

## Mimari Açıdan Biyomimikrinin Tasarım Paradigması Olarak Değerlendirilmesi

Setenay Uçar<sup>1\*\*</sup>

<sup>1</sup>İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü, Antalya Bilim Üniversitesi, Antalya, Türkiye

\*Corresponding author: setenay.ucar@antalya.edu.tr

\*Speaker: setenay.ucar@antalya.edu.tr

Presentation/Paper Type: Oral / Full Paper

**Özet**– Dünyanın pek çok yerinde geliştirilmiş ve geliştirilmeye devam eden biyomimikri ile mimari tasarımlar bir problem üzerine veya bir çözüme dayalı olmak üzere iki şekilde uygulanmaktadır. Disiplinler arası iş birliği ile bir dayanışma gerektiren bu tasarım modelinde hedef doğayı örnek alarak işleyiş ve fonksiyonelliği ön planda tutarak mimari tasarımlarda çözüme ulaşmaktır. Bir tasarım paradigması olarak kullanılan biyomimikri, doğal dengeye ayak uyduran ve binalarda CO2 salınımının azalması, sağlığa olumlu etkileri, doğal havalandırma ile ek havalandırma sistem ve masraflarının ortadan kalkması, sonsuz güneş ışığı ile birlikte sınırsız elektrik üretimi, bu sayede tükenen enerji kaynaklarından olan fosil yakıtların kullanılmaması ve çevreye zararlı emisyonların salınmaması gibi ekolojik dengeye birçok katkı sağlamaktadır. Türkiye’de biyomimikri kavramı daha yeni gelişen bir kavramdır. Bu çalışmada Türkiye’de biyomimikrinin bir tasarım stratejisi olarak kullanılması ile birlikte bina tasarımlarının artması, mevcut mimarlık öğrencilerini bu yönde geliştirmek ve daha bilinçli bireyler olarak geleceğe yön verebilmeleri için uygulanmış ve proje aşamasında olan örnek projeler anlatılması amaçlanmaktadır.

**Anahtar Kelimeler**– *Biyomimikri, Biomimesis, Mimarlık, Sürdürülebilirlik, Paradigma*

## Evaluation of Biomimicry as a Design Paradigm from an Architectural Perspective

**Abstract**– Biomimicry which has been developed in many parts of the world, continues to apply as an experimental approach to design. Design process requires an interdisciplinary approach, including sustainability to solve both aesthetic and functional challenges. Biomimicry as a sustainable design paradigm, emphasis on natural ventilation while eliminating the cost and disadvantages of additional ventilation systems. Meanwhile, it could decrease the CO2 eruptions in buildings and generate unlimited electricity power using natural sunlight. The outcome leads to preserve fossil fuels as a secondary energy source while promoting the ecological balance to improve our living environment. This study explores the reasons behind the failure of biomimicry approach in Turkey's architectural design as well as the country's educational system. The findings could be used as a guideline for future studies that are looking to apply biomimicry as a sustainable approach to their design solution.

**Keywords**– *Biomimicry, Biomimesis, Architecture, Sustainability, Paradigm*

### I. GİRİŞ

Taklit anlamına gelen biyomimikri doğanın en iyi fikirlerini araştıran bir disiplindir ve sonra ortaya çıkan problemleri tasarım süreçlerini çözmek için taklit eder. Benyus sayesinde 1990’lı yıllarda biyomimikri kavramını literatüre ekleyerek doğanın modellerini incelemek ve daha sonra insani problemleri çözmek için bu formları, süreci, sistemleri ve işlevleri dikkate alan sürdürülebilir bir bilim olduğunu açıklamıştır [1]. Sürdürülebilirlik, yapıların doğa ile bütünleşik olduğu, hayatını sürdürdüğü ekosistemlere müdahale etmek yerine doğanın işlerini destekleyen yeni bir düzeye taşımaktadır. Doğaya zaten sorunları çoğunu çözmüş ve hayvanlar, bitkiler hatta mikroplar bile bu çözümün içinde en iyi mühendis olmuşlar neyin en uygun neyin en önemli olduklarını yaşamlarına aktarmışlardır. Bu yüzden biyomimikri, doğadan çıkarabileceğimiz bir şeye değil, ondan öğrenebileceğimiz bir çözüme dayanmaktadır. Bu tasarım yönteminde birçok bilim dalı ile koordine olmak ve paylaşım

halinde olmak gerekmektedir. Biyologlar, ekoloji uzmanları ve mimarların bir arada çalışması ve ortak çözümü doğada aramaları gerekmektedir.

