



## Yaşamın İlkeleri ile Kenti Yeniden Düşünmek: Biyomimikri Temelli Bir Yaklaşım

\*

Zelal Öztoprak<sup>1</sup>

ORCID: 0000-0003-2750-3831

### Öz

*Bu çalışmada, kentsel tasarımda yenilikçiliği teşvik etmek ve mevcut sorunlara yeni bir bakış açısı getirmek için biyomimikrinin önemi tartışılmıştır. Bu bağlamda, uygulayıcılara, karar vericilere ve kentsel paradigmaları şekillendiren bilim insanlarına geleceğin kentlerini yeniden düşünmek için genel bir bakış açısı sağlamak amaçlanmıştır. Özellikle doğanın fethedildiği modernist kent idealinden doğayı alt etmek yerine kucaklayan ekolojik çağa geçtiğimiz günümüzde kente biyomimikri perspektifinden bakmak daha da anlam kazanmaktadır. Bu perspektif, doğayla birlikte var olmanın ötesinde doğa gibi davranmayı, sorunlara doğa gibi yaklaşmayı önermektedir. İnsanoğlu, canlılarla aynı çevresel koşullarda yaşamakta ve benzer zorluklarla karşılaşmaktadır. Biyomimikri, doğanın bu zorluklar karşısında uzun yıllar boyunca tecrübeleriyle geliştirdiği ve iyileştirdiği yaşam ilkelerini inceleyip onları kendi tasarımlarımıza aktarma olanağı sunmaktadır.*

*Bu çalışmada, biyomimikri temelli tasarımın günümüz kentlerindeki sorunların birçoğuna çözüm üreteceği; üretilen çözümlerin kentlerin verimliliğini arttıracığı ve kente dair daha sürdürülebilir kararlar alınmasına olanak sağlayacağı önerilmektedir. Bu bağlamda, iki temel konu çalışmanın odağını oluşturmuştur: kentlerde verimlilik kavramının yeniden ele alınması ve kentin bütünsel bir biçimde düşünülmesi. Çalışmada biyomimikri kavramı ve mevcut tasarım yöntemleri açıklandıktan sonra doğadan kentsel tasarıma aktarılacak temel prensipler tartışılmış ve dünya kentlerinden örnekler verilmiştir. Çalışma sonuçta kenti doğa gibi tasarlayabilmek için bir çerçeve sunmaktadır.*

**Anahtar Kelimeler:** *Biyomimikri, kentsel tasarım, sürdürülebilirlik, verimlilik, bütünsellik.*

<sup>1</sup> Öğr. Gör. Dr., TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi, E-mail: zcinar@etu.edu.tr.



## Re-thinking the City with Life's Principles: A Biomimicry Based Approach

\*

Zelal Öztoprak<sup>2</sup>

ORCID: 0000-0003-2750-3831

### Abstract

*This study discusses the potential of biomimicry to encourage innovation in urban design and to provide a general perspective to practitioners, decision-makers, and scientists who shape urban paradigms to rethink the cities of future. This perspective proposes to act as nature, to approach problems as nature, beyond living with nature. Human beings live in the same environmental conditions as living things and face similar difficulties. Biomimicry provides the opportunity to examine life's principles that have been developed and improved by nature with its experience over many years and transfer them to our designs. This study proposes that biomimicry based design will solve many of the problems in today's cities. Further, it suggests that these solutions will increase the efficiency of the cities and enable more sustainable decisions regarding the city. Two main topics have been the focus of the study: reconsidering the concept of efficiency in cities and thinking of the city in a holistic way. After explaining the concept of biomimicry and existing design methods, the study discusses basic principles that can be transferred from nature to urban design. Then, it gives examples from world cities. Consequently, it provides a framework for designing the city like nature.*

**Keywords:** *Biomimicry, urban design, sustainability, efficiency, holism.*

---

<sup>2</sup> Lecturer, TOBB University of Economics and Technology, E-mail: zcinar@etu.edu.tr

## Giriş

Günümüzde kentleşme ve ekonomik gelişme birçok farklı nedenden dolayı el ele gitmektedir. Kentleşme, gelişimin sebebi mi sonucu mu olduğu sorusundan öte gelişimin arka fonu olarak karşımıza çıkmaktadır. Gelişimi barındırırken hızlıca büyüyen kentlerde iki önemli sorun öne çıkmaktadır: kaynakların tükenmesi ve çevresel çöküş. Kentlerde düşük hava ve su kalitesi, su kaynaklarının yetersizliği, atık-imha konusu ve yüksek enerji tüketimi gibi problemler, hızlı nüfus artışı ve artan talep ile daha da şiddetlenmektedir. Bunların yanı sıra küresel iklim değişikliği ve insan faaliyetlerinin getirdiği çevresel çöküş ile ortaya çıkan felaketler, kentleri yıkımla tehdit etmektedir.

Bu çalışmada, kentlerdeki mevcut sorunlara yenilikçi çözümler üretebilmek ve daha sürdürülebilir kentler tasarlayabilmek için biyomimikrinin potansiyeli tartışılmaktadır. Kentlerin mevcut sorunlarına biyomimikri çerçevesinden bakıldığında öncelikle iki temel kavramın yeniden ele alınması gerektiği ortaya konmuştur: verimlilik ve bütünsellik. Doğada her canlı, süreç ve sistem verimlidir ve bu, kaynakların; yani malzeme ve enerjinin en uygun şekilde kullanılmasıyla sağlanmaktadır. Aynı zamanda doğa bu verimliliği, canlıların yapıtaşlarından ekosistemlere kadar tüm ölçeklerde sürdürmektedir. Oldukça karmaşık bir sistem olan doğadaki başarılı stratejilerin etkilerinin tüm sisteme yayılmasını sağlayan ise bütünselliktir.

Günümüzde, biyomimikrinin artan etkisiyle mühendislik, malzeme bilimi, eczacılık ve hatta moda gibi pek çok alanda yenilikçi tasarımlar üretilmektedir. Mimarlık ve kentsel tasarımda da doğadaki sistemlerden bilgi transfer etmeye çalışan yeni yaklaşımlar ortaya çıkmıştır fakat henüz doğadan edinilen bilginin tasarım problemlerine aktarımı için özelleşmiş bir yöntem bulunmamaktadır. Konvansiyonel tasarım yöntemlerinden farklı olarak biyomimikri, sorunlara çözüm üretmekte temel olarak nasıl yapabiliriz sorusundan daha iyi nasıl yaparız sorusuna doğadan ilham alarak bilim ve teknoloji ışığında cevap aramaktadır. Bu sebeple kentsel tasarım alanında biyomimikrinin kullanılması, diğer disiplinlerde olduğu gibi yeni bir bakış açısı ve yöntem gerektirmektedir.

Bu çalışmanın temel amacı kentsel tasarımda biyomimikri temelli bakış açısının ve yönteminin geliştirilmesine katkı sağlamaktır. Bu bağlamda ilk olarak biyomimikrinin tanımı, temel unsurları, tasarım problemlerine uygulanmasının genel ilkeleri ortaya konulmuş ve biyomimikri temelli tasarıma dair farklı yöntemlerden bahsedilmiştir. Sonrasında Dünya'daki kentlerden örnekler bağlamında biyomimikrinin kentsel tasarım alanındaki potansiyeli

üzerinde durulmuştur. Sonuç olarak, sistematik ve bütünsel bir biyomimikri temelli kentsel tasarım yaklaşımının genel ilkelerini ortaya konulmaya çalışılmıştır.

## **Biyomimikri Nedir?**

Biyomimikri kelimesi Yunanca bios, yani hayat ve mimesis, yani taklit etmek kelimelerinin birleşiminden oluşmaktadır. Aslında doğayı taklit etme düşüncesi insanlık kadar eskidir. Fakat biyomimikri, doğadan öğrenme biçimimizin değişmesi ve gelişmesi ile ortaya çıkmış bir bilim dalıdır. Endüstri devriminden sonra, yeni teknolojilerin ve doğayı gözlemler araçlarının gelişmesi ile doğayı atom seviyesinde inceleme fırsatı doğmuştur. Bununla birlikte doğayı taklit etme düşüncesi yerini bilimsel bilgi ve doğayı açıklayan kanunların araştırılmasına bırakmıştır. Doğaya dair gözlemler elde edilemeyecek bilgilerin edinilmesi, bu bilginin insan problemlerine aktarılması için yeni yaklaşımlar aranmasına yol açmıştır. Farklı disiplinlerde bu yaklaşımlara biyoteknik, biyomorfizm, biyofilia, bio-etkileşim, biyomimesis, biyomimetik ve biyomimikri gibi farklı isimler verilmiştir.<sup>3</sup> Farklı isimlerle anılsalar da bu benzer ve ilişkili yaklaşımların tümünün temelinde aynı fikir yatmaktadır: 'doğanın kendisi müthiş bir mucittir ve zaten doğal seleksiyonla her türlü cihaz, yapı ve malzemeyi üretmiştir' (Steadman, 2008, s.260).

