

## Biyomimikri ve Fütüristik Mimarlık: Vincent Callebaut Mimarlığı Üzerine Bir Değerlendirme

Ceyhan ÇAKMAKLI <sup>1\*</sup> , Güneş MUTLU AVİNÇ <sup>2</sup> , Semra ARSLAN SELÇUK <sup>3</sup> 

ORCID 1: 0000-0002-8888-5020

ORCID 2: 0000-0003-1049-2689

ORCID 3: 0000-0002-2128-2858

<sup>1, 3</sup> Gazi Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Ana Bilim Dalı, 06570, Ankara, Türkiye.

<sup>2</sup> Muş Alparslan Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Bina Bilgisi Ana Bilim Dalı, 49250, Muş, Türkiye.

\* e-mail: gunesavinc@gmail.com

### Öz

Biyomimikri, doğanın stratejilerinden öğrenerek insanlığın problemlerine çözüm yolları üretilmesini ifade etmektedir. Doğanın milyarlarca yıldır eniyileyerek oluşturduğu bilgi havuzunun yaşanan bilimsel ve teknolojik gelişmeler ile daha iyi anlaşılabilirdiğini ve yenilikçi fikirler üretilmesi noktasında salt bugünün gereksinimlerine değil geleceğe yönelik tasarımlara da öncülük edebileceğini iddia etmek mümkündür. Bu bağlamda bu çalışma kapsamında biyomimikri ve fütüristik mimarlık arasında anlamlı bir ilişkinin olup olmadığı sorusunun cevapları Vincent Callebaut mimarlığı üzerinde yapılan bir değerlendirme ile araştırılmıştır. İlk olarak geçmişten günümüze fütüristik ve biyometik mimarlık örnekleri üzerinden ilgili kavramlar açıklanmış, daha sonra Callebaut tarafından ortaya konulan fütüristik çalışmalardaki biyomimikri yaklaşımı bu kavramlar çerçevesinde tartışılmıştır. Bu doğrultuda, fütüristik mimari tasarımların biyomimikri ile kurduğu ilişkinin morfolojik yaklaşımın ötesinde olduğu ve Callebaut'nın doğanın çalışma mekanizmasını taklit eden mimari tarzının bugünün paradigmaları bağlamında tartışmaya değer olduğu ve ekolojik bir sorumlulukla ortaya konulduğu görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Biyomimikri, fütürizm, fütürist mimari, Vincent Callebaut

## Biomimicry and Futurist Architecture: A Review on Vincent Callebaut Architecture

### Abstract

Biomimicry refers to looking for solutions to the problems of humanity by learning from the strategies of nature. Nature leads not only today's needs but also future-oriented designs in terms of producing innovative ideas. Within this context this paper follows the traces to answer the question of whether there is a meaningful relationship between biomimicry and futuristic architecture through an evaluation made on Vincent Callebaut architecture. For this purpose, first, related concepts are explained through examples of futuristic and biomimetic architecture from the past to the present. Then the biomimicry approach in the futuristic studies of Vincent Callebaut architecture is discussed within the framework of these concepts. In the light of the data obtained, it has been seen that the relationship between futuristic architecture designs and biomimicry is beyond the morphological approach and resulted with an ecological responsibility. Thus, Callebaut's designs imitating the nature are worth discussing with the paradigms of today's world.

**Keywords:** Biomimicry, futurism, futuristic architecture, Vincent Callebaut

**Citation:** Çakmaklı, Ç., Mutlu Avinç, G. & Arslan Selçuk, S. (2022). Biyomimikri ve fütüristik mimarlık: Vincent Callebaut mimarlığı üzerine bir değerlendirme. *Journal of Architectural Sciences and Applications*, 7 (1), 132-154.

**DOI:** <https://doi.org/10.30785/mbud.998598>



## 1. Giriş

Günümüzde iklim değişikliği, çevre kirliliği gibi nedenlerle bozulan ekolojik dengeye çözüm üretmek için doğal organizmaları, süreçleri, sistemleri araştırarak doğayla uyumlu, geri dönüşümlü, en az zarar veren, ihtiyacı kadarını tüketen ve yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanan tasarımların sayısı her geçen gün artmaktadır. Doğayı referans alan tasarımlar, ekoloji, biyoloji ve teknoloji alanlarında yaşanan ilerlemelere bağlı olarak gelecek için de fikir sunmaktadır. Farklı disiplinlerde yaşanan bu doğadan öğrenme süreci yaygınlaşmaya devam ederse gelecekte biyomimetik bir devrimin yaşanması kaçınılmaz olarak görülmektedir (Benyus, 1997, s.5). “Bu devrimin teknolojisi, endüstriyel devrimin tersine doğa insan ilişkisini düzenleyecek ve gelecek kuşaklara aktarılabilir sürdürülebilir çevrelerin yaratılmasında önemli bir rol oynayacaktır” (Arslan Selçuk ve Gönenç Sorguç, 2008).

Buradan hareketle bu çalışma doğadan öğrenmeyi tarifleyen biyomimikri yaklaşımı ile gelecekteki tasarımları ifade eden fütürist mimarlığın birlikteliğini araştırmaktadır. Biyomimikri ve fütüristik mimarlık arasında anlamlı ilişkinin varlığı ve bu iki kavramın temel ilkelerinin birlikte kullanımı ile bir tasarım düşüncesi ve/veya tasarım ürünü oluşturulabilir mi sorusu bu çalışmaya yön vermiştir. Bu sorudan hareketle çalışmanın hipotezi, “biyomimikri yaklaşımı ve fütüristik mimarlık arasında kavramsal bir bütünleşme potansiyelinin olduğu ve bu potansiyelin izlerinin Callebaut’un mimarlığında okunabileceği şeklinde gelişmiştir. Biyomimikri ve fütürist yaklaşımlarının birlikteliğini ele alan bu çalışmada incelenen projeler konsept projeler ile sınırlı olmaktadır. Bu projelerin günümüz şartlarında uygulanabilirliği henüz mümkün değildir. Çalışma kapsamında yapılan değerlendirmeler proje künyelerinde yer alan tasarımcıların iddialarıdır. Bununla birlikte bu çalışmalar günümüz teknolojileri ile henüz inşa edilemiyor olsa da sunmuş olduğu yenilikçi fikirler ile bugünün mimarlığına farklı bakış açıları kazandırmaktadır.

Bu bağlamda ilk olarak geçmişte ve günümüzde tasarlanmış fütürist mimari örnekleri incelenmiş ve bu projelerde sıklıkla vurgulanan ve tasarımı fütürist olarak nitelendirilmesini sağlayan ilkeler belirlenmiştir. Bu ilkeler tasarımcıların proje tanıtımında iddia ettikleri ilkelerdir. Fütürist ilkeler belirlendikten ve biyomimikri kavramı tanımlandıktan sonra elde edilen veriler ışığında alan çalışması olarak Belçikalı Mimar Vincent Callebaut’un mimarlığı üzerine bir inceleme yapılmıştır. Vincent Callebaut’un tasarımları biyomimikri ve fütürist ilkeler bağlamında nitel olarak değerlendirilmiştir.

### 1.1. Fütürizm ve Mimarlık

21. yüzyılın başlarında ortaya çıkan Fütürizm akımı, “gelecekçilik” olarak tanımlanmaktadır (Türk Dil Kurumu, 2021). Gelecek öngörülerine yeni boyut kazandıran bu akım, teknolojik gelişmelerin sanatta dikkate alınması gerektiğini vurgulamıştır (Sarıgül, 2008). Buradan hareketle 20.yy başlarında teknolojiyi ve yeni yaşamı, dinamizmi ve hareketi merkezine alan fütürizm, geleceğe yönelik teknolojik gelişmelerin sürekliliğini önemsemektedir (Şimşek, 2009, s.5).

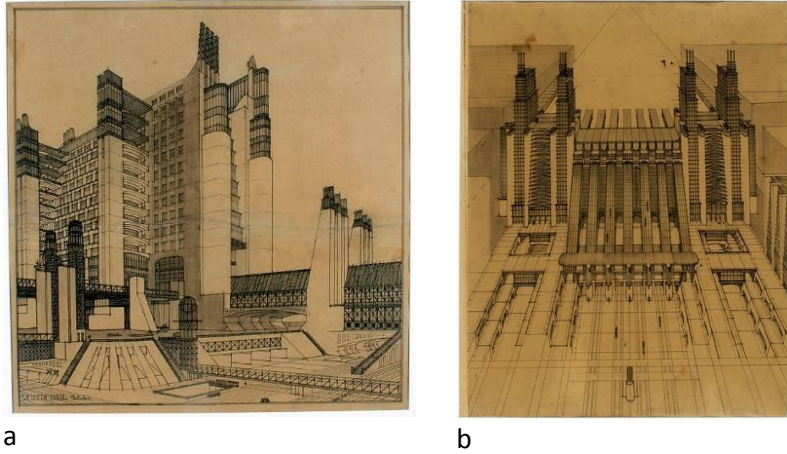
Akım, İtalyan şair Marinetti tarafından 1909 yılında yayınlanan “Fütürizm Manifestosu” adlı metin ile ilan edilmiş ve mimarlık, şiir, resim, edebiyat, heykel, fotoğrafçılık, endüstriyel tasarım gibi pek çok alanda etkili olmuştur (Kayın, 2009). Fütüristler tıpkı değişen yaşam koşulları gibi sanat ve diğer disiplinlerinde mevcutta olan düzeni terk edip yenilikçi anlatım şekillerini ve biçimleri kullanarak değişen çağa ayak uydurması gerektiğini vurgulamıştır (Çakmaklı, 2020).

Fütüristler klasik, anıtsal, süslemeli, gösterişli, hiyerarşik mimarlığı; eski yapıların reproduksiyonunu ve yeniden inşasını, yatay ve dikey çizgileri, statik, ağır, piramidal ve kübik form yapılarını reddetmektedir (Sant’Elia ve Marinetti, 1991). Bununla birlikte mimarlığın sahip olması gereken yeni estetik değerleri de “...eğik ve eliptik çizgiler doğaları gereği dinamiktir ve dikey ve yatay çizgilerden bin kat fazla duyumsal güçleri vardır, bunlarsız dinamik biçimde bütünleşmiş bir mimarlık olanaksızdır” (Sant’Elia ve Marinetti, 1991) şekilde ifade etmişlerdir.