Biyomimikriyi metodoloji olarak kullanmak isteyen mimar ve tasarımcılar için şehircilikte veya bina üzerinde kullanması gereken iki yaklaşım modeli bulunmaktadır [2]. Bunlardan birincisi, probleme dayalı yaklaşım modelidir. Probleme dayalı tasarım modelinde öncelikle amaç tasarım problemini saptamaktır. Bir bina üzerinde olması istenmeyen bir problem için doğadan çözüm aramanın sırası, tasarım probleminin bulunması, biyolojik durumların araştırılması, sürdürülebilirlik ve biyomimikriye uygun ilkelerin belirlenmesi, soyutlama yapılması yani biyolojik çözümden binaya aktarabilmenin mimari açıdan çözümünün yapılması, deneyimlenmesi yapılan çözümün işe yarayıp yaramadığının analizlerinin yapılması ve binanın tasarımının çözümü olarak ilerlenmelidir. Bu yaklaşım modeli ile tasarımcı ve mimarlar olarak dünya üzerinde ekolojik dengeye bakılarak doğadan

çözüm aranmaktadır. Farklı disiplinler ile iş birliği yapılarak çözüm arayışının yapılması ile çözümü olan doğadan tasarıma aktarılması söz konusudur. Bu yaklaşım, tasarımcılar için tasarımın başlangıç hedeflerini ve parametrelerini belirleyerek etkili bir şekilde yönetilmektedir [3]. Bu yaklaşımın sonucunda sürdürülebilir ve etkili paradigma yolu ile tasarıma başlamanın bir yolu olabilmektedir. İkinci yaklaşım modeli ise, çözüme dayalı yaklaşımdır. Bu yaklaşım modelinde öncelikle biyolojik araştırma yapılarak tasarımın problemine odaklanılmaktadır. Bu yaklaşımın bir avantajı, biyolojinin insanları önceden belirlenmiş bir tasarım probleminin dışında olabilecek şekillerde etkileyebileceğidir, bu da daha önce kullanılmayan teknolojiler sistemi veya hatta tasarım çözümlerine yaklaşımla sonuçlanır. Bu yaklaşımın tasarım açısından bir dezavantajı, biyolojik araştırmanın yapılması ve daha sonra bir tasarım içeriğine uygun olarak tanımlanması gerektiğidir [2].

Taşıyıcı sistem, malzeme, biçim, üretim teknikleri gibi birçok konuyu doğadan ilham alarak tasarlamak mümkün olmaktadır. İşlev ve fonksiyonelliğın ön planda olduğu biyomimikri kavramında enerji tüketimlerinin doğadaki gibi yararlanılması gerektiği düşünülürse bitkiler gibi güneş enerjisinden yararlanmanın, rüzgar enerjisinden havalandırma yöntemlerine kadar binalarda kullanımlarında enerji tüketimlerinin fosil yakıtların kullanılması yerine daha avantajlı, sağlıklı, temiz ve sonsuz enerji kaynakların kullanılması gerekmektedir. Doğada var olan uyum ve ekosistem, kentler ve mimarlar için birer rehber olabilecek bilgileri içermektedir. Doğada yer alan biyolojik yapıların etkinliği ve dayanıklılığı günümüz mimarisinde ve gelecekte de ihtiyacımız olan bilgileri bize vermeye devam edecektir [4].

Enerji tüketimi sanayi devriminin başlaması ve yaygınlaşmasıyla artan enerji ihtiyacından dolayı teknolojinin de gelişmesiyle tüketimlerinde her geçen gün artmaya başladığı görülmüştür. Bu durumda en fazla kullanımları görülen kömür, doğal gaz ve petrol gibi tükenmekte olan kaynakların kullanımları çevreye verdikleri zararlı emisyonlar ile ekosistemin bozulmasına neden olmaktadır. Su kaynaklarının kalitesinin bozulması, biyoçeşitliliğın azalması, ürün verimlerinde düşüklüklerin görülmesinin nedeni de çevreye yayılan zararlı emisyonlardır. En fazla enerji tüketimi binalarda görülmektedir [5]. Küresel ısınmanın da artmasıyla ve artan enerji ihtiyacıyla birlikte binalarda sđıra yakın fosil yakıtlar kullanarak enerji etkin ve verimli binalar üretmek mimarların elindedir.

Dünya'da biyomimikri üzerine mimari tasarımlar bulunmaktadır. Türkiye'de ise bu durum biraz daha yeni bir kavram olması nedeniyle farkındalığının artması gerekmektedir. Türkiye'de sürdürülebilir binalarda uygulanan enerjiyi etkin kullanma biyomimikri kavramı ile daha avantajlı bir bina haline getirilebilir. Türkiye'de az bulunan bu tür binaların önemlerinin artması ve dışa bağımlı olduğumuz enerji kaynaklarında fosil yakıt kullanmak yerine yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanmanın öneminin artmasının ülkemiz için daha faydalı olacağı hem ekonomik hem de ekolojik çevreye duyarlılığı artırması için önemlidir.

Biyomimikri taklit olarak formun kopyalanması veya dokunun birebir uygulanması demek değildir. Burada amaç işlevsel olarak yararlı olan bir dokunun, rengin veya formun yapıya da aynı avantajı verebilecek şekilde uygulanması için bir yenilikçi çözüm arayışdır. Bir binanın yapımında form olarak doğadan örnek alınan form uygulansa bile fonksiyonel olarak da biyomimikri olabilmesi için enerji ihtiyacını en aza

indirebilecek, sürdürülebilir ilkelerine sahip ve doğada işleyişinin binaya da aynı etkiyi vermesi beklenecektir. Binalarda çevreye zararlı emisyonların vermesini azaltarak, karbon ayak izini azaltmanın biyomimikri ile mümkün olacağı ve enerji tasarrufu sağlayacağı örnekleri bu çalışmada analiz edilmektedir.

