

Biyomimetik Şehirler

Gülcan Minsolmaz Yeler¹

Öz: Şehirlerin doğaya meydan okumaktan çok doğayla uyumlu bir şekilde inşa edilerek daha yaşanabilir yerler olması ne yazık ki henüz yeteri kadar başarılamamıştır. Biyomimikri, insan problemlerini çözmek için doğanın modellerini inceleyen, daha sonra doğanın tasarım ve süreçlerini taklit eden veya bunlardan ilham alan yeni bir bilim olarak ön plana çıkmaktadır. Doğadaki sürdürülebilirlik ekolojik süreçlerin, fonksiyonların, biyoçeşitliliğin ve geleceğe dair verimliliğin sürekliliğini sağlama yeteneğidir. Bu yüzden, dinamik ve sürekli gelişen ekosistemler olarak şehirleri anlamak, sürdürülebilir bir kentsel gelecek için stratejiler geliştirmeye yardımcı olmaktadır. Bu bağlamda biyomimetik şehirler; yapısal verimlilik, sıfır atık sistemler, akıllı su kullanımı, güneş enerjisi ve yenilenebilir enerji kullanımı, biyoklimatik konfor gereksinimi ile sürdürülebilir bir yaşam döngüsü yaratma arayışında ön plana çıkmaktadırlar. Çalışma kapsamında, öncelikle literatür araştırma yöntemiyle biyomimikri kavramı kent düzeyinde ele alınarak kavramın günümüz ve geleceğin şehirlerini nasıl etkilediği ve biçimlendirdiği saptanacaktır. Ayrıca, örnek çalışmalar üzerinden şehirlerin hangi sorunu çözmek için biyomimikriyi hangi düzeyde kullanarak tasarlandıkları analiz edilecektir. Analiz sonrasında sonuçlar ortaya konacaktır.

Anahtar Kelimeler: Biyomimikri, şehir, doğa, ekosistem, gelecek, senaryo.

Abstract: Cities can be very livable places when built in harmony with nature rather than challenge it. Unfortunately, this hasn't achieved enough yet. We arrived at this point, biomimicry come into prominence as a new science which investigate the models of the nature to solve human's problems, and then mimicking nature's designs and processes or inspired by them. Sustainability in nature is the ability of providing of bio-diversity, productivity about future, ecological processes and functions' continuity. For that reason, understanding cities as a dynamic and continuous developing ecosystems, helps developing strategies for a sustainable urban future. In this context, biomimetic cities come into prominence at seraching of creating a sustainable lifecycle with structural efficiency, zero waste systems, intelligent water usage, solar and renewable energy usage and the requirement of bioclimatic comfort. Within the scope of the study, firstly with searching the literature, the notion of biomimicry is discussed at the city level, and it is appointed that how to effect and form the cities of future and these days. Also, in terms of the case studies, it is analyzed that biomimicry is designed at which level to solve which problems of the cities. After the analysis, the results are presented.

Keywords: Biomimicry, city, nature, ecosystems, future, scenario.

¹ Kırklareli Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Kırklareli: gulcan.yeler@klu.edu.tr

1. Giriş

Kentler, dünya yüzölçümünde ortalama %2 kadar alana sahip olmasına karşın dünya enerjisinin ortalama %70'inden (Çetinkaya, 2012), toplam kaynak kullanımının da %75'inden, toplam emisyonların %80'inden sorumludurlar. Atık üretimi yaklaşık olarak kaynak tüketimi ile paralel olduğundan kent alanları normal olarak atık üretimi, daha sonrasında hava kirliliği, toksik atıklar ve katı atıklardan da sorumludurlar. Ayrıca, 2025 yılına kadar, dünya nüfusu 8 milyara ulaşacağı ve bu insanların hemen hepsinin şehirlerde yani metropolitan bölgelerde yaşayacağı tahmin edilmektedir. Kentleşme ve metropolitan alanlarda büyüme doğayı, biyoçeşitliliği, besin teminini, yapı çevresini ve toplumu çoktan etkilemeye başlamıştır (Lindfield and Steinberg, 2012). Dolayısıyla kentlerimizin sürdürülebilir olduğunu söylemek mümkün değildir. Hangi yollarla gıda, su, barınak ve sosyal organizasyonun sağlanacağı ise sadece insan uygarlığının seyrini değil bu gezegenin geleceğini de etkileyecektir. Bu noktada sorulması gereken soru **“Şehirlerimiz daha sürdürülebilir nasıl olabilir?”** sorusudur.

Günümüzde, sürdürülebilir olma çabaları daha çok bina düzeyindedir ve bu çabalar hızla artmaktadır. Ancak, sürdürülebilir olmayan bir şehirde “yeşil” “enerji etkin”, “ekolojik” gibi yaklaşımlarla üretilen bir binanın da sürdürülebilir olamayacağı düşünülmektedir. Bu tür yaklaşımların güncel uygulamalarda “doğru bir sürdürülebilirlik” anlayışıyla çok da örtüşmediği, daha çok “moda” ve “marka” olma yolunda kullanıldığı düşünülmektedir (Yeler, 2012). Jenkin ve P. Zari (2009), güncel sürdürülebilir uygulamaların sürdürülebilir bir çevre başarmak için etkisiz kaldığını belirtmektedirler. “Yeşil” ve “yüksek performanslı” tasarımlar, “daha az zarar” verirken “sürdürülebilir gelişme” ya da “aynı kalmayı başarmak”, “etkisiz” ya da “%100 daha az kötü”dür. Dunbar ve arkadaşları (2011) da, güncel yapı stratejilerinin çevre üzerindeki zararları onarmak ve sağlıklı ekosistemleri teşvik etmekten çok, çevreye “daha az zarar” vermeyi amaçladıklarını belirtmektedir. Her iki alıntıda da ortaya çıkan, daha az kötünün yeteri kadar iyi olmadığı (less bad isn't good enough) dır. Benzer bir yaklaşımla, “Beşikten Beşiğe” (Cradle to Cradle) kavramının yaratıcılarından ve dünyanın önde gelen kimya profesörlerinden olan M. Braungart “ekoverimliliğin” sorunlu sistemin içinde çalıştığı takdirde sadece yıkımı yavaşlattığını ve bunun da olabilecek en kötü durum olduğunu söylemektedir. Böylece ekosistemin hücresel boyutta hasar gördüğünü, oysa hızlı bir çöküş olduğunda ekosistemin hücrelerinden kendisini yenileyebilme şansına sahip olduğu görüşünü savunmaktadır (Özçuhadar, 2011).