Fütürizm akımının ‘gelecek’ kurgusunda, “teknolojinin ağırlıklı olarak vurgulanan bir kavram” (Güzer, 2000) olduğu açıktır. Teknoloji, zaman içerisinde yapıdaki varlığının ötesine geçerek bir dış vuruma dönüşmüştür (Tekin, 2007). “Nasıl eskiler, sanatlarının esin kaynağını doğada buldularsa, fiziksel ve ruhsal olarak yapay olan bizler de esin kaynağımızı, yaratmış olduğumuz yepyeni mekanik dünyanın öğelerinde bulmalıyız. Mimarlık, bu yeni dünya için en ince anlatım alanını, en yetkin sentezi ve en etkili

sanatsal bütünleşmeyi sağlayacaktır.” (Sant’Elia ve Marinetti, 1991) ifadesinden, fütürist manifestoda teknolojinin açıkça kullanılması gerektiği anlaşılmaktadır.

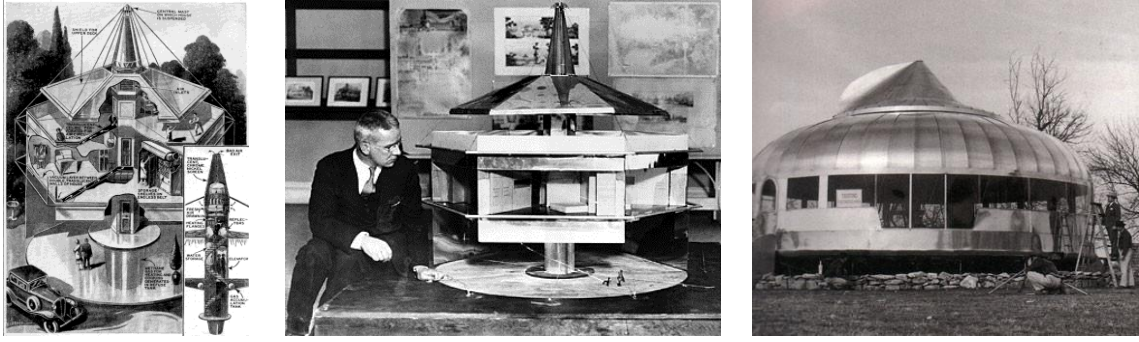
Fütürizm akımının önde gelen isimlerinden biri olan Antonio Sant’Elia’nın Mario Chiattone ile birlikte hazırlamış olduğu “Nuove Tendenze Sergisi”nde sunulan gelecek mimarlığı hakkında düşüncelerinin anlatıldığı perspektif çizimler bu akımın mimarlık alanındaki ilk temsilidir (Şekil 1). “La Citta Nuova” olarak tanıtılan görsellerdeki gökdelen tasarımında yer alan metrolar, farklı kotlarda araç yolları, asansörler gibi yenilikçi fikirler dikkat çekicidir (Kortan, 1984). Sant’Elia bu tasarımlarda, cephede yükselen asansörler kurgulamış, teraslı yapı blokları ile iç mekândan daha fazla faydalanmanın yollarını aramıştır. Bu yapı içerisinde yer alan tüm dairelerin havalandırılması ve güneşlenme teraslarına sahip olabilmesi için çözüm arayışlarına gidilmiştir (Cuito, 2003, s. 67).



Şekil 1. La Citta Nuova, a) apartman ve b) tren garı binaları (L’Espresso, 2013)

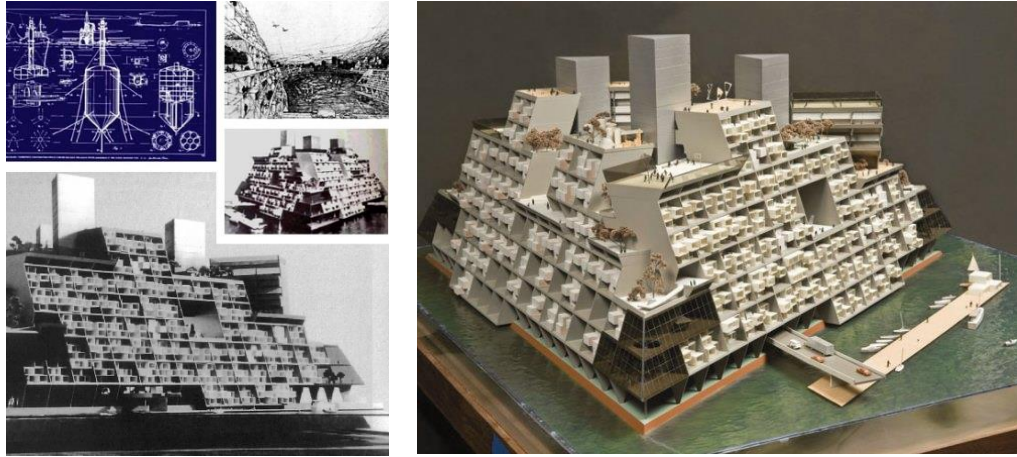
Akımının öncü isimlerinden olan Marinetti ve Sant’Elia fütürizmi “teknoloji, hareket ve dinamizm” kavramları ile öne çıkarmaktadır. Onlara göre bu üç kavram gelecek mimarlığının temelini oluşturmaktadır. Bununla birlikte Marinetti ve Sant’Elia, dinamizmin “eğik ve eliptik çizgiler” ile elde edildiği vurgulamaktadır (Sant’Elia ve Marinetti, 1991).

Neo-fütürizm akımının önemli mimarlarından biri olarak bilinen Buckminster Fuller tarafından 1927’de tasarlanan “Dymaxion Evi” yüzyılın en devrimsel konut teknolojisi olarak yorumlanmaktadır. *Dymaxion* kavramı, İngilizce “dynamic” (dinamik), “maximum” (azami) ve “tension” (gerilme) terimlerinin birleşiminden meydana gelmektedir (Boyacıoğlu, 2017). “İlerleme” anlayışıyla tasarlanan proje, minimum malzemenin maksimum yapı ve performansı hedeflemektedir (Fuller, 1931). Şekil 2’de çizimleri ve maketi görülen altıgen planlı proje, 150 m<sup>2</sup>’lik kat alanından oluşmaktadır. Kat alanı, çelik kablolarla asılan merkezi kolonu ve ışık, ısı, hava güç ve dağıtım ünitelerini barındırmaktadır. Enerji korunumunun öne çıktığı yapıda banyoda kirli suyun filtrelenerek yeniden kullanımı ve askı kablolarında yer alan lensler ile mekânın ısı kalitesi ve gün ışığı ile aydınlatılması düşünülmüştür. Pnömatik malzeme ile döşeme ve bölücü duvarlarda ses yalıtımı oluşturulması dikkate alınmıştır. Bütün bunların yanında yapı cephesinde düşünülen geniş üçgen camlar ve çelik asma-germe strüktür sistemler ilk defa düşünülmüş sistemlerdir. Fuller tasarladığı bu yapı ile endüstrileşmenin çevre kirliliği oluşturarak doğayı hiçe saymasına ve kaynakların hızlıca tüketilmesine tepki göstermiştir. Bu sorunların çözümü için Fuller projesinde, HVAC sistemleri ve güneş enerjisi panellerinin yer almasını düşünmüştür (Sarigül, 2008).



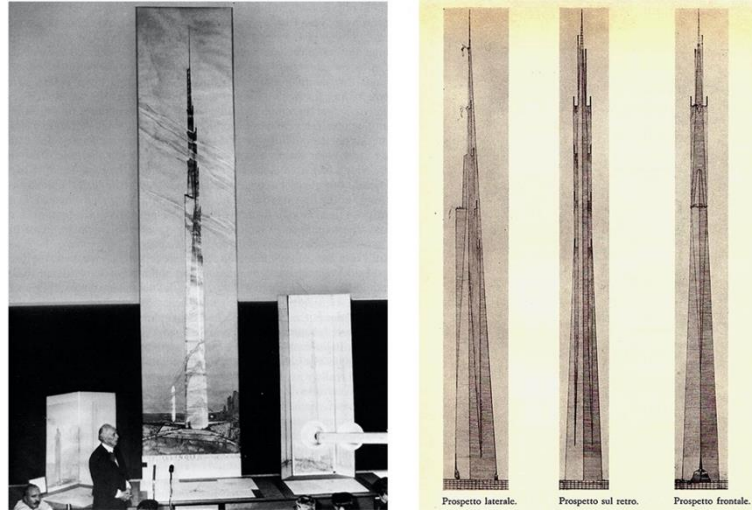
Şekil 2. Dymaxion evi, Buckminster Fuller (Archdaily, 2019)

Endüstrileşmenin getirdiği bir başka sorun olan kentlerdeki hızlı nüfus artışı, tasarımcıların uzay ve su gibi kara alanları dışındaki yerlerde yapı arayışına girmeleri fikrini gündeme getirmiştir. Bu fikirlere bir örnek olarak Buckminster Fuller'in Floating City projesi verilebilir (Şekil 3). Su üzerinde konumlanan bu şehirde, deniz suyunun doğaya zarar vermeden damıtılarak kullanımı görülmektedir (Sarıgül, 2008). İncelenen projelerde görüldüğü gibi yüzen şehirler, yüksek teknoloji kullanımı fütürist tasarımlarda öne çıkan kavramlardan birkaçıdır.



Şekil 3. Triton floating city, Buckminster Fuller (Bubuiainstitute, 2010)

Önemli fütüristik çalışmalara bir başka örnek olarak Frank Lloyd Wright tarafında tasarlanan "Bir Mil Yüksekliğinde Gökdelin" yapısı verilebilir (Şekil 4). Chicago'da bir göl kenarında konumlanacak şekilde düşünülen yapı, 528 kat olarak toplam 1609 m yüksekliğindedir. Yaklaşık olarak 100 bin kişinin yaşayacağı düşünülen yapıda 76 adet asansör kurgulanmıştır. Chicago kentinin kentsel ilerleyişini durdurmak ve çözüm geliştirmek amacıyla tasarlanan (Koyuncu, 2010) bu proje teknik yetersizlikler sebebiyle inşa edilmemiş, ancak dikey mimarinin önemli tasarım fikirleri arasında literatürdeki yerini almıştır (Mimdap, 2010).



