

A New Perspective in Biodesign: Insects

Nilay GÜLPERÇİN^{1*}

Article info:

Received: 02.05.2023

Accepted: 11.09.2023

Article type: Review

Keywords:

Nature, biological inspiration,
biomimicry, biodesign, insects

Abstract

In nature, unique diversity and richness of material are hidden in order to find solutions to the problems that human beings face due to their needs. In recent years, the concept of biomimicry, which imitates nature and reinterprets nature in engineering, architecture and design, has emerged for a more sustainable world and to preserve the fascinating power of life. This concept provides a wide range of possibilities for designers who aim to find new perspectives in the field of biodesign. The concept of biodesign, which is related to biomimicry inspired by nature, is based on cooperation with nature. In this study, how and for what purpose the science of biomimicry, which guides in producing searches based on biodesign and developing new designs, is evaluated used in design, is examined in terms of insects and examined through current examples. In the light of these evaluations, the possible contributions of insects to biodesign and their future uses are emphasized. With the development of technology, it is clearly seen that the effect of biomimicry on the field of design has become more visible today and it is a subject worth investigating. For this reason, it aims to contribute to the field by encouraging the continuity of the discussions on the subject and the development of new methods which has been the focus of the article. In addition to theoretical information, a limited number of selected visual examples are supported.

Citation: Gülperçin, N. (2023). A New Perspective in Biodesign: Insects. *International Journal of Food, Agriculture and Animal Sciences*, 3(2), 59-74.

Biyotasarımda Yeni Bir Perspektif: Böcekler

Makale bilgileri

Geliş Tarihi: 02.05.2023

Kabul Tarihi: 11.09.2023

Makale türü: Derleme


Anahtar kelimeler

Doğa, doğadan ilham alma,
biyomimikri, biyotasarım,
böcekler

Öz

Doğada, insanoğlunun ihtiyaçları nedeniyle karşılaştığı sorunlara çözüm bulacağı eşsiz çeşitlilik ve zenginlikte materyal gizlidir. Son yıllarda, daha sürdürülebilir bir dünya için doğayı taklit eden ve doğayı mühendislik, mimarlık ve tasarım alanlarında yeniden yorumlayan "biyomimikri" kavramı karşımıza çıkmaktadır. Bu kavram, biyotasarım alanında yeni arayışlar bulmayı hedefleyen tasarımcılara yeni bakış açıları sağlamaktadır. Doğadan ilham alan biyomimikrinin ilişkili olduğu biyotasarım kavramı da doğa ile işbirliği esasına dayanmaktadır. Bu çalışmada, biyotasarımı temel alan arayışları üretmede ve yeni tasarımlar geliştirmede yol gösteren biyomimikrinin, tasarımda nasıl ve ne amaçla değerlendirilebileceği böcekler açısından ele alınarak güncel örnekler üzerinden incelenmiştir. Bu değerlendirmeler ışığında, böceklerin biyotasarıma olası katkıları ve gelecekteki kullanım alanları üzerinde durulmuştur. Teknolojinin gelişmesiyle biyomimikrinin tasarım alanına etkisinin günümüzde daha görünür hale geldiği açıktır ve bundan dolayı da araştırılmaya değer bir konu olmuştur. Bu nedenle, konuyla ilgili tartışmaların sürekliliğini ve yeni yöntemler geliştirmeyi teşvik ederek söz konusu alana katkı sağlamak makalenin odak noktası olmuştur. Ayrıca çalışma, teorik bilgilerin yanı sıra seçilmiş görsel örneklerle de desteklenmiştir.

Atrf: Gülperçin, N. (2023). Biyotasarımda Yeni Bir Perspektif: Böcekler. *Uluslararası Gıda, Tarım ve Hayvan Bilimleri Dergisi*, 3(2), 59-74.

¹  *Corressponding author, <https://orcid.org/0000-0002-9309-6528>, Ege Üniversitesi Tabiat Tarihi Uygulama ve Araştırma Merkezi, İzmir, Türkiye, nilay.gulpercin@gmail.com

Giriş

Tarihsel süreçte doğa ve insan arasında var olan sürekli etkileşim, başlangıçtan bugüne süregelen bir yönelim halini almıştır. İnsanlığın yerleşik hayata geçmesiyle bu etkileşim birçok tasarımda kendini göstermiştir. Bu çalışmada biyotasarım kavramının böceklerle olan ilişkisi ele alınmıştır. Çalışmada; öncelikle biyotasarım ve biyotasarıma temel oluşturan biyomimikri kavramı üzerinde durulmuş, daha sonra biyomimikri kavramının, biyotasarımdaki yeri verilerek böcekler ile ilişkili güncel örnekler üzerinden değerlendirmeler yapılmıştır.

Biyomimikri Kavramı

İnsanların doğayı taklit etmesi; mikroskobun teknolojik gelişimiyle farklı bir boyut kazanmıştır. Otto Schmitt (1957)'in "biyomimetik", Jack Steele (1958)'in "biyonik", Janine Benyus (1997)'un ise "tasarım ve mühendislik" sorularına yanıt olması amacıyla ortaya koyduğu "biyomimikri" kavramları, doğa ile tasarım ilişkisini geliştiren bilim dalları olmuştur. Bu gelişmeler ışığında, tasarımda doğadan esinlenme önem kazanmıştır (Yıldız, 2012).