Janine Benyus, 1998 yılında yayınladığı "Biomimicry: Innovation Inspired by Nature" adlı kitabıyla bu kavramları yeniden gündeme getirmiş ve biyomimikri için metodolojik bir yaklaşım önerisi sunmuştur. Benyus (2002), biyomimikrinin bir problemi çözerken belirli bir bitki veya hayvan türünü ele almak yerine tüm sınıfları (bakteriler, mantarlar, bitki ve hayvanlar) ele aldığını belirtmiştir. Benyus'a göre doğadan elde edilen bilginin bir çözüm kataloğunda toplanması bazı ortak noktalar ortaya çıkaracak ve bu ortak noktalar problemle ilgili bazı çok basit tasarım prensipleri sunacaktır.

Maibritt Pedersen Zari (2010) ise biyomimikriyi bir organizmanın, organizmanın davranışının veya tüm ekosistemin form, malzeme, üretim metodu, süreç stratejileri veya fonksiyonu açısından taklit edilmesi olarak tanımlamaktadır (s.172). Burada bahsedilen taklit, organizmaların olduğu gibi kopyalanmasını değil; biyolojiden edinilen yorumları, uyarlamaları ve üretimleri içerir (Vincent, Bogatyreva, Bogatyrev, Bowyer, Pahl, 2006). Biyomimikri, organizmaların başarılı stratejilerden faydalı fikirler çıkarılmasına

3 Bu çalışmada sistematik bir yöntem önermesi nedeniyle biyomimikri kullanılmıştır.

odaklandığı kadar bu stratejileri ortaya çıkaran süreçlere de odaklanmaktadır. Yani biyomimikri temelde doğanın nasıl olduğundan çok nasıl yaptığını araştırmaktadır.

Benyus (2002), doğadan öğrenilecek temel prensipleri şöyle sıralamaktadır:

- Doğa güneş ışığı ile çalışır.
- Doğa sadece ihtiyacı olan enerjiyi kullanır.
- Doğa formu fonksiyona uydurur.
- Doğa her şeyi geri dönüştürür.
- Doğa işbirliğini ödüllendirir.
- Doğa çeşitliliğe güvenir.
- Doğa yerel uzmanlık ister.
- Doğa atık üretmez.
- Doğa sınırların gücünden faydalanır (s.8).

Bu prensipler, doğadan öğrenilecek tasarım dersleridir. Doğa, dünyadaki hayatın birbirine bağlı ve bağımlı olduğundan yola çıkarak 3.8 milyar yıldır işe yarayan stratejiler geliştirmiştir. Benyus'un belirttiği temel unsurlar, dünyada hayatta kalan ve gelişen türler arasındaki ortak stratejileri temsil etmektedir. Doğa, yaşamaya olanaklı koşullar yaratmak için bu stratejileri bir arada kullanmakta ve optimize etmektedir. Biyomimikri ile bu tasarım derslerinden yenilikçi stratejiler üretmek, bu stratejiler doğadaki sürdürülebilirlik ölçütlerine göre değerlendirmek ve doğayı bir akıl hocası olarak kullanmak mümkündür. Benyus'a göre bunun için 3 temel soru sorulması gerekmektedir: 1. Doğa burada ne yapardı? 2. Doğa burada ne yapmazdı? 3. Neden ve neden değil? (Baumeister, 2014, s.86). İlk soru, doğayı model olarak ele almayı önermekte ve sürdürülebilir, yenilikçi, daha önce denenmiş ve başarısı ispat edilmiş çözümlerin ortaya çıkmasını hedeflemektedir. İkinci soru doğayı ölçüt olarak ele almayı ve yapılan tasarımların başarısını doğa standartlarında test edilmesini önermektedir. Son soru ise daha temel bir biçimde doğayı akıl hocası olarak kabul ederek problemleri ele alış biçimini değiştirmeyi ve böylelikle bağlamla ilişkiyi sağlamlaştırarak çözüm alanını genişletmeye odaklanmaktadır.

## Biyomimikrinin Tasarım Problemlerine Uygulanması

Biyomimikrinin birçok farklı alanda uygulaması mevcuttur. Örneğin tekstil üretiminde, hidrofobik malzemeler lotus yapraklarından ve sürtünmeyi azaltan mayolar köpekbalığı derisinden ilham almıştır (Guo, Liu ve Su, 2011). Malzeme alanında ise kelebek kanadından ilham alan renkler (Smith, 2007) ve kendi kendini temizleyen boyalarda (Vartan, 2006), sedefi taklit eden süper dayanıklı seramiklerde (Heintz, 2009) ve 3 boyutlu yazıcıda üretilen, kırılmaya karşı dayanıklı kemiğe benzer malzemelerin üretiminde (Brehm, 2013) biyomimikri temelli tasarım kullanılmıştır. Mimarideki biyomimikri temelli tasarım örneklerinden Frankfurt'taki FAZ Pavyonu, çam kozalağından esinlenen ve pasif bir şekilde açılıp kapanan bir kabuktan oluşmaktadır (El-Zeiny, 2012). Tasarımında biyomimikri kullanılan bir başka örnek olan Zimbabve'deki Eastgate Binası'nda ise termit kulelerinin soğutma prensibinden ilham alınmıştır (Deshpande, Goh, Goossens, Javdani, 2013).

Farklı alanlardaki bu örnekleri arttırmak mümkündür. Mevcut biyomimikri temelli tasarımların hepsi farklı yöntem ve yaklaşımlarla elde edilmiştir. Bunun yanı sıra tüm örneklerde doğanın ele alındığı ölçek de farklılaşmaktadır. Benyus'a (2002) göre biyomimikri üç seviyede uygulanabilmektedir; form, süreç ve ekosistem seviyeleri. Pedersen-Zari'ye (2007) göre ise biyomimikri organizma, davranış ve ekosistem seviyelerinde uygulanabilmektedir.

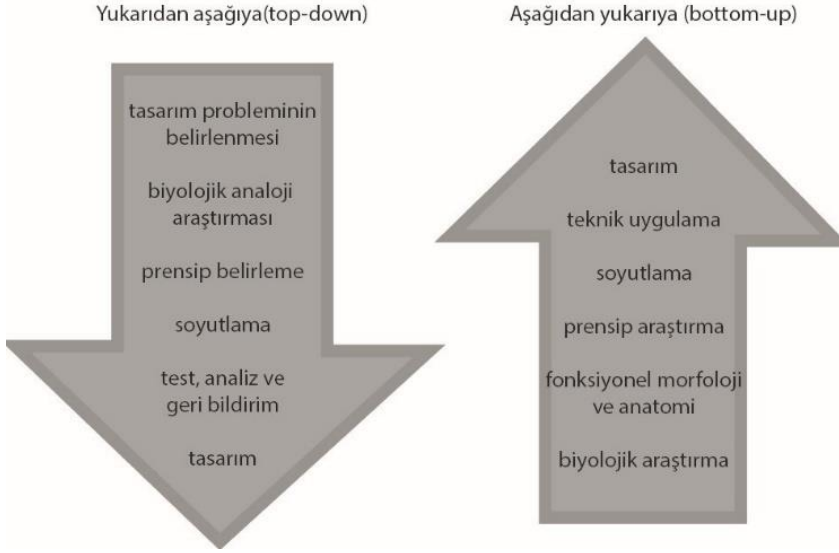
Aşağıda farklı yaklaşımlar ve biyomimikri seviyeleri detaylı bir biçimde tartışılmıştır.

### *Biyomimikri Temelli Tasarım Yaklaşımları*

Son yıllarda, doğadan edinilen bilginin insan problemlerine aktarılması için geliştirilen farklı yaklaşımlar olmuştur. Bu yaklaşımları iki grupta incelemek mümkündür: (1) problemden biyolojiye (Baumeister, 2014), tepeden aşağı (Speck ve Speck, 2008), analogi yoluyla biyomimetik (Gebeshuber ve Drack, 2008), problem temelli (Helms, Vattam ve Goel, 2009), teknoloji öncülüğünde (ISO/TC266, 2015) ve (2) biyolojiden tasarıma (Baumeister, 2014), aşağıdan tepeye (Speck ve Speck, 2008), tetikleme yoluyla biyomimetik (Gebeshuber ve Drack, 2008), çözüm temelli (Helms, Vattam ve Goel, 2009), biyoloji öncülüğünde (ISO/TC266, 2015).

