



Sıdıka Benan Çelikel

Akdeniz University, benancelikel@akdeniz.edu.tr, Antalya-Turkey

Setenay Uçar

Antalya Bilim University, setenay.ucar@antalya.edu.tr, Antalya-Turkey

DOI	http://dx.doi.org/10.12739/NWSA.2020.15.2.4C0235	
ORCID ID	0000-0003-4895-0139	0000-0003-4206-6094
CORRESPONDING AUTHOR	Sıdıka Benan Çelikel	

BIYOMİMİKİRİ: DOĞAYLA UYUMLU YENİ BİR TASARIM MODELİ

ÖZ

Biyomimikri, genel olarak, CO₂ salınımının azalması, sağlığı olumlu yönde etkilemesi, doğal havalandırma ile ek havalandırma sistem ve masraflarının ortadan kalkması, sonsuz güneş ışığı ile birlikte sınırsız elektrik üretimi ve bu sayede tükenen enerji kaynaklarından olan fosil yakıtların kullanılmaması ve çevreye zararlı emisyonların salınmaması vb. unsurlarla ekolojik dengeye katkı sağlar. Tasarım bağlamında biyomimikri ise, doğanın evrimsel süreç içinde geliştirdiği çözümlerin incelenerek tasarım alanına aktarılması anlamına gelir. Disiplinler arası iş birliğini gerektiren bu tasarım modelinde hedef, doğayı örnek alarak çözüme ulaşmaktır. Biyomimikri ile tasarımlar problem ya da çözüm odaklı yaklaşımlar olmak üzere iki şekilde irdelenir. Teknolojinin gelişimi ve tasarım üzerine etkisinin incelendiği bu çalışmada biyomimikri doğayla dost alternatif bir tasarım modeli olarak tanıtılmış ve çeşitli disiplinleri kapsayan örnekler üzerinden açıklanmıştır. Teknolojinin yardımıyla herhangi bir enerji tüketmeden ekosistemsel düzenin yapılar ve ürünler üzerinde uygulanması incelenmiştir. Bu durumda günümüzde gittikçe artan teknoloji kullanımlarının hayatımıza kattığı kolaylıklar ile birlikte sıkıntıları da ortaya çıkmaktadır. Bu çalışma tasarım alanında biyomimikrinin temel ilkeleriyle uyumlu, ekolojik duyarlılığa sahip ve doğa dostu bir anlayışın oluşturulmasını amaçlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Biyomimikri, Ekoloji, Sürdürülebilir Tasarım, Yeni Tasarım Modelleri, Teknoloji

BIOMIMICRY: A NEW DESIGN APPROACH HARMONIOUS WITH NATURE

ABSTRACT

Biomimicry, in general, contributes to ecological balance as it helps reduce CO₂ emissions in buildings, positively affects health, eliminates the need for natural ventilation and additional ventilation systems and costs, unlimited electricity generation with endless sunlight, thus eliminating fossil fuels from depleted energy sources and ecological balance such as not releasing harmful emissions to the environment. Biomimicry, in the context of design, is the transferring of solutions nature have developed through its evolutionary process into the field of design. The aim of this model where an interdisciplinary approach is required is to achieve a design solution through the imitation of nature. Biomimicry model is examined in two categories which are problem-based and solution-based approaches. In this paper where the development of technology and its effects of nature is evaluated, biomimicry is understood as a design model harmonious with nature and is exemplified through different disciplines. The effects of ecological system on structures and products with the help of technology has been examined. In this case, nowadays the growing use of technology creates ease and grace in our daily life as well as problems and hardships. This study aims at developing an environmentally-wise and ecologically-friendly understanding in the field of design which is aligned with the core principles of biomimicry.

Keywords: Biomimicry, Ecology, Sustainable Design, New Design Approaches, Technology

How to Cite:

Çelikel, S.B. ve Uçar, S., (2020). Biyomimikri: Doğayla Uyumlu Yeni Bir Tasarım Modeli, Humanities Sciences (NWSAHS), 15(2):51-60, DOI: 10.12739/NWSA.2020.15.2.4C0235.

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

"Biyomimikri" ilk olarak 1962'de genel bir terim olarak ortaya çıkmıştır. Grekçe *bios* (hayat) ve *mimikos* (taklit) kelimelerinin birleşimlerinden meydana gelen biyomimikri, en genel tanımıyla bir yaşam biçiminin bir başkası tarafından taklit edilmesi anlamına gelir [19]. Tasarım bağlamında biyomimikri ise, doğayı işlevsel, biçimsel ve materyal oluşumları çerçevesinde dikkatlice gözlemlemek ve doğanın üretimlerinin ilham verdiği çağrışımları yaratıcı tasarım etkinliği süreçleriyle birleştirerek hayatı kolaylaştıracak tasarım önerileri geliştirmektir. Biyomimikri ya da bir başka kullanım biçimi olarak biyomimesis, "Doğanın dehasına bilinçli bir öykünme. Doğadan ilham alan inovasyon" [4] olarak düşünülebilir. Doğayı taklit etme kavramı, onu doğrudan kopyalama kavramıyla karıştırılmamalıdır. "Kopyalama" kavramı sanat ve tasarım bağlamında olumsuz yan anlamlara sahiptir. Kopyalanarak çoğaltım yoluyla, asıl (orijinal) olanın biriciklik vasfını yitirmek suretiyle değerden düştüğü düşünülür [3]. Ne var ki, biyomimikride söz konusu olan, mevcut tasarıma doğadaki çözümün eklenmesi yoluyla tasarım probleminin geliştirilerek daha yüksek bir tarzda bir çözüme ulaştırılmasıdır. Doğanın söz konusu taklidi, "doğaya ilişkin gözlemin herhangi bir ürüne doğrudan bir aktarımı anlamına gelmez, daha ziyade biyolojik kavramların ürün geliştirme süreçlerine yaratıcı bir tarzda uygulanmasına gönderme yapar" [19].