Şekil 4. Bir mil yüksekliğinde gökdelen, Frank Lloyd Wright (Kimmelman, 2017); (Imgur, 2016)

20. yüzyılın son çeyreğine gelindiğinde Fütürist akım mimarlıkta, hızlı nüfus artışı, teknolojik yenilikler ve ekolojik sorunlardan beslenerek gelecek için özellikle gökdelen tipolojisi üzerine fikir üretmeye başlamıştır. Bu fikirler, ekolojik tasarım yaklaşımlarının kullanıldığı, sıfır karbon ayak izi ilkelerinden yola çıkarak doğaya zarar vermeden kendi enerjisini üretebilen çok katlı yapı tasarımları olarak ifade edilmektedir. Ekoloji, sürdürülebilirlik ve insanlığın yeryüzündeki geleceği gibi problemlere çözüm arayan fütürist tasarımcılar, “Yeni Fütüristler” olarak adlandırılmaktadır (Çakmaklı, 2019).

Buradan hareketle Dünya’nın 2062 yılında nasıl görüneceği sorusuyla kurgulanan ve “The Jetsons” adı altında 2017 yılında tanıtılan “Three-mile-high Skyscraper” projesinde (Şekil 5), kendi kendini temizleyen cepheler ile kaplanmış binaların olduğu bir gelecek fikri ortaya atılmıştır. Hayali teknolojilerin sıklıkla kullanıldığı projenin önemli özelliklerinden birisi ise “EcoClean” gibi malzemelerin proje bağlamında düşünülmüş olmasıdır (Cooke, 2017).


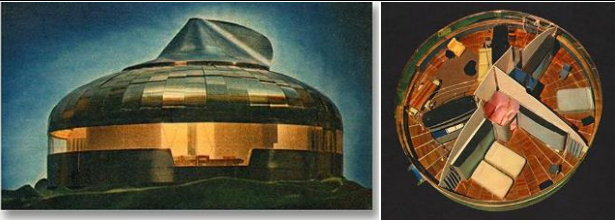





Şekil 5. Three-mile-high Skyscraper, Arconic (Brandingnews, 2017), (Skyscrapercity, 2016)

Özetlemek gerekirse Fütüristler, ileri teknolojinin, eğrisel ve dinamik hatların kullanımı, en az malzeme ile en iyi üretim, enerji korunumu gibi sürdürülebilir tasarım kriterlerinin gözetildiği fütürist tasarımlar bulunduğu çağın yapım teknolojisinin ötesinde öneriler getirmektedir. Bu bağlamda fütürist tasarımlar, yaşanan olumsuz çevre koşullarına yönelik ileri teknoloji kullanımı ile fikir üretme arayışındadır. Yeni bir çağın başlangıcını haber vermek amacıyla kullanılan teknoloji zamanla insan hayatına fayda sağlamak düşüncesiyle fütürist mimarideki yerini almıştır. Günümüzde fütüristleri ise, hızla artan nüfus için daha konforlu ve rahat bir yaşam sunmanın yanında doğayı gözetken, doğayla bütünleşmeyi hedefleyen bir mimarlık geliştirilmesini hedeflemektedir (Çakmaklı, 2020). Fakat olumsuz çevre koşullarına yönelik önerilen ileri teknoloji kullanımı doğayı gözetken ve doğayla bütünleşmeyi gerçekleştirebilecek tasarımlar değildir. Doğayla bütünleşme bulunduğu çevre koşullarına adapte

olabilen ve yere uygun yapı tasarımı ile mümkün olabilmektedir. Yapıların doğa ile uyumlu olabilmesinde aynı zamanda yenilenebilir malzeme kullanımı da öne çıkmaktadır. Diğer türlü bu yapılarda kullanılan malzemeler ile teknoloji çöplüğü oluşacak doğa yine zarar görmeye devam edecektir. Bu bilgiler ışığında incelenen fütürist mimari örneklerinde tasarımcıların belirtmiş olduğu kavramlar Çizelge 1’de ortaya konulmuştur.

**Çizelge 1.** İncelenen örnekler ve hedeflenen fütürist kavramlar

Proje Adı	Fütürist Kavramlar
Antonio Sant’Elia La Citta Nuova	
	Dinamik Hatlar İleri Teknoloji Kullanımı Yüksek yapı
Buckminster Fuller-Dymaxion Evi	
	Eğrisel / Dinamik Hatlar İleri Teknoloji Kullanımı Esnek/hareketli yapı Az malzeme ile üretim Sürdürülebilir tasarım
Buckminster Fuller-Triton City	
	Dinamik Hatlar İleri Teknoloji Kullanımı Esnek/hareketli yapı Yüzen şehir Yüksek yapı
Bir mil yüksekliğinde gökdelen, Frank Lloyd Wright	
	Eğrisel / Dinamik Hatlar İleri Teknoloji Kullanımı Yüksek yapı
Arconic – Three-mile-high Skyscraper - Arconic’s city of the future	
	Eğrisel / Dinamik Hatlar İleri Teknoloji Kullanımı Esnek/hareketli yapı Sürdürülebilir tasarım Yüksek yapı

Bu veriler ışığında, bu çalışma kapsamında mimar Vincent Callebaut’nun projelerinin fütüristik değerlendirmeleri yapılırken; “eğrisel / dinamik hatlar”, “ileri teknoloji kullanımı”, hareketlilik / esneklik” ve “sürdürülebilirlik”, “yüzen şehirler” kavramları projelerde aranacak ana kavramlar olarak belirlenmiştir.

## 1.2. Biyomimikri ve Mimarlık

Değişen iklim koşulları ile ekolojik dengenin korunması gerekliliği konusunda artan farkındalık yapıları çevrelerde sürdürülebilirlik yaklaşımı araştırmalarına hız vermiştir. Bu araştırmalardan biri olarak

biyomimikri, ekosistem ile uyum içerisinde varlığını sürdüren organizmaların, sistemlerin çalışma ilkelerini anlamak, öğrenmek ve ondan ilke çıkarmaya odaklanmaktadır.

Biyomimikri yaklaşımını Benyus (1997, s.5), “doğanın dehasının bilinçli olarak taklit edilmesi”; Michael Pawlyn (2011, s.10), “sürdürülebilir çözümler üretebilmek için biyolojik formların, süreçlerin ve sistemlerin işlevsel temellerinin taklit edilmesi”; Lopez, Rubio, Martin ve Croxford (2017) ise, sürdürülebilir bir dünya için “doğanın tasarımlarını taklit eden yeni bir disiplin” olarak tanımlamaktadır.

Biyomimikri yaklaşımı; doğada yer alan çözümlerin anlaşılabilir, enerji ve malzeme korunumu sağlayan çözümler ve yenilenebilir enerji kullanımını artırmak için öneri geliştirilmesine yardımcı olmaktadır. Yaklaşım doğadaki form, fonksiyon, strüktür, estetik ve malzeme gibi birçok konudan yola çıkarak, özgün tasarımlar üretmek için kullanılan bir yöntemdir. Yaklaşımın gösterdiği yol ile doğada yer alan sistemlerin anlaşılması, doğaya uygun yapılaşmaların üretilmesi, sürdürülebilir ve ekolojik tasarımlar ile doğayla bütünlük çözümler geliştirilmesi mümkün olabilmektedir.

Mevcut biyomimikri uygulamalarının incelenmesi için Zari (2007) “organizma, davranış ve ekosistem” olmak üzere üç düzey tanımlamaktadır. “Organizma” düzeyi, bir hayvan ya da bitki gibi bütüncül bir organizma olabileceği gibi bunun yanında organizmanın bir kısmının ya da tümünün taklit edilmesi anlamında da kullanılabilir. İkinci düzey olarak, “davranış” organizmanın sınırlı/belirli veya bütüncül davranışlarının aktarılmasını ifade etmektedir. Üçüncü aşama olan “ekosistem”, tüm ekosistemin bütüncül bir bakış açısıyla incelenerek genel ilkelerinin çıkarılmasını ve çözüm için aktarılmasını içermektedir. “Organizma, davranış ve ekosistem” düzeylerinin her biri içerisinde, beş farklı taklit ölçeğini barındırmaktadır. Biyomimikri yaklaşımı ile üretilen bir tasarım ilke çıkarılan aşamanın, “nasıl görüldüğü (form), neden yapıldığı (malzeme), nasıl yapıldığı (konstrüksiyon/yapım), nasıl çalıştığı (süreç) ve ne yapabildiği (fonksiyon)” ile alakalı olabilmekte ve birlikte de çalışabilmektedir (Zari, 2007) (Çizelge 2).

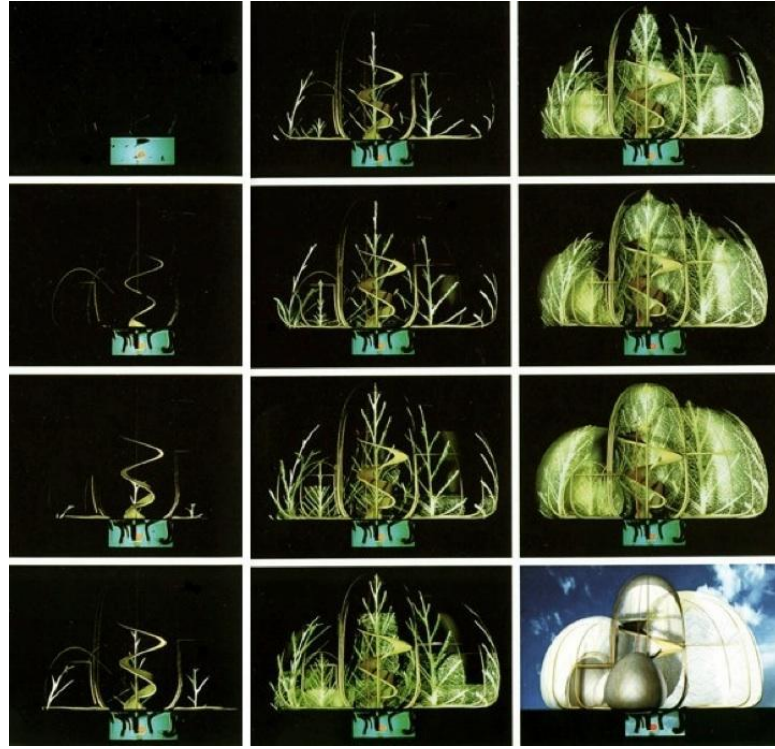
Çizelge 2. Biyomimikri aşamaları (Zari, 2007’den uyarlanmıştır)



### 1.3. Biyomimetik Tasarımlar

Çalışmanın bu aşamasında biyomimikri yaklaşımından yola çıkılarak tasarlanmış mimarlık örnekleri incelenmektedir. Bu incelemede ele alınan örnekler biyomimikri düzeylerine göre kategorize edilmiştir.