Bu bağlamda çalışma kapsamında önerilen, “sürdürülebilirlik” kavramının doğru anlaşılabilmesi için bunu yüzyıllarca çok iyi başarmış olan “doğa”ya odaklanılarak öğrenmenin sağlanabilmesidir. Doğada sürdürülebilirlik ekolojik süreçlerin, fonksiyonların, biyoçeşitliliğin ve geleceğe dair verimliliğin korunma yeteneği olarak tanımlanabilmektedir. Bu bağlamda sürdürülebilir yenilikçi fikirler üretmek adına doğayı referans alan ve giderek her alanda popüler bir kavram haline gelen biyomimikri kavramını iyi kavramak gerekmektedir. Çalışma, öncelikle literatür araştırma yöntemiyle biyomimikri kavramı ve ilkelerini ele almaktadır. Sonrasında günümüz şehirlerinden biyomimetik şehirlere doğru yönelmede etkili olan konular ele alınarak biyomimikri kavramı kent bağlamı üzerinden tartışılmaktadır. Ayrıca,

biyomimetik şehir olarak lanse edilen örnek çalışmalar üzerinden kavramın tasarım boyutunda ne kadar başarılı olabildiği eleştirel olarak değerlendirilecektir.

2. Biyomimikri ve ilkeleri

Çok eskiden beri uygulanmasına rağmen Benyus tarafından 1990'ların sonuna doğru tanımlanan ve literatüre kazandırılan, Yunanca bios: yaşam, mimesis: taklit etmek kelimelerinden türetilen biyomimikri, doğanın modellerini, sistemlerini, oluşum süreçlerini ve elementlerini inceleyen ve elde ettiği bilgilerden taklit ederek ya da yaratıcı ilham alarak yararlanarak, problem çözmeye yönelik yeni bir bilimdir. Benyus, biyomimikrinin doğayı model, danışman ve ölçüt olarak görebilmenin gerekliliğini savunmaktadır (Benyus, 1997). 'Model olarak doğa'da biyomimikri doğanın modelleri inceleyip onlardan ilham alır veya onları taklit eder. Bu modellerin süreçlerinden ilham alıp insan problemlerine çözüm arar. Ölçüt olarak doğa'da biyomimikri yapılan icatların doğruluğunu saptamak için ekolojik bir standart kullanır. 'Danışman olarak doğada ise biyomimikri doğaya farklı gözle bakar. Amacı doğayı sömürmek değil, doğadan neyi öğrenebileceğimizi göstermektir. Çünkü canlılar bizim yapmaya çalıştığımız her şeyi doğayı sömürmeden yapmışlardır. P.Zari (2007), biyomimikrinin düzeylerini organizma, davranış ve ekosistem olarak belirlemiştir. Organizma düzeyi bir organizmanın bir parçasının ya da bütünüdür. Davranış düzeyi daha büyük bir bağlamda bir organizmanın nasıl davrandığıyla ilgilidir. Ekosistem düzeyi ise başarılı fonksiyonları ile ekosistemleri esas almaktadır.

Biomimicri 3.8 tarafından oluşturulan ve Tablo 1'de gösterilen "Yaşam İlkeleri (Life' Principles)" doğadaki türlerin milyarlarca yıldır birtakım yöntemlerle geliştirdikleri hayatta kalma sürecindeki kapsayıcı modelleri temsil etmektedir. Yaşam, bu yöntemleri elverişli koşullar yaratmak için bütünleştirmekte ve en iyi düzeye getirmektedir (Biomimicry 3.8, 2012).

Tasarım bağlamında biyomimikri ilkeleri öncelikli olarak "doğa nasıl çalışır" sorusuyla tasarımcıların doğayı kavramasına, "doğa esin kaynağı olarak nasıl kullanılır" sorusuyla da günümüzde yaşanan sorunların çözümlenmesi aşamasında tasarımcıların sürdürülebilir tasarım stratejileri geliştirmelerine yardımcı olmayı hedeflediği görülmektedir.

Benyus (1997)'un "Gezegendeki arkadaşlarımız (bitkiler-hayvanlar-mikroplar) 3.8 milyar yılı aşkın süredir sabırla donanımlarını kusursuzlaştırıyorlar, karayı ve denizi yaşama uygun evler haline getirebiliyorlar. Bundan daha iyi modelimiz olabilir mi?" ve "Biz sadece ekosistemler gibi görünen değil, onlar gibi işleyen/performans gösteren şehirlere ihtiyacımız var" sözleriyle kent bağlamında da aslında aranan cevapların problemin içinde olduğu görülmekte, göz önünde olan birçok canlı türünün ve bu canlıların bir ekosistem içindeki ortak yaşamlarının, sorunlarımıza cevap niteliği taşıdığı ve onlara biyomimikri gözlüğü ile bakıldığında önemli sorunlara çözümler bulunabileceği göstermektedir.

Tablo 1. Yaşam ilkeleri

YAŞAM İLKELERİ	
HAYATTA KALMAK İÇİN GELİŞMEK	
<ul style="list-style-type: none"> • İşleyen kopyalama stratejileri • Tahmin edilmeyen bütünleşme • Değiştirilen bilgi 	
KAYNAK (MALZEME VE ENERJİ) ETKİN OLMAK	
<ul style="list-style-type: none"> • Çoklu işlevli tasarım • Düşük enerji süreçlerini kullanmak • Tüm malzemeleri dönüştürmek • Fonksiyonu forma uydurmak 	
DEĞİŞEN KOŞULLARA UYUM SAĞLAMAK	
<ul style="list-style-type: none"> • Kendini yenilemeyle bütünlüğü sürdürmek • Değişim, yedekleme, desantralizasyon aracıyla dirençliliği kapsamak • Çeşitliliği kapsamak 	
BÜYÜME İLE GELİŞMEYİ BÜTÜNLEŞTİRMEK	
<ul style="list-style-type: none"> • Modüler ve iç içe geçmiş elemanları birleştirmek • Aşağıdan yukarıya doğru kurmak • Kendini organize etmek 	
YEREL/YÖRESEL OLARAK UYUMLU VE DUYARLI OLMAK	
<ul style="list-style-type: none"> • Kolayca bulunabilen malzemeleri ve enerjiyi kullanmak • Ortaklaşa ilişkileri geliştirmek • Döngüsel süreçleri kullanmak • Geri-besleme döngüsü kullanmak 	
YAŞAM-DOSTU KİMYA KULLANMAK	
<ul style="list-style-type: none"> • Elemanların küçük bir alt ögesi ile seçici olarak inşa etmek • Tehlikesiz bileşenler içinde ürünleri yıkamak • Suda kimya yapmak 	
İletişim Koşulları	
<p>Güneş, su ve yerçekimi Dinamik dengesizlik Hudut ve sınırlar Döngüsel süreç</p>	