## II. METOD

Bu çalışmada biyomimikri ve biyomimesis hakkında dünyada uygulanmış ve uygulanmamış örnekler üzerinden literatür taraması yaparak yapıların analizi yapılmıştır. Türkiye'de yeni bir gelişme göstererek biyomimikri ve biyomimesis kavramlarının gelişmesi ve mimarlar tarafından uygulanmasının yararları araştırılmaktadır.

### A. Doğaya Duyarlı Tasarımlar

Günümüzde, çevre kirliliği ve bozulan doğal dengeler tüm dünya ekosistemini tehdit etmektedir. Şu anda sahip olunan pek çok kaynağın gelecekte var olup olamayacağı farklı bakış açılarıyla ele alınmakta ve tartışma konusu olmaktadır. Bu kapsamda "sürdürülebilirlik" ve "sürdürülebilir mimarlık" kavramları gündeme gelmektedir [6]. Tatar'a (2013) göre, Sürdürülebilirlik, insan ihtiyaçlarına sağlık ve doğal sistemlerin üretkenliğini azaltmadan uyum sağlayan bir dengeyi ifade etmektedir [6]. Doğaya duyarlı ve çevre dostu olan binalar ve kentler, doğal olarak nitelendirilen malzemelerden üretilmiş, maliyeti ekonomik, varlığı devam edebilecek kaynakları kendi bünyesinde üretebilen, enerji verimliliği ve enerjinin korunumu yüksek, yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanarak kendi enerjisini üretebilen yapılardır.

Sürdürülebilir olabilecek tasarımların günümüzde LEED, BREEAM, DGNB sertifikaları gibi dünyaca kabul görmüş ödüllendirmeler ile yapılarına teşvikler devam etmektedir. Ancak bu ödüllendirme sistemlerinin artık doğaya duyarlı olmasının önüne geçen bazı durumlar ortaya çıkmıştır. Yapı her ne kadar doğaya uyumlu da olsa yapılan yapılarda belli parametreleri yapmak amacına dönmüş ve doğa ile olan işleyişi göz ardı edilmeye başlanmıştır. Yapının değerlendirmeye alınması için belli performansları geçmesine rağmen yapının işleyişinde sorunların olması ve kullanıcı memnuniyetinin düşmesi bu sonuçları göstermektedir.

Günümüzde, çevre kirliliği ve bozulan doğal dengeler tüm ekosistemini tehdit etmektedir. Şu anda sahip olunan pek çok kaynağın gelecekte var olup olamayacağı farklı bakış açılarıyla ele alınmakta ve tartışma konusu olmaktadır. Bu kapsamda sürdürülebilirlik kavramları gündeme gelmektedir.

### B. Şehircilikte Sürdürülebilirlik

İleri düzeyde kalkınmış ülkelerin en fazla kirliliğe sebep oldukları düşünüldüğünde gün geçtikçe artan nüfusa karşı problemin artmasını ortadan kaldırmak için sürdürülebilirlik kavramına daha çok yönelmiştir [7].

Şehirler dünya enerjisinin %75'ini kullanırlar. Doğal kaynak Rezervlerinin %75 'ini kullanmanın yanı sıra, atıklarında bu oranda üretilmesi ve CO2 başta olmak üzere tüm sera gazı emisyonlarının %80'den fazlasını üretmektedirler [4]. Bu sebepten dolayı sürdürülebilir bir şehir olması ve ekolojik uyum içerisinde kullanıcıların yaşam kalitesini olumlu etki etmesi için önemlidir.

Yeşil binalar ile enerji kullanımlarında % 24-50, CO2 emisyonuna %33-40, su kullanımlarında %40, katı atıklarda

ise %70'e varan azalma sağlanabilmektedir. Ayrıca yeşil bina yapımlarında yatırımcıların iş süreçlerindeki kazanç sağlamaktadır. Bunlar %8-9 işletim harcamalarında tasarruf, %7 bina değerindeki artış, %6,6 yatırımın geri dönüşündeki artış, %42 enerji giderlerinde düşüş olarak tespit edilmiştir [4].



Şekil 1. İTÜ Eskişehir Kocakır Ekokent Projesi,2016 [8]

### C. Mimarlıkta Sürdürülebilirlik

Yeşil binalar olarak tabir edilen bu binalar için temel hedeflerin dayanıklı, sağlıklı ve ekonomik bina tasarlanmasının yanı sıra ekolojik sistemlerin de korunmasına katkı sağlamak, enerji, su ve malzeme gibi tüm kaynakları etkin kullanmaktır. Bu durumda dikkat edilmesi gereken kurallar; tasarruf etmek, tekrar kullanılıp geri dönüşüm sağlamak ve çevreyi kirleten ve tükenen kaynakları azaltmak olarak belirlenmiştir.

Toplumdaki beklenti çok daha bütüncül ve insanları birbirine yakınlaştıran, mekansal olarak bir kentin parçasını yaratmayı beklemektedir. Bu durumda, otomobile gereksinimi en aza indiren, yaya hareketini ve bisiklet kullanımını arttıran, mekanlarda çözümler sunabilen, eğitim yapılarına, ticari ve alışveriş merkezlerine olan ulaşımın kolaylığı sağlayan çözümler beklenmektedir. Tüm bunlara karşın doğaya ve yeşile olan gereksinim göz ardı edilmektedir. Doğa ile bütünleşme, sürdürülebilirliğin en önemli bileşeni olmaktadır.