Biyomimikri anlayışı ile tasarlanmış “Moleküler Kurgulu Ev” projesi, mimarlıkta nanoteknoloji kullanımının hedeflendiği ilk örneklerden biridir. John M. Johansen tarafından tasarlanan yapı, bilinen konut tasarımlarından oldukça farklıdır. “Moleküler Kurgulu Ev” tasarımı, bir bitkinin büyüme süreci gibi saksıda tohumdan başlayarak, özel kimyasallarla dolu bir teknenin içerisine yerleştirilen ve bitki gibi üreyip büyüyen bir ev olarak tasarlanmıştır (Şekil 6). Kökler, yapının temelini oluşturmaktadır. Üst yapının mekanik sistemleri gibi yapıyı oluşturan katmanlar ise dokuz günlük moleküler bölünme aracılığıyla oluşmaktadır. Bu büyüme sürecinde, yapının katmanlarının değişen ortam koşullarına uyum sağlaması düşünülmüştür (Johansen, 2002, s.25).



Şekil 6. Moleküler Kurgulu Ev gelişimi, John M. Johansen (Johnmjohansen, 2011)

Bu projede hedeflenen “moleküler büyüme” ile doğal formlar üretilerek doğayla bütünleşme gerçekleştirilecektir. “Moleküler büyüme süreci” de keskin birleşimler ve kenarlar içeren yapım üretim sistemlerini de değiştirecektir. Yapı kabuğu, duvarları ve diğer tüm elemanları ile bir bütün olan yapı içerdiği malzemeler ile bütünleşik bir şekilde sorunsuz olarak büyüyecektir (Johansen, 2002, s.25).

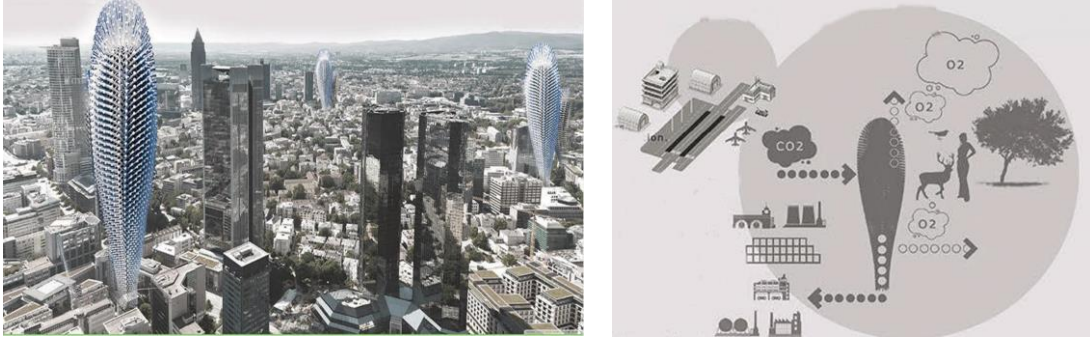
İnceleme için ele alınan ikinci projede, “doğadaki geri dönüşüme katkı sağlaması ve karbon emilimini %40 azaltması” hedeflenmektedir. Pasifik Okyanus’unda dubalar üzerinde yüzen yapay adalar olarak düşünülen proje Shimizu tarafından tasarlanmıştır. “Green Float” projesi, her biri 1 km genişliğinde olan hücreler üzerinde yaklaşık olarak 10 bin-50 bin arasında insana yaşam imkânı sağlamayı amaçlamıştır. Şekil 7’de görülen proje dev nilüferler üzerinde yükselen gökdelenler olarak tasarlanmıştır. “Yeşil teknoloji kullanımıyla karbon oranı dengeli bir gelecek yaratmak” sloganıyla tanıtılan projenin doğal referansı nilüfer bitkisidir. Nilüfer bitkisinin yaprakları, “magnezyum alaşımlı tabakalar” olarak düşünülmüştür. İçerisinde yer alan ormanlık ve yeşillik alanlarla yaşamsal ihtiyaçlar karşılanacak bununla birlikte su yüzeyinde inşa edilmesi planlanan setler ile tsunamiler önlenecektir. Projede düşünülen yeni teknolojiler, ısı yalıtımını arttırmak ve böylece yakıt tüketimini düşürmek amacıyla kullanılmaktadır. Okyanusun sahip olduğu termal enerji, rüzgâr, güneş ve dalgaların kullanımı ile temiz enerji üretilmesi hedeflenmektedir (Shimz,2021). Bu projede geri dönüşümlü malzeme kullanımı ve daha az katlı yapılar düşünülmesi ile proje doğaya daha uyumlu hale getirilebilecek potansiyeller taşımaktadır. Yüzen kentler, değişen iklim koşulları ve artan deniz seviyelerinin yükselmesi ile gündeme gelmeye başlamıştır. Fakat mevcutta uygulanan yapı malzemeleri ve çözümlerinin aynısının su üzerinde inşa edilecek yeni yapılarda düşünülmesi su ve suda yaşayan canlıları tehdit etmektedir. Bu bağlamda bu projelerde yeni alanlar açmanın yanında doğaya sıfır zarar dikkate alınmalıdır.





Şekil 7. Green Float, Shimizu (Shimz, 2021)

Biyomimikri hedefleri olan bir diğer proje 2014 yılında Umarov Alexey tarafından tasarlanmıştır. “Hiper Filtre Gökdelen” olarak adlandırılan proje, kentlerde sıklıkla yaşanan bölgesel kirlilik sorunlarına çözüm arayışındadır. Bu bağlamda gökdelen cephesine yerleştirilen emici boruların, karbondioksit ve zararlı gazları emerek doğaya temiz hava vermesi düşünülmektedir. Gökdelen dış kabuğunda yer alan borular yapının sıcaklık dengesini korumaktadır. Bununla birlikte yapıda zararlı gazların emilimi sonucu oluşan atıkların, kimya ve inşaat endüstrilerinde kullanılmak üzere depolanabilmesi olanağı bulunmaktadır (Şekil 8) (Evolu, 2014). Bu tasarımında yapıların doğal ekosistemin parçası olarak düşünölmeye başlandığı söylenebilir. Böylece yapı ekosistemin bir parçasıymış gibi işlev görmekte ve sisteme bütünleşik hareket etmektedir.



Şekil 8. Hiper Filtre Gökdelen, Umarov Alexey; Hiper Filtre Gökdelen işleyiş şeması (Evolu, 2014)

“Gerridae” projesi, su örümceğinin organik özelliklerinden yola çıkılarak, mimar Joe Shi tarafından tasarlanmıştır. Karada yaşanan hızlı kentleşmelerin büyük su kaynakları üzerine taşınarak kendi kaynaklarını üretebilmesine odaklanan, hareket edebilir ve sürdürülebilir bir proje olarak tanıtılmaktadır. Kent merkezi, konut bloklarının yer aldığı, okyanusa temas eden uzuvlar yardımıyla yükseltelen bölgede yer almaktadır. Toplamda 15.000’e yakın insan barındırabileceği belirtilen projede güneş ve rüzgâr enerjisinin etkin kullanımına dikkat edildiği belirtilmektedir (Şekil 9) (Evolu, 2016).







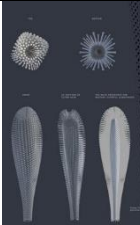

Şekil 9. Gerridae, Joe Shi (Evolu, 2016)

Bu bölüm sonunda günümüzde tasarlanan projelerin biyomimikri bağlamında analizi yapılmıştır. Ele alınan tasarımlarda kullanılan biyomimikri tasarım düzeyleri, ilkeleri ve projelerde öne çıkan kavramlar Çizelge 3’te sunulmuştur.

İncelenen projeler biyomimikri yaklaşımı kullanılarak tasarlanan fütüristik projelerdir. Fakat bu projelerde biyomimikri yaklaşımı uygun olarak kullanılmamaktadır. Biyomimikri ile kurdukları ilişki organizma, ekosistem gibi düzeylerde esinlenmeler içermektedir. Bu bağlamda bu tasarımların tam

anlamıyla biyomimikri yaklaşımını önemsedikleri ve doğayla bütünleşik hareket ettiği ve tamamen geri dönüştürülebileceği söylenemez.

**Çizelge 3.** Fütüristik mimarlık örneklerinde biyomimetik yaklaşımların incelenmesi

Proje Adı	Öne Çıkan Kavramlar	
Moleküler Kurgulu Ev gelişimi, John M. Johansen		
		Bitki Gelişimi Davranış (Yapım) İleri Teknoloji Sürdürülebilirlik
Green Float, Shimizu		
		Nilüfer bitkisi Organizma (Biçim) Ekosistem (Fonksiyon) İleri teknoloji kullanımı Sürdürülebilirlik Yüksek yapı
Hiper Filtre Gökdelen, Umarov Alexe		
		Ağaç Organizma (Süreç) Ekosistem (Fonksiyon) İleri teknoloji kullanımı Sürdürülebilirlik Yüksek yapı
Gerridae, Joe Shi		
		Su örümceği Davranış Ekosistem Hareketlilik Esneklik Sürdürülebilirlik Yüksek yapı

Çizelge 3'te yer alan projelerde sürdürülebilirlik bağlamında; enerji korunumu, doğayla bütünleşik hareket etme, malzeme korunumu, su korunumu, hava kirliliğini temizleme gibi tasarım kararlarının ağırlıklı olarak yer alması günümüzde öne çıkan çevresel problemlere çözüm arayışları olarak yorumlanabilir. Bu kavramlar proje açıklamalarında yer alan tasarımcılara ait görüşlerden çıkarılmıştır. Analizlerde öne çıkan bir diğer önemli nokta ise biyomimikri yaklaşım kriterlerinin, ileri teknolojik çözümlerle yapılarda yer alabileceğidir. İncelenen projelerden elde edilen biyomimikri ve fütüristik mimarlık ilişkisine dair çıkarımlarla Vincent Callebaut projelerinin değerlendirilmesinde araştırılacak kriterleri oluşturmaktadır.

## 2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışmanın materyal ve metodunu biyomimikri ve fütüristik mimarlık yaklaşımlarına yönelik kuramsal bilginin literatürden araştırılarak ortaya konulması ve bu araştırma sonucunda elde edilen verilerle Vincent Callebaut tasarımlarının nitel olarak incelenmesi oluşturmaktadır.