Tasarım alanına ilişkin problem çözüm süreçlerinde bir ilham kaynağı arayışı da, bu ilhamı doğaya üzerinden gerçekleştirme çabası da yeni değildir. Endüstrileşmeyle birlikte bir kat daha gözle görülür hale gelen 'doğadan ilhamla alan inovasyon' yaklaşımını, Paxton'un Billur Saray'ın konstrüksiyonunu için (dev yapraklarının içinde hava keseleri sayesinde kendinden beklenenin ötesinde ağırlık taşıma kuvvetine sahip) dikkatle incelediği Amazon nilüferleri ya da Wright kardeşlerin uçak için aradıkları kanat tasarımları için uzun süre kuş gözlemi yapmaları verilebilir [9 ve 19]. Biyomimikrinin bir terime dönüşerek tasarım sahnesine çıkışı ise, 'doğadan ilhamla tasarlama' yaklaşımlarının sistematikleşme sürecine işaret eder. Geçen yüzyılın ortasından bu yana gittikçe artan oranlarda kavramsal bir hacim kazanması ve derinliğiyle kapsamını kararlı bir şekilde arttırmak yoluyla tasarlama süreçlerine her geçen gün daha fazla entegre oluşu, biyomimikriyi tekil tasarım süreçlerine eşlik eden rastlantısal bir unsur olmaktan çıkarmakta ve bilimin rehberliğinde tasarım disiplininin araştırma ve geliştirme süreçlerinin önemli bir bileşeni haline getirmektedir.

2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

Ekolojik ve sürdürülebilir tasarım anlayışlarının insanın yeniden uyum arayışının bir sonucu olduğu söylenebilir. Bu yeni yaklaşımlar, kaynakların verimli ve doğaya en az zararı verecek şekilde kullanılması, sürekli olabilmeye yetisinin kullanılan malzemenin tasarım ifadesine kadar olası bütün alanlarda ön-planda tutulması, rekabet yerine işbirliği, talan yerine korumacılık vb. pek çok etik duyarlılığı göz önünde bulundurma gayreti içindedir. Gelecek kuşakların ve diğer yaşam formlarının yaşam haklarına saygı duyan bu yaklaşımlar, doğayla uyumlu ve dostane bir varoluş disiplinini, sorumlu ve insanı bir tavır temsil eder. Biyomimikrinin de bir uzantısı olduğu bu ekolojik ve sürdürülebilir tasarım kavrayışlarının, enerji verimliliğinden görsel konfora kadar ekosisteme uygun bir tasarım modeli peşinde oldukları söylenebilir. Söz konusu çalışma, tasarım alanındaki disiplinlerin etik ve ekolojik duyarlılıklarının geliştirilebilmesi için bir güncel bir tasarım paradigması modeli olarak biyomimikri, ilkin bilimsel ve teknolojik bir bakış açısı çerçevesinde tartışılmakta, ardından özel olarak biyomimikri genel bir

sürdürülebilir tasarım çerçevesinde irdelenmekte ve nihayet şimdiye dek yapılan araştırmalarda genel görünüm itibariyle dağınık halde ele alınan biyomimikri örnekleri mimari tasarım, peyzaj tasarımı, endüstri ürünleri tasarımı ve malzeme olarak dört gruba ayırarak nitelikli bir düzen içinde bir araya getirilerek üç düzeyde kısaca açıklanmaktadır.

3. BİLİM VE TEKNOLOJİ (SCIENCE AND TECHNOLOGY)

Tasarımcı, mühendis ve biyologları içeren farklı disiplinlerden pek çok araştırmacı, biyomimikri vasıtasıyla güncel tasarım sorunlarını çözmek için birbirlerinden ilham almaktadır. Bu araştırmacıların temel ortak noktaları doğaya dair duyarlılıkları ve tasarımlarına doğa ile uyumlu çözümler önerme yönündeki talepleridir. Klein [10], "insanlar, doğa ve yapılı çevre arasında daha derin ve daha duyarlı bir bağlantı kurulmadığı takdirde, sürdürülebilir tasarım için herhangi bir teklifin sonuçta eksik ve dolayısıyla başarısız olacağı" iddiasında bulunurken, Rao [15], "Biyomimikri doğayı görmenin ve değerlendirmenin yeni bir yoludur. Doğal dünyadan neler çıkarabileceğimize değil, ondan ne öğrenebileceğimize dayanan bir dönem başlatır" diyerek ekolojik bir duyarlılığa ve doğayı anlamının önemine vurgu yapmaktadır.¹

Modern öncesi dönemlerde, hayatta kalmak kaçınılmaz olarak doğaya ayak uydurmayı gerektirdiği için insanın doğa ile kurduğu ilişki modern döneme kıyasla farklıdır. İnsanın doğa üzerinde tahakküm kurma ve kendini onun insafından özgürleştirerek aşkınlaşma çabasına gönderme yapan modern çağ, onun doğa ile olan ilişkisinde daha önceki çağlarda söz konusu olmayan yeni bir süreç başlatır. İnsanı yüzyıllardır yurt edindiği topraklardan koparıp bilinmedik coğrafyalara sürükleyen göç ve kaçınılmaz getirisi olarak kentleşme ve yabancılaşma; evrenin ve insanın evrendeki yerinin yeniden tanımlanmasına neden olan bilimsel keşifler; bilim alandaki gelişmeleri üretim alanına aktararak insanın yaşam-dünyasında radikal değişiklikler yaratan endüstrileşme vb. pek çok unsur, insan ile doğa arasındaki ilişkiyi dönüşüme uğrattır [5].