Biyomimikri terimi, Otto Schmitt tarafından 1969 yılında ilk kez kullanılmış, Latince bios (hayat) ve mimikos (taklit) kelimelerinden türetilmiştir (Kuday, 2009). Diğer tanımlamada ise anlamıyla doğada bulunan canlıların taklit edilmesini, mühendislik yaklaşımları ile geliştirilerek insan yaşamında farklı alanlarda kullanılacak malzeme, mekanizma ve sistemlere uygulanmasını amaçlayan bir disiplindir. Tasarım alanında kullanılan biyomimikri işlevsellik, biçimsel ve materyal oluşumlarından dolayı doğanın dikkatlice izlenmesi ve ilham kaynağı olarak yaşamı kolaylaştırabilmek adına yaratıcı tasarımlar geliştirmesini sağlamaktadır (Erzincan vd., 2021).

Bilinen en eski biyomimikri uygulayıcısının Leonardo Da Vinci olduğu düşünülmektedir. Bununla birlikte birçok mucit, sanatçı ve tasarımcıya ilham kaynağı olmuş ve eşsiz eserlerin ortaya çıkmasında büyük rol oynamıştır (Jabbari et al., 2014).

Günümüzde ise biyomimikrinin etkilerini çevremizdeki birçok tasarım ürünüde, çevre düzenlenmesinde, mühendislik uygulamasında ya da mimaride görmek mümkündür. Doğadan esinlenen yapılara sahip mobilyalar, şekil açısından doğanın avantajını kullanan araçlar, doğadaki geometriden ilham alınan giysi ve aksesuarlar ve doğadaki yapılara benzetilerek tasarlanmış nefes alan binalarla birlikte daha birçok alanda örneklere rastlamak mümkündür.

Biyotasarım Kavramı

Doğadan esinlenme geçmişten günümüze hep var olmuş, buna dayalı tasarımlar ise Sanayi Devrimi'nden sonra ortaya çıkmıştır. Mantık yürüterek yaşama devam edilen dönemlerde bir taş parçasının silah olarak kullanılması doğadan esinlenmeye güzel bir örnektir. İhtiyaca göre bir ürünün geliştirilmesi "Tasarım Olgusu"na ileri bir boyut kazandırmıştır (Bayazıt, 1994). Daha sonraki dönemlerde ise insanlar doğa ile uyum içinde yaşamaya başlamış, doğayı gözlemleyerek öğrenilenler yaşamı kolaylaştırmak için taklit edilmiş ve böylece kullanabilecek nesnelere ortaya çıkmıştır (Yıldız, 2012).

Myers (2012)'in tanımına göre biyotasarım, ekolojik performansı arttırmak için, tasarımın biyolojik sistemlere entegrasyonu olarak tanımlanmaktadır. Doğayı taklit eden ya da doğadan esinlenen tasarım anlayışının aksine, biyotasarım yaklaşımı yaşayan organizmaları tasarım sürecine yapıtaşı, malzeme kaynağı, enerji üretici, dijital depolama sistemi, hava temizleyici gibi birçok görevle dahil etmektedir. Bu noktada biyomimikri yaklaşımından farklılık göstererek, biyotasarımın işbirlikçi olarak tasarım süreçlerine dahil olduğunu söylemek mümkündür (Bishop, 2016).

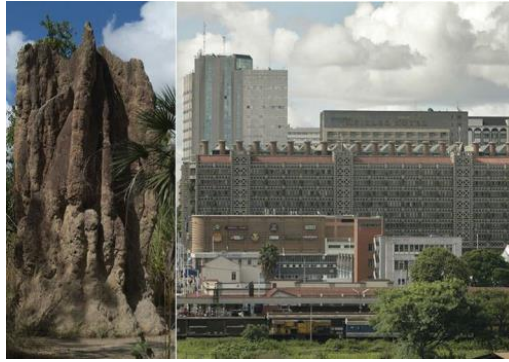
Günümüzde yaşamı kolaylaştıracak teknolojik ve endüstriyel ürünlerin tasarımında doğadan ilham alınırken, böcekler de birçok tasarıma esin kaynağı olmuştur. Biyoloji bilimi ile tasarımı bir araya getiren yaklaşımlar teknolojinin gelişimiyle önem kazanmış ve böceklerin biyotasarıma katkısı ile ilgili çalışmalar giderek artmıştır. Bu çalışmada ele alınan örnekler böceklerin biyotasarıma entegre edildiği yaklaşımların güncel ve somut örnekleridir.

Böceklerden ilham alınarak yapılmış olan biyotasarım yaklaşımli örnekler ise şu şekildedir:

Biyotasarım Örneği 1

Termit Yuvaları-Eastgate Building

Mimari dehası termit yuvaları bazı özellikleri nedeniyle biyomimikri için önemli modeller oluşturmaktadır (Tzonis et al., 2001). Termitler, yuvaları içinde beslenme amacıyla yetiştirdikleri mantarların rahatlıkla üretilebilmesi için yuvalarını sabit sıcaklıkta inşa etmektedir (Turner and Soar, 2008). Harare (Zimbabve)'de bir iş merkezi olan "Eastgate Building", termit yuvalarındaki havalandırma prensiplerinden ilham alınarak inşa edilmiştir (Avcı, 2019). Yapılan tasarımda termit yuvalarında kullanılan pasif soğutma sistemi örnek alınmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Eastgate Building ve ilham alınan termit yuvaları (Genç, 2013).