Fütürizm ve mimarlık; biyomimikri ve mimarlık ve biyomimetik tasarımlar bölümleri çalışmanın literatür taramasını oluşturmaktadır. Fütürizm ve mimarlık başlığı altında, fütürizm kavramının ve

kavramın mimarlık ile ilişkisinin ele alınmakta ve fütüristik mimari örnekleri analiz edilerek alan çalışması için fütüristik mimari kavramları çıkarılmıştır (Çizelge1).

Literatür çalışmasının ikinci basamağı olan biyomimikri ve mimarlık başlığı içerisinde biyomimikri tanımı ve mevcut biyomimikri uygulamalarının incelenmesi için Zari (2007) tarafından ortaya atılan üç biyomimikri düzeyi açıklanmıştır (Çizelge1). Çalışmanın üçüncü aşaması olan biyometik tasarımlar başlığı altında, biyomimikri yaklaşımı ile tasarlanmış mimarlık örnekleri analiz edilmektedir. Bu analizde değerlendirilen tasarımlar, doğayı referans aldıkları canlı, biyomimikri düzeyi ve hedefe göre kategorize edilmiştir (Çizelge3).

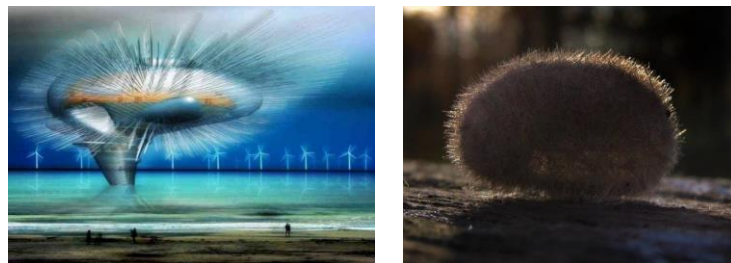
Çalışmanın alan çalışmasını "pozitif enerjili" binalar, yüzen şehirler ve deniz gökdelenleri tasarlayan ve Mimar Vincent Callebaut tarafından yönetilen "Vincent Callebaut Mimarlık" tasarımları oluşturmaktadır. Mimar Vincent Callebaut sürdürülebilir tasarımda öncü bir kuruluş olan "Green Planet Architects" tarafından en iyi 50 mimardan biri seçilmiş, ofisi "Time Magazine" tarafından en iyi ekomimari firması olarak tanıtılmıştır (Vincent Callebaut Architectures, 2021).

Bu araştırma kapsamında Vincent Callebaut tarafından biyomimikri yaklaşımı ile tasarlanan 3 adet fütüristik proje incelenmiştir. Projelere ait veriler mimarlık firmasına ait resmi internet adresinden alınmıştır. İlk olarak proje tanımları yapılmış daha sonra önceki başlıklarda elde edilen biyomimikri ve fütürizm kavramlarının varlığı bu projelerde araştırılmıştır. Bu bağlamda incelenen her proje için oluşturulan değerlendirme tabloları Çizelge1, Çizelge2 ve Çizelge3'ten gelen veriler ışığında;

- Yapıya ve esinlendiği organizmaya ait görsel,
- Yapının kullanım tipi, tasarım yılı, tasarım yeri ve tasarım amacının yer aldığı yapı kimliği,
- Yapının, çalışmanın ikinci bölümünün sonucunda elde edilen, fütüristik mimarlığa dair anahtar kelimelerle değerlendirilmesi,
- Yapının hangi biyomimikri düzeyinde tasarlandığı,
- Yapıda kullanılan biyomimikri yaklaşımın, yapının fütüristik öğelerine etkisinin saptanması, aşamalarından oluşmaktadır.

### 3. Araştırma Bulguları

Vincent Callebaut mimarlık ofisinin tasarlamış olduğu projelerden seçilen il örnek Ecocoon Projesi'dir. Şehir içi konut ve rüzgâr enerjisi kaynağı arasında bir oluşum olarak tasarlanan *Ecocoon* projesinde, enerji tüketiminin azaltılması hedeflenmiştir. Proje, bir arada yaşaması planlanan fauna ve floranın ve depolanan rüzgâr enerjisinin bir bölümünün atık ürünlerini geri dönüştürmek ve geri dönüştürülmüş ürünler ile toprak, su ve hava gibi çeşitli doğal elementleri yeniden üretmek için kullanıldığı dev bir batarya olarak tarif edilmektedir. Şehir kirliliği, sanayi, tarım, deniz gibi alanlarda yer alan *Ecocoon*, insanların gelecek nesillere korunan ve saygı duyulan bir çevre bırakmak için öğretici bir ara yüz ve interaktif bir laboratuvar görevi üstlenmektedir (Vincent Callebaut Architectures, 2003) (Şekil 10).



Şekil 10. Ecocoon projesi (Vincent Callebaut Architectures, 2003), Tüylü koza (Flickr, 2010)

Toprağa demirlenmiş tüylü bir koza şekline benzeyen *Ecocoon'un* tüyleri su üretimi için su buharını toplama ve ısı ve ışık üretimi için elektrik titreşimlerini dönüştürme özelliğine sahiptir. Esnek polikarbonat borularla şişirilmiş çift derisinin altındaki bakteri tabakaları, atıkları biyolojik olarak parçalamaktadır. Biyoreaktif piller rüzgâr türbinine bağlı olup, elektrik depolamakta ve elektrik şebekesini beslemektedir (Vincent Callebaut Architectures, 2003).

İnsanoğlunun eylemleri sonucu değişen iklim koşulları ve küresel ısınma, okyanus suyu seviyesinin yükselmesine neden olmaktadır. Değişen bu koşullar sonucu, Vietnam, Mısır, Hollanda, Uruguay, Bangladeş, Guyana veya Bahamalar gibi birçok ülkenin verimli topraklarının tuzlu su ile kaplanacağı ve yerel ekosistemlerin yok olacağı, bunun olması durumunda 250 milyondan fazla iklimsel mültecinin oluşacağı öngörülmektedir (Vincent Callebaut Architectures, 2017).

Bütün bu kötü senaryolara karşı OECD tarafından düzenlenen "Oceans 2008" konferansında Vincent Callebaut tarafından nilüfer çiçeğinden esinlenerek tasarlanan *Lilypad* projesi yüzen bir ekolojik kent olarak tanıtılmıştır (Şekil 11). Callebaut'un bu tasarımının asıl hedefi, yaşanmaz duruma gelen iklim koşulları ve artan su seviyesi sonucunda yaşam alanlarını kaybeden iklim mültecilerinin konut ihtiyacının giderilmesidir (Vincent Callebaut Architectures, 2017).



Şekil 11. Amazonia Victoria Regia türü nilüfer bitkisinin kaburgalı yapısı ve Lilypad projesi (Vincent Callebaut Architectures, 2017)

50 bin kişilik insan nüfusunu barındırma potansiyeline sahip Lilypad yağmur sularını toplamayı ve temizlemeyi, biyolojik çeşitliliği geliştirmeyi hedeflemektedir. Projede, mağazalar, iş yerleri ve eğlence mekânları üç marina ve üç tepe üzerine yerleştirilmiştir. Konutlar ise asma bahçeleri ile örtülmüş kısımda bulunmaktadır. Tasarımda, insan-doğa bütünlüğünün yeniden sağlanması amacıyla organik tasarıma sahip caddeler düşünülmüştür (Şekil 12) (Vincent Callebaut Architectures, 2017).



Şekil 12. Lilypad projesinden görüntüler (Vincent Callebaut Architectures, 2017)

Yapının strüktürü, *Amazonia Victoria Regia* olarak bilinen büyük nilüfer yapraklarının kaburgalı strüktüründen esinlenilerek tasarlanmıştır. Çift cidarlı ve Titanyum Dioksit ( $TiO_2$ ) ile kaplanan ve polyester elyaftan yapılan cepheler, ultraviyole ışınları ile etkileşime girerek oluşan fotokatalitik etki ile atmosferik kirliliği azaltmayı hedeflemektedir. Kendi ihtiyaçlarını karşılayabilen *Lilypad*, 2008 yılında OECD'nin belirlediği "iklim, biyolojik çeşitlilik, su ve sağlık" başlıkları altındaki dört ana koşula çözüm önerisi getirmektedir. Yapıda yer alan yenilenebilir enerji kaynakları ile sıfır karbon salınımı sağlanmakta ve pozitif enerji dengesine ulaşılmaktadır. Kentte atık geridönüşümü yapılmakta, okyanus suyunun arıtılması ile de içme suyu ihtiyacı giderilmektedir. Aynı zamanda projede kendi gıda ihtiyacını karşılayacak bahçe alanları da bulunmaktadır (Vincent Callebaut Architectures, 2017).

Son olarak, Hydrogenase projesi (Şekil 13), doğal ekosistemlerin fonksiyonlarını ve süreçlerini taklit ederek mimari ve kentsel tasarım için temiz çözümler önermektedir. Proje, doğal malzemelerin nitelikleri ve kendi kendine üretim süreçleri dikkate alınmaktadır. Bu dikey yapı, doğal felaketlerin etkilediği insanların ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla tasarlanmıştır (Vincent Callebaut Architectures, 2010).

Bu proje, eko-tasarımlı ve sıfır karbon salınımı gibi yenilenebilir enerjilerden yararlanan yeni nesil hava taşımacılığı önerisi olarak sunulmaktadır. Yeni nesil modern hibrit hava gemileri olarak belirtilen bu araçlar, uçaktan daha yavaş bir ulaşım şekli olup, daha az altyapıya ihtiyaç duymaktadır. Bu proje ile birlikte ulaştırma ağı için kesilen ağaçların tekrar iyileştirilmesi hedeflenmektedir. Biyonik bir görünüme sahip olan yerleşik dikey hava gemisi, doğrudan biyo-hidrojenle yeniden yüklenen yüzen bir deniz yosunu çiftliğinde yer almaktadır (Vincent Callebaut Architectures, 2010).