Bir zamanlar doğa kavramını karşılamak için kullanılan ve "bir şeyin kendisinden hareketle ortaya çıkması" anlamına gelen *physis*, mekanik bir evren modeli çerçevesinde ele alınarak anlam daralmasına uğrar ve modern fiziğe dönüşür [8]. Bir açığa çıkma tarzı olarak fizik kavramının matematiksel bir ön-belirlenimi ifade eden fizik bilimi haline gelmesi, insanın doğayla uyum arayışında olmak yerine, doğanın güçlerine egemen olmaya çalışan, doyumsuz bir güç arzusuyla çevresine zarar veren ve her şeyi kendi çıkarlarına göre kullanma eğiliminde Faustvari bir zihniyet yapısına girdiğini gösterir. Bir zamanlar doğa

¹ Biyomimikrinin çevre duyarlılığı tasarım uygulamaları bağlamında iki temel bakış açısı çerçevesinde ele alınmaktadır. Bunlardan ilki 'indirgemeci görüş'tür ve doğanın ekolojik bir kaygı gütmeyen taklit edildiği sığ bir uygulama yaklaşımına referans verir. Doğanın biyomimikri yoluyla taklidi ille de doğa ile uyumlu bir ürünün geliştirilmesini gerektirmemektedir. Sonuç tam tersi bir duruma bile sebebiyet verebilir. Bir diğer yaklaşım ise parça/bütün arası ilişkileri bir bütün olarak değerlendiren 'holistik görüş'tür. Ekolojik duyarlılığın temel, vazgeçilemez bir değer olarak tasarım süreçlerine eşlik etmesi anlamına gelir. Doğal süreçlerin ve bir adım daha öteye giderek doğal ekosistemlerin taklit edilmesine gönderme yapan holistik bakış açısı, doğal süreçler ve ekosistemler de facto olarak kendi kendisine zarar veremeyeceği için ortaya çıkan tasarım kaçınılmaz olarak 'eko-tasarım' olmak durumundadır [4, 16, içinde 19]. Ayrıca Arazi Sanatı'nın (*Land Art*) geçirdiği sürece de bu bağlamda değinmek uygun olabilir. Arazi Sanatı, 1960'larda Amerika Birleşik Devletleri ve Avrupa'daki bir grup sanatçının alternatif sanat yaklaşımı yollarını aramaları sonucu ortaya çıkar. Hem doğal çevreyle girilen sağlıklı bir iletişimi hem de resim sanatının girmiş olduğu kıskacı aşma girişimi olarak başlayan Arazi Sanatı, manzarayı boyalar ve tuval vasıtasıyla resmetmek yerine, bizzat manzaranın toprak ile doğrudan bir temasa geçilerek şekillendirilmesi anlamına gelir. Ne var ki başlangıçta ekolojik bir duyarlılığı barındırarak doğayı kutsayan bu sanat, sonraki yıllarda çevreye zarar veren ve mevcut ekosistemi korumak bir yana ona meydan okuyarak tahrip eden bir hale dönüşmüştür [11].

felsefesinin ilgi alanı olan fiziğin ondan ayrılarak bilimsel bir alan olarak ortaya çıkışı ise, modern teknolojinin gelişip serpilme için gereksindiği zemini sağlar. "Teknoloji" kelimesi, her ne kadar günümüzde sayısız unsuru kapsayacak bir genişlikte ve sıklıkta kullanılsa da tarihsel sürecini göz önünde bulundurduğumuzda son derece yeni bir kavram olduğu ortaya çıkar. Günlük hayata girişi Endüstri Devrimi'ne uzanan kavramın bir terim olarak kullanılmaya başlamış 19. yüzyılın ikinci yarısını bulur. Kesintisiz bir ileriye doğru yol alış hareketine işaret eden teknoloji kavramı, hayat temposunda sürekli bir artışı ve rekabeti talep etmesi açısından belirleyicidir [1].