Biyotasarım Örneği 2

Termit Yuvaları-Council House 2

Melbourne (Avustralya)'deki Council House 2 binasının doğal klimatizasyonu da termit yuvalarından esinlenerek yapılmıştır (Şekil 2). Binanın en önemli özelliği, her yarım saatte bir hava değişimiyle % 100 temiz hava sağlamasıdır. Enerji kullanımını düşüren ve havayı soğutan konik havalandırma kanalları, termit yuvalarındaki çalışma prensibine benzer şekilde tasarlanmıştır (Yeler and Yeler, 2017).



Şekil 2. Council House 2 ve ilham alınan termit yuvaları (Anonymous, 2022a).

Biyotasarım Örneği 3

Yusufçukların Kanatları-New York Gökdelen Çiftliği (Dragonfly)

Doğadan esinlenerek oluşturulan tasarımlara verilebilecek bir başka örnek de “The Dragonfly” isimli projedir (Şekil 3). The Dragonfly, New York’un merkezinde, artan nüfusa yönelik bünyesinde barındırdığı bahçelerle beslenme ihtiyacını karşılayacak, doğal kaynakları tekrar kullanacak, biyolojik olarak ayrıştırılabilir atıklar oluşturacak ve kendi kendine yetebilecek kentsel tarım için tasarlanmıştır. Yusufçukların kanatlarını andıran kısımlar arasında kalan alanın, kışın sera etkisi göstermesi nedeniyle bahçeler burada konumlandırılmış ve enerji kullanımı azaltılmıştır (Cıgızoğlu, 2011).



Şekil 3. The Dragonfly ve ilham alınan yusufçuğun kanatları (Anonymous, 2022b).

Biyotasarım Örneği 4

Yusufçukların Kanatları-Helikopter Kanadı ve Pervaneleri

Helikopterlerin uçuş stili ve dengede kalabilmeleri için pervanelerinin tasarımlarında da yusufçukların kanatlarından ilham alınmaktadır. Ayrıca kuyruk tasarımı ve ağırlık merkezlerinin konumu da yusufçukların morfolojik yapıları incelenerek üretilmektedir (Şekil 4).



Şekil 4. Helikopter pervaneleri ve ilham alınan yusufçukların kanatları (Anonymous, 2022c).

Biyotasarım Örneği 5

Yusufçukların Kanatları-Münih Olimpiyat Stadı

Yusufçukların kanatlarından ilham alınarak yapılan başka bir mimari yapı ise Münih Olimpiyat Stadı’dır (Şekil 5). Stadın çatısı yusufçukların kanatları ve kanatlarındaki damarlanma yapısı örnek alınarak tasarlanmıştır.

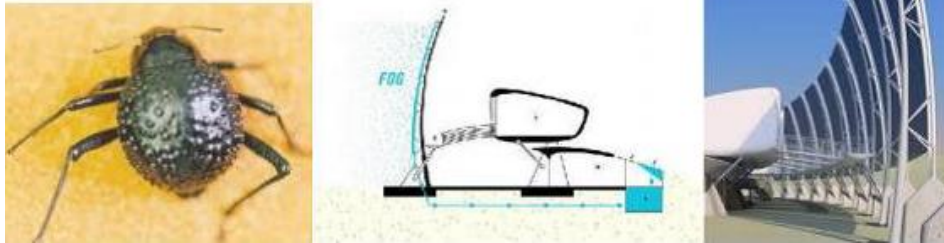


Şekil 5. Münih Olimpiyat Stadı ve ilham alınan yusufoğun kanatları (Anonymous, 2022d).

Biyotasarım Örneği 6

Namib Çöl Böceği- Namibya Üniversitesi Hidroloji Binası

Güney Afrika'daki Namib Çölü'nde yaşayan canlılar için tek su kaynağı sabahları ortaya çıkan sis damlacıklarıdır. Namib Çöl Böceği [(*Stenocara gracilipes* Solier, 1835 (Coleoptera: Tenebrionidae)], vücut yapıları sayesinde su damlacıklarını rüzgârlardan ayırıştırarak içebilmektedir. Başını aşağıya, sırt ve kanat kısmı yukarıya gelecek şekilde 45 °C'lik açıyla rüzgâra karşı amuda kalktıklarında havadaki küçük su molekülleri, sırt ve kanat yüzeylerindeki mikro tepeciklerde toplanmaktadır. Biriken su damlaları yeterli büyüklüğe ulaştığında bu tepeciklerden böceğin ağız kısmına akmaktadır (Anonymous, 2017). Namibya Üniversitesi Hidroloji Binası, zorlu çöl koşullarında hayatta kalabilen namib çöl böceğinden ilham alınarak tasarlanmıştır (Şekil 6).



Şekil 6. Namibya Üniversitesi Hidroloji Binası ve ilham alınan Namib Çöl Böceği (Tekin ve Kurugöl, 2011).

Biyotasarım Örneği 7

Namib Çöl Böceği- Warka Su Kulesi

Etiyopya'nın dağlık bölgeleri için geliştirilen Warka Su Kulesi de yüzeylerindeki mikro ölçekteki yapılar sayesinde havadaki nemi toplayıp suya dönüştürebilen Namib Çöl Böceğinin sisten su toplama davranışı incelenerek tasarlanmıştır (Şekil 7). Bu kule, her gün su toplamak için uzun mesafeler kat eden bölge halkı için su toplama sistemi olarak hizmet vermektedir.



Şekil 7. Warka Su Kulesi ve ilham alınan *Stenocara gracilipes* Solier, 1835 (Anonymous, 2022e).