Kaynak: Biomimicry 3.8, 2012

2. Biyomimetik şehirlere doğru

McCartney (2013), kentleşmenin ülke genelinde büyük ölçekte ekonomik ve toplumsal gelişme sağladığını ancak beraberinde yukarıda sözü edilen çevresel sorunları da yarattığını belirtmektedir. Kentle ilgili bu tür konular mimar, mühendis, kent plancısı, devlet yöneticileri, belediyeler, akademisyenler ve toplum liderlerini olası çözümler geliştirmeye yöneltmektedir. Çözüm olarak sunulan kavram “eko-bölge (eco-district)”dir. Kavram, tek bir yapıdan daha çok, tanımlanan bir bölge içinde bulunan yapılara ve sistemlere odaklanmasıyla şehirlerin çevresel etkilerinin azaltılıp, pozitif çevresel etkiler yaratmak için binalardan sonraki ikinci adım olarak görülmektedirler. Bir eko-bölge; yetkili kişiler, yeşil binalar ve akıllı altyapı sistemi ile sürdürülebilirlikte kararlı bir mahalledir. Eko-bölgeler, toplum düzeyinde ve

biyomimikri kavramı da bu düşünceyi desteklemektedir. Biyomimikrinin uygulama alanı da ağırlıklı olarak tek bina düzeyindedir, ancak, bina ölçeğinden daha büyük ölçeklerde de uygulanmaktadır. Şehir planlaması, şehrin doğru sürdürülebilir bir yer olması için biyomimetik kavramları içermeye ihtiyaç duymaktadır. Sauve (2011) de, biyomimetik şehirlere doğru ilk adımın, binalarımızın nasıl tasarlanacağı ve inşa edilebileceği aşamasında biyomimikriyi uygulamak olduğunu ifade etmektedir (Sauve, 2011). Kent tasarımı bağlamında biyomimikri, bugünün ve gelecek nesillerin ihtiyaçlarını karşılayan gelişmeyi üretmek için doğanın fonksiyonlarının, süreçlerinin ve sistemlerinin bilinçli bir şekilde taklit edilmesi olarak açıklanabilmektedir (MacCowan, 2012). Bu noktada biyomimetik bakış açısıyla değerlendirildiğinde, yukarıda sözü edilen “yeşil” ve “eko” kavramlarının içeriğinin tasarımın içine sadece doğayı dâhil etmenin ötesinde doğadan öğrenmeyi de kapsayacak nitelikte genişletilmesinin gerektiği düşünülmektedir. Çalışma kapsamında yapılan literatür çalışmalarında kavramlar arasında kesin bir ayrımın yapılamadığı da görülmektedir. Biyomimetik şehir olarak sunulan bir örnek, bir başka kaynakta eko-şehir olarak da adlandırılabilir. Geleceğe dair senaryolar olarak üretilen biyomimetik şehirlerin daha çok yüzen şehir, sualtı şehri, gökdelen şehri, güneş enerjili şehir, kendine yeten şehir, akıllı şehir, sıfır atık şehir, karbon nötr şehir gibi yaklaşımlarla deneysel projeler olarak tasarlandıkları görülmektedir.

4. Şehir bağlamında biyomimikri için performans göstergeleri

Biyomimikrinin giderek önem kazanması, tasarımcıların söylemlerini ve tasarımlarını da etkilemeye devam etmektedir. Canlı sistemler, organizmalar ve ekosistemler gibi biyolojik metaforlar tasarımda doğadan öğrenme sürecinde sıklıkla kullanılmaktadır. Örneğin metabolist harekette şehir, özel bileşenlerden oluşan insan vücudu ile ilişkilendirilmektedir. Büyüyen ve ölen hücrelere rağmen insan vücudunun yaşamını devam ettirmesi gibi şehirler de sürekli bir büyüme ve değişim döngüsüne sahiptirler. Guerreiro (2011), şehrin yapay bir malzemedan daha çok canlı bir organizma olduğunu belirtmektedir. Ancak, bu organizmanın daha yüksek bir düzenin organizması olduğunu, yani bir süper-organizma olduğunu vurgulamaktadır. Ekolojik bakış açısı, süper organizma kavramına çevresel boyut eklemekte ve daha sonra ekosistem kavramını ileri sürmektedir. Bir organizma topluluğu ve bu topluluğun fiziksel çevresi, ekolojik bir birim olarak birbirini etkilemektedir. Newman ve Jennings (2008) de şehirleri sürdürülebilir ekosistemler olarak görmektedirler. Şehirler de, insanların cansız elemanlar kadar diğer canlılarla ve birbirleri ile etkileşime girerek yaşadıkları yerlerdir. Burada yapılar, ulaşım,

altyapı, parklar, bitkiler ve hayvanlar gibi yeni bileşenler vardır ve bu bileşenler bir sistem içinde etkileşime girmektedir.