5 Aralık 2008'de yürürlüğe giren "Binalarda Enerji Performans Yönetmeliği" ile sürdürülebilirlik hedefine ilk adımlar atılmıştır. Bu gelişmelere rağmen Türk inşaat sektörü bu sürecin başında yer almaktadır. Türkiye'de yeşil bina prensiplerine göre uymayan birçok inşaat firması bulunmakta ve kısa süre içerisinde yatırımlarını kara dönüştürmeyi hedefleyen firmalar geleneksel yöntemlerle yapılarını inşa etmektedirler.

### D. Doğadan Esinlenen Mimari Tasarımlar

Mimarlık, estetik ve ergonomiyi bir arada düşünerek şehirlerin oluşmasında, yapıların ve mekanların oluşturulmasını sağlayan sanat ve bilim dalıdır. Mimarlık ile birlikte farklı disiplinler ile bir arada çalışma olanağı ile mimarlığın tasarımında geniş bir kapsamı bulunmaktadır. Özellikle biyologlar ile iletişim halinde olan mimarların tasarımda biyomimikri ile doğadan esinlenerek birçok yapılar ve mekanlar tasarlanmasına yardımcı olmakta ve çevreye etkisinin olumlu yönleri fark edilmektedir. Bu yapılar hem sürdürülebilir yönünden hem de işlevsel olarak doğaya benzer etkiler gösterdiği görülmektedir.

Sürdürülebilirlik, tasarımdaki önemli unsurlardan biridir. Sürdürülebilirliğin doğaya olan uyumu ve bu uyumun mimariye aktarıldığında tasarımdaki etkisini göz ardı edilmemesi gerekmektedir. Doğada var olan her şey enerjiyi

verimli kullanmaktadır. Çevreye verilen kirlilik yok denecek kadar azdır. Mimaride doğadan ilham alınarak yapılan yapılarda binanın formu ile işlevi arasında bir bağ oluşmaktadır. Biyomimikri doğadaki şekilleri kopyalamak değildir; tam tersine doğadan fikirler, çözümler veya ilhamları mimari sorunların içine karıştırır. Ancak, biyolojik bilgiye ulaşmak için bir tasarımcı bir biyoloğa ihtiyaç duyar, çünkü biyoloji yaşamın var olduğu günden beri birçok mühendislik sorunlarını çözmüştür [9]. Karabetça'ya (2007) göre, doğa her zaman insana tasarım kabiliyetini ve farklı sorunları (sürdürülebilir mekanlar, binalar, geri dönüşebilen çevreci malzemeler, vb) çözebilme konusunda yol gösterecektir [9].

### III. BULGULAR

Water Cube olarak bilinen Beijing National Aquatic Center 2004 – 2007 yılları arasında 2008 yılı olimpiyatları için inşa edilmiştir. Bina Chriss Boss, Tristram Carfrae, PTW Architects, CSCEC, CCDL ve Arup tarafından tasarlanmıştır [10]. Tasarım aşamasında biyomimikri ile doğadan ilham alan bu yapı sabun köpüğü şeklinde yapılmıştır. Burada amaç bina kabuğunda enerjinin verimli kullanılabilmesi için güneş enerjisini emmesi hedeflenmiştir. Baloncuklardaki sabun filmleri yüzey alanını ve yüzey enerjisini azaltma özelliğine sahiptir. Çünkü bölümlerin yüzey gerilimi kabarcıkların yüzey alanını azaltır.



Şekil 2. Water Cube [11]

Bina kabuğunun boşlukları eşit büyüklükteki hücrelere bölmesi ve minimal yüzey alanı içermesi aynı zamanda, bina kabuğunun enerji verimli olması için güneş enerjisini emmesi gerekmektedir. Bu nedenle, köpüğün belirli bir yönde dizilişini görselleştirmek ve daha sonra yapının geometrisini elde etmek için köpük bloğunu çıkarmak gerekmektedir. Bu, 3 boyutlu bir alanda döşenen, döndürülmüş ve daha sonra geometrik formu elde etmek için eksenler boyunca dilimlenen tekrar eden bir birime dayanmaktadır.

Geometrik yapı tamamen düzenli olsa da belirli bir açıdan bakıldığında tamamen rastgele ve organik görünür. Burada amaç ziyaretçilere suyun şeffaflığını yansıtmak hem içeride hem de dışarıdaki insanları suyla iç içe geçirerek uyumlu ve rahat bir ortam sunmaktır.



Şekil 3. Water Cube Binasının Geometrik Yapısı [11]

Çevresel olarak elde edilen sonuçlara göre, enerji verimli bir tasarım elde etmesine ve biyomimik bir yaklaşım uygulayarak tüm zorlukların ve hedeflerin üstesinden gelmesine neden olan birçok çevresel sonuca ulaşmıştır. Harcanan enerji maliyetleri %30 oranında azaltılmıştır. Tüm çatıyı güneş panelleriyle kaplamaya eşdeğer enerji tasarrufu yapılmaktadır. Güneşten gelen enerjinin %20'si tutulmaktadır. %55 oranında yapay aydınlatma azaltılmakta ve doğal aydınlatmaya yer verilmiştir. Yağmur suları filtre edilip toplanarak geri dönüştürülmektedir [12].