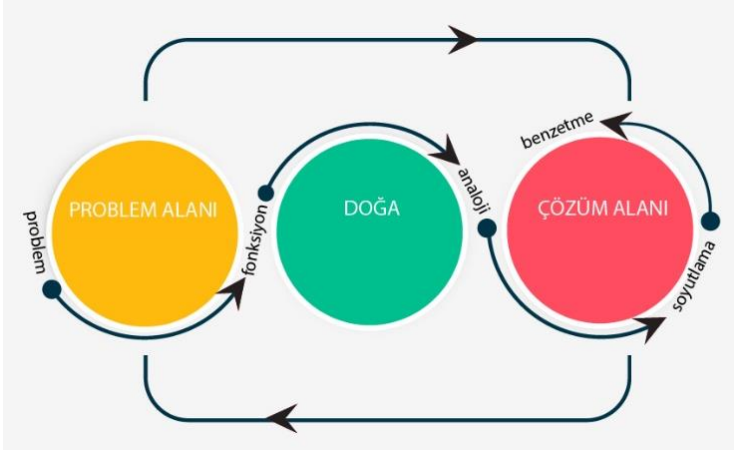
Bu iki gruptaki yaklaşımların tasarım süreçleri farklı noktalardan başlar (Şekil 1). İlk grup, insanlığın karşılaştığı bir problem için doğaya bakmayı ve bu probleme çözüm üretmiş sistemleri ele almayı önerir. Bu sistemler bir

arada incelenerek bulunan ortak özelliklerinden çıkarımla bir model üretilir ve bu model soyutlanarak edinilen bilgi tasarıma aktarılır. Bu yaklaşımda problemin açıkça tanımlanması ve benzer problemleri çözen organizmalarla eşleştirilmesi gerekir. İkinci grupta ise doğadan elde edilen bir gözlem, tasarıma ve teknolojik yeniliğe ilham verir. Bu yaklaşımda bir organizmadaki veya ekosistemdeki belirli bir özellik, davranış veya işlev tanımlanır ve daha sonra tasarıma aktarılır.



Şekil 1. Biyomimikri temelli tasarım yaklaşımlarının süreçleri.

Genel olarak bu iki gruptaki yaklaşımların biyomimikri temelli süreç modelleri üç farklı alanı içerir: problem, doğa ve çözüm (Şekil 2). Bu süreç modellerinin çoğunda, bir alandan diğerine geçişi destekleyen üç ana aşama tanımlanmıştır: problemin tanımı, keşif/ araştırma ve çözüm geliştirme. Geliştirilen süreç modelleri arasındaki temel farklar, yöntemlerinin alt aşamalarında ve kullanılan biyomimikri temelli araçlarda gözlenmektedir. Dolayısıyla bu modellerin ilk aşamaları arasındaki temel farklar nispeten küçüktür.

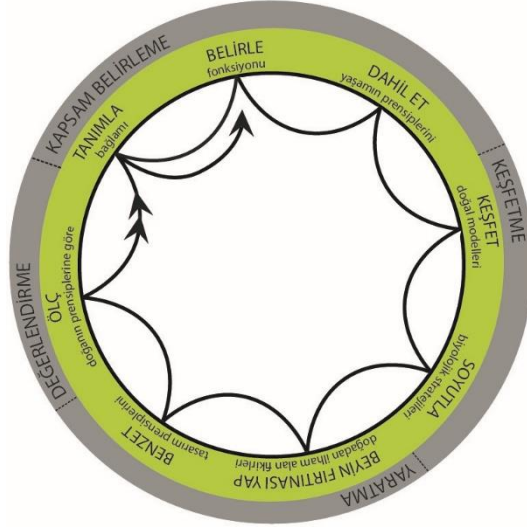


Şekil 2. Biyomimikri temelli tasarım yaklaşımlarındaki alan dönüşümleri ve sürecin genel aşamaları.

Anlaşılabacağı üzere bu iki gruptaki yaklaşımlar benzer bir tasarım sürecini takip etmektedir; biri baştan sonra, diğeri sondan başa. Bu araştırmada, probleme dair hedefleri ve parametreleri belirleyen tasarımcılar tarafından etkin bir biçimde yönetilmesi nedeniyle problemden biyolojiye yaklaşımdan bahsedilmektedir. Bu yaklaşımda izlenen adımlar şöyledir:

- Problemi tanımla: Bu aşamada fonksiyon ve bağlam tanımlanır.
- Problemi soyutla: Bu aşamada doğanın prensipleri tasarım problemine aktarılır ve problem yeniden tanımlanır.
- Biyolojik analogileri araştır: Tanımlanan probleme dair doğadaki örnekler araştırılır.
- Biyolojik çözüm tanımla: Doğada bulunan örnekler analiz edilir ve bunlar arasındaki ortak stratejilerden bir çözüm elde edilir.
- Prensip aktar: Bu aşamada doğadan elde edilen bilgi soyutlanarak bir kavram elde edilir ve biyolojik alandan problem alanına transfer edilir.
- Prensip uygula: Son aşama, elde edilen kavramın problem alanında uygulanması ve test edilmesini içerir.





Şekil 3. Biyomimikri 3.8'in Problem Dayalı Biyomimikri Tasarım Lensi  
(Kaynak: [www.biomimicry.net](http://www.biomimicry.net), en son erişim tarihi Temmuz, 2020 )

Probleme dayalı yaklaşım modeli, uygulamada doğrusal olmayan adımlar izler. Bu model, her aşamada elde edilen çıktının önceki aşamaları etkilemesi bakımından dinamiktir ve böylelikle yinelemeli geri bildirim sağlar (Helms, Vattam ve Goel, 2009). Bu özellikleri ile probleme dayalı yaklaşım, günümüzdekinden daha sürdürülebilir bir kent anlayışına geçişe yön verme potansiyeline sahiptir (McDonough, 2002).

### ***Biyomimikri Temelli Tasarım Seviyeleri***

Biyomimikride canlılar, özelliklerinin ve performanslarının ortaya çıktığı aşğıdan yukarı bir süreçle kendi kendini organize eden materyal hiyerarşiler olarak ele alınmaktadır. Dolayısıyla canlıların başarılarının nerede olduğunu anlamak için bu canlıların ve onları başarıya götüren süreçlerin daha detaylı bir biçimde incelenmesi gerekmektedir. Dahası, doğadaki problemlerin çözümündeki örüntülerin de ele alınması gerekmektedir. Yani, doğadan ilham alan tasarımlar geliştirebilmek için önce biyolojik sistemleri anlamak gerekmektedir (Vincent, 2006).

Benyus'a (2002) göre biyolojik sistemleri anlamak ve biyomimikri temelli tasarımlar yapabilmek için doğadan üç seviyede bilgi almak gerekmektedir: form, süreç ve ekosistem seviyeleri. Biyomimikrinin ilk seviyesi olan form seviyesi, belirli bir organizmanın bir kısmından veya tamamından esinlenmeyi

içerir. Organizmalar milyonlarca yıldır gelişmektedir. Bugün dünyadaki organizmalar, zaman içindeki sürekli değişime karşı koyan hayatta kalma stratejilerine sahiptir. Bu organizmalar, toplumların karşılaştığı problemlere çözüm üretebilmek için faydalanabilecekleri, çoğunlukla enerji ve malzeme verimliliğine dayanan kapsamlı bir çözüm havuzu sunmaktadır. Bu havuz, kaynaklara erişimdeki değişimler, iklim değişiklikleri ve bunun gibi mevcut insan faaliyetlerinin dünyadaki ekosistemlere olumsuz etkilerinin ortaya çıkmasıyla daha da önem kazanmaktadır.

Belirtmek gerekir ki organizmaların yalnız formunu taklit ederek elde edilen çözümler organizmanın kendisi kadar başarılı olmayabilir. Bu nedenle formun taklit edilmesi, canlılar kadar sürdürülebilir olmak için yalnızca başlangıçtır. Her ne kadar form doğanın ayrılmaz bir parçası olsa da, formu tek başına taklit etmek biyomimikrinin potansiyelinin indirgenmesine yol açmaktadır. Günümüzde form seviyesinde biyomimikrinin, özellikle üretken tasarım yöntemlerinin de kullanılmasıyla, yapıli çevrede birçok örneği bulunmaktadır. Fakat üretken tasarım yöntemleri çoğunlukla doğadaki süreçlerle analogik bir ilişki kurar ve bu süreçlerin altında yatan mantığı uygular; fakat bu süreçleri doğuran canlıya ya da mekanizmaya doğrudan referans vermez.

Form seviyesinde biyomimikri uygulamaları genellikle bütün sistemden öte belirli bir özelliği taklit etme eğilimindedir. Bunun sonucunda biyomimikri temelli tasarım, yapıli çevrenin içsel bir parçası olmak yerine ona eklenen bir teknoloji haline gelmektedir. Bu durum özellikle tasarımcının biyolojik bilgisi azsa veya çok disiplinli bir tasarım ortamı yoksa ortaya çıkmaktadır. Form seviyesinde biyomimikri ile yenilikçi yapı teknolojileri ve malzemeleri elde edilebilir, fakat kentlerde uzun vadeli başarı için daha kapsamlı bir bakış açısı ile sürdürülebilirliği artırma yöntemlerinin araştırılması gerekmektedir.