Kent bağlamında sözü edilen biyolojik metaforlardan da anlaşıldığı üzere bina, bölge ve kent gibi yapay ekosistemleri doğal ekosistemlerin yapısal özelliklerini, işlevlerini ve süreçlerini esas alarak tasarlamak gerekmektedir. Newman ve Jennings (2008), sürdürülebilir sistemler olarak şehirlerin özelliklerini Bossel'in etik, verimli (sağlıklı ve adil), sıfır-atıklı, kendini düzenleyen, dirençli, kendini yenileyen, esnek, psikolojik olarak tatmin edici ve birlikte varolan olarak sıraladığını belirtmektedir. Sürdürülebilir ekosistemlerin ve sürdürülebilir sistemlerin bu tarz örüntü ve süreçleri, sürdürülebilirliğe doğru kent ekosistemlerinin dönüşümü için yollar göstermektedir. Tablo 2'de görüldüğü gibi, biyomimikrinin temelini oluşturan yaşam ilkelerinin bir strateji olarak belirlenmesi ve bu stratejilerin kent için sosyal-ekolojik-ekonomik-çevresel boyutlarda performans göstergelerinin ortaya konması da, yaşam ilkelerinin kent bağlamında bilimsel olarak anlaşılmasını kolaylaştırmaktadır. Genel olarak değerlendirildiğinde, Yeang (2012)'ın da belirttiği gibi, kentte yapılı çevre ile doğal çevre arasındaki yakın simbiyotik ilişkiyi yansıtmak köklü, sağlam ve doğru bir ekolojik anlayışın esas alınması gerekliliği temel ilke olarak ön plana çıkmaktadır. Sürdürülebilir bir kentsel gelecek yolunda stratejiler geliştirebilmek için tasarım faaliyetinin, tüm yapılı çevreyi (bina, altyapı, ulaşım vb.) dinamik ve sürekli gelişen ekosistemler olarak kavraması ve sosyal-ekolojik-ekonomik-çevresel boyutlarıyla bir bütün olarak değerlendirmesi gerekmektedir.

4. Biyomimikriyi esas alan şehirler

Doğanın kendi içerisinde işleyen döngüsü ve bu döngünün temel ilkeleri, günümüz mimarlık ve kent tasarımı uygulamalarında daha fazla sürdürülebilir ve yaşanılabilir bir yapılı çevrenin oluşturulmasında kullanılmaya başlanmıştır. Son dönemde dünyanın en büyük tasarım ve mimarlık firmalarından biri olan HOK (Hellmuth, Obata+Kassabaum)'un biyologlarla tasarımcıları bir araya getiren bir firma olan Biomimicry 3.8 ile ortaklaşa, ekosistem düzeyinde biyomimikri ilkelerini kullanarak uygulamaya koydukları şehir planlamaları ön plana çıkmaktadır. Benzer şekilde Arup Biomimetics'in ve diğer firmaların da bu firmalarla ortaklaşa ve ayrı çalışmaları gündemdedir. Yaşanan sorunlara sürdürülebilir çözümler üretilmesi noktasında gelişen teknoloji ile ortaya çıkan yeni fikirler doğrultusunda fütüristik/ütopik örnekler de sınırları zorlamaktadır. Çalışma kapsamında verilen örnekler, günümüzde ön plana çıkan şehirlerle sınırlandırılmıştır.

4.1. Uygulanmaya başlanan projeler

Lavasa: Hindistan'ın dönemsel mason yağmurlarından oldukça etkilenen 32,5 milyon metrekarelik Lavasa şehrinde Biomimicry 3.8, HOK, Arup and AECOM'un ortaklaşa çalışmışlardır. Bölgenin iklimi, toprak yapısı, mevsimler arasında havanın ve toprağın davranış farklılıkları, bitki ve hayvan çeşitleri, yaprak dökken ormanların su toplama, güneş kazanımı, karbon tutma, su filtrasyonu, terleme ve buharlaşma ile fosfor ve nitrojen döngüsü gibi ekosistem servisleri incelenerek yeni teknolojiler

Tablo 2. Biyomimikrinin temelini oluşturan prensipler ve biyomimikri için performans göstergeleri

BİYOMİMİKİRİNİN TEMELİNİ OLUŞTURAN PRENSİPLER VE BİYOMİMİKİRİ İÇİN PERFORMANS GÖSTERGELERİ				
STRATEJİ	EKONOMİK	ÇEVRESEL	EKOLOJİK	SOSYAL
İşleyen kopyalama stratejileri	Kabul edilen en iyi uygulanan tasarımlar ile yatırım olasılığının artırılması	Kabul edilen ilişkili en iyi uygulama ile karbon emisyonlarını en aza indirme olasılıklarına sahip olmak	Yerel altyapı ağları içinde bağlantılı gelişmeleri sağlamak	Toplumsal ve kültürel tesisler ve olanaklar sağlamak
Tahmin edilemeyen bütünleşme	Sürdürülebilir teknolojilerin geliştirilmesi ile verimlilik artışı ve maliyetin azaltılması	Geçici mekânlara için boş yerleri kullanmak	Yeşil altyapıyı, parklar gibi geçici mekânları kullanmak arttırmak	Sosyal ağların oluşumuyla toplum refahını arttırmak
Çok işlevli tasarımı kullanmak	Uyarlanabilir yapılar ve arazi ile arazi değerlerinde olası artışlar	İşbirliğine dayanan ilişkiler ile enerji tüketimini azaltmak	Bir dizi yeşil mekân tipolojisi oluşturmak	Gün boyunca ve her mevsim kullanılabilen mekânlar yaratmak
Tüm malzemelerin geri dönüştürülmesi	Enerjinin yaratımı ve geri dönüşümünden değerler yaratılması	Çevresel etkileri azaltmak	Sarfıyatı azaltmak	Sosyal yaşamı arttırmak
Fonksiyonu forma uydurmak	Yatırımcılar ve kullanıcılar için çekicilik	Araç ile yapılan yolculukları azaltmak	Açık mekânları çeşitlendirmek	
Kendini-yenilemeyle bütünlüğünü sürdürmek	Çekimci en son maliyet kazanım girişimleri ile bütünleşirmek	Kendini iyileştiren altyapı ağları ile enerji artışı en aza indirmek	Yerel bitki türleri ile kendilerini yenileyen yeşil mekânlar yaratmak	Değişen trendlere uyumlu sosyal ağlar yaratmak
Çeşitliliği içermek	Kullanıcıların çeşitliliği ile özel değerlerde olası artış	Toplu taşıma biçimlerini arttırmak	Karma bir yeşil mekân tipolojisi yaratmak	Karma kullanımlı sosyal tesisler yaratmak
Kendini-organize etme	Yeşil altyapı ile daha yüksek arazi değerleri	Ekosistem servislerinde artış		Mahalleyi desteklemek için bağlantılı toplum gruplarını birlikte çalıştırmak
Modüler ve iç içe geçmiş elemanların tekrarı	Başarılı tasarımlar içinde ortak elemanların tekrarı	Çevre üzerindeki etkileri azaltmak	Başarılı tasarım içinde ortak elemanları tekrarlamak	Başarılı sosyal faaliyetleri içinde elemanları tekrarlamak
Kolayca bulunabilir malzemeleri ve enerjileri kullanmak	Daha enerji etkin olmak için tasarlanan yapılarda enerji maliyetlerinin azaltılması	Çevreye olası zararları azaltmak	Yerel bitki ve hayvanlar üzerindeki etkileri en aza indirmek	Yerel toplumda yeniden gelişmenin etkilerini en aza indirmek
Suda kimya yapmak	Arazi ıslah maliyetlerinin azaltılması		Yerel vahşi yaşam üzerindeki etkileri azaltmak	Sakinler için maliyet kazandırmaya refahı arttırmak

