.358-365.