Daha derinlemesine bir biyomimikri yaklaşımı, doğada bir şeyin nasıl yapıldığına dair ikinci bir seviye eklemektir: süreç seviyesi. Bu yaklaşım canlıların formuna ek olarak davranışlarına odaklanmayı gerektirmektedir. Bu seviyede bir organizmanın nasıl davrandığı ve çevresi ile nasıl ilişkilendiği ele alınmaktadır. Çok sayıda organizma, insanların çözmesi gerekenlerle aynı problemlerle karşı karşıya gelmektedir. Bu organizmalar, buldukları çevrenin kapasitesi ve enerji ve malzeme bulunabilirliği sınırlarında hareket etmektedir. Ekolojik sistemlerde adaptasyonu yaratan bu sınırlar, sadece adapte olan organizmaların değil, adapte olan davranışların ve ilişkilerin de hayatta kalmasını sağlamaktadır.

Süreç seviyesinde biyomimikrinin uygulanması, insan toplumuna neyin uygulanabileceği konusunda etik kararlar alınmasını gerektirmektedir. Organizmaların tüm davranışları insan ortamına aktarılmaya uygun değildir. Örneğin termitlerin yapı davranışını ve bunun sonucunda ürettikleri kuleleri taklit etmek pasif olarak düzenlenmiş termal konfor sağlayabilir, fakat termitlerin sosyal yapısını taklit etmek evrensel insan hakları değerlerine uygun düşmeyecektir. Bu bağlamda, yapıyı çevrenin sürdürülebilirliğini arttırmak için doğadaki süreçler taklit edilebilir fakat bu süreçleri, organizmaların davranışlarını ve ilişkilerini sosyal ve ekonomik alanlara aktarırken çok dikkatli bir değerlendirme yapılması gerekmektedir.

Benyus'un (2002) önerdiği üçüncü seviye ise tüm ekosistemin ve onu başarılı kılan ortak prensiplerin taklit edilmesidir. Günümüzde bu seviyenin kentlerde kullanılması birçok araştırmacı tarafından savunulmaktadır (Graham, 2003; Kibert, Sendzimir ve Guy, 2002; Korhonen, 2001). Ekosistem ölçeğinde biyomimikri, karmaşıklığı nedeniyle en zor; fakat kentsel tasarıma en yakın seviyedir. Bu biyomimikri seviyesinde tasarım yapmanın bir avantajı, form ve süreç seviyeleriyle birlikte kullanılabilmesidir. Bunun yanı sıra, ara yüzlü (interfaced) veya biyo-destekli (bio-assisted) sistemler gibi mevcut sürdürülebilir inşa etme yöntemlerini de bu seviye ile birleştirmek mümkündür.

Ekosistem seviyesinde biyomimikrinin bir başka avantajı, birçok zamsal ve mekansal ölçekte kullanılabilmesi ve belirli bir yere ait sürdürülebilir ve yenileyici tasarımlar yaratmak için zemin oluşturmalarıdır (Reap, Baumeister ve Bras, 2005). Bu seviyede biyomimikrinin daha da önemli bir avantajı genel çevresel performans üzerinde yaratacağı pozitif etkidir. Ekosistem temelli biyomimikri, mecaz seviyesinde de fonksiyonel bir seviyede de ele alınabilir. Mecaz seviyesinde, tasarımcılar tarafından genel ekosistem prensipleri çok az bir çevre bilim bilgisi ile uygulanabilir (Benyus, 1997; De Groot, Wilson ve Boumans, 2002; McDonough and Braungart, 2002). Eğer kentler bir sistem olarak tasarlanırlar ve mecaz seviyesinde bile olsa ekosistem gibi davranması beklenirse, kentlerin çevresel performansının artacağı öne sürülebilir.

Pedersen Zari (2007) ise Benyus'un önerdiği bu seviyeleri organizma, davranış ve ekosistem seviyeleri olmak üzere yeniden tanımlamaktadır. Bu seviyeleri Benyus'a benzer bir biçimde ele almakla birlikte Pedersen-Zari, bunların altına beş boyut eklemektedir; form, malzeme, yapı, süreç ve fonksiyon. Örneklemek gerekirse termit, organizma seviyesinde ve form boyutu ile ele alınarak onun gibi bir yapı tasarlanabilir. Süreç boyutu ile ele alınarak bir ter-

mitin hidrojen kullanmadaki verimliliği yapıya yansıtılabilir. Termitler, ekosistem seviyesinde ve süreç boyutu ile ele alınırsa, yapı termit ekosistemi gibi çalışabilir; güneşten enerji toplayabilir ve su depolayabilir (Pedersen-Zari, 2007).

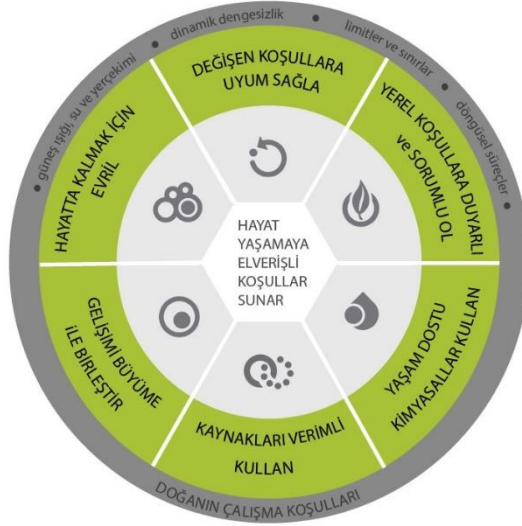
Onno Koelman (2004) ise biyomimikrinin yapılara üç şekilde uygulanabileceğini belirtmektedir: 1) daha dayanıklı, güçlü ve kendi kendine birleşebilen ve kendini onaran malzemeler geliştirilmesinde, 2) doğadaki süreçlerin yapıların iklimlendirme gibi temel fonksiyonları için kullanılmasında, 3) sıfır atık ve birlikte evrim yoluyla kaynakların tüketilmek yerine üretilmesinde. Aslında Koelman da yapıyı çevrede biyomimikrinin kullanılması için malzeme, süreç ve ekosistem olmak üzere üç seviye önermektedir.

Bu üç yaklaşımda da ortak olan ekosistem seviyesi, kentlerin bir sistem olarak ve bütünsel bir biçimde ele alınması gerektiğinin ve kenti oluşturan tüm elemanların bu sistemin bir parçası olduklarını ve birlikte çalışmalarını gerektiğini vurgulamaktadır. Bu şekilde tüm parçaları birlikte ve uyum içinde çalışan sürdürülebilir kentler elde etmek mümkündür. Denilebilir ki doğadan öğrenme ölçeği ekosistem seviyesine yaklaştıkça tasarımlar da sürdürülebilirliğe yaklaşmaktadır (Pedersen Zari, 2007).

## **Kentsel Tasarımda Biyomimikrinin Potansiyeli**

Biomimicry 3.8 kuruluşu biyomimikrinin sistematik bir biçimde uygulanabilmesi için Tasarım Lensleri geliştirmiştir (Biomimicry 3.8, 2015). Bu lenslerden biri de Yaşamın İlkeleri lensidir (Şekil 4). Biyomimikri temelli tasarım için doğanın prensiplerine dayanan bir yol haritası sunan bu lensin 6 temel stratejisi şöyledir:

- Hayatta kalmak için evrilmek,
- Değişen koşullara uyum sağlamak,
- Yerel koşullara karşı duyarlı ve sorumlu olmak,
- Gelişimi büyüme ile birleştirmek,
- Kaynakları (malzeme ve enerji) verimli kullanmak,
- Yaşam dostu kimyasalları kullanmak (Baumeister, 2014).



Şekil 4. Biyomimikri 3.8'in Yaşamın İlkeleri Lensi

(Kaynak: [www.biomimicry.net](http://www.biomimicry.net), en son erişim tarihi Temmuz, 2020 )

Yaşamın İlkeleri lensinde temel stratejilerin altında doğanın bu stratejilerin uygulanmasına olanak sağlayan özellikleri ve davranışlarına yer verilmiştir. Bu lens, ürün tasarımından pazarlamaya kadar birçok farklı alanda çözümler üretmek için kullanılmaktadır. Yaşamın İlkeleri'nin tümü uygulanırsa yapılan tasarımlar daha yaşam dostu ve sürdürülebilir olacaktır. Bu bağlamda, bu ilkelerden bahsetmek ve bunların kentsel tasarım alanındaki kullanımını tartışmak önemlidir.