Şekil 4. Water Cube Binanın İç Mekanı [11]

The Council House 2 Melbourne, Avustralya'da 10 katlı sürdürülebilir bir yapıdır. 2004- 2006 yıllarında inşa edilen yapı Mick Pearce tarafından tasarlanmıştır [13].



Şekil 5. Council House 2 Cephesi [14]

Binanın tasarımı, bir ağaç kabuğundan etkilenmektedir. Sürdürülebilirlik ve bina tasarımına geleneksel yaklaşımlara meydan okuduğu için yenilikçi ve enerji tasarrufu sağlayan biyomimik bir tasarımdır. Bina Yeşil derecesi 6'dır. Council House 2'nin amacı, binanın dış çevreye ve onu çevreleyen yaşayan organizmalara bağlanması temel alınmıştır.



Şekil 6. Council House 2 Ağaç Kabuğu Gibi Tasarlanan Cephesi [14]

Biyomimikri kullanımı tüm binayı kapsamaktadır. Örneğin ağaca benzetilen bu binada batı cephesi ağacın epidermisidir. Dış cephenin dış hava koşullarıyla etkileşiminden ilham alınmıştır. Kuzey ve güney cepheleri, ağacın bronşlarından ilham alırken bunlar rüzgar boruları olarak uygulanmış ve binanın dış tarafındaki hava kanalları için izin verilmiştir. Doğu çekirdeği ve servis çekirdeği ve tuvaletlerden oluşan cephe, gösterildiği gibi ağaç kabuğundan oluşmaktadır. Amaç ağaç kabuğu şeklinde olan cephenin arkasında havalandırılan ıslak hacimlerin ışık ve havayı filtreleyen koruyucu bir tabaka olarak işlev görmesidir. Son olarak, cephenin üst üste binen tabakaları polikarbonat duvarlı delikli metal ile inşa edilmiştir. Sonuç olarak elde edilen verilere göre %100 hava filtresi, doğal aydınlatma ve havalandırmada %65 tasarruf sağladığı ve doğallığı en üst düzeye çıkardığı görülmüştür [12].

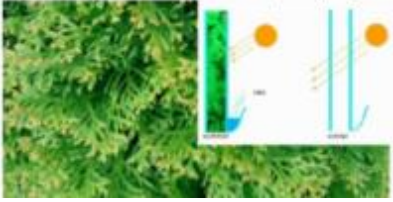
East Gate Ofis Binası 1996 yılında Zimbabve'de yapılmıştır. Mimarisi Mick Pearce, mühendisliği Arup tarafından gerçekleştirilen ofis ve konut binasında, termit kuleleri taklit edilerek yapılan doğal havalandırma sistemi kullanılmaktadır kaynak. Termitler toprak altında değil üstünde devasa yuvalar kurmaktadır. Termit kulelerinde bulunan iklimlendirme ve havalandırma sistemlerinin, insanların yaptığı sistemlerden çok daha ileri bir konumda olmaktadır. Hava akımına aşırı duyarlı oldukları için kusursuz bir havalandırma sistemi yaparlar. Bu bina termitlerin oluşturduğu tümseklerin model alınmasıyla tasarlanan dünyanın ilk doğal soğutmalı binası olmaktadır. Termit tümsekleri, yanlarında alçak hava basıncı barındıran bacalara sahip ve bunlar sayesinde hafif rüzgarları rahatlıkla içlerine alabilmektedirler. Termitlerin açtığı tünel yardımıyla sıcak hava yapıdan dışarı çıkmakta ve bu yolla yuvanın soğuması sağlanmış olmaktadır. Bu sistem ilk beş yılında \$3,5 milyon dolarlık enerji tasarrufu sağlamıştır [15].



Şekil 7. East Gate Binası ve Termit Kuleleri [15]

Mimarlıkta malzeme olarak da birçok doğadan esinlenilmiş örnekler bulundurmaktadır.

Özdemir ve diğerlerine (2016) göre, Ulrich Kanack tarafından 2008 yılında tasarlanan cephede, iki cam levha arasına yerleştirilen eğreltiotu ya da yaprak döken diğer bitkilerden oluşmaktadır. Bu sistem, bitkilerin büyümesi için yağmur suyunu depolarken, bitkiler, kışın güneşin geçişine, yazın da iyi bir gölgelendirme oluşturmaya olanak tanımaktadır [1].



Şekil 8. Eğrelti Otu ile Cephe Çözümü [1]

Linda Hidebrand tarafından tasarlanan deve cephede ise, devenin aşırı sıcaklara karşı vücut örtüsünü koruması ve sıvı kaybına karşı geliştirdiği sistemleri dikkate almaktadır. Kılların parlak renkleri güneş ışığının büyük bir bölümünü yansıtırken, kıllardan oluşan vücut örtüsü gün boyunca sığağa karşı, gece boyunca da soğuğa karşı yalıtım sağlamaktadır [1].



Şekil 9. Deve Derisi ile Yalıtım Çözümü [1]

Iaria Mazzoleni önderliğinde 2011 yılında analiz edilen bir tür kertenkelenin fiziksel özelliğinin kullanılmasıyla yeni bir yapı kabuğu tasarlanmıştır.