Kaynak: MacCowan , 2012

geliştirilmiş, karınca yuvalarından da faydalanan kanal sistemiyle şehri sellerden koruyacak bir tasarım hazırlanmıştır. Bina temelleri, ağaçların kökleri gibi yamaçları sınıksız tutacak şekilde, çatılar toprak erozyonunu engelleyecek şekilde planlanmıştır. Lavasa'daki her beş farklı şehir 300.000'den fazla kişiye ev sahipliği yapmakta, iş ve konut alanlarını bir araya getirerek karma kullanımlara, farklı işlevlere imkân tanımaktadır. Şu anda hepsi tamamlanmamıştır. (Berg, 2013; Kolat, 2014) (Foto 1).

Meixi Lake: Çin, Wuhan'da yeni bir konut bölgesi olarak planlanan şehirde HOK, kent tasarımcıları ve mimarlar Biomimicry 3.8 ile birlikte çalışmışlardır. Lavasa şehrinde olduğu gibi yerel ekosistemlerden esinlenilerek benzer bir yaklaşım uygulanmıştır. Binalar, her bir konutun en az iki saat güneş ışığını almasına izin vermek için, bir ormandaki ağaçlar gibi farklı boyutlarda ve biçimlerde tasarlanmıştır (Knittel, 2013) (Foto 2).

Dongtan: Çin'de Şangay'ın hemen dışında Chongming Adası üzerinde yapımına 2006 yılında başlanan ancak şu anda içinde sadece rüzgar tribünleri olan Dongtan şehri, Arup ve SIIC (Shanghai Industrial Investment (Holding) Co., Ltd.) tarafından üç köyden oluşan bir şehir olarak planlanmıştır. Çin'in ilk 'yeşil kenti' olacak Dongtan'da Enerji ve su konusunda kendine yetecek ve sıfır karbon üretecek şekilde tasarlanmıştır. Şehirde tarımsal atıklar ve rüzgâr türbinlerinden enerji üretilecek, atıkların çoğu dönüştürülecektir. Şehrin ancak yüzde 40'ını oluşturacak yapıların çatıları çimle kaplanacaktır. Kentin içinde sadece elektrikli araçların girmesine izin verilecek ve kentte ulaşımı, güneş enerjili su taksileri ve hidrojenle çalışan otobüsler sağlayacaktır. Geleneksel mimarlık ve yenilikçi teknolojileri kullanacaktır. Planlamalara göre nüfusun 2020 yılında yaklaşık 80.000, 2050 yılında da 500.000 olacağı tahmin edilmektedir (Hald, 2009) (Foto 3).

Masdar: Birleşik Arap Emirlikleri, Abu Dabi çölünde yapımına 2008 yılında başlanan Masdar şehri yenilenebilir enerji ile çalışan, dünyanın ilk "sıfır-karbon" şehridir. Norman Foster tarafından planı yapılan "21. Yüzyılın vahası" olarak nitelendirilen Masdar şehrinin 2016'da bitirilmesi planlanmakta ancak, dünya ekonomik krizinin etkisiyle projenin 2023 yılından önce tamamlanamayacağı tahmin edilmektedir. LAVA (Laboratory for Visionary Architecture) tarafından önerilen dev gibi solar ayçiçeği şemsiyeler ile yıl boyunca yaşanılabilir yerler yaratılması planlanmıştır. Bu dallanmış strüktürler, mekânları gölgelendirmekte, güneşe göre hareket etmekte, ısıyı depolamakta ve gece de serbest bırakmaktadır. Şehrin enerji ihtiyacının yüzde 82'si güneş enerjisiyle, yüzde 17'si yiyecek artıklarını yakarak enerjiye dönüştüren bir sistem sayesinde, yüzde 1'i de rüzgâr türbinleriyle karşılanmaktadır. Şehirdeki binaların ısıtma ve soğutma sistemleri de, normalden 10 kat daha az enerjiyle çalışacaktır. Benzinli araçların girmesinin yasak olduğu şehirde oturan halk temiz enerji kullanan özel araç veya toplu taşıma, özel hızlı taşıma sistemlerini kullanacaktır. Binalar iç sıcaklığını düşük tutmak için termal duvarları kullanırken, sıkışık caddeler gölgelendirmeyi azami miktarda sağlayacaktır. Deniz suyu arıtma sistemi günde 8 bin metreküp su sağlayacak ve Masdar'da kullanılacak suyun yüzde 60'ı geri dönüştürülecektir. Caddelere temiz hava ve çöl rüzgârı

verecek ağaçlar şehrin çevresine stratejik olarak yerleştirilecektir (B. Pohl, 2009; Masdar City Website, 2014) (Foto 4).



Foto 1: Lavasa Şehri (**Kaynak:** Pallavi, 2013)

Foto 2: Meixi Lake Şehri (**Kaynak:** Knittel, 2013)



Foto 3: DongtanŞehri (**Kaynak:** Baxley, 2012)

Foto 4: Masdar Şehri (**Kaynak:** Bustler website, 2009)

4.2. Fütüristik projeler

4.2.1. Yüzen şehirler

Yüzen ve sualtı şehir konseptleri, hepsi birer görsel tasarım olsa da, küresel ısınmanın her geçen gün dünyaya daha fazla etki ettiği ve kutuplardaki buzulların tamamen erimesiyle dünyanın büyük bir kısmının su altında kalacağı gerçeğinin ışığında, bu tür bir felaket durumunda su altında kalacak bölgeler yerine inşa edilecek su üzerinde yüzen ve kendi kendine yetebilen kentlerde yaşanabileceği düşünülmektedir.