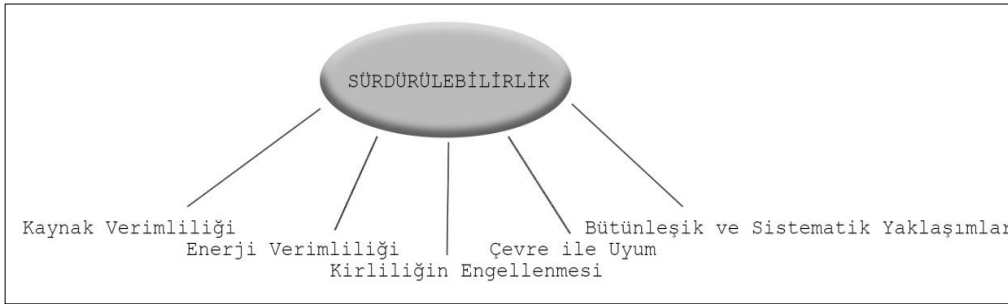
Ne var ki, teknolojinin sürekli ilerleme buyruğunun yarattığı sorumsuz davranış kalıpları, geçen yüzyılın son ve ondan bir önceki on yılın başlarında doğaya verdiği ölümcül hasara paralel olarak insanı derin bir bunalıma sokar. Sağlıktan toplumsal ilişkilere, ekonomiden siyasete kadar pek çok alanda tamiri güç hasarlara neden olur. "...Zihinsel, ahlaki ve manevi boyutları olan" bu bunalım, "...gezegen üzerindeki insan ırkının ve her türlü hayatın imhasına yönelik gerçek bir tehdit" oluşturması açısından kritik bir öneme sahiptir [6]. Hayatın sürekli hızlandırılması ve artan rekabet olgusu, insanın gezegen üzerinde yaşayan diğer paydaşların varlığını ve haklarını her geçen gün daha çok gasp etmesine neden olur. Birkaç yüzyıl boyunca sürekli gelişim ve ilerleme ülküsünü hoşnutlukla ve gururla sahiplenen insan, bir yüzyılı aşkın bir süreden bu yana doğaya ve üzerinde yaşadığı gezegene vermiş olduğu zararı idrak etmeye başlar. İnsan-teknoloji ilişkisinin etik ve sosyal etkileri üzerine derinlemesine bir sorgulama yürütülmesini gerektiren zorunlu hale getiren bu durum, gezegen üzerindeki hayatın büyük çapta ekolojik bir felaketle sonlanmaması gayesi üzerinde odaklanır. Doğal kaynakların bilinçsizce kullanımını, fosil yakıt kullanımında aşırıya kaçılmasıyla baş gösteren karbon salınımı, zehirli kimyasal maddelerin havaya ve suya karışması vb. modern tüketim biçimleri, sadece ekosisteme kalıcı hasarlar vermekle kalmaz ve insan yaşamını tehdit eder hale gelir [1 ve 6]. Tüm bu sürecin sonunda insan, Heidegger'in [8] keskin tespitiyle, doğaya meydan okuduğu ölçüde kendini doğa tarafından meydan okunmuş olarak bulur. Modern yaşamın en karakteristik unsurlarından biri insanın kaybettiği sağlığını yeniden tesis etme yönündeki mücadelesidir. Atık maddelerin doğrudan suya ve havaya karışması kalp rahatsızlıkları, inme vb. hastalıkları tetiklerken, toprağın dokusunu bozan zirai ilaç kullanımı ve genetik oynamalar kanser gibi ağır hastalıklara neden olarak insan yaşamını tehdit eder. Kendini doğadan üstün ve bağımsız bir varlık olarak görmek yerine onun ortak bir bileşeni, organik bir parçası olduğunun ayırdına varmaya başlayan insan, modern üretim ve tüketim modalitelerini nihayet masaya yatırır. Dünyanın doğal dengesini muhafaza etmeye yönelik alternatif teknoloji ve tasarım yaklaşımlarının arayışına geçer.

Yukarıda sözü geçen arayışlardan en önemlilerinden biri üretim güneş enerjisinin teknoloji ile birleştirilmesi çabasıdır. Capra'nın [6] "yenilenebilir, ekonomik açıdan verimli ve çevreye karşı şefkatli" olarak tarif ettiği bu enerji türü, bugün kullandığımız bütün enerji türlerinin kaynağı ve özüdür. Odun, kömür, mazot ya da gaz güneş enerjisinin bitkiler aracılığıyla kimyasal olarak dönüşüme uğramasından oluşurken, rüzgarı ısıtma yoluyla hareket ettiren de suyu besleyen de yine güneş enerjisidir. En eski biyomimikri teknolojilerinden olan fotovoltaiklar (güneş panelleri), bitkilerin fotosentez yoluyla besin üretmesine benzer bir şekilde güneşten elektrik üretebilen mekanizmalardır. Fotovoltaiik teknolojisi, ev aletlerinden mimariye kadar çeşitli alanlara entegre edilerek sorunsuz bir şekilde çalışır hale gelmiştir. Çevreye zararlı emisyonlar

yayılmaması konusunda önemli bir icat olan fotovoltaiıklar, temiz enerji kaynağı olarak güneşi kullanması ve fosil yakıtların tükenmesini gerektirmemesi açısından önemlidir. Günümüzde tükenmekte olan fosil yakıtların kullanım oranları göz önünde bulundurulduğunda, yenilenebilir enerjilere yönelmenin ve teknolojik yatırımların bu yönde yapılmasının önemi daha belirgin bir şekilde ortaya çıkmaktadır.

4. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK VE BİYOMİMİKRI (SUSTAINABILITY AND BIOMIMICRY)

"Sürdürülebilirlik" kavramı çeşitli olmak, üretkenliğin devam etmesini sağlamak ve mevcut kaynakları korumak olarak tanımlanır [13]. Kamuoyunun sürdürülebilirlik kavramıyla tanışması, Birleşmiş Milletler bünyesinde yer alan Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu'nun "Ortak Geleceğimiz" adını taşıyan 1987 tarihli raporu sayesinde oluşmuştur. Bu raporda, insanlığın sürdürülebilir bir kalkınma yaklaşımı sergileyebilme yetisine sahip olduğunun altını çizen Yedekçi'ye [20] göre, sürdürülebilir tasarımda dikkat edilmesi gereken beş temel ilke bulunmaktadır. Bu yaklaşımlar sırasıyla Şekil 1'de de görülebileceği gibi şöyledir: 1. Tüketilen kaynakların sınırlarını belirleyerek kaynak verimliliğine dikkat edilmesi, 2. Enerjiyi etkin kullanabilmek için göz önünde bulundurulması gereken enerji verimliliği, 3. Fosil yakıtlarla meydana gelen sera gazı gibi çıktıkların çevreyi olumsuz yönde etkilemesinin önüne geçmek yoluyla kirliliğin engellenmesi, 4. Doğal çevre ile uyum ve 5. Bütünleşik ve sistematik yaklaşımlar.