Şekil 10. Kertenkele Derisinden Esinlenen Yapı Kabuğu [16]

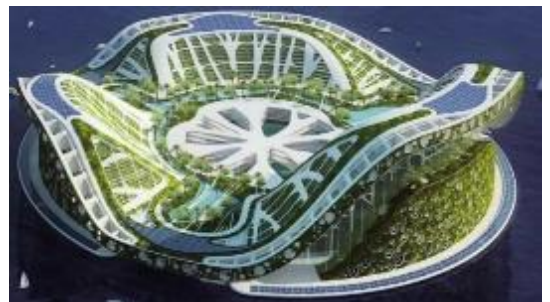
Avinç ve Selçuk'a (2018) göre, organizmaya ait davranışsal özellikler güneş ışığına göre hareket eden kabuk tasarımına yansımıştır. Kertenkelenin ısıyı iletme ve almak için kullandığı açık ve koyu lekeler yapının cephesinin renklendirilmesinde kullanılmıştır. Son olarak kertenkelenin derisine ait fizyolojik yapı bilgisi konutun duvarlarına aktarılmıştır. Damarlarda sıcak ve soğuk kanın hareketi, strüktürel olarak duvar tasarımına yansımıştır. Buradan hareketle bu çalışmada organizma düzeyinde, davranış ve forma odaklanıldığı görülmektedir [16].

Uygulanmamış örneklerden olan Çin için tasarlanan Habitat 2020 binası doğal organizmalar gibi çalışan yaşayan yapılar oluşturmak için temel hücresel işlevlerle yüksek teknoloji fikirleri birleştiren ileriye dönük biyomimik mimarinin bir örneğidir. Kente doğadan ilham veren yaklaşım, kentsel peyzajı dinamik ve sürekli gelişen bir ekosistem olarak görülmektedir. Bu şehir içerisinde binalar, çevreye göre açılır, kapanır, nefes alır ve her türlü duruma göre uyulanır. Habitat 2020 binası, bir yapının yüzeyinin algısını kökten değiştirir. Dış yapı, sadece inşaat ve koruma için kullanılan bir malzemeden ziyade canlı bir cilt olarak tasarlanmıştır. Deri, habitatın dış ve iç kısmı arasında bir bağlantı görevi gören bir zar gibi davranır. Alternatif olarak, deri, gaz değişimi ve bitkilerde birkaç stoma hücresi açıklığına sahip yaprak yüzeyi olarak düşünülebilir. Yüzey, ışığın, havanın ve suyun girmesine izin verir. Güneş ışığına göre kendini otomatik olarak konumlandırır ve ışığın içine girer. Hava ve rüzgar, binaya yönlendirilecek, temiz hava ve doğal hava koşullandırma sağlamak için filtrelenecektir. Aktif deri, yağmur suyu toplama kapasitesine sahip olacaktır. Amaç saflaştırmak, süzmek, kullanılarak yeniden geri dönüştürülmüş hale getirmektir. Cilt, nemi havadan bile emebilir. Üretilen atık, habitatteki çeşitli kullanımlara sunulabilecek olan biyogaz enerjisine dönüştürülecektir.



Şekil 11. Habitat 2020 Cephesi [17]

Uygulanmamış örnek olan Liliypad, kendi hayatlarını bağımsız olarak devam edebilecek 50,000 kişilik ekolojik yüzen kent Vincent Callebaut tarafından tasarlanmıştır [18]. Gülay Yedekçi'ye (2016) göre, bu projede dört tane çevresel sorun olan iklim değişikliği, içme suyu yokluğu, bioçeşitlilik ve sağlık olmak üzere çözüm olması için tasarlanmıştır. Şehir güneş, rüzgar ve bio atıkları geri kazandırarak üzerinde yaşayanların enerji ihtiyaçlarını karşılayabilmektedir. Sıfır karbon salınımı yapan şehir, çevresine ekilen yeşil bitkiler sayesinde havadaki karbondioksit oranını düşürecek [4].



Şekil 12. Liliypad Ekolojik Yüzen Kent [18]

Biomimik bir tasarım olan lilypad nilüfere benzetilmektedir. Rüzgar, güneş, git-gel etkisi ve biokütle gibi pek çok teknolojik yeniliklerle donatılan şehir kendi enerjisini kendi üretmektedir.

Himalaya Su Kulesi Zhi Zheng, Hongchuan Zhao ve Dongbai Song tarafından 2012 yılında tasarlanmıştır. 55.000 buzulun bulunduğu Himalaya Dağları, dünyanın tatlı suyu rezervinin yüzde kırkını barındırmaktadır [19]. Masif buz tabakaları iklimsel değişikliklere bağlı olarak giderek artan bir hızda erimekte, tüm dünya ve asya kıtası için özellikle de bu buzullardan çıkan yedi nehir ve yedi nehirin yakınlarında yaşayanlar için çok büyük sorunlar yaratmaktadır. Himalaya Su Kulesi yüksek dağlara kurulan, su tutmaya yarayan bir gökdelendir. Aşağı bölümlerde yer alan nehirlerin düzenli olmalarını sağlamakta, yağmur mevsiminde toplanan suları arındırmakta, dondurmakta ve gelecekteki kullanımlar için depolamaktadır.