İlk strateji, hayatta kalmak için evrilmek; kalıcı performans sağlamak için sürekli bilgi edinmek ve bu bilgiyi sürece dahil etmektir. Buna biyolojiden verilebilecek örnek virüs türlerinin sentetik kimyasallara adapte olmasıdır. Aslında insanlar da benzer bir biçimde demokrasileri yasalardaki ve kültürel yapıdaki değişimlerle zaman içinde evirmiştir. Evrilmeyi başarmak için doğa, başarılı stratejileri tekrarlar, beklenmeyeni sürece dahil eder ve sürekli bilgi toplar. Kentlerin tasarımında da bir yerde başarılı olan stratejileri aynen uygulamak değil ama model olarak, sistemsel bir biçimde ele alıp yere uyarlayarak tekrar etmek potansiyel taşımaktadır. Bunu yapabilmek için başarılı stratejilerin yere dair tüm verileri ve ilişkileri ile değerlendirilip yeniden uyarlanması gerekmektedir.

İkinci strateji, değişen koşullara uyum sağlamak; dinamik durumlara uygun bir biçimde tepki vermektir. Örneğin kutup tilkisinin kürklerinin kışın

beyaz, yazın kahverengi olması gibi. Doğada bu adaptasyonlar morfolojik ve fizyolojik olduğu gibi davranışsal da olabilir. İnsan yaşantısından bir adaptasyon örneği olarak film kiralama endüstrisindeki değişim ile video kasetlerin önce DVD'ye, sonra da internet üzerinden yayına dönüşmesi verilebilir. Adapte olamayanlar satıştan kalkmış ve yok olmuştur. Değişen koşullara adapte olmak için doğa, kendini yenileyerek bütünlüğünü korur. Örneğin bitkilerin ve hayvanların sürekli enerji ve madde ekleyerek sistemlerini onarması ve geliştirmesi gibi. Benzer bir biçimde kentler, imar planında belirlenen ilkelerin adapte edilmesiyle ekonomik veya sosyal değişimlere ayak uydurabilir.

Üçüncü strateji, çevreye uyum sağlayarak yerel koşullara duyarlı ve sorumlu olmaktır. Örneğin çöl böcekleri, çölün neredeyse tek nem kaynağı olan sabah meltemiyle gelen sisi toplayarak hayatta kalırlar. Bunu yapabilmek için çöl böceklerinin kanatlarında su çeken moleküller bulunur. Mimarlıkta ise pasif iklimlendirme yöntemleri bu stratejiye benzemektedir. Bu stratejiyi başarmak için doğa, elde olan malzeme ve enerjiyi kullanır. Kentsel tasarımda da benzer bir başarıyı sağlamak için yerel inşa teknikleri ve mevcut enerji kaynakları kullanılabilir.

Dördüncü strateji, büyümeyi gelişimi ile birlikte destekleyen süreçler ile sağlanır. Örneğin embriyoların bölünmesi ve farklı hücre türleri halinde büyümesi gibi. Kentsel gelişimin yapısal çevre ve altyapının genişlemesi ile gerçekleşmesi benzer bir örnektir. Doğada bu strateji, modüler ve iç içe geçmiş bileşenlerin bir araya getirilmesiyle sağlanır. Kentsel tasarımda yapıları ve yeşil alanları birbirlerini destekleyecek biçimde bir arada tasarlamak benzer bir sonuç verecektir.

Beşinci strateji, malzeme ve enerjinin verimli kullanılmasıdır. Doğa kaynakları döngüsel sistemlerle, ustaca ve ölçülü bir biçimde kullanır. Buna benzer bir biçimde Vincent Callebaut, günümüz kentlerinin karşı karşıya oldukları iklim değişikliğine karşı 'Nilüfer Yaprağı' adında su üstünde yüzen ve kendi kendine yetebilen bir kent tasarlamıştır (Rao, 2014).

Son strateji, yaşam dostu kimyasalların kullanılmasıdır. Örneğin çayır-  
larda çözücü olarak su kullanılır ve su bitkilerle topraktan içeri girdikçe çayır-  
lar temizlenir. Eski endüstri alanlarının iyileştirilmesi ve yeniden kullanılabilmesi için doğal süreçlerin kullanılması da bu stratejiye örnek gösterilebilir.

Günümüzde kentler çoğunlukla dışardan girdilere, birleştirmelere ve sürekli devam eden bakıma dayanmaktadır. Yukarıda bahsedilen yaşamın il-

kelerinden de anlaşılacağı üzere doğa ise güneş ışığına ve gelişerek büyümeye dayanır; fazlalığı döngüye katar, malzemeleri geri dönüştürür ve kendi kendini onarır. Kentlerde biyomimikri birçok farklı ölçekte kullanılabilir. Biyomimikri temelli tasarım ile yapı malzemelerinin gömülü enerjisi ve kullanılan malzeme miktarı azaltılabilir, kaynakların verimli kullanımı desteklenebilir, kentsel ilişkilerde çeşitlilik artarken ve fazlalık azaltılabilir, adaptasyon ve esnekliğe olanak sağlanabilir. Örneğin Exploration Mimarlık Ofisi, alt yapı sistemlerinde sıvıları ve gazı hareket ettirmek için doğanın minimum malzeme ve enerji kullanımını taklit ederek algoritma tabanlı bir akış optimizasyon aracı geliştirmiştir (Pawlyn, 2016). Bütüncül bir bakış açısıyla tasarlanan bir kentte, bu örnekteki gibi alt ölçeklerde tasarlanan sistemlerin etkisinin tüm kente yayılacağı düşünülebilir.

Daha üst ölçekte genetik ve evrimsel süreçlerin biyomimikri temelli tasarımda kullanılması ise yaşayan kentler ortaya çıkması için olanak sağlamaktadır. Bir organizmanın etki alanı, fiziksel sınırlarının ötesine uzanmakta ve değiştirdiği çevreyi de kapsamaktadır. Bu etki alanı, yani 'genişletilmiş fizyoloji', biyolojiyi basitçe taklit etmenin ötesinde bozulmalardan iyileşip uyumlu bir duruma dönüşme gibi stratejilerle sistemi aktif bir biçimde dengeye yönelir. Kentler için genler içinde aktarılan algoritma temelli tarif, çevre ile etkileşerek başarılı tasarımların uyarlanarak tekrar edilmesi konusunda alternatif bir model sağlamaktadır. Böylelikle kentte farklılaşma sağlanacağı gibi adaptasyon ve esneklik de artacaktır.

## Dünya Kentlerinden Örnekler

Hindistan'daki Lavasa kenti günümüzde kentsel ölçekteki birkaç biyomimikri örneğinden biridir. Lavasa, Muson yağmurlarından etkilenen bir bölgedir; fakat yağışlar birkaç ay içinde yoğunlaşmakta ve yılın geri kalan kısmında kuraklık yaşanmaktadır. Bunun için tasarımda, su yönetimi açısından bir zamanlar bölgede bulunan fakat tarımsal uygulamalar sonucunda yok olan muson ormanları taklit edilmiştir (Rossin, 2010). Bu ormanlar, yağışlı mevsimden sonra buharlaşmayı engelleme yoluyla suyu kuru mevsimde muhafaza ederek ve toprak kalitesini koruyarak suyu etkili bir biçimde yönetir. Tasarımda kullanılmak üzere muson ormanlarının altı ekosistem özelliği belirlenmiştir: su toplama, güneş enerjisi kazanımı, karbon tutumu, suyun artırılması, buharlaşma ve azot ve fosfor döngüsü. Bu özellikleri taklit edilmesi kentsel tasarımın ana unsurunu oluşturmuştur. Burada uygulanan tasarımın amaçlarından biri, yoğun Muson yağışlarının neden olduğu toprak

erozyonunu ortadan kaldırmaktı. Bu nedenle hedeflenen, yağmurları yapısal gölgeliklerle kırmak, binalardan akan suyu yavaşlatmak ve bu suyun toplanmasını sağlamaktı. Kent genelindeki su toplama prensibi ise, muson ormanlarının yağmur suyu depolama prensibini esas almıştır.