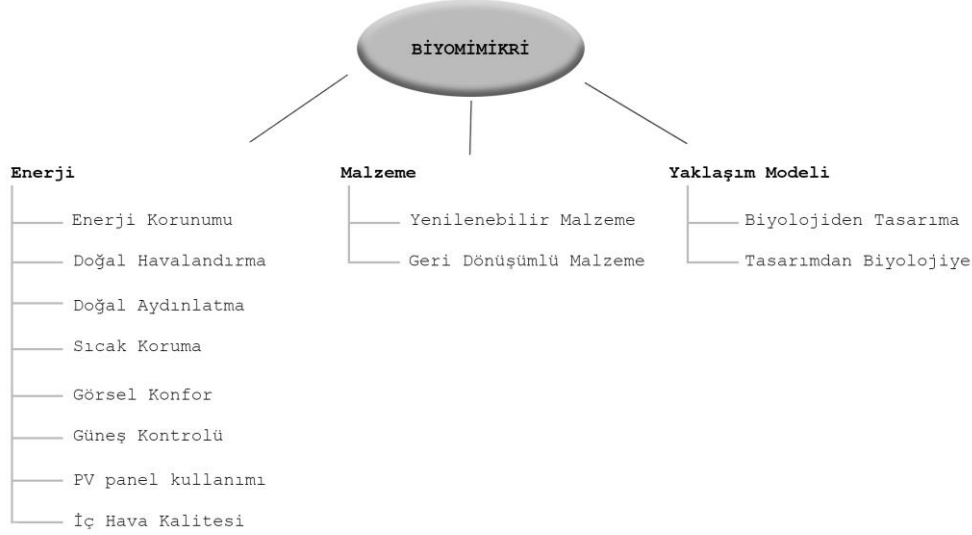


Şekil 1. Sürdürülebilir tasarımda dikkat edilmesi gereken beş temel ilke

(Figure 1. Five main principles needed to be taken into consideration in sustainable design)

Günümüzde enerji tüketimi sanayi, konut, ticaret ve ulaşım gibi birçok sektörde artarak kendini gösterir. Bu durum, enerji kaynaklarının yıllar içerisinde tükenmesine yol açar. Özellikle inşaat sektöründe harcanan enerjinin fazlalığı ve çevreye verdiği kirliliği engellemek için sürdürülebilirlik ile enerjiyi korumanın önemi artmıştır. Küresel ısınma, iklim değişiklikleri ve ekolojik dengenin bozulması gibi birçok olgu inşaat sektöründe tüketilen enerji ile bağlantılıdır [18]. Sürdürülebilirlik, yıllar içinde gelişim göstererek inşaat sektörünün vazgeçilmez unsurlarından biri haline gelmiştir. Son yıllarda belirginleşen ekonomik ve çevresel faktörler ise, sürdürülebilirlik alanına dair yeni yaklaşım arayışlarının oluşmasına neden olmuştur. Bu yaklaşımlar arasında, barındırdığı yüksek potansiyel ile öne çıkarak gelecek vaat edenlerinden biri de biyomimikridir [7]. Taşımacılıktan otomobil endüstrisine, elektronikten giyim ve aksesuara kadar pek çok alanda uygulanmakta olan biyomimikri, özellikle biyoloji alanında yapılan araştırma ve geliştirme faaliyetleri sonucunda yeni teknolojik ürünlerin ortaya çıkmasında verimli bir zemin oluşturmuş ve yukarıda dile getirilen

sektörlere önemli ölçüde katkıda bulunur hale gelmiştir. Biyomimikrinin tasarımlarda dikkat edilmesi için üç ana madde bulunmaktadır. Şekil 2’de de detaylarıyla görülebileceği gibi sırayla enerji, malzeme seçimi ve yaklaşım modelidir.



Şekil 2. Biyomimikri tasarımında dikkat edilmesi gerekenler
(Figure 2. Aspects needed to be taken into consideration in biomimicry design)


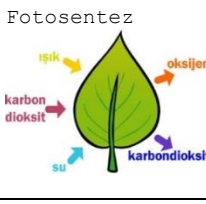




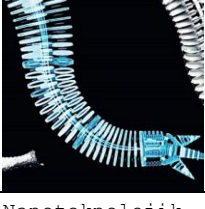




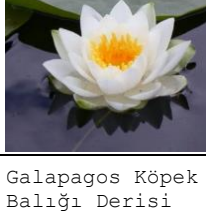
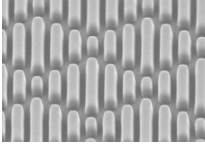