Şekil 13. Hydrogenase projesi ve çam ağacı dalları (Vincent Callebaut Architectures, 2010)

Yüksekliği yaklaşık olarak 400 metreyi bulan zeplinler, havayı dinamik olarak döndürmekte, ağaca benzeyen bir omurga çevresinde dikey olarak uzanan yarı katı bir kabukla kaplanmaktadır (Şekil 13). Yapının içerisinde laboratuvarlar, ofisler, konutlar ve eğlence merkezleri gibi farklı mekanlar yer almaktadır. Biyo-yakıtla beraber fotovoltaik güneş panelleri yapıda kullanılan yenilenebilir enerji kaynaklarındandır. Yapı inşa aşamasında ağırlığının azaltılması amacıyla cam elyaf ve karbon fiber malzemelerin kullanımı düşünülmektedir. Bununla birlikte ıslanmayan nano-malzemelerden üretilen camlar için Nilüfer bitkisinin yaprakları, çatlama ve kırılmalara karşı büyük direnç göstermesi ve çatlakları dolduran akıllı katmanlar için ise köpek balığı derisi dikkate alınmaktadır (Çizelge 5) (Vincent Callebaut Architectures, 2010).

#### 4. Bulguların Değerlendirilmesi

İncelenen Vincent Callebaut projelerinde, biyomimikri yaklaşımı ve bu biyomimikri yaklaşımının projelere kattığı fütüristik kavramların neler olduğuna dair bir sorgulama yapılmıştır. Elde edilen bulgular Çizelge1, Çizelge2 ve Çizelge3'ten gelen veriler ışığında değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonuçları her bir proje için oluşturulan Çizelge4, Çizelge5 ve Çizelge6'da gösterilmiştir. Buradan hareketle, çalışmanın hipotezini oluşturan biyomimikri ve fütürizm kavramları arasındaki ilişki saptanabilmiştir. Bu saptamaların yapılması amacıyla projelerin fütüristik olan özellikleri yerine, sadece biyomimikri yaklaşımıyla oluşan fütüristik öğeler seçilmiştir. Böylece biyomimikri bakış açısıyla tasarlanan fütüristik projelerin hangi özelliklerinin biyomimikri ile daha ilişkili olduğu ve biyomimikri yaklaşımının fütüristik kavramlar üzerindeki etkisi ortaya çıkarılmıştır.

Çizelge 3. Ecocoon projesi değerlendirme tablosu

ECOCOON	
Yapı Görseli	Esinlenilen Organizma Görseli
	
Kullanım Tipi	Konut / Ekolojik Laboratuvar
Tasarım Yılı / Yeri	2003 / Brüksel, Belçika
Tasarımın Amacı	Ekolojik duyarlılığı geliştirmek
FÜTÜRİSTİK KAVRAMLARIN VARLIĞI	
Sürdürülebilirlik	✓ Sıfır enerji tüketimi Zararlı atıkların geri dönüşümü
Eğrisel / Dinamik Hatlar	✓ Koza formu
Hareketlilik / Esneklik	✗ Sabit yapı
İleri Teknoloji Kullanımı	Sürtünme ile elektrik enerjisi üretimi ✓ Su toplama ve arıtma teknolojisi Rüzgâr Türbini Atık dönüşümü teknolojisi
BİYOMİMİKİRİ YAKLAŞIMININ VARLIĞI	
Doğadan Esinlenilen Ögeler	✓ Tüylü kozaya benzer formuyla, doğada bulunan kozayı "form" düzeyinde taklit etmektedir. Atık dönüşümü yoluyla doğadaki materyalleri üreterek ekosistemi "fonksiyon" düzeyinde taklit etmektedir.
BİYOMİMİKİRİ DÜZEYİ	
	BİYOMİMİKİRİ ALT AŞAMALAR
	Form    Malzeme    Yapım    Süreç    Fonksiyon
Organizma Düzeyi	✓
Davranış Düzeyi	
Ekosistem Düzeyi	✓
DEĞERLENDİRME	
Tasarımda koza formundan etkilenilmesi, yapıya "eğrisel / dinamik hatlar" kazandırmaktadır. Yapının tüy benzeri elemanları aracılığıyla elektrik üretimi ve su toplamasına dair yaklaşımı ve zararlı atıkları dönüştürerek ekosistem döngüsüne katılması özellikleri, "sürdürülebilirliğine" katkı sağlamakta ve "ileri teknoloji kullanımına" örnek oluşturmaktadır.	

Çizelge 4. Lilypad projesi için değerlendirme tablosu

LILYPAD	
Yapı Görseli	Esinlenilen Organizma Görseli
	
Kullanım Tipi	Yüzen Kent
Tasarım Yılı / Yeri	2008 / Okyanuslar
Tasarımın Amacı	İklim mültecilerinin konut ihtiyacını karşılamak İklimsel bozulmaya karşı duyarlılık oluşturmak
FÜTÜRİSTİK KAVRAMLARIN VARLIĞI	
Sürdürülebilirlik	Sıfır enerji tüketimi ✓ Yapay bahçeler ile tarım CO <sub>2</sub> ve atık dönüşümü O <sub>2</sub> ve elektrik üretimi
Eğrisel / Dinamik Hatlar	✓ Nilüfer bitkisi formu
Hareketlilik / Esneklik	✓ Yüzen kent
İleri Teknoloji Kullanımı	Fotovoltaik paneller ✓ Su toplama ve arıtma teknolojisi Rüzgâr Türbini Atık dönüşümü teknolojisi
BİYOMİMİKİRİ YAKLAŞIMININ VARLIĞI	
Doğadan Esinlenilen Ögeler	✓ Nilüfer yapraklarının kaburga sisteminden yola çıkarak, organizmayı "form" düzeyinde taklit etmektedir. Atık dönüşümü, tarım alanları ve CO <sub>2</sub> 'ten O <sub>2</sub> üreterek ekosistemi "süreç" düzeyinde taklit etmektedir.
BİYOMİMİKİRİ DÜZEYİ	BİYOMİMİKİRİ ALT AŞAMALAR
	Form    Malzeme    Yapım    Süreç    Fonksiyon
Organizma Düzeyi	✓
Davranış Düzeyi	
Ekosistem Düzeyi	✓
DEĞERLENDİRME	
Tasarımda nilüfer bitkisinin strüktürel yapısında etkilenilmesi, yapıya "eğrisel / dinamik hatlar" kazandırmaktadır. Yapının çevresindeki CO <sub>2</sub> oranını düşürerek O <sub>2</sub> üretimine katkı sağlaması, üzerinden yaşayanların su ve gıda ihtiyacını karşılayacak sistemler oluşturulması ile yüzen kentte sürdürülebilirlik hedeflenmektedir.	

Çizelge 5. Hydrogenase projesi değerlendirme tablosu

HYDROGENASE					
Yapı Görseli	Esinlenen Organizma Görseli				
					
Kullanım Tipi	Zeplin, Yakıt istasyonu				
Tasarım Yılı / Yeri	2010 / Şangay, Çin				
Tasarımın Amacı	Biyo-yakıt üretimi, İnsan taşımacılığı Orman tahribatının azaltılması				
FÜTÜRİSTİK KAVRAMLARIN VARLIĞI					
Sürdürülebilirlik	✓ Sıfır karbon salınımı Biyo-yakıt üretimi Çevresindeki suları temizleme Atık dönüşümü				
Eğrisel / Dinamik Hatlar	✓ Ağaçtan esinlenmiş organik form				
Hareketlilik / Esneklik	✓ Zeplin yapısı				
İleri Teknoloji Kullanımı	✓ Fotovoltaik paneller Su toplama ve arıtma teknolojisi Hidro Türbin Geri enerji kazanımlı turbo pervane				
BİYOMİMİKRI YAKLAŞIMININ VARLIĞI					
Doğadan Esinlenen Öğeler	✓ Ağaç yapısına sahip strüktürüyle, organizmayı "form" düzeyinde taklit etmektedir. Nilüfer yaprağının su tutmaması ve köpekbalığı derisinin iyileşme özelliklerini dikkate alarak malzeme düzeyinde esinlenme söz konusudur. Ekosistem süreçlerinin ve fonksiyonlarının taklit edilmesi görülmektedir.				
BİYOMİMİKRI DÜZEYİ	BİYOMİMİKRI ALT AŞAMALAR				
	Form	Malzeme	Yapım	Süreç	Fonksiyon
Organizma Düzeyi		✓			
Davranış Düzeyi					
Ekosistem Düzeyi				✓	✓
DEĞERLENDİRME					
Tasarımda ağaç strüktüründen esinlenilmesi yapıya eğrisel hatlar kazandırmaktadır. Nilüfer yaprağı ve köpek balığı derisi taklidi teknolojik kullanımını teşvik etmektedir. Alg çiftliği ile biyo-yakıt üretilmesi yoluyla yenilenebilir enerjilerin kullanımı ve çevrenin sürdürülebilirliği sağlanmıştır.					

Vincent Callebaut'nun incelenen tasarımlarında daha çok "organizma ve ekosistem düzeyinde" bir esinlenme olduğu görülmektedir. Buradan Callebaut'nun tasarımları için ilham alırken doğaya çok yönlü baktığı çıkarımı yapılabilmektedir.



İncelenen fütüristik projelerde vurgulanan “eğrisel / dinamik hatlar”ın aynı zamanda biyomimikri yaklaşımının kullanılması ile de sağlanabildiği görülmektedir. Bu durumun nedenlerinden biri, Callebaut’un genel olarak esinlendiği organizma düzeyinde, forma dair esinlenmeler de olmasıdır. Bununla birlikte en çok öne çıkan fütüristik kavram olan “sürdürülebilirlik”, biyomimikri yaklaşımının temel prensibi olarak tüm projelerde de ulaşılmak istenen ana hedef olarak öne çıkmaktadır. Fütürist tasarım ve biyomimikri yaklaşımının bir diğer ortak özelliği, buldukları çağın teknolojik sınırlarını zorlamalarıdır. Bu özellik incelenen tüm projelerde de okunabilmektedir.