Danimarka'daki Kalundborg kentinde ortak yaşama (simbiyoz) yöntemi kullanılarak endüstriyel bir ekosistem geliştirilmiştir (Valentine, 2016). Bu sistem sayesinde, 1970'li yıllardan beri kamu kuruluşları ve özel kuruluşlar endüstriyel üretimdeki atık ürünleri kapalı bir döngüde alıp satmaktadır. Bu sistemde bir kuruluşun atık ürünü bir başkasının hammaddesi haline gelmektedir ve gaz, buhar, soğutma suyu ve alçı gibi temel kaynaklar farklı endüstriler arasında paylaşılarak ekonomiye ve çevreye aynı şekilde yarar sağlamaktadır. Üretimden elde edilen fazla ısı, balık çiftlikleri, seralar ve evlerde kullanılmaktadır. Diğer endüstriler tarafından kullanılacak birçok yan ürün ise başka şirketlere satılmaktadır. Kalundborg kentindeki sistemde amaç, kaynak tüketimini azaltmak ve çevresel etkilerde önemli bir azalma sağlamaktır. Bu örnek hakkında okullarda eğitimler verilmiş ve Kalundborg modeli dünya üzerindeki farklı endüstriyel alanlarda uygulanmıştır.

Biyomimikrinin uygulandığı bir başka örnek olan Çin'in Langfang bölgesi, 4000 yıl önce yaprak döken ormanlardan oluşan bir yerel ekosisteme sahipti (Lazarus ve Crawford, 2011). Kentleşme ve ormansızlaştırmanın etkisi ile bölgede yağmur suyu toprakla verimli bir biçimde buluşmamış ve yerel su katmanı kurumuştur. Sonuç olarak arazi çökmeleri meydana gelmiş ve kent, mevcut kaynaklara rağmen su kıtlığı ile karşı karşıya kalmıştır. Kente yakındaki Yangtze Nehri'nden su pompalanmıştır fakat bu, verimli olmayan ve kentin esnekliğini azaltan bir yöntemdi. Bu soruna karşı HOK tasarım firması, kent planını kapsamlı bir biçimde yeniden ele almak ve doğal su döngülerinden yararlanan bir tasarım yapabilmek için Biyomimikri 3.8 kuruluşunun 'Yerin Dehası (Genius of Place)' analizini kullanmıştır (Lazarus ve Crawford, 2011). Betonarme fırtına kanalları, eski su yatağı ve suyun akış şeması referans alınarak yeniden tasarlanmıştır. Sonuç olarak kentte su, yeşil örtünün stratejik bir biçimde tasarlanması ile toprakla verimli bir biçimde buluşmakta ve kente yetecek su kaynağını sağlamaktadır. Bunun yanı sıra tasarlanan yeşil örtü, kente değerli bir peyzaj alanı da katmaktadır.

Doğadaki damarlı (vascular) yapılar ile kentsel ulaşım ağları arasında analogiler kurulması sıkça rastlanan bir durumdur. Damarlı yapılar, biyolojik sistemler için sıvıların ve besin maddelerinin organizma boyunca ulaşımını sağlayan yaşamsal unsurlardır (Wang, Zhang ve Guo, 2005). Physarum polycephalum adlı mantar türüne ait araştırmalar, besin yığınlarının yerleşiminin



Tokyo ve çevresindeki kentlerin yerleşimin yansıttığını ortaya koymuştur. Mantar ile yapılan çalışmalarda, her bir yığını belli bir düzende bağlayan, oldukça dikkatli bir şekilde tasarlanmış olan Tokyo ray sistemine çok benzer bir damarlı tüp ağı olduğu gözlemlenmiştir (Tero vd, 2010). Mantar, herhangi bir merkezi organizasyon sistemi olmadan kendi organize olmuş, yayılmış ve kentlerde kullanılabilir verimlilikte ve esneklikte bir altyapı oluşturmuştur. Bundan yola çıkarak Physarum mantarının davranışını taklit eden, kentlerde verimli ulaşım ağları tasarlamaya yardımcı olacak bir matematiksel bir model oluşturulmuştur (Tero vd,2010).

## Tartışma ve Sonuç

Günümüzde kentleşme, çevre sorunlarından sorumlu en önemli faktörlerden biri sayılmakta ve sürdürülebilir tasarım da potansiyel çözüm olarak görülmektedir. Bu bağlamda sürdürülebilir tasarım, kent ve çevre arasındaki ilişkiyi yeniden inşa etme girişimi olarak okunabilir. Bu tür bir girişimde bütünsel yaklaşım iki açıdan önemlidir: 1) Kentin bir sistem olarak tasarlanması ve gelişmesi için, 2) Sürdürülebilir tasarımın sadece doğal çevre ile değil aynı zamanda mevcut kentsel çevre ile de uyum sağlayabilmesi için.

Sürdürülebilirlik konusundaki tartışmalar çoğunlukla gezegeni kurtarmaya odaklanmaktadır. Fakat insan ırkı ortadan kalksa dünyadaki yaşam gelişmeye ve zenginleşmeye devam edecektir. Dolayısıyla sürdürülebilirlik dünyayı kurtarmakla ilgili değil, mümkün olduğunca uzun süre onunla uyum içinde yaşamayı başarmakla ilgilidir. Kentler açısından bu da, yeşil sürdürülebilirlik stratejilerinden öte kente dair bütünsel bir perspektif geliştirmekle mümkün olacaktır. Bu bakımdan doğa, bütünselliği, kaynakları kullanmadaki verimliliği ve canlıların buldukları ortama uyum sağlamadaki başarısı ile örnek alınacak en iyi model olarak karşımıza çıkmaktadır. Biyomimikri, hâkim sürdürülebilirlik anlayışından farklı olarak kentlerdeki zorluklara yenilikçi bir bakış açısı sağlar. Sürdürülebilir kentsel tasarım olumsuzlukları azaltmak üzerinden ilerlerken biyomimikri, olumlu yenilenmeyi yaratmakla ilgilenir. Bu nedenle, yenilikçi ve uyarlanabilir kentsel çözümleri teşvik etme konusunda büyük bir potansiyele sahiptir.

Kentler de aynı doğa gibi oldukça karmaşık bir yapıya sahiptir. Bu karmaşıklığı göz ardı edip yapıları ya da bazı sistemleri bütünden ayrı olarak ele almak sistemin tamamında bir kopmaya yol açmaktadır. Tek bir soruna yönelik kısmi çözümler kısa vadede başarılı görünse de çoğunlukla istenmedik sonuçlar doğurmaktadır. Başka bir deyişle, bir sistemdeki kazanç başka bir

sistemde öngörülmeleyen etkileşimler nedeniyle kayba dönüşmektedir. Bu bağlamda denilebilir ki, eko-kent, yeşil kent, dijital kent, akıllı kent gibi günümüzdeki birçok güncel kavram da bütünsel bir bakış açısı geliştirmek bakımından yetersiz kalmaktadır. Bu kent modelleri bilgi çağının olanaklarını verimlilik odağında birleştirmektedir.

Doğada verimlilik kapalı döngü sistemle sağlanır; bir sistemin atığı diğerinin besinini oluşturur. Dolayısıyla doğanın verimlilik anlayışında fazlalık yoktur. Örneğin sonbaharda ağaçlardan dökülen yapraklar, düştükleri yer-yüzündeki solucanlar için besin maddesi haline gelir. Solucanlar yaprakları yer ve bu sefer de solucanların atıkları ağaç için besin sağlar. Bu sayede ilkbaharda yeni yapraklar üretir. Doğadaki bu kapalı döngü sistemin aksine kentlerdeki süreçler çoğunlukla lineerdir. Mevcut kent ve kararlar ile ilişkilinmeyen yeni kent modelleri ve yeni kararlar, bunlardan doğan yıkım ve yeniden inşa süreçleri, sürdürülebilir olmayan yöntemler gerektirmekte ve insan hayatı ile çevre üzerinde olumsuz etkilere yol açmaktadır.

Bugünkü kentlerinin birçoğu ucuz fosil yakıtlı bir enerji çağında gelişen ve parçaların mekanik olarak ayrılması için gayret gösteren bir kent planlaması modeli ile şekillenmiştir. Bunun sonucunda bugün, birçok bakımdan değişmez, esnek olmayan kentlerimiz karşımıza çıkmaktadır. Bu kentler sadece bölümlenmeleri açısından değil fonksiyonların dağılımı açısından da rasyonel, ağaç benzeri yapılardır. Öte yandan modern kentlerdeki verimlilik anlayışı, fazlalığın ortadan kalkmasını gerektirmektedir. Bu anlayış, görsel olarak temiz ve düzenli bölümler ve birbirine bağlanmış gruplanmalar ortaya çıkarmaktadır. Bunun aksine doğadaki gibi bir çeşitlilik ise kavramsal olarak dağınıktır.