Tasarım sürecinde biyomimikri yaklaşımları kimi zaman farklı terimlerle karşılaşılsa da, literatürü incelediğimizde genel olarak iki ayırt edici kategorinin olduğunu görmekteyiz. Yönelimsellikleri çerçevesinde ayrılan bu iki yaklaşım tarzı, odak noktaları ve hedefleri açısından birbirlerinden ayrılır. "Tasarımdan biyolojiye" ya da "problem odaklı tasarım yaklaşımı" olarak ifade edilen bu yaklaşım tarzına göre, doğanın gözlemlenmesi yoluyla elde edilmiş, halihazırda var olan bilgi, ihtiyaç durumunda tasarıma aktarılır. Doğanın ürettiği çözümler, ileride yapılma olasılığı olan tasarımlar için bir arşiv niteliğindedir. "Biyolojiden tasarıma" ya da "çözüm odaklı biyolojik tasarım" modelinde ise tasarımcı tasarlama süreci içinde bir tasarım problemiyle karşı karşıyadır. Problemin özünü tespit ederek doğaya yönelir ve organizmaları gözlemlemek suretiyle doğanın ürettiği çözümleri tespit edip bulgularını kendi tasarımına entegre edebilmeyi amaçlar [14, 2 ve 19]. Termit karıncalarının yuvalarında yaptıkları havalandırma sisteminin, Zimbabve’de bulunan The Eastgate Centre binasında uygulanarak binanın doğal yollarla havalandırılmasının sağlanması ilk kategoriye örnek olarak verilebilir. Karıncalarla ilgili halihazırda yapılmış olan araştırma, benzer bir problem söz konusu olduğunda tasarıma adapte edilerek aktarılmıştır [17]. Bir kumaşın leke tutmama özelliğinin oluşturulabilmesi için, kendi kendisini temizleyebilme özelliğine sahip lotus çiçeğinin kendine özgü yapısının incelenmesi ve elde edilen bulguların kumaşa uygulanarak benzer bir nitelik kazandırılmaya çalışılması ise ikinci kategoriye örnek olarak gösterilebilir [12].

Radwan ve Osama’ya [14] göre, biyomimikri bağlamında gerçekleştirilen tasarımlar şu üç düzeyden birine sahiptir olmalıdır: Organizma düzeyi, davranışsal düzey veya ekosistem düzeyi. Bu düzeyler biyolojide hangi yönden taklit edildiklerini sınıflandırmaktadır. Organizma düzeyi formu analiz ederken, o forma ait çözüm getirebilmekte ve ekosistem düzeyinde de taklit yoluyla doğanın içinden bir çözüm getirilebilmektedir. Aynı şekilde davranışsal

düzeyde doğanın süreç olarak vardığı sonuca özgü süreci taklit yoluyla gerçekleşmektedir. Bu uygulama için, biyolojide hangi yönün taklit edildiğini belirlemek önemlidir. Bugüne dek uygulanan biyomimikri örnekleri Tablo 1'de gösterildiği şekliyle yukarıda belirtilen düzeysel sisteme göre sınıflandırılmıştır. Burada yapılan ayırım, biyomimikrinin tasarımın hangi aşamalarında ne seviyede etkin hale geldiğini göstermesi açısından netlik sağlamaktadır. Radwan ve Osama [14], yaptıkları çalışmada ortaya attıkları düzeysel ayırımı Tablo 1'nin mavi renk koduyla temsil edilen ilk grubunda da görülebileceği şekilde mimari tasarım alanından örneklerle incelemiştir. Bu makalede ise onların sınıflandırma mantığı peyzaj tasarımı, endüstri ürünleri tasarımı ve malzeme örneklerini de kapsayacak şekilde genişletilmiştir. Bu yolla, literatürde dağınık halde bulunan örnekler, Radwan ve Osama'nın [14] geliştirdikleri modele göre yeni baştan ele alınarak sistematik hale getirilmiştir.

Tablo 2. Biyomimikri örnekleri
(Table 2. Examples of biomimicry)

	İsim	Doğadan Etkilenilen	Tasarımda Uygulanan Özelliği	Problemin Çözümü	Biyomimikri Yaklaşımı
Mimari Tasarımlar	Esplanade Tiyatrosu, Singapur 	Durian Bitkisi 	Bitkinin dikenli, çok katmanlı ve yarı sert basınçlı kabuğu, içindeki tohumları korur.	"Bina kabuğu ile iç mekanın aşırı ısınmasını önlerken güneş ışığına izin verir" [21].	Organizma Düzeyi
	Himalaya Su Kuleleri, Nepal 	Ağaç Kökleri 	Bu kök benzeri yapılar, dönme ve esneme mekanizmasıyla suyu toplayıp depolama görevine sahiptir.	Nehirlere ulaşan sistem, yağmurdan toplanan suları arıtıp dondurarak gelecekteki kullanımlar için depolamaktadır.	Ekosistem Düzeyi
	Eastgate Center, Harare, Afrika 	Termit Yuvaları 	Merkez, fanlara yardımcı olmak için daha fazla hava açar ve binanın ortasındaki kanallardan geçirilir.	Sıcaklık, HVAC sistemlerine ihtiyaç duymadan yıl boyunca düzenlenir.	Davranışsal Düzey
Peyzaj Örnekleri	Eden Bölgesel İklim ve Bitki Örtüsü Projesi, İngiltere 	Sabun Köpüğü-Karbon Molekülleri 	Sabundan oluşan baloncuklardan esinlenerek taşıyıcı sistem için doğanın en küçük organizması olan karbon molekülleri esinlenmiştir.	Hafif olan malzeme güneş ışığı ve eşit ısı sağlayabilmek için az çelik taşıyıcı ile şeffaflık çözülmüş.	Organizma Düzeyi
	Masdar City Center-Abu Dhabi 	Çiçekler 	Peyzaj alanlarında gölgelikler oluşturmak amacıyla gündüz açılıp akşam kapanan çiçekler şeklinde tasarlanmıştır.	Bölgenin sıcağından faydalanmak ve alışveriş merkezinde gölgelikler oluşmuştur.	Davranışsal Düzey