Biyotasarım Örneği 8

Onymacris unguicularis (Haag, 1875) (Coleoptera: Tenebrionidae) - Dew Bank Bottle

Onymacris unguicularis (Haag, 1875)'in elytra'sındaki özel yapılar sayesinde havadaki nemi ayrıştırarak su damlacıklarına dönüştürmesi, tasarımcı Pak Kitae'ye "Dew Bank Bottle" adlı su toplama şişesinin tasarlamasında ilham olmuştur (Şekil 8). Bu böcekler, rüzgara karşı yaklaşık 45°'lik bir pozisyon aldıklarında havadaki su zerrecikleri böceğin sırtının tepesinde birikip, ağız kısmına doğru yuvarlanmaktadır. Bu mekanizmadan hareketle tasarlanan su toplama şişesi, gece boyunca dışarıda bırakılarak suyun aynı mekanizma ile yoğunlaşması ve çığ damlalarının toplanmasını sağlayarak su ihtiyacı karşılanmaktadır (Parker and Lawrence, 2001).

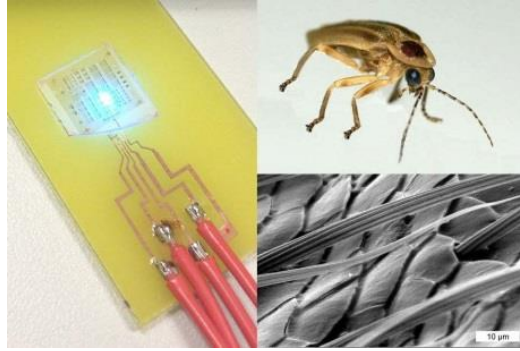


Şekil 8. Dew Bank Bottle ve ilham alınan *Onymacris unguicularis* (Haag, 1875) (Anonymous, 2022f, g).

Biyotasarım Örneği 9

Photuris spp. (Coleoptera: Lampyridae) - LED Aydınlatma

Photuris cinsine bağlı türler, abdomen'lerinin ventralinden ışık yaymaktadır. Bay et al. (2013), yaptıkları çalışmada, bu doğal yapıya benzer bir katman oluşturup, bu katmanı LED aydınlatma sistemlerine aktarmışlardır. Böylece LED aydınlatma tasarımlarına uyarlanan katman, ışık miktarının yaklaşık % 55 artmasına neden olmuştur (Şekil 9).

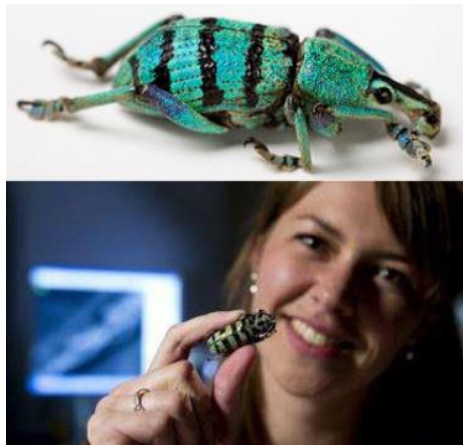


Şekil 9. LED aydınlatma ve ilham alınan *Photuris* sp. (Anonymous, 2023a).

Biyotasarım Örneği 10

Lamprocyphus augustus (Illiger, 1801) (Coleoptera: Curculionidae) - Ultra Hızlı Bilgisayar

Parlak yeşil ve siyah renge sahip *Lamprocyphus augustus* (Illiger, 1801), bilim insanları için bilgisayar mühendisliğinde yıllarca problem olmuş bir sorunun çözümüne ilham olmuştur (Şekil 10). *L. augustus*, doğadan ilham alınan yaklaşımlar içinde kimya orijinli olanların yanı sıra fizik prensiplerine dayalı tasarıma önemli bir örnektir (Özdoğan, 2015). Optik bilgisayar çipleri oluşturulurken *L. augustus*'un kitin kanatları örnek alınmıştır (Anonymous, 2023b).



Şekil 10. Ultra hızlı bilgisayarlar ve ilham alınan *Lamprocyphus augustus* (Illiger, 1801)
(Anonymous, 2023c).

Biyotasarım Örneği 11

İpekböceği- MIT Medya Laboratuvarı

Biyotasarıma ilişkin çarpıcı örneklerden biri de Neri Oxman ve arkadaşlarının (2014) ipekböcekleri üzerine yaptıkları araştırmalarıdır. MIT Medya Laboratuvarı'nda "Mediated Matter Araştırma Grubu'nun" yürüttüğü çalışmada, ipekböceğinin koza oluşturma davranışından esinlenilmiştir (Şekil 11). İpekböceğinin koza oluştururken kullandığı örme biçimi esas alınarak oluşturulan bu yapı elde edilirken bilgisayar ortamında farklı algoritmalar denenmiştir (Kırdök et al., 2019). Cihazın içindeki boşluklu yapıyı biyolojik bir yazıcı gibi dolduran ve liflerin arasını ören ise üzerine yerleştirilen 6.500 adet canlı ipekböceği tırtılı olmuştur (Özbakan vd., 2020).