Bu çalışmada paylaşıldığı gibi biyomimikrinin daha güçlü yapı malzemelerinden daha verimli altyapı sistemlerine kadar, kentlerdeki sorunları gidecek ve performansı önemli ölçüde arttıracak uygulamaları vardır. Mevcut sorunlara ilişkin bu uygulamaların yanı sıra biyomimikri, dijital araçların sağladığı olanaklarla kentleri doğaya benzer bir biçimde tasarlamayı da mümkün kılmaktadır. Ancak doğadan ilham alan uygulamalar ve tasarımlar tekil çözümler olarak kaldıkça ve kent, kapsamlı bir bakış açısı ile ele alınmadıkça doğadakine benzer bir performans elde edilmesi mümkün değildir. Tıpkı doğadaki sistemler gibi yapı ölçeğinden başlayıp kent ölçeğine kadar sistemin tüm parçalarının bir arada düşünülmesi ve her bir kararın doğadaki verimlilik ve bütünsellik anlayışına benzer bir biçimde ele alınması için önce-

likle biyomimikri temelli bir yaklaşım geliştirilmesi gerekmektedir. Bu bağlamda, bu araştırma kapsamında geliştirilen biyomimikri temelli kentsel tasarım yaklaşımının ana hatları şöyledir:

1. Kent, birbirine bağlı ağlardan oluşan bir sistemdir ve bütüncül bir yaklaşım gerektirir. Dolayısıyla kente dair tüm konular birlikte ele alınmalı ve alınan kararların kentin başka bileşenlerini olumsuz etkilememesine dikkat edilmelidir. Her bir tasarım, bir konut, mahalle, şehir, bölge, ülke ve hatta kıta, uzun vadede düşünülmesi ve tüm sisteme etkisi etraflıca tartışılmalıdır. Böylelikle kentsel gelişime dair sistematik bir yaklaşım geliştirmek mümkün olacaktır. Biyolojik sistemler de kentler gibi oldukça karmaşıktır. Örneğin, yağmur ormanları ele alındığında milyarlarca bileşenin nasıl karmaşık ilişkiler yarattığı görülebilir. Buna rağmen birçok yağmur ormanı, sayısız aksamaya rağmen binlerce yıldır dengesini sağlamayı başarmaktadır.

2. Kentsel tasarım bağlamında verimlilik, kaynakların ve fazlalığın kullanımını üzerinden yeniden tanımlanmalıdır. Kent bağlamında bu kaynaklar 5 ana başlıkta toplanabilir: su, enerji, malzeme, sosyal ve ekonomik kaynaklar. Bu kaynakların doğadaki kullanımını biyomimikri çerçevesinde incelendiğinde kentlerde yerel kaynakların daha verimli ve ihtiyatlı bir biçimde kullanması için bazı stratejiler ortaya çıkacaktır. Doğada bu verimliliği sağlayan tekil örneklerden öte çok fonksiyonlu tasarımlar, sistemdeki tüm malzemenin geri dönüştürülmesi ve doğadaki tüm formların üstlendiği fonksiyona olan uyumdur.

Kentlerde bu kaynakların kullanımına ilişkin tekil çözümler üretmenin yanı sıra birbirine bağımlı (mutualist) ilişkiler kurmak, kaynakların tıpkı doğadaki gibi verimli kullanılmasını sağlayacak ve verimlilik anlayışını değiştirecektir. Örneğin, doğada Muson ormanının bitkileri, yağmur mevsimi boyunca en derin köklerinde suyu depolar ve kuru mevsimlerde bu suyu çevresindeki diğer bitki ve organizmaların faydalanması için toprağa geri yollar. Bu sistemi sağlayan suyun kullanımına dair genel bir prensiptir: 'suyu yavaşlat, toprağa sızdır ve depola'. Sızmayı arttıran da toprak yüzeydeki pürüzlülüktür. Bunun gibi basit prensiplerin tüm sistemle bütüncül bir ilişkide uygulanması sistemi başarılı kılmaktadır. Kentler de benzer bir anlayışla tasarlanırsa verimli topraklar oluşacak, temiz su sağlanacak, suyu arıtmak ve yiyecek üretmek mümkün olacak ve sıcaklığın artmasına engel olunacaktır.

Kaynak kullanımındaki verimliliğin yanı sıra kent, kapalı döngü olduğu kadar verimli olacaktır. Bu bağlamda, atıkların meta olarak kullanılması da sağlanmalıdır.

3. Kent için alınan kararlar tıpkı doğadaki gibi en küçük ölçekler de dahil olmak üzere, tüm ölçekler arasında geniş bir şekilde dağılmalıdır. Ayrıca sürdürülebilirliği sağlamak için bu ölçekler ve farklı seviyelerdeki tüm yapılar birbirine bağlanmalıdır. Böylelikle kentin esnekliği artacak; değişim yerelden başlayacak ve çok daha kolay sağlanacaktır.

4. Önceki madde ile birlikte kent, uyarlanabilir ve esnek olmalıdır. Özellikle en küçük ölçekleri içeren ve teşvik eden, zengin ve dengeli ölçek çeşitliliğine sahip, aşağıdan yukarıya ve bütünsel olarak tasarlanmış bir kent, daha kolay onarılabilir ve yeni kullanımlara uyarlanabilir hale gelecektir. Ortaya çıkacak tepkiler farklı ölçeklere yayılacağından ve tüm farklı ölçek seviyelerinde tepkiler ortaya çıkabileceğinden kent, bozulmalara daha iyi dayanabilecektir. Böylelikle kentin, eğer mevcut kaynaklar yetersiz kalıyorsa yeni ekonomik faaliyetler ve yeni kaynaklar etrafında kendi kendini organize edebilme olasılığı da daha yüksek olacaktır.

Sonuç olarak günümüzde, doğadaki sürdürülebilir ilişkilerin, sınırların, büyümenin, kaynak yönetiminin, işlenmesinin ve ulaşımının anlaşılması, çok disiplinli bir hale gelen kentsel tasarım ortamına biyolojik bilginin giderek daha fazla eklenmesine olanak sağlamaktadır. Bu bilginin doğru kullanılması ile her yerin tekilliğine uyarlanmış, sürdürülebilir öneriler üretilmesi mümkündür. Bu çalışmada önerilen yaklaşım, verimlilik ve sürdürülebilirlik için çok iyi bir model olduğu aktarılan doğanın prensiplerinin derinlemesine anlaşılmasını içerir. Bu prensipler tasarıma ne kadar fazla dahil edilirse, tasarım da sürdürülebilirliğe o kadar yakın olacaktır. Bu yüzden tasarım aşamaları sırasında alınan kararları doğanın prensiplerine göre yeniden değerlendirmek önemlidir. Biyomimikri perspektifinden ele alındığında sürdürülebilirlik, kaotik ortamlarda ve yoksunlukta dayanma, uyum sağlama ve dengeyi yeniden sağlayabilme kapasitesi gerektirmektedir. Bu bağlamda kentleri mevcut anlayışın dışında düşünmek ve tıpkı doğal evrimde olduğu gibi çözümleri aşağıdan yukarıya bir anlayışla ilişkilendirerek ve iyileştirerek tasarlamak gerekmektedir.

Bitirmeden şunu da belirtmek gerekir ki, doğadaki süreçlerden elde edilen her çözüm mükemmel ya da insan bağlamına tam olarak uygun olmayabilir. Bu sebeple öncelikle kentlerdeki acil problemlerin ele alınmasında problem odaklı yaklaşım ile doğadaki benzer sorunların çözüm örnekleri araştırılabilir. Bu yöntem kolay uygulanabilir ve transfer edilebilir çözümler üretme bile konuya dair yeni keşif alanları yaratacaktır.



## Extended Abstract

# Re-thinking the City with Life's Principles: A Biomimicry Based Approach

\*

Zelal Öztoprak

ORCID: 0000-0003-2750-3831

Today, urbanization and economic growth go hand in hand for many different reasons. Rapid growth also brings many problems to the cities. In this study, the potential of biomimicry is discussed to produce innovative solutions to the existing problems and to design more sustainable cities. Looking at the existing problems of cities from a biomimicry based perspective revealed that two basic concepts should be reconsidered: efficiency and holism. All organisms, processes and systems in nature are efficient and this is the result of the appropriate use of resources. Furthermore, holism in natural systems enables the effects of these successful strategies in nature to spread across all scales. Thus efficiency is maintained at all scales, from the building blocks of living things to the ecosystems.

Today, many urban paradigms discuss the potentials of designing sustainable cities to overcome the current problems of cities. Biomimicry goes beyond this and proposes to approach problems as nature. It can be argued that the results will inherently be sustainable. First of all, it should be acknowledged that sustainability is not about saving the world, it is about living in harmony with nature as long as possible. In urban design, this can be possible by developing a holistic perspective and learning how nature efficiently manages resources rather than developing green sustainability strategies. Unlike the prevailing understanding of sustainability, biomimicry provides an innovative perspective on urban problems. Biomimicry focuses on creating positive regeneration while sustainable urban design focuses on reducing negativity. Therefore, biomimicry has great potential to eliminate problems and increase performance significantly in cities.