Lilypad: Vincent Callebaut tarafından tasarlanan şehir projesi, Amozonia Victoria Regia bitkisinin yaprağından esinlenilmiş ve mimarisi yaprağın 250 kat büyütülmüş şekli ile oluşturulmuştur. Şehir kendi kendine yetebilen ve doğa dostu bir konseptte olup, toplam olarak 50.000 kişilik bir nüfusa sahip olacak şekilde tasarlanmıştır. Enerjisini güneş enerjisi, gelgit, fotovoltaiik, rüzgâr, hidrolik ve termal enerji gibi yenilenebilir kaynaklardan sağlamaktadır. Şehirdeki içme suyunun da kendi bitkilerinin topladığı yağmur sularından sağlanması düşünülmektedir. Şehrin bir başka artısı, karbondioksit ve diğer atık maddeleri geri dönüşümle kullanabiliyor olmasıdır. Yüzeyi titanyum dioksit (TiO₂) ile kaplı olan şehir, ultraviyole ışınlarıyla reaksiyona girerek foto katalizör etkisiyle atmosferdeki atığı da toplamaya imkân vermektedir. Kendi yiyecek ihtiyacına da kendi bahçeleriyle sonuç getiren şehir, tüm bunlar sayesinde dışa bağımlı olmamak dışında, harcadığından daha fazla enerji de

üretmektedir. Şehir üç dağı andıran temel yapısıyla evleri, iş yerlerini, eğlence alanlarını ve bio-çeşitliliği yüksek bitki örtüsüyle büyük bir ekosistem oluşturmaktadır. Merkezde bulunan büyük bir göl ve gölden başlayarak büyük bir ağ sistemi şehri sarıp sarmalamaktadır. Sahip olduğu üç liman sayesinde dışarıdan ulaşımı sağlanacaktır. Lilypads şehirleri ya kıyılarda sabit halde bulunacaklar ya da kıyılara yakın bölgelerde okyanus akıntılarıyla kuzeye ve güneye ilerleyip duran bir yörüngede seyahat edeceklerdir (Vincent Callebaut Architectures, 2014) (Foto 5-6).

Syph: Avustralya için Arup Biomimetics 2010 Venedik Bienali'nde sunulan Syph su altı şehri ile yeni bir yaşam alanı yaratılmaktadır. Sphy, enerji ve besin üretimi gibi özelleşmiş fonksiyonları olan organizmalardan (denizanasından) geliştirilmiştir. Kurgulanan kentte sürdürülebilir tarım ve besin üretimi, sanayi ve enerji üretimine ayrılmış her bir birim birlikte bir bütünü oluşturmaktadır (Meinhold, 2010) (Foto 7).

Green Float: Shimizu Corporation tarafından gün ışığının bol, tayfunların da çok az olduğu ekvator bölgesi için nilüfer çiçeği ve yaprağı ile karahindiba bitkisinden esinlenilerek tasarlanan botanik şehir, 3000 m. çapa sahip şehir bir nilüfer yaprağı gibi okyanusta yüzmektedir. Karahindiba gibi doğa ile uyumlu yaşam ve bitkiler, hayvanlar ve insanların doğal kurallara göre büyümesi ve doğadaki düzenin dengesinin korunması botanik şehir için anahtar kavramlardır. 1 km. yarıçapında yürünebilir kompakt bir köy bir hücre (bölge) olara tanımlanır. Hücreler modülleri (şehirleri), modüller de birimleri (ölkeleri) oluşturur. Bir hücre 30 katlı bir konut alanından, su kenarında az katlı evlerden ve işyeri-konut işlevli karma yapılardan oluşmaktadır. Toplam 50.000 nüfusu kapsamaktadır. Zemin yüzeyinin daha fazla güneş alması için gökdelen şehir ters koni formundadır. Zeminde yeşil ve sucul açık alanlar vardır. Besin üretim ve tüketim alanları birbirine yakındır ve kara ve denizin zenginlikleri ile kendine yeten bir besin döngüsü vardır. İleri teknolojilerde de doğadan yararlanır. Fotosentez için güneşi kullanan tek bir yaprak gibi karbondioksiti absorbe eder. Enerji içinde atığın dönüştürülmesiyle kaynaklar geri dönüştürülür. Yüzer tip strüktür, deniz suyundan arıtılmış magnezyum alaşımli, birbirine bağlanmış bal peteği benzeri strüktürler ile denizde inşa edilmiştir (Shimizu Corporation, 2014) (Foto 8).



Foto 5-6: Lilypad yüzen şehir (Kaynak: Vincent Callebaut Architectures, 2014)

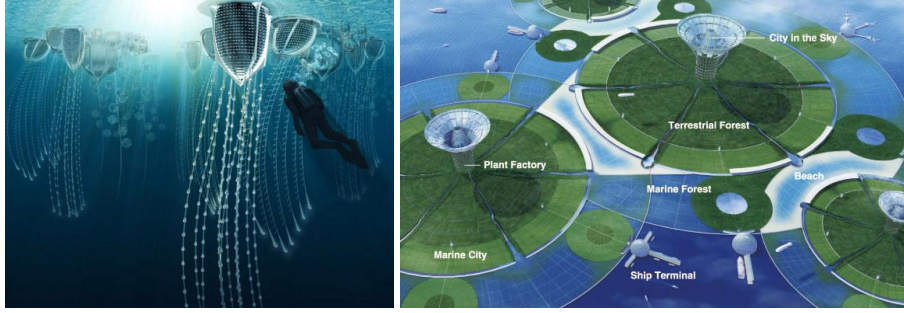


Foto 7: Syph yüzen şehir (**Kaynak:** Meinhold, 2010)

Foto 8: Green Float yüzen şehir (**Kaynak:** Shimizu Corporation, 2014)