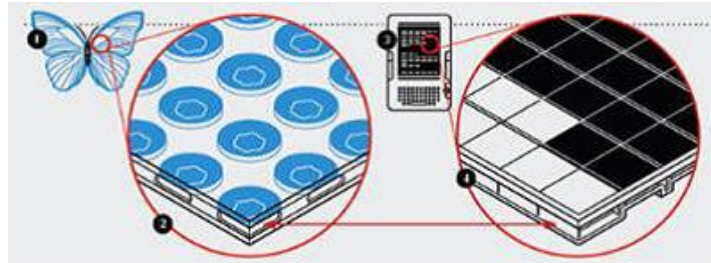


Şekil 11. MIT Medya Laboratuvarı ve ilham alınan ipekböceği (Anonymous, 2023d).

Biyotasarım Örneği 12

Kelebek Kanatları-Dijital Ekran

Kelebeklerin renkli, yarı saydam ve mikroskobik büyüklükteki pulumsu yapılara sahip kanatlarında, güneş ışığının etkisiyle prizma benzeri yansımalar oluşmaktadır. Işık, pullarla kaplı yapının içinden geçerken kanat hareketleri farklı dalga boyutlarındaki ışığın kırılmasına neden olmaktadır. Bunun yanı sıra renklerin de hareketini sağlayacak bu ışık kırılmaları kanatları parlak hale getirmektedir (Anonymous, 2023e). Dijital ekranlarda, en güçlü ışıkta parlak bir renge ulaşmak için yapay ışıktan çok, doğal ışık kullanımı için kelebek kanatlarında güneş ışığının etkisiyle oluşan yansımalarından yararlanılmıştır (Şekil 12).



Şekil 12. Dijital Ekran ve ilham alınan kelebek kanadı (Anonymous, 2023f).

Biyotasarım Örneği 13

Morpho Kelebeği-Renkli Kumaşlar

Morpho kelebeği (*Morpho didius* Hopffer, 1874) (Lepidoptera: Nymphalidae), kanat yapılarındaki optik ve ışığı farklı yollarla yansıma özelliğindeki yapısıyla tekstil sanayisinde renkli kumaşların tasarımına ilham kaynağı olmuştur (Şekil 13). Kelebek kanatlarındaki küçük boyutlu pulumsu yapılar ışık dalgalarını kırılmaktadır. Işığın yansıma özelliğine dayanılarak yapılan bu tasarım, parıltılı kumaşların üretiminde kullanılmaktadır (Özdoğan, 2015).



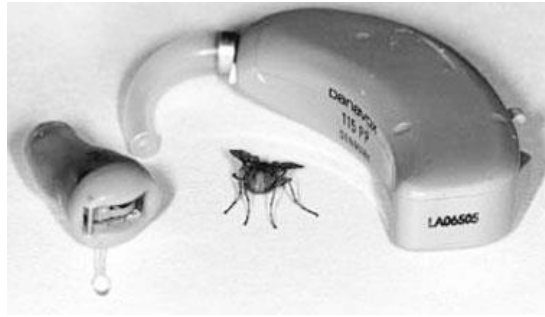
Şekil 13. Renkli kumaşlar ve ilham alınan morfo kelebeği (Anonymous, 2023g).

Biyotasarım Örneği 14

***Ormia ochracea* (Bigot, 1889) (Diptera: Tachinidae) - Ormiafon**

Cornell Üniversitesi araştırmacıları, *Ormia ochracea* adlı sinek türünün sahip olduğu işitme davranışından esinlenerek ormiafon adında işitme aleti ve dinleme cihazları tasarlamışlardır (Narins, 2001).

O. ochracea'da ses dalgası tympanal organa iletilmektedir. Seslerin tympanal organa ulaşma zamanının farkını algılayan beyin, sesin geldiği yönü tespit etmektedir. Sineğin bu davranışından ilham alınarak tasarlanan ormiafon, günümüzde işitme engelli bireylerde başarılı bir şekilde kullanılmaktadır (Şekil 14).



Şekil 14. Ormiafon ve ilham alınan *Ormia ochracea* (Bigot, 1889) (Anonymous, 2022h).

Biyotasarım Örneği 15

Balarılar-Isıya Duyarlı Kameralar

Balarılar, iğnelerinin yetersiz kaldığı durumlarda vücut ısılarını kullanarak doğal düşmanlarından korunmaktadır. Kovana saldıran bir eşek arısının etrafına toplanan balarılar, onu yaydıkları ısı ile kavurarak öldürmektedir. Sıcaklığın 50 °C'nin üzerine çıktığı yerleri kırmızı bölgeler halinde gösteren, ısıya duyarlı kameralar, balarılarının doğal düşmanlarıyla mücadele için geliştirdikleri bu davranışlarından ilham alınarak tasarlanmıştır (Şekil 15).



Şekil 15. Isıya duyarlı kameralar ve ilham alınan balarılar (Anonymous, 2022ı).

Biyotasarım Örneği 16

Balarısı Petekleri-Teleskop

Balarılarının oluşturdukları bal petekleri devasa teleskop aynalarına da ilham kaynağı olmuştur. Havanın devri daim etmesini sağlayan teleskop aynaları, teleskobun camını soğuk tutarak görüntünün daha net olmasını sağlamaktadır. Bu aynalar, ağır olmadığı için hava geçişine de izin vermektedir. Arı peteği şeklindeki teleskoplarda geniş bir görüş alanı, yüksek kalite ve genel yapının kuvvetli olmasını sağlamak amacıyla balarısı peteklerinin altıgen yapıları bu tasarımlarda kullanılmıştır (Şekil 16).