Biomimicry has many applications from stronger building materials to more efficient infrastructure systems. Biomimicry also makes it possible to design cities behaving like nature with the opportunities provided by digital tools. However, it is hard to perform like nature if these applications and designs remain singular solutions without developing a comprehensive perspective. In this regard, first of all, it is required to develop a biomimicry based approach to consider all parts of the system together, starting from the building to the urban scale and to transfer efficient and holistic strategies from nature to the city.

In this context, this research aims to provide a general perspective to practitioners, decision-makers, and scientists who shape urban paradigms to rethink the cities of the future. Today, it is more meaningful to look at the city from a biomimicry oriented perspective as we moved from the modernist ideal of the city which conquers nature to the ecological age that embraces nature. This perspective proposes to act as nature, to approach problems as nature, beyond living with nature. Human beings live in the same environmental conditions as living things and face similar difficulties. Biomimicry provides the opportunity to examine life's principles that have been developed and improved by nature with its experience over many years and transfer them to our designs. This study proposes that biomimicry based design will solve many of the problems in today's cities. Further, it suggests that these solutions will increase the efficiency of the cities and enable more sustainable decisions regarding the city.

Biomimicry provides a systematic methodology to examine life's principles that have been developed and improved by nature with its experience over many years and transfer them to our designs. In this study, after explaining the concept of biomimicry, existing biomimicry based design methods are given. Then, basic principles that can be transferred from nature to urban design are discussed and examples from world cities are given. Consequently, a framework for designing the city like nature is presented. The outline of this framework is as follows: 1. The city is a system of interconnected networks and requires a holistic approach, 2. Efficiency and the use of resources should be redefined in the context of urban design, 3. Decisions made for the city should be widely distributed across all scales, including the smallest scales just like in nature, 4. The city should be adaptable and flexible. To be easier to repair and adapt to new uses, the city needs to be designed from bottom to the top, with a rich and balanced scale diversity.

Cities have a very complex structure just like nature. Ignoring this complexity and handling structures or systems separately from the whole leads to a break in the entire system. Although partial solutions seem successful in the short term, they often have undesirable results. In other words, earning in one system turn into the loss of another one as a result of the emergent interactions. In this regard, it can be argued that current concepts like eco-city, green city, digital city, smart city are also insufficient to develop a holistic perspective. These conceptions mostly use the possibilities of the information age with a focus on efficiency.

Understanding sustainable relationships, boundaries, growth, resource management, processing and transportation in nature allows integration of more biological knowledge to the urban design. With the proper use of this information, it is possible to produce sustainable design strategies that are adaptable to the singularity of different contexts. The framework that is presented in this study includes an in-depth understanding of the principles of nature, which provide a very good model for efficiency and sustainability. The more these principles are integrated into the design, the closer it will be close to performing as nature. Therefore, it is important to evaluate the decisions taken during the design stages according to the principles of nature. From a biomimicry based perspective, sustainability requires the capacity to endure, adapt and restore balance in disruptions and deprivations. In this context, it is necessary to think of cities outside the current understanding and design them by associating and improving solutions with a bottom-up understanding, just as in natural evolution.

### **Kaynakça/References**

- Baumeister, D. (2014). *Biomimicry resource handbook: a seed bank of best practices*. Missoula: CreateSpace.
- Benyus, J. (2002). *Biomimicry: innovation inspired by nature*. New York: Perennial.
- Brehm, D. (2013, 17 Haziran). Printing artificial bone. MIT News Office. 2 Ekim 2019 tarihinde <http://web.mit.edu/newsoffice/2013/printing-artificial-bone-0617.html> adresinden erişildi.
- De Groot, R., Wilson, M. A. ve Boumans, R. M. J. (2002). A typology for the classification, description and valuation of ecosystem function, goods and services. *Ecological Economics*, 41, 393-408.
- Deshpande A, Goh AL, Goossens A. ve Javdani, S. (2013). *Biomimicry for coastal ecocities: towards a carbon neutral dover*. Southampton: University of Southampton.

- El-Zeiny, R.M.A. (2012). Biomimicry as a problem solving methodology in interior architecture. *Procedia- Social and Behavioral Sciences* 50 (Temmuz), 502-512.
- Gebeshuber, I. C. ve Drack, M. (2008). An attempt to reveal synergies between biology and mechanical engineering. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part C: Journal of Mechanical Engineering Science*, 222(7), 1281-1287.
- Graham, P. (2003). *Building ecology - first principles for a sustainable built environment*. Oxford: Blackwell Publishing.
- Guo Z, Liu W ve Su B-L. (2011). Superhydrophobic surfaces: from natural to biomimetic to functional. *Journal of Colloid and Interface Science* 353(2), 335-355.
- Heintz, M. (2009). Biomimicry to the rescue. *Materials Today* 12(3), 6.
- Helms, M., Vattam, S. S. ve Goel, A. K. (2009). Biologically inspired design: process and products. *Design Studies*, 30(5), 606-622.
- ISO/TC266. (2015). Biomimetics—terminology, concepts and methodology. 19 Nisan 2020 tarihinde <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:18458:ed-1:v1:en> adresinden erişildi.
- Kibert, C. J., Sendzimir, J. ve Guy, G. B. (2002). *Construction ecology*. New York: Spon Press.
- Koelman, O. (2004). Biomimetic buildings: understanding and applying the lessons of nature. *BioInspire* 21. 10 Haziran 2020 tarihinde <https://biomimicry.typepad.com/bioinspire/2004/12/index.html> adresinden erişildi.
- Korhonen, J. (2001). Four ecosystem principles for an industrial ecosystem. *Journal of Cleaner Production*, 9, 253-259.
- Lazarus, M.A. ve Crawford, C. (2011). Returning genius to the place. *Architectural Design*, 81(6), 48-53.
- McDonough, W. ve Braungart, M. (2002). *Cradle to cradle - remaking the way we make things*. New York: North Point Press.
- Pawlyn, M. (2016). *Biomimicry in architecture*. Londra: RIBA Publishing.
- Pedersen Zari, M. (2007). Biomimetic approaches to architectural design for increased sustainability. Sustainable Building Konferansı'nda sunulan bildiri, Auckland. 10 Haziran 2020 tarihinde [https://www.academia.edu/9509269/BIOMIMETIC\\_APPROACHES\\_TO\\_ARCHITECTURAL\\_DESIGN](https://www.academia.edu/9509269/BIOMIMETIC_APPROACHES_TO_ARCHITECTURAL_DESIGN) adresinden erişildi.
- Pedersen-Zari, M. (2010). Biomimetic design for climate change adaptation and mitigation. *Architectural Science Review* 53, 172-183.
- Rao, R. (2014). Biomimicry in architecture. *International Journal of Advanced Research in Civil, Structural, Environmental and Infrastructure Engineering and Developing*, 1(3), 101-107.
- Reap, J., Baumeister, D. ve Bras, B. (2005). Holism, biomimicry and sustainable engineering. ASME International Mechanical Engineering Conference and Exposition'da sunulan bildiri, Orlando, USA. 10 Haziran 2020 tarihinde <https://asmedigitalcollection.asme.org/IMECE/proceedings-abstract/IMECE2005/42185/423/310301> adresinden erişildi.



- Rossin, K. J. (2010). Biomimicry: nature's design process versus the designer's process. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, 138, 559-570.
- Smith, J. (2007.) It's only natural. *The Ecologist*, 37(8), 52-55.
- Speck, T., ve Speck, O. (2008). Process sequences in biomimetic research. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, 114, 3-11.
- Steadman, P. (2008). *The evolution of designs: biological analogy in architecture and the applied arts*. New York: Routledge.
- Tero A., Takagi S., Saigusa T., Ito, K., Bebbler, D., Fricker, M., Yumiki, K., Kobayashi, R. ve Nakagaki, T. (2010). Rules for biologically inspired adaptive network design. *Science* 327(5964), 439-442.
- United Nations. (1987). Report of the World Commission on Environment and Development: Our common future. United Nations General Assembly document A/42/427. 10 Haziran 2020 tarihinde <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf> adresinden erişildi.
- Valentine, S. V. (2016). Kalundborg symbiosis: fostering progressive innovation in environmental networks. *Journal of Cleaner Production*, 118, 65-77.
- Vartan, S. (2006). The ultimate flattery. *The Environmental Magazine* 17(2), 44.
- Vincent, J. F. V. (2006). Applications: influence of biology on engineering, *Journal of Bionic Engineering*, 3, 161-177.
- Vincent, J. F. V., Bogatyreva, O. A., Bogatyrev, N. R., Bowyer, A. Ve Pahl, A.-K. (2006). Biomimetics: its practice and theory. *Journal of the Royal Society Interface: The Royal Society* 3, 471-482.
- Wang R., Zhang W. Ve Guo J. (2005). A branched material based on biomimetic design: synthesis and electrochemical properties. *Materials Science and Engineering: C* 25(4), 486-489.