	<p>Treepod - Boston</p> 	<p>Fotosentez</p> 	<p>Treepod havadaki CO₂ ayrıştırma ve nem salınımı sürecinden sonra oksijen üretir. PV panel ile elektrik üretmektedir.</p>	<p>1 treepod, 100 ağaçtan daha çok oksijen üretmektedir. PV paneller ile hem hava filtreleme hem de aydınlatma sağlanmaktadır.</p>	<p>Organizma Düzeyi</p>
Ürün Örnekleri	<p>Velcro Bandı</p> 	<p>Dulavrat Otu</p> 	<p>Otun çeltikli yapısı nedeniyle temas ettiği bölgeden zor ayrılmaktadır.</p>	<p>Bandın üretiminde bitkiden esinlenerek her üründe kullanabildiğimizi bantlar meydana gelmiştir.</p>	<p>Davranışsal Düzey</p>
	<p>Tırmanma Ayakkabıları</p> 	<p>Geko Ayakları</p> 	<p>Geko kertenkelelerinin ayaklarındaki çok sayıda tüyler temas yüzeyini artırır ve her zeminde hareket ederler.</p>	<p>Dağcılarının kullandığı tırmanma ayakkabılarına özellik eklenerek kayma riskini azaltmıştır.</p>	<p>Davranışsal Düzey</p>
	<p>Robotik Kol</p> 	<p>Fil Hortumu</p> 	<p>Fil hortumunda bulunan kemik yapısında rahat hareketi sağlayan ve her şekilde kıvrılabilen diskler vardır.</p>	<p>Robotik kol yapımında hortumun işlevine dikkat edilerek esnek hareketin kolaylaştığı görülmektedir.</p>	<p>Davranışsal Düzey</p>
	<p>Nanoteknolojik İp</p> 	<p>Örümcek Ağı</p> 	<p>Örümceklerin kanallarından çıkan salgı hava ile temas ederse iplikçikler ortaya çıkar.</p>	<p>Dayanıklı, hafif, esnek tekstil ürünleri, çelik yelek üretimi, halat ve paraşüt kumaşı olarak kullanılabilir.</p>	<p>Organizma Düzeyi</p>
Malzeme Örnekleri	<p>Kendi kendini temizleyen boya</p> 	<p>Lotus Çiçeği</p> 	<p>Lotus yaprağı, doğadaki en iyi su geçirimsiz malzemedir. Yaprak yüzeyi ince bir salgıyla toz ve partikülün yüzeyden atar.</p>	<p>Boya, Bitkinin üzerinde bulunan salgının da boyaya dahil edilmesiyle boyanın kir tutmaması sağlanır.</p>	<p>Organizma Düzeyi</p>
	<p>Sharklet Teknolojileri</p> 	<p>Galapagos Köpek Balığı Derisi</p> 	<p>Deri sayesinde köpek balığı hastalanmaz ve hiçbir zaman bakteri barındırmaz.</p>	<p>Derinin üzeri nano ölçekte kopyalanarak bakteri oluşumunu önleyen hijyenik bir yüzey kaplama malzemesi tasarlanmıştır.</p>	<p>Organizma Düzeyi</p>