4.2.2. Gökdelen şehirler

Recipro: 2011 yılında eVolo Magazine Skyscraper Competition’da S3 Arquitectos tarafından önerilen ve finale kalan Recipro gökdelen şehri düşey bir ağacın içinde şehrin bütün fonksiyonel katmanlarını birleştirerek kent kavramını yeniden tasarlamaktadır. Geleneksel gökdelenlerin aksine, bina sakinlerinin ve kullanıcılarının yaşam koşullarını iyileştireceği ümit edilmektedir. Gelişmekte olan şehirlerin yanında yer alması planlanan ve konut, ticari ve kamusal alanları ile altyapıyı kapsayacak şekilde planlanmıştır. Konsept, belirli yerlere kendini ayarlayabilen, kendi kendine sürdürülebilir ve kendine yeterli düşey bir yapı olarak tasarlanmıştır. Dışarıdan herhangi bir enerji ve hammadde gerekmeyen bütünleştirilmiş bir altyapıya sahiptir. Tüm atıkları geri dönüştürür. Şehrin çeşitli elemanları, ağacın dallarına benzer olarak, kamu alanı olarak hizmet veren yapıların merkezinden dışı doğru gelişmektedir. Gökdelen, büyük bir metal tüp ile kendini destekleyen bir yapı olarak tasarlanmıştır ve tüp geometrisi sünger morfolojisi ile oluşturulmuştur. Bu büyük tüpe yerleştirilen termokimyasal reaktör, kompozit bir jel içinde binanın atıklarını ayrıştırılmaktadır ve şehrin bütün enerjisi buradan üretilmektedir. Konutlar, geçirgen dış cepheye yerleştirilmiştir. Bu organizasyon, yapının iç ve dış arasında bir ilişki yaratmaktadır. Bir peyzaj ringi, cephenin özel alanları ve merkez çekirdeğini birbirine bağlamaktadır (Design Build Network, 2014) (Foto 9-10).

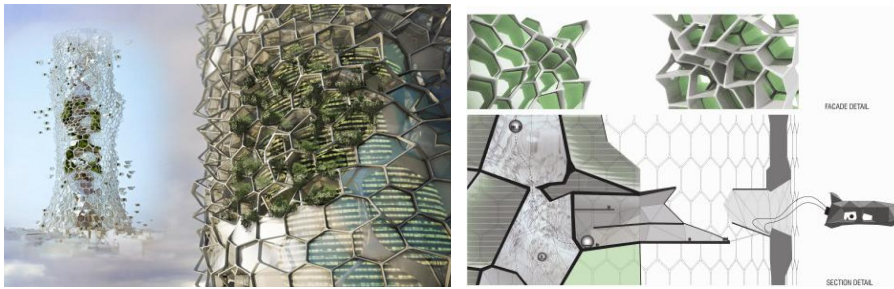


Foto 9-10: Recipro gökdelen şehri (**Kaynak:** Design Build Network, 2014)

Mangal: Mangrov ağacıyla yaratılan kompleks ekosistemlerden esinlenen Mangal gökdelen şehri, Chimera tasarım ekibi tarafından Londra için tasarlanmış fütüristik helozonik gökdelen şehirlerin bir örneğidir. Biyomimikri ve esnekliği esas alan gökdelen şehir, kentsel ekolojik sistemi yaratan, çevresel ve bağlamsal koşullara uyum sağlamak için değişen modüler tohum kapsüllerinden oluşur. Spiral bitki büyüme modelini ve doğal ekosistemlerin etkileşimini sunan Mangal şehri aynı zamanda bükümlü kafesli çerçeveli strüktürü sayesinde biyomimetik ilkeleri kullanır. Tasarımcılara göre barınma ve kültürel programları destekleyen bir kent ekosistemi, yerin belirli kent ve sosyal karakterine göre uyum sağlayabilir, dönüşebilir, değişebilir ve ayarlanabilir (Chino, 2010) (Foto 11).

Ultima Tower: Dünyanın en büyük gökdeleni olarak Equene Tsui tarafından önerilen **Ultima Tower** ağaçlardan ve diğer canlı sistemlerden esinlenilmiştir. Yoğun bir kent yerleşimi içinde kaynakların sürdürülebilir dağılımını sağlamak için yenilikçi bir konsepttir. Tsui, bütün binayı yaşayan ve nefes alan yapısı ile büyük bir ekosistem olarak öngörmektedir. Yapının çok yüksek olan strüktüründe termit yuvalarından esinlenilmiştir. Ağacın köklerinden su taşımadaki ilkeleri kullanarak tsarımcılar da kulenin altından yukarı doğru suyu taşıma konusunda çalışmaktadırlar. Düşey şehirde rüzgâr, güneş gibi yenilenebilir enerjiler kullanılmakta, herhangi bir kirleticide kulede yer verilmemektedir (Tsui Design&Research, 2014) (Foto 12).



Foto 11: Mangal gökdelen şehri (**Kaynak:** Chino, 2010)

Foto 12: Ultima Tower gökdelen şehri (**Kaynak:** Tsui Design&Research, 2005)

5. Değerlendirme ve Sonuç

Çalışma kapsamında sunulan şehirler analiz edildiğinde, şehirlerin günümüzde yaşanan çevresel sorunların giderilmesinde yenilikçi çözümler üretmek adına biyomimikriyi organizma, davranış ve ekosistem düzeyinde ele aldıkları, belirli bir organizmanın biçiminden, strüktürel yapısından, organların işleyişinden ve ekosistem içindeki davranışlarından ya da bunların birkaçından esinlenerek tasarlandıkları görülmektedir. Sürdürülebilir yapı çevre/kent yaratılması noktasında en çok esinlenen düzey ise ekosistem düzeyidir. Bir organizmanın yaşadığı alan,

onun için en uygun ekolojik koşulların olduğu bölgeyi ifade etmektedir. Ayrıca, organizmanın bulunduğu fiziksel çevre ve bu çevre içerisinde oluşacak ilişkiler ağı, sistemlerden oluşan bir bütüne de karşılık gelmektedir. Çalışma kapsamında da vurgulanmak istenen aslında doğadaki bütüncül yaklaşımın kent ölçeğine uyarlanmasıdır. Bu doğrultuda doğadan öğrenme sadece bina ölçeğinde değil, bölge ve kent ölçeğine de yayılmalıdır. Sunulan örneklerden anlaşıldığı gibi, biyomimikri ilkeleriyle uygulanmaya başlanan şehirler bölge ölçekli örneklerdir. Yüzer ve gökdelen şehirler ise tek bir bina gibi algılansa da, aslında içinde binlerce kişinin yaşadığı bir bölgeye/şehre karşılık gelmektedir. Bu yaklaşımlarda ana hedefin, doğadan referanslarla, yapısal verimlilik, sıfır atık sistemler, akıllı su kullanımı, güneş enerjisi ve yenilenebilir enerji kullanımı, biyoklimatik konforun sağlanması, besin temini, ulaşım ve altyapı gibi şehrin gereksinimlerinin ileri teknolojilerle bir bütün olarak sağlanması olduğu görülmüştür.