Callebaut’un geleceğin tasarımlarına yönelik anlayışında, doğa dostu, ihtiyaç duyduğu kaynakları üretebilen, yenilenebilir enerji kaynakları kullanan ve doğayla uyumlu hareket eden yapılar yapma hedefleri öne çıkmaktadır. Bu hedefler Callebaut tarafından proje açıklamalarında ifade edilmektedir. Callebaut’un bu yönde ürettiği fütüristik tasarımlarında, “sürdürülebilirlik” ve “eğrisel / dinamik hatlar” gibi öne çıkan özellikler için çözümü yine doğada aradığı görülmektedir. İncelenen Callebaut projelerinin doğayla uyumu tartışılmalıdır çünkü biyomimikri yaklaşımının beklenen şekilde kullanımı söz konusu değildir. Bununla birlikte bu projelerde biyomimikri ve doğanın örnek alındığının iddia edilmesinin temel sebebinin günümüzde yaşanan küresel iklim krizi, çevre sorunları ve bu sorunlara çözüm arayışlarından kaynaklandığı açıktır. Doğa ile uyumlu hareket etmeyen yapıların yol açacağı yıkımın çözümü yine doğayla tam bütünleşmeyen yapı tasarımları ile üretilmeye çalışılmaktadır. Bu projeler konsept düzeyinden öteye geçememektedir zira günümüz teknolojileri ile bu projelerin inşa edilebilirlikleri mümkün görünmemektedir. Fakat geçmişteki fütürist yaklaşımların bugünün tasarımlarına yön verdiği düşünüldüğünde, bugünün fütürist tasarımlarının yakın gelecekte yapı çevreleri şekillendirmeye başlayacağı açıktır. Örneğin fütürist projeler olan yüzen şehirler günümüzde kıyı kentlerinin sular altında kalması sonucu çözüm arayışı olarak farklı ülkeler ve kuruluşlar tarafından araştırılmaktadır. Buna örnek olarak BIG (Bjarke Ingels Group), Birleşmiş Milletler, Arup gibi önemli kuruluşlar tarafından gerçekleştirilmesi planlanan Oceanix (Oceanix, 2021) projesi verilebilir. Bu projede hem çevresel konular hem de insanların toplumsal ihtiyaçları göz önünde tutulmaya çalışılmaktadır. Bu ve benzeri çalışmalar gelecek senaryoları için çözüm ve teknoloji araştırmaları örneği olarak görülebilir. Bu şehirlerin birey üzerindeki etkisi, toplumsal karşılıkları, proje uygulama ve yönetim biçimleri gibi başlıklar üzerinde düşünülmesi gereken önemli konular olarak literatürdeki yerini almıştır.

### **3. Sonuç ve Öneriler**

Günümüzde yaşanan çevresel, ekonomik ve nüfus artışından kaynaklı diğer sorunlar, tasarımcıları farklı çözüm arayışlarına yönlendirmektedir. Bu konuda duyarlı olan tasarımcılar için fütürist düşünce başvurulabilecek yöntemlerden biri olarak görünmektedir. Yaşadıkları çağın olanaklarıyla yetinmeyen ve bilimsel, teknolojik, siyasi, ekonomik gibi birçok alandan beslenerek gelecek tahmininde bulunan Fütüristlerin, toplumsal ve çevresel sorunların çözümüne yönelik önemli roller oynadıkları tarih boyunca tartışmasız bir gerçek olmuştur.

21. yüzyıl mimarlığının vazgeçilmez bir ögesi olan enerji etkin ve ekolojik bina tasarım yöntemlerinin gerekliliğini fark eden fütürist mimarların, biyomimikri kavramının önemini farkında olduklarını söylemek yanlış olmayacaktır. Tasarım anlayışını ve mimari duruşunu bu doğrultuda konumlandıran Vincent Callebaut’un, tasarımlarını hayali veya ütöpik olmanın ötesinde, günümüzün duyarlı bütün dünya vatandaşlarına ve tasarımcılarına yol göstermek amacıyla gerçekleştirdiği çıkarımı yapılabilir.

Çalışma kapsamında incelenen projeleriyle Vincent Callebaut, biyomimikri yaklaşımını, günümüz çevre sorunlarına bir eleştiri niteliğinde olan fütüristik tasarımlarıyla ilişkilendirerek iki kavramın kuvvetli ilişkisini ortaya koymaktadır. Fütüristik mimarlığın daha sürdürülebilir ve daha ekolojik olması gerektiğinin farkında olan Callebaut, biyomimikri felsefesi ile amacına ulaşabilmektedir. Fakat bu amaca ulaşabilmesi için biyomimikri yaklaşımına ait tüm kriterleri sağlamalıdır. Bu kriterler gerçekleştiğinde doğayla tam bir bütünleşme gerçekleşecektir. Şu durumda üretilen tasarımların tamamen geri dönüştürülebilir malzemelerden üretilmesi, sıfır atık ile kendi ekosistemini kurması olası görünmemektedir. Bununla birlikte bu çalışmalar kavramsal olarak bu yönde yeni teknolojilerin geliştirilmesi ve üretilmesi çalışmalarına yön vermektedir.

Sonuç olarak, biyomimikri kavramının fütürist mimarlıkla kurduğu ilişkinin, geleceğin yaşanılabilen kentlerini kurmakta önemli roller üstleneceğini söylemek mümkündür. Biyomimikri anlayışı, sürdürülebilir ve ekolojik bir mimari ve çevre elde edilmesi bağlamında mimarlar tarafından dikkate alınması, araştırılması, geliştirilmesi ve desteklenmesi gereken konuların başında gelmelidir. Çünkü biyomimikri kavramı fütüristik çalışmaları sürdürülebilir ve ekolojik düzeye getirme noktasında öneriler sunmaktadır. Biyomimikri yaklaşımı bulunduğu doğa koşulları ile uyumlu hareket eden çöp üretmeyen, kendi enerjisini yenilenebilir enerji kaynakları kullanarak üreten, yenilenebilir geri dönüştürülebilir malzeme kullanımını gerektirmektedir.

### Teşekkür ve Bilgi Notu

Makalede ulusal ve uluslararası araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur. Çalışmada etik kurul izni gerekmemiştir.

### Yazar Katkısı ve Çıkar Çatışması Beyan Bilgisi

1. Yazar %40, 2. Yazar %30 ve 3. Yazar %30 katkıda bulunmuştur. Herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

### Kaynaklar

- Archdaily. (2019). AD Classics: The Dymaxion House / Buckminster Fuller. Erişim Tarihi: 21.09.2021, Erişim Adresi: [https://www.archdaily.com/401528/ad-classics-the-dymaxion-house-buckminster-fuller?ad\\_medium=gallery](https://www.archdaily.com/401528/ad-classics-the-dymaxion-house-buckminster-fuller?ad_medium=gallery)
- Arslan Selçuk, S. ve Gönenç Sorguç, A. (2008). *Mimarlıkta Doğanın En İyi Fikirlerinden Öğrenmek*. Erişim Tarihi: 20.09.2021, Erişim Adresi: <https://v3.arkitera.com/g146-biomimicry.html?year=&aID=2677>
- Benyus, J. M. (1997). *Biomimicry. Innovation inspired by nature*. New York: Harper Perennial, s.5.
- Boyacıoğlu, C. (2017). *Mimarlıkta Çevreci Yaklaşımların Antroposen Kavramı Bağlamında Tartışılması*. (Yayımlanmamış doktora tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Brandingnews. (2017). Erişim Tarihi: 21.09.2021, Erişim Adresi: <https://www.branding.news/2017/01/20/is-the-jetsons-world-from-2062-becoming-a-reality/>
- Bubuiainstitute. (2010). Erişim Tarihi (21.09.2021), Erişim Adresi: <https://bubuiainstitute.wordpress.com/2010/10/19/buckminster-fuller-triton-floating-city/>
- Cooke, L. (2017). Three-mile-high futuristic skyscraper has a smog-eating, self-cleaning coating. *Inhabitat*. Erişim Tarihi: 21.09.2021, Erişim Adresi: <https://inhabitat.com/three-mile-high-futuristic-skyscraper-has-a-smog-eating-self-cleaning-coating/>
- Cuito, A. (2003). *Antonio Sant'Elia*, Dusseldorf: TeNeues Books, s.67.
- Çakmaklı, C. ve Arslan Selçuk, S. (2019). Biyomimetik Bakış Açısı ile Fütüristik Mimarlık Üzerine Bir İnceleme: John M. Johansen Mimarlığını Anlamak. ISAS 2019 3rd International Symposium on Innovative Approaches in Scientific Studies, Ankara, s.297-303.
- Çakmaklı, C. (2020). *Biyomimetik Bakış Açısı ile Fütüristik Mimarlık Üzerine Bir İnceleme: Vincent Callebaut Mimarlığını Anlamak*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Evolo. (2014). Hyper Filter Skyscraper. Erişim Tarihi: 21.09.2021, Erişim Adresi: <http://www.evolo.us/hyper-filter-skyscraper/>
- Evolo. (2016). Gerridae. Erişim Tarihi: 21.09.2021, Erişim Adresi: <http://www.evolo.us/wp-content/uploads/2016/03/evoloskyscrapers3-interior-5.jpg>
- Flickr. (2010). Cocoon. Erişim Tarihi: 21.09.2021, Erişim Adresi: <https://www.flickr.com/photos/14833125@N02/5145075966>