Uygulanmamış örnek olan Himalaya Su Kulelerinin alt kısımları altı köklere benzeyen borulardan oluşmakta, bunlar dönerek ve birlikte suyu toplamakta ve depolamaktadır [4]. Gülay Yedekçi'ye (2016) göre, bir ağacın kökleri gibi bu borular en büyük su miktarını depolayacak şekilde büyümektedir. Binanın üst kısmı ise donmuş suyu depolamak için kullanılmaktadır. Dört masif gövde, çelik silindirik biçimleri taşımakta, aşağıdaki kökler gibi katmanları buzları depolamak için kullanılmaktadır.



Şekil 13. Himalaya Su Kulesi [19]

Bu iki bölüm arasında, bir mekanik sistem suyun donmasına yardımcı olmakta, daha sonra iklim koşullarının uygun olmasıyla suyu arıtmak ve dağılımını düzenlemektedir. Strüktürün altında, altı bir arada salınan su tüpleriyle çevrili olan bir ulaşım sistemi bulunmakta ve temiz suyun aşağıdaki kentlere dağıtılmasını sağlamaktadır [4].

#### IV. BULGULARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Dünya genelinde uygulanmış ve uygulanmamış örnekler üzerinde düşünülecek olursa bir canlılığın hayat ile başa çıkmasını doğal koşullarda nasıl yaptığı incelenerek yapılara aktarılması doğada var olanla aynı sonucun alınacağı görülmektedir. Türkiye'de ise bu durum sürdürülebilirlik ve ekolojik sistemlerin dışına çıkmamaktadır. Biyomimikri Türkiye'de bilinçlenmesi ve ilerlemesi için biraz daha zamana ihtiyacı olduğu incelenmektedir.

Sürdürülebilirlik ile ilgili olan LEED, BREEAM, DGNB gibi sertifika sistemleri Türkiye'de de veriliyor olmasına rağmen artık bu sistemlerin tek düzeliğe ve binanın çalışmasının önemsenmediği sadece kriter bazında seçme yaptığı gözlemlenmiştir. Bu durumda yapılması gereken dünyada yapılan örnekler arasında ortak olarak nelere dikkat

edildiğidir. Biyomimikri ile ortak olarak enerji verimliliği, sürdürülebilirlik, doğal aydınlatma, enerji tasarrufu gibi etkenler göz önüne alınmalıdır. Türkiye'de enerji konusunda dışa bağımlı olması durumundan kurtulması için biyomimikri ile mimari tasarımların uygulanması ile güneş, rüzgar gibi yenilenebilir enerjilerden yararlanabilir. Mimarlık öğrencilerine proje derslerinde biyomimikri ile yaklaşım uygulayarak tasarım yapmaları teşvik edilebilir. Böylece ileride daha fazla doğa ile uyumlu yapılar meydana gelebilir. Türkiye'nin konumu itibarıyla avantajlı bir ülkedir. Dışardan ithal edilen enerji kaynakları yerine doğaya zarar vermeyen yenilenebilir enerji kaynakları kullanımında hem ekonomik açıdan ülkeye katkısı hem de çevreye zararlı gazların yayılmasını engellemek ve ekolojik dengeyi bozmadan binaların uygulanması önemlidir. Doğayı göz ardı etmek sağlığımızı göz ardı etmek demektir. Bu nedenle özellikle tasarlama aşamasında dikkat edilmesi gereken durumlar ortaya çıkmaktadır. Bunlar;

- Çevrenin analiz edilip iklime, topografyaya, rüzgarın yönüne, çevre binaların konumuna gibi özelliklere dikkat ederek ön tasarımının yapılması,
- Dışa bağımlı olabilecek teknolojiler yerine, çevreye zarar vermeyen, var olan yenilenebilir enerji kaynaklarına göre binaya entegre tasarımlar düşünülmesi (Örn, güneş panelleri)
- Sürdürülebilir tasarımlı binaları yabancı sertifika sistemlerine göre değil, Türkiye'nin standartlarına uygulanabilecek şekilde tasarım yapılmasına göre Türkiye'ye özgü sertifika sisteminin hazırlanması,
- Mimarlık bölümü öğrencilerine tasarım paradigması olarak projelerinde yön verilmesinde biyomimikrinin kullanılması,
- Yasal düzenlemelerle birlikte doğa ile uyum sağlayabilen binalara teşvik sağlanması,

Bu gibi düzenlemeler ile birlikte biyomimikriye bakış açısı ve tasarımda kullanılma ölçüsü artacaktır. Örnek olarak verilen uygulamalarda ise karbon salınımını azaltarak, biyoçeşitliliğin azalmasını önlemek ve enerji tüketiminde dışa bağımlılıktan kurtularak kendi enerjisini üretebilen binalar tasarlanması amaçlanmıştır. Özellikle havalandırma konusunda bitkilerden örnek alınan binalarda amaçlanan doğa ile uyumun gerçekleştiği görülmektedir. Sadece bina bazında değil bina genelinde kullanılan malzemelerinde biyomimikrik özelliklere sahip olmasıyla çevreye duyarlılığı, ekolojik dengeyi korumayı ve karbon salınımı yapan yapı malzemelerinin azalmasına yardımcı olacağı görülmektedir.