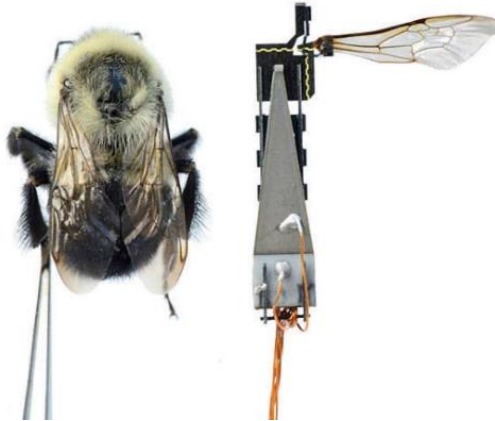


Şekil 16. Uzay teleskobu ve ilham alınan balarısı petekleri (Anonymous, 2023h).

Biyotasarım Örneği 17

***Apis mellifera* Linnaeus, 1758 (Hymenoptera: Apidae) - Robobee**

Harvard Üniversitesi'nde yapılan araştırmalarda *Apis mellifera*'nın uçuş hareketleri ve koloni içindeki diğer bireylerle iletişim davranışlarından etkilenerek Robobee adında (Şekil 17) dünyanın en küçük uçan robotu tasarlanmıştır (Wood et al., 2013). Ağırlığı 80 mg ve kanat açıklığı 3 cm olan bu robot, saniyede 120 kez kanatlarını çırpma ve 15 dakika uçuş kapasitesine sahiptir. Tasarlanan Robobee'nin, doğal afetler sonrası arama kurtarma çalışmalarında, tehlikeli çevre koşullarının araştırılmasında keşif yapmak amacıyla ve çiçeklerin döllenmesinde kullanılması amaçlanmıştır.



Şekil 17. Robobee ve ilham alınan *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 (Anonymous, 2023i).

Biyotasarım Örneği 18

Yaban Arıları-Kağıt Endüstrisi

Yaban arıları, yuvalarını doğadan topladıkları materyali kendi tükürük salgılarıyla karıştırarak oluşturmaktadır. Yaban arılarının kullandığı bu yöntemden ilham alınarak mobilyacılıkta ağaç kütükleri, kağıda dönüştürülürken bir dizi kimyasal işlemden geçirilerek bir tür mobilya hamuruna çevrilmiştir (Şekil 18).



Şekil 18. Mobilyacılıkta sunta üretimi ve ilham alınan yaban arıları (Anonymous, 2023i).

Biyotasarım Örnekleri 19

Böcekler-Moda Tasarımları

Böcekler, kanatlarının farklı renk ve desenleri nedeniyle tasarım kaynağı olarak moda sektöründe kullanılmaktadır. Modada biyotasarım malzemesi olarak işlenen böceklerin başında yeşil kanatlı mücevher böceği gelmektedir. Günümüzde Londra’da, Victoria and Albert Müzesi’nde sergilenmekte olan 1868 yılına ait elbisenin tasarlanmasında yaklaşık 5000 adet mücevher böceği kanat parçası ve parçası kullanılmıştır (Şekil 19) (Anonymous, 2023j).



Şekil 19. Yeşil Mücevher Böceği kanatları işlenmiş 19. Yüzyıla ait bir elbise (Anonymous, 2023j).

Ayrıca, 2012 yapımı “Pamuk Prens ve Avcı” filminde de Oscar ödüllü kostüm tasarımcısı Colleen Atwood, kraliçenin kostümünü tasarlarken yeşil kanatlı mücevher böceklerini kullanmıştır (Şekil 20) (Goodall, 2016).



Şekil 20. Pamuk Prenses ve Avcı filminde kraliçenin mücevher böceği kanatlı kostümü (Anonymous, 2023k).

Günümüzde böcekler, dünyaca tanınmış moda tasarımcılarının da ilham kaynağı olmuştur (Şekil 21, 22).



Şekil 21. Ağustosböceklerinin etkisiyle tasarlanmış koleksiyondan (Anonymous, 2023l).



Şekil 22. Kelebeklerin etkisiyle tasarlanmış koleksiyondan (Anonymous, 2023m).

Ayakkabı ve çanta tasarımlarda da böcek figürleri kullanılmaktadır (Şekil 23).



Şekil 23. Böceklerden ilham alınarak tasarlanmış ayakkabı ve çanta (Anonymous, 2023n).

Biyotasarım Örnekleri 20

Böcekler-Mücevher Tasarımları

Mücevher tasarımcıları da takı koleksiyonu hazırlarken, ilham aldıkları tasarımlarında böceklere sıkça yer vermektedir (Şekil 24-26).



Şekil 24. Kelebeklerden ilham alınarak tasarlanmış kol düğmeleri (Anonymous, 2023o).



Şekil 25. Kelebeklerden ilham alınarak tasarlanmış bir broş (Anonymous, 2023ö)



Şekil 26. Kutsal Mısır Böcekleri’nden ilham alınarak tasarlanmış bir çift küpe (Anonymous, 2023p).

Sonuç

İnsanoğlu, doğanın bir parçası olarak doğan; doğanın merkezinde, doğal çevreye uyum sağlamaya çalışan bir canlıdır. Tarihsel süreç boyunca doğa ve doğadaki canlıların, insanı ilgilendiren her alanda eşsiz bir ilham kaynağı olduğu sonucundan hareketle, insanlar doğada yaşayan canlıların deneyimlerinden yararlanmıştır.