- Fuller, B. (1931). Universal Requirements of a Dwelling Advantage. *The Buckminster Fuller Reader*. Londra: Penguin Books, s.252-269.
- Güzer, C.A. (2000). Ger ekleşmemiş bir düş olarak mimarlık: Future systems. *XXI Mimarlık Kültürü Dergisi*. 1(4), 160-170.
- Imgur. (2016). Erişim Tarihi: 21.09.2021, Erişim Adresi: <https://imgur.com/uKeSjRu>
- Johansen, J.M. (2002). *Nanoarchitecture: A New Species of Architecture*. Princeton Architectural Press, New York, s. 25.
- Johnmjohansen. (2011). The Future of Architecture. Erişim Tarihi, 21.09.2021, Erişim Adresi: <http://www.johnmjohansen.com/Future-of-Architecture.html>
- Kayın, E. (2009). Fütürist koruma ve korumacı fütürizm. *TMMOB Mimarlık Dergisi*, (348), Ankara.
- Kimmelman, M. (2017). Frank Lloyd Wright Hated New York, Thought About Making the Guggenheim Pink, and Still Dreamed of Mile-High Skyscrapers. *The New York Times*. Erişim Tarihi: 21.09.2021, Erişim Adresi: <https://www.nytimes.com/interactive/2017/06/08/arts/frank-lloyd-wright-at-150-moma.html>
- Kortan, E. (1984). *XX. Yüzyıl Mimarlığına Estetik Açından Bakış*. (Yayımlanmamış doktora tezi). İstanbul Üniversitesi/Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Koyuncu, P. (2010). Uyuyan devler: Hurdaya çıkmış gökdelenler. *Arkitera*. Erişim Tarihi: 10.09.2021, Erişim Adresi: <https://v3.arkitera.com/h59185-uyuyan-devler-hurdaya-cikmis-gokdelenler.html>
- L'Espresso. (2013). Utopie metropolitane, la mostra. Erişim Tarihi: 21.09.2021, Erişim Adresi: <https://espresso.repubblica.it/visioni/lifestyle/2013/03/28/galleria/utopie-metropolitane-la-mostra-1.119865#2>
- Lopez, M., Rubio, R., Martin, S. ve Croxford, B. (2017). How plants inspire façades. from plants to architecture: Biomimetic principles for the development of adaptive architectural envelopes. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 67(1), 692-703.
- Mimdap. (2010). Burj Halife, Frank Lloyd Wright'tan mı etkilendi? Erişim Tarihi: 21.09.2021, Erişim Adresi: <http://www.mimdap.org/?p=31034>
- Oceanix (2021). Oceanix | Leading the next frontier for human habitation Erişim Tarihi: 29.01.2022, Erişim Adresi: <https://oceanixcity.com/>
- Pawlyn, M. (2011). *Biomimicry in Architecture*. Riba Publishing, London, s.10.
- Sant'Elia, A. ve Marinetti, T. (1991). Fütürist Mimarlık. U. Conrads (Editör), *20. Yüzyıl Mimarisinde Program ve Manifestolar* (Çev. S. Yavuz). Şevki Vanlı Mimarlık Yayınları, Ankara. (Eserin orijinali 1914'de yayımlandı).
- Sarıgül, A.İ. (2008). *Mimarlıkta Gelecekçilik*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Şimşek, A. (2009). *Hızın ve Devrimin Sanatı Fütürizm*. Kanguru Yayınları, İstanbul, s.5.
- Tekin, A.B. (2007). Alternatif Yaşam Modelleri ve Geleceğin Konutu: Konutun Kavramsal Değişimi ve Dönüşümü. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- TÜRK DİL KURUMU, Erişim Tarihi: 10.09.2021, Erişim Adresi: <https://sozluk.gov.tr/>
- Skyscrapercity. (2016). Erişim Tarihi: 21.09.2021, Erişim Adresi: <https://www.skyscrapercity.com/threads/the-arconic-tower-concept-4800m.1985959/>
- Shimz. (2021). The Environmental Island, Green Float. Erişim Tarihi: 21.09.2021, Erişim Tarihi: <https://www.shimz.co.jp/en/topics/dream/content03/>

Vincent Callebaut Architectures. (2021). Erişim Tarihi: 21.09.2021, Erişim Adresi: <https://vincent.callebaut.org/>

Vincent Callebaut Architectures (2003). Erişim Tarihi: 21.09.2021, Erişim Tarihi: [https://vincent.callebaut.org/object/031030\\_edf/edf/projects](https://vincent.callebaut.org/object/031030_edf/edf/projects)

Vincent Callebaut Architectures. (2017). Lilypad Projects. Erişim Tarihi: 21.09.2021, Erişim Adresi: [http://vincent.callebaut.org/object/080523\\_lilypad/lilypad/projects](http://vincent.callebaut.org/object/080523_lilypad/lilypad/projects)

Vincent Callebaut Architectures. (2010). Hydrogenase. Erişim Tarihi: 21.09.2021, Erişim Adresi: [http://vincent.callebaut.org/object/100505\\_hydrogenase/hydrogenase/projects](http://vincent.callebaut.org/object/100505_hydrogenase/hydrogenase/projects)

Zari, M.P. (2007). *Biomimetic Approaches to Architectural Design for Increased Sustainability*. SB07 New Zealand Sustainable Building Conference. 33-42.

## **Biomimicry and Futurist Architecture: A Review on Vincent Callebaut Architecture**

### **Summary**

The number of designs that are compatible with nature, recyclable, least damaging, minimal consumption, and using renewable energy resources is increasing with momentum. Moreover, the scholarship on natural organisms, processes, and systems to find solutions to the deteriorating ecological balance due to climate change and environmental pollution is also following this trend. Designs that reference nature also offers ideas for the future, relying on advances in ecology, biology, and technology. If this natural learning curve continues in different disciplines and becomes widespread, a biomimetic revolution will inevitably occur in the future.

This study explores the combination of the biomimicry approach, learning from nature, and futuristic architecture. The existence of a significant correlation between biomimicry and futuristic architecture and the question of whether a design idea and/or design product can be created with the use of the basic principles of these two concepts have flourished this idea. The hypothesis is that there is a conceptual integration potential between the biomimicry approach and futuristic architecture, and the traces of this potential can be found in Vincent Callebaut's architecture.

First, futuristic architectural examples, both past, and present were examined and the principles that were frequently emphasized in these projects and enabled the design to be described as futurist were determined. After this identification and a definition of the biomimicry, a study on the architecture of Belgian Architect Vincent Callebaut was conducted as a field study supported with the date. Vincent Callebaut's designs were evaluated qualitatively in the context of biomimicry and futuristic principles.

The Futurism movement rejects the reproduction and reconstruction of old structures, monumental, classical, ornamental, hierarchical architecture, horizontal and vertical lines, static, heavy, pyramidal, and cubic form structures. Futurists also stated the new aesthetic values that architecture should have as "...curved and elliptical lines are dynamic by nature, and they have a thousand times more sensory power than vertical and horizontal lines, without them a dynamically integrated architecture is impossible".

Futurists also offered suggestions beyond the construction technology of the era that consider sustainable design criteria such as the use of advanced technology, curvilinear and dynamic lines, the best production with the least material, and energy conservation. Therefore, futuristic designs endeavor to generate ideas through advanced technology for adverse environmental conditions. The technology used to herald the beginning of a new age has taken its place in futuristic architecture with the thought of benefiting human life over time. Contemporary futurists aim to develop an architecture that protects nature and aims to integrate with nature and offer a more comfortable life for the rapidly increasing population.

The works of architect Vincent Callebaut propounds the concepts of "curvilinear/dynamic lines," "use of advanced technology," "mobility/flexibility" and "sustainability," "floating cities" as the main tenets to be sought in projects.

Increasing awareness towards changing climatic conditions and the necessity of maintaining ecological balance has amplified the literature on the sustainability approach in built environments. As one of this research, biomimicry focuses on understanding, learning, and deriving principles from the working principles of organisms and systems in harmony with the ecosystem.

The biomimicry approach helps develop solutions that provide energy, material conservation and increase the use of renewable energy through understanding the solutions in nature. This approach is a method used to produce original designs based on many subjects such as form, function, structure,

aesthetics, and materials in nature. It is possible to understand the systems in nature with this approach to produce structures suitable for nature and develop sustainable and ecological designs and solutions integrated with nature.

The fact that design decisions such as energy conservation, acting in harmony with nature, material conservation, water conservation, and cleaning air pollution are predominantly involved can be interpreted as an effort to find solutions to environmental problems within the sustainability dimension in biomimetic projects. Another critical finding was that the biomimicry approach's criteria can be included in the structures with advanced technological solutions. The inferences about the connection between biomimicry and futuristic architecture obtained from the examined Vincent Callebaut projects formed the criteria to be investigated in the evaluation of his projects.

3 futuristic projects designed by Vincent Callebaut with a biomimicry approach were analyzed. The data were taken from the official website of the architectural firm. First, the project introductions were made. Then the existence of the concepts of biomimicry and futurism obtained in the previous titles were investigated in these projects. The assessment table was created for each project;

- Visual of the structure and the organism it inspired,
- Building identity, including the type of use, year, location, and purpose of the building,
- Evaluation of the building with the keywords of futuristic architecture,
- Biomimicry level of the design,
- Determining the effect of the biomimicry approach used in the building on the futuristic elements

An inquiry was made about the biomimicry approach and the futuristic concepts in the examined Callebaut projects and what the biomimicry approach added to the projects. The interaction between the concepts of biomimicry and futurism was determined. Only the futuristic elements created with the biomimicry approach were chosen instead of all the futuristic features to facilitate this goal. Therefore, which features of futuristic projects designed with a biomimicry perspective are closer to biomimicry, and the effect of the biomimicry approach on futuristic concepts was revealed.

The modern environmental, economic, and other problems caused by population growth lead designers to seek different solutions. Futuristic thinking seems to be one of the methods that can be applied to designers who are sensitive to these issues. Throughout history, it has been an indisputable fact that the Futurists, who were not content with the possibilities of the age they lived in and predicted the future by feeding on many fields such as scientific, technological, political, and economic, played important roles in solving social and environmental problems.

It can be asserted that futurist architects, who realize the necessity of energy-efficient and ecological building design methods, which are an indispensable element of 21<sup>st</sup>-century architecture, are aware of the importance of the concept of biomimicry. It can be argued that Vincent Callebaut, who has directed his design approach and architectural posture in this manner, has made designs beyond imaginary or utopian to guide all today's sensitive citizens and designers of the world. His projects examined in the study reveal the strong connection between the two concepts by associating his biomimicry approach with his futuristic designs, which are a criticism of today's environmental problems. Callebaut can achieve his goal with his philosophy of biomimicry knowing that futuristic architecture should be more sustainable and ecological.

Callebaut has defined the strong interdependence between the two concepts by blending biomimicry, one of the essential contemporary design approaches, with futuristic designs that critique today's environmental problems. Its inspirations, most of which are at the ecosystem level, point to the position where today's futuristic architectural understanding should be. Callebaut achieved this goal thanks to a biomimetic perspective after realizing that futuristic architecture should be more ecological

and more sustainable. He achieved to use the developing material technology effectively and achieve harmony with nature in terms of aesthetics and function thanks to the forms and structures inspired by nature. He also emphasized that the infrastructure of advanced technology to be used in the architecture of the future can be sought in the functioning of nature.

Humankind is facing greater environmental and population problems than ever before, as Callebaut mentioned as his purpose in design. A remarkable sensitivity has begun to emerge thanks to the awareness-raising activities conducted rapidly and carefully on this subject, especially in Western countries and big cities. Scientists, artists, and designers, who direct their hopes to this field with all their strength, intensify their works for a better world. Futuristic thinking is considered one of the most beneficial disciplines for designers trying to eliminate the negativities against humanity. Not content with today's possibilities and scientific, technological, economic, political, etc. Throughout history, it has been an indisputable fact that Futurists, who predicted the future based on their deductions in many areas, played a major role in solving environmental and social problems.

Nevertheless, it is possible to say that the connection between biomimicry and futurist architecture will play a pivotal role in establishing the livable cities of the future. The understanding of biomimicry should be at the forefront of the issues that should be considered, studied, developed, and supported by architects to achieve sustainable and ecological architecture and the environment.