#### V. SONUÇ

Bu çalışmada genel olarak Dünya'da ve Türkiye'de biyomimikri üzerine yapılan çalışmalardan ve ekosistemin çevredeki canlıların hayatlarını sürdürürken bunların fizyolojik, işlevsel ve fonksiyonel birleşimlerini mimariye aktarılmalarından bahsedilmektedir. Mimaride kullanılan doğanın etkileri, binanın doğal olarak havalandırılmasından ihtiyacı olan elektrik ihtiyacının karşılanmasına kadar her konuda çözüm göstermektedir. Biyomimikri'nin tasarım sürecine dahil olması endüstrileşmenin etkisinden ayrılarak tasarım paradigması olarak ayrılmıştır. Biyomimikri yaklaşımı olarak tasarlanan binalar enerji verimliliği, sürdürülebilirlik, doğal kaynakları kullanmak ve doğal havalandırmayı sağlayarak doğa ile uyumu sağlamayı hedeflemiştir. Türkiye'de de biyomimikrinin tasarım paradigması olarak

uygulanması ile gelecekte mevcut avantajını kullanarak yapılarda ekolojik çevre ile uyum sağlayacağı öngörülmektedir. Mimarlık öğrencilerinin bu tasarım paradigması ile projelerine farklı bakış açısı getirerek bilinçli ve farkındalığı yüksek mimarlar olarak yetiştirilecekleri beklenmektedir.

#### REFERANSLAR

- [1] Özdemir, E. ve Cengizoğlu, P. (2-3 Haziran 2016). Mimari Yüzeylerde Biomimesis Etkisi. 8. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu. İstanbul.
- [2] Zeiny, R. (2012). Biomimicry as a Problem Solving Methodology in Interior Architecture. Procedia - Social and Behavioral Sciences 50 :502 – 512
- [3] Pedersen Zari, M. and J. B. Storey (2007). An ecosystem based biomimetic theory for a regen-erative built environment Lisbon Sustainable Building Conference 07, Lisbon, Portugal
- [4] Yedekçi, G. (2016). Doğayla Tasarlamak, Biyomimikri ve Geleceğin Mimarlığı.
- [5] Uçar, S. (2018). Çatı ve Cephelelerde Fotovoltaik Panel Uygulamaları Üzerine Bir Çalışma: Burdur Örneği. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Arel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [6] Tatar, E. (2013). Sürdürülebilir Mimarlık Kapsamında Çalışma Mekanlarında Gün Işığı Kullanımı İçin Bir Öneri. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi. 17(1), 147-162
- [7] Rees, W. (1998). Our ecological footprint: reducing human impact on the earth.
- [8] İTÜ’de Yenilikçi Kent Planları Üzerine Çalışmalar Devam Ediyor. (7 Kasım 2016) <http://www.arkitera.com/haber/27850/itu-de-yenilikci-kent-planlari-uzerine-calismalar-devam-ediyor> (24 Mayıs 2018)
- [9] Karabetça, A. (2007). Doğadan Esinlenmiş Tasarımlar: Tasarım Stratejisi Olarak Biyomimikri.
- [10] Beijing National Aquatics Center (b.t.) [https://en.wikipedia.org/wiki/Beijing\\_National\\_Aquatics\\_Center\(12Mayıs2018\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Beijing_National_Aquatics_Center(12Mayıs2018)). National Aquatics Center (Water Cube) (15 Mart 2019).
- [11] A form inspired by the natural formation of soap bubbles (b.t.) <https://www.arup.com/projects/chinese-national-aquatics-center> (15 Mart 2019).
- [12] Radwana, G. ve Osamab, N. (2016). Biomimicry, An Approach, For Energy Efficient Building Skin Design. 34:178-189.
- [13] CH2 Melbourne City Council House 2 / DesignInc. (30 Haziran 2013). <https://www.archdaily.com/395131/ch2-melbourne-city-council-house-2-designinc> (12 Mayıs 2018)
- [14] Council House 2. (b.t.). <http://www.jaga-canada.com/project/council-house-2> (12 Mayıs 2018).
- [15] Biyomimikri Doğadan İlham Al. (3 Ekim 2015). <http://usamekaya.com.tr/biyomimikri-dogadan-ilham-al/> (13 Mayıs 2018)
- [16] Mutlu Avinç, G. Arslan Selçuk S., (2018) “Isıl Düzenleme Özelliğine Sahip Yapı Kabuğu Tasarımları İçin Biyomimetik Çözümler” International Refereed & Indexed Journal on Mathematic, Engineering and Natural Sciences (EJONS), 2 (3) 120-134
- [17] HABITAT 2020: Future Smart ‘Living’ Architecture (2008) <https://inhabitat.com/habitat-2020-off-the-grid-future-abode/?variation=d> (15 Mart 2019).
- [18] Mesterséges Szigetek Menekülteknék. (1 Ekim 2015). <http://kulturpart.hu/2015/10/01/mesterseges-szigetek-menekulteknek> (24 Mayıs 2018)
- [19] Himalaya Water Tower. (2 Mart 2012). <http://www.evolo.us/competition/himalaya-water-tower/> (12 Mayıs 2018)