“Doğadan esinlenme” 21. Yüzyılda teknolojik ve bilimsel gelişmelerle, biyotasarım alanında yenilikçi bir yaklaşıma dönüşmüştür. Tarihsel sürece bakıldığında, ilk çağlardan beri doğayı izlemek, anlamak ve görsel çıkarımlarda bulunmak bir tasarım yöntemi olmuştur. Günümüzde bu konuda yapılan bilimsel ve teknolojik çalışmaların artmasıyla da biyotasarım araştırmaları önemli bir boyut kazanmıştır.

Biyomimikrinin biyotasarıma entegre edilmesiyle doğanın işleyişindeki tabi sistem hayatımızı kolaylaştıracak teknolojiler için ip uçları sunmaktadır. Bu çalışmada, böceklerin biyotasarıma entegre edildiği biyomimikrinin güncel ve somut örneklerinden bazıları sunulsa da daha yüzlerce örnek şu anda hayatımızı kolaylaştırmaya devam etmektedir.

Doğaya dönüş esaslı yaşam, öncelikle enerji verimliliğini, sürdürülebilir kaynaklara yönelmeyi ve doğanın içinde yer alan canlı ve cansız varlıklarla uyum içinde olmayı gerektirmektedir. Bu uyumun devamlılığı, biyomimikri biliminin biyotasarıma entegre edilmesiyle yapılacak çalışmaların artırılmasıyla gerçekleşecektir.

Kaynaklar

Anonymous, (2017). <https://www.zaferdergisi.com/makale/10997-tam-tesekkullu-su-toplama-makinesi-stenocara-gracilipes.html> (Erişim Tarihi: 03.06.2022).

Anonymous, (2022a). <https://www.archdaily.com/395131/ch2-melbourne-city-council-house-2-designinc> (Access date: 11 July 2022).

Anonymous, (2022b). <https://www.sciencenews.org/article/how-math-helps-explain-delicatepatterns-dragonfly-wings> (Access date: 11 July 2022).

Anonymous, (2022c). <https://www.argevetasarim.com/dogadan-esinlenilerek-gelistirilen-teknolojiler-biyomimetik/helikopter-yusufcuk> (Erişim Tarihi: 11.07.2022).

- Anonymous, (2022d). <http://www.bilginanahtari.net/teknolojinin-dogadan-ilham-alarak-ilerledigi-biyomimetik-biliminden-24-ornek/13-teknoloji-ve-doga/> (Erişim Tarihi: 11.07.2022).
- Anonymous, (2022e). <https://www.m.arkitera.com/proje/7188/warka-su-toplama-kulesi> (Erişim Tarihi: 11.07.2022).
- Anonymous, (2022f). <https://www.emaze.com/@AOQRCQLT> (Access date: 11 July 2022).
- Anonymous, (2022g). <https://www.yankodesign.com/2010/07/05/beetle-juice-inspired/> (Access date: 11 July 2022).
- Anonymous, (2022h). <https://ahirzaman.page/post/1339/sinek-kulagindaki-tasarim-isitme-aletlerinde-devrim-yapacak> (Erişim Tarihi: 17.06.2022).
- Anonymous, (2022i). <https://www.argevetasarim.com/dogadan-esinlenilerek-gelistirilen-teknolojiler-biyomimetik/bal-arilarinda-savunma-stratejisi-tasarimi/> (Erişim Tarihi: 17.06.2022).
- Anonymous, (2023a). <https://www.led-professional.com/technology/light-generation/scientists-mimic-fireflies-to-make-brighter-leds> (Access date: 17 April 2023).
- Anonymous, (2023b). <http://www.webecoist.momtastic.com/2011/01/14/brilliant-bio-design-14-animal-inspired-inventions/> (Access date: 17 April 2023).
- Anonymous, (2023c). <http://www.cdn.physorg.com/newman/gfx/news/hires/1009-39129.jpg> (Access date: 17 April 2023).
- Anonymous, (2023d). <https://www.designboom.com/technology/the-silk-pavilion-by-mit-media-labs/>. (Access date: 17 April 2023).
- Anonymous, (2023e). http://www.bloomberg.com/bw/magazine/content/10_19/b4177036185289.htm. (Access date: 17 April 2023).
- Anonymous, (2023f). http://www.businessweek.com/magazine/content/10_19/b4177036185289.htm (Access date: 17 April 2023).
- Anonymous, (2023g). <http://www.asknature.org/product/deepa> (Access date: 17 April 2023).
- Anonymous, (2023h). <https://www.201806-dcs-uploaded-doc.s3.eu-west-1.amazonaws.com/> (Access date: 30 January 2023).
- Anonymous, (2023i). <https://www.harvardmagazine.com/2017/11/robobee-harvard> (Access date: 30 January 2023).
- Anonymous, (2023j). <https://www.istockphoto.com/tr/foto%C4%9Frafklar/yaban-ar%C4%B1s%C4%B1-yuvas%C4%B1> (Access date: 30 January 2023).
- Anonymous, (2023j). <https://www.vam.ac.uk/exhibitions/fashionedfrom-nature> (Access date: 22 April 2023).
- Anonymous, (2023k). <http://www.dailymail.co.uk/femail/article-2153408/How-Charlize-Therons-rotting-costume-Snow-White-And-The-Huntsman-DUNG-BEETLEshells.html> (Access date: 22 April 2023).
- Anonymous, (2023l). <http://www.myitthings.com/trendinista/Post/fashion/It-Designer/Jean-Paul-Gaultiers-Giant-Cicadas/507142008144036588.htm> (Access date: 22 April 2023).
- Anonymous, (2023m). <http://www.delpozo.com> (Access date: 22 April 2023).
- Anonymous, (2023n). <http://www.sanayi313.com> (Erişim Tarihi: 22.04.2023).
- Anonymous, (2023o). <https://www.oakgem.com/products/gucci-malachite-diamond-insect-gold-silver-cufflinks> (Access date: 22 April 2023).
- Anonymous, (2023ö). <https://www.nasvete.com/eva-anders-insect-brooches/> (Access date: 22 April 2023).
- Anonymous, (2023p). <http://www.begumkhan.com> (Erişim Tarihi: 22.04.2023).
- Avcı, F. (2019). Doğa ve inovasyon: Okullarda biyomimikri. *Anadolu Öğretmen Dergisi*, 3 (2): 214-233.
- Bay, A., André, N., Sarrazin, M., Belarouci, A., Aimez, V., Francis L.A. & Vigneron, J.P. (2013). Optimal overlayer inspired by *Photuris* firefly improves light-extraction efficiency of existing light-emitting diodes. *Optics Press*, 21 (51): 179-189.