5. SONUÇ (RESULT)

Biyomimikri ekolojik anlamda yeni oluşmuş bir kavram olmamakla birlikte insanlığın varoluşundan beri günümüze kadar süregelen bir tasarlama yoludur. Doğadan sürekli bilgi almak, işleyişi ve fonksiyonelliği farkına vararak kullanım alanlarımıza bunları entegre edebilmek sürekli devam etmiştir. Doğa dünyanın varoluşundan beri sürdürülebilir ve enerjiyi verimli bir şekilde kullanabilir olmuştur. Tüm canlılar kendi türlerinin sürekliliğini sağlamak ve doğal dengenin devam edebilmesi için sürekli doğa ile uyum halindedir. Ekolojik dengeye uyum sağlayan her canlı enerjiyi verimli kullanabilmek için kendilerine has özellikler geliştirilmiştir. Bu özellikler ile biyomimikri tasarım yaklaşımı uygulanarak enerji tüketimi seviyesi azaltılabilir. Günümüzde ise teknolojinin gelişmesiyle farkına varılan ve ince ayrıntıları keşfedilen doğada yapılan tasarımların daha farklı bir boyuta gittiği görülmektedir. Ayrıca biyolojik sistemlerin anlaşılması ve bu sistemlerin uygulanması konusunda teknoloji ile büyük ilerleme kaydedilmiştir. Özellikle nanoteknoloji ile bitki ve hayvanlardaki özelliğin birebir taklit edilmesi birçok tasarımın da hayata geçirilmesinde önemli rol oynamaktadır. Sürdürülebilirlik kavramı ekoloji anlamında daha sınırlı bir kavramdır. Uygulamaya geçildiğinde sadece beş ilkeye dikkat edilirken biyomimikride daha genel kapsamda incelenerek tasarımlar uygulanmaktadır. İki arasında karşılaştırma yapılacak olunursa, her biyomimik tasarım sürdürülebilir tasarım olabilirken her sürdürülebilir tasarım biyomimikri ile tasarım olamaz sonucu çıkmaktadır. Özellikle mimarların tasarımlarında biyomimikri tasarım stratejisi olarak kullanımı, çevreye yayılan zararlı emisyonların azalması, gün ışığının kullanılması, termal konforun sağlanması, dayanıklı tasarımlar olması, verimliliğin sağlanması ve enerjiyi etkin kullanmasındaki rolünün önemi büyük olacaktır. Doğanın kendi bünyesinde keşfedilmemiş birçok özelliği bulunmaktadır. Bu özelliklerin teknolojinin getirdikleriyle birlikte zaman içinde tasarım anlamında daha da çok şeyler öğrenileceği mümkündür. Doğaya zarar vermeden uyum sağlayarak ilerlemenin geri dönüşü olarak mevcut tasarımların insanların kullanımları için oldukça yararlı olduğu görülmektedir. Ancak teknolojinin gelişmesiyle birlikte yapılan denemelerin ve ucunun nereye gideceğini kestirilemediği durumlarda bu sonucun olumlu ya da olumsuz olabileceği kesin değildir. Bir tasarıma sorun teşkil edebilecek duruma biyomimikri ile doğadan çözüm aranmasının dikkate alınması, problemin iyi tanımlanması ve diğer disiplinler ile bir arada çalışmak çözüme çabuk ulaşılmasını sağlayacaktır.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] Artut, S., (2014). Teknoloji-İnsan Birlikteliği. İstanbul: Ayrıntı Yayınları.
- [2] Aziz, M.S. and El sherif, A.Y., (2015). Biomimicry as an Approach for Bio-inspired Structure with the Aid of Computation. Alexandria Engineering Journal. Vol: 55, pp.707-714.
- [3] Benjamin, W., (2004). Tekniğin Olanaklarıyla Yeniden Üretilebildiği Çağda Sanat Yapıtı. İçinde: Pasajlar. İstanbul: Yapı Kredi Yayınları.
- [4] Benyus, J.M., (1997). Biomimicry: Innovation Inspired by Nature. New York: HarperCollins.
- [5] Berman, M., (2012). Katı Olan Her Şey Buharlaşıyor: Modernite Deneyimi. İstanbul: İletişim Yayınları.
- [6] Capra, F., (2014). Batı Düşüncesinde Dönüm Noktası. İstanbul: İnsan Yayınları.

- [7] Gamage, A. and Hyde R., (2012). A Model Based on Biomimicry to Enhance Ecologically Sustainable Design, *Architectural Science Review*, 55(3):224-235.
- [8] Heidegger, M., (1998). *Tekniğe İlişkin Soruşturma*. İstanbul: Paradigam Yayınları.
- [9] Kennedy, S., (2004). *Biomimicry/Biomimetics: General Principles and Practical Examples*. The Science Creative Quarterly. <https://www.scq.ubc.ca/biomimicrybimimetics-general-principles-and-practical-examples/>
- [10] Klein, K., (2009). *A Phenomenological Interpretation of Biomimicry and its Potential Value for Sustainable Design*. Thesis: Kansas State University, USA.
- [11] Özdemir, E. ve Cengizoğlu, P., (2016). *Mimari Yüzeylerde Biomimesis Etkisi*. İstanbul: 8. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu. <http://catider.org.tr/pdf/sempozyum8/27-MIMARI-YUZEYLERDE-BIOMIMESIS-ETKISI.pdf>
- [12] Özdoğan, E., Demir, A. ve Seventekin, N., (2006) *Lotus Etkili Yüzeyler*. *Tekstil ve Konfeksiyon Dergisi*. ss.287-290. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/217969>.
- [13] Özmehmet, E., (2012). *Avrupa ve Türkiye'deki Sürdürülebilir Mimarlık Anlayışına Eleştirel Bir Bakış*. *Journal of Yasar University*. ss. 809-826.
- [14] Radwan, G.A.N. and Osama, N., (2016). *Biomimicry, An Approach for Energy Effecient Building Skin Design*. Vol: 34, pp:178-189.
- [15] Rao, R., (2014). *Biomimicry in Architecture*. *International Journal of Advanced Research in Civil, Structural, Environmental and Infrastructure Engineering and Developing*, 1(3):101-107.
- [16] Reap, J., Baumeister, D., and Bras, B., (2005). *Holism, Biomimicry and Sustainable Enginerring*. In: *Proceeding of IMECE2005, ASME International Mechanical Engineering Conference and Exposition*. Orlando, USA, November 5-11.2005.
- [17] Tekin, Ç. ve Kurugöl, S., (2011). *Üç Canlı ile Çevre Dostu Üç Bina*. *E-Journal of New World Sciences Academy Engineering Sciences*, 6(4):943-952.
- [18] Uçar, S., (2018). *Çatı ve Cephelerde Fotovoltaik Panel Uygulamaları Üzerine Bir Çalışma: Burdur Örneği*. *Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul: Arel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [19] Volstad, N.L. and Boks, C., (2012). *On the Use of Biomimicry as a Useful Tool for the Industrial Designer*. *Sustainable Development*, Vol:20, pp:189-199.
- [20] Yedekçi, G., (2016). *Doğayla Tasarlamak, Biyomimikri ve Geleceğin Mimarlığı*. İstanbul: Mimarlık Vakfı İktisadi İşletmesi Yayınları.
- [21] Minsolmaz Yeler, G. and Yeler, S., (2017). *Models from Nature for Innovative Building Skins*. *Derleme Minsolmaz Yeler&Yeler/ Kırklareli University Journal of Engineering and Science*, 3, 142-165. <http://dergipark.gov.tr/download/article-file/395928>