- Bayazıt, N. (1994). Endüstri ürünlerinde ve mimarlıkta tasarlama Metodlarına Giriş. Gürkan, İstanbul. 288 s.
- Benyus, J.M. (1997). Biomimicry: Innovation inspired by nature. New York: William Morrow and Comp, Inc., 320 pp.
- Bishop, M. (2016). The sustainable fashion paradox solved? How bio-design can answer the environmental and sustainability issues of the 21st century fashion industry. Master's thesis, Leiden University, Leiden.
- Cıgızoğlu, M. (2011). Biyomimetik tepkisel yüzey örtüsü tasarımı için model önerisi: Hexa-myosis. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul. 101 s.
- Erzincan, A., Yıldız, N., Parlak, D., Günay, E., Evren, B. & Mercin, L. (2021). Endüstriyel tasarım ürünü sofa seramiklerinde biyomimetik ve biyomorfizm'den yararlanılması. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi Dergisi*, 11 (28): 1-26.
- Genç, M. (2013). Doğa, sanat ve biyomimetik bilim. Hacettepe Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü Seramik Anasanat Dalı, Ankara, 144 s.
- Goodall, J. (2016). Looking glass worlds: The queen and mirror. *M/C Journal*, 19 (4): 1-3.
- Jabbarri, E., Kim, D.H. & Lee, L.P. (Eds.) (2014). Handbook of biomimetics and bioinspiration: Biologically-driven engineering of materials, processes, devices, and systems. World Scientific. 1464 pp.
- Kırdök, O., Altun, T.D., Dokgöz, D. & Tokuç, A. (2019). Biodesign as an innovative tool to decrease construction induced carbon emissions in the environment. *International Journal of Global Warming*, 19 (1-2): 127-144.
- Kuday, I. (2009). Tasarım sürecinin destekleyici faktör olarak biyomimikri kavramının incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, s. 19.
- Myers, W. (2012). What is biodesign? http://www.designdebates.nl/_pdf/whatIsBiodesign_10-5-12.pdf <https://biomimicry.org/what-is-biomimicry/> (Access date: 10 April 2022).
- Narins, P.M. (2001). In a fly's ear. *Nature*, 410: 644-645.
- Oxman, N., Laucks, J., Kayser, M., Duro-Royo, J. & Gonzales-Urbe C. (2014). Silk pavilion: A case study in fiber-based digital fabrication. FABRICATE Conference Proceedings, Fabio Gramazio, Matthias Kohler, Silke Lan enber (eds.) Verla, 248-255.
- Özbakan, F.A., Altun, T.D., Tokuç, A., Andıç Çakır, A., Köktürk, G. & Şendemir, A. (2020). Mimarlığın doğa ile ilişkisinde yeni bir boyut: Biyotasarım. *Yapı Dergisi*, 461: 48-53.
- Özdoğan, M. (2015). Biyosüreç: Doğadan ilham alan tasarım süreçleri için sistematik bir yöntem önerisi ve uygulaması. Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstriyel Sanatlar Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 146s.
- Parker, R. & Lawrence, C.R. (2001). Capture by a desert beetle. *Nature*, 414, 33.
- Tekin, Ç. & Kurugöl, S. (2011). Üç canlı ile çevre dostu üç bina. *E-Journal of New World Sciences Academy*, 6 (4): 943-952.
- Turner, J.S. & Soar, R.C. (2008). Beyond biomimicry: What termites can tell us about realizing the living building. First International Conference on Industrialized, Intelligent Construction (I3CON) Loughborough University, 14-16 May 2008.
- Tzonis, A., Lefaivre, L. & Stagno, B. (2001). Tropical architecture: Critical regionalism in the age of globalization. New York: Journal Wiley and Sons. 10-11 pp.
- Wood, R.J., Nagpal, R. & Wei, G. (2013). Flight of the roboBees. *Scientific American*, 308 (3): 60-65.
- Yeler, M.G. & Yeler, S. (2017). Models from nature for innovative building skins. *Kırklareli University Journal of Engineering and Science*, 3 (2): 142-165.
- Yıldız, H. (2012). Endüstri ürünleri tasarımı kapsamında biyomimetik tasarımın yeri ve Metodolojisi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Ürünleri Tasarımı Anabilim Dalı, Endüstri Ürünleri Tasarımı Programı Yüksek Lisans Tezi, 143 s.