Bütüncül sistem anlayışı ile değerlendirildiğinde, günümüzde çoğu deneme aşamasında olan bu uygulamaların yaygınlaşması ve geleceğin binalarının/bölgelerinin/şehirlerinin de doğadan öğrenerek gelişebilmesi ve sürdürülebilir tüketim anlayışını benimseyebilmesi için köklü bir paradigma değişiminin gerektiği ortaya çıkmaktadır. Bu değişimde sadece mimarlar, kent tasarımcıları ve planlamacıları değil, aynı zamanda mühendisler, ekologlar, biyologlar (biyomimikri uzmanları), üstlenici şirketler, ekonomistler, geliştiriciler ve topluma da önemli görevler düşmektedir. Burada vurgulanması gereken, bu kişilerin tasarım ve planlamada çevrenin iyileştirilmesi söylemleriyle, marka ve moda olma hevesiyle para odaklı bir anlayışa yönelmemeleridir. Paradigma değişiminin, insanların mutluluğunu ve refahını da ön plana çıkaran bir yaklaşımı esas alması gerekmektedir. Bu noktada, sözü edilen şehirlerde kimlerin yaşadığı ya da yaşayacağı, ileri teknolojilerle üretilmiş yapılarda insanların mutlu olup olamayacakları, teknolojik ve ekonomik koşullar zamana bağlı olarak değerlendirildiğinde bu şehirlerin gerçekten planlandıkları gibi hayata geçirilip geçirilemeyecekleri de zamanla anlaşılacaktır. Planlama ve tasarım sürecinde disiplinlerarası ilişkilerde kültürel çalışmalar yapan araştırmacıların, psikolog ve sosyologların, ayrıca sağlık uzmanlarının da bu sürece katılmasının bu şehirlerde yaşayan insanların refah ve mutluluğu konusunda gerekli verileri ortaya koyacağı düşünülmektedir. Ancak böyle bir disiplinlerarası araştırmayla doğru bir sürdürülebilir tasarım anlayışının ve davranış değişiminin ortaya konabileceği düşünülmektedir. Daha iyi şehirler için yenilikçi, sistematik, ekolojik, ekonomik ve sosyal çözümlere odaklanmak için biyomimikri ilkeleri ve süreçlerinin doğru bir şekilde uyarlanmasında doğanın özü iyi anlaşılmalıdır.

Kaynaklar

- B. Pohl, E. (2009) “Masdar Future City (LAVA Proposed) (Abu Dhabi)” (http://www.solaripedia.com/13/78/651/masdar_giant_sunflowers.html, 15.03.2014)
- Benyus, J. M., 1997. *Biomimicry Innovation Inspired by Nature*. Harper Perennial, NewYork.
- Berg, N. (2003) “Inspired Infrastructure”, *Ensis, Environmental Solution in Action*, page: 9-13.
- Biomimicry 3.8 (2012) <http://biomimicry.net/about/biomimicry38/b-corporation/>, 15.03.2014)

- Bustler website (2009) “*LAVA Architects Win Masdar Eco City Center Competition*” (http://www.bustler.net/index.php/article/masdar_plaza_oasis_of_the_future/, 01.04.2014)
- Chino, M. (2010) “*Spiraling Skyscraper Pod City For a Future London*” (<http://inhabitat.com/spiraling-skyscraper-pod-city-for-a-future-london/10.01.2014>)
- Çetinkaya, Ç. (20123) “Eko-Kentler: Kent ve Doğa İlişkisinde Yeni Bir Sistem Tasarımı”, *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi* 6 (1): 12-16.
- Design Build Network (2014). “*eVolo 11 Skyscraper Recipro-City Concept, Portugal*” (<http://www.designbuild-network.com/projects/evolo-11-skyscraper-recipro-city-concept>, 15.02.2014)
- Dunbar, B.; Wackerman, A.; Hodgin, S.; Plaut, J., 2011. “*Lenses: A Framework for Integrating Natural, Social, and Economic Systems in Sustainable Development*”, Parallel Panel Session III, Linking the Social and Natural Sciences: Tools for Analyzing and Pursuing Sustainability, Colorado State University,
- EcoDistricts Assessment (2011) “*The EcoDistricts Toolkit: Assessment, Prioritizing Projects in an EcoDistrict*”, (http://ecodistricts.org/wpcontent/uploads/2013/03/4_Toolkit_EcoDistrict_Assessment_v_1.12.pdf, 15.01.2014).
- Guerreiro, M. (2011), “*Urban solutions inspired by nature*”, Proceedings of 7VCT, Lisbon, Portugal.
- Hald, M. (2009) “*Sustainable Urban Development and the Chinese Eco-City-Concepts, Strategies, Policies and Assessments*”, FNI Report 5/2009, Norway.
- Jenkin, S.; P. Zari, M., (2009) “*Rethinking our Built Environments: Towards a Sustainable Future, A Research Document, Ministry for the Environment*”, Wellington, New Zealand, <http://www.mfe.govt.nz/publications/sus-dev/rethinking-our-built-environment/rethinking-our-built-environment.pdf> (10.12.2011)
- Knittel, T. (2013) “*Combining The Built And Natural Environments To Create Generous Cities Of The Future*” (<http://www.hoklife.com/2013/10/28/combining-the-built-and-natural-environments-to-create-generous-cities-of-the-future/>, 15.02.2014)
- Kolat, T. (2011) “*Hindistan'ın Yeni İcadı: Lavasa*” (<http://www.arkitera.com/haber/1505>, 15.01.2014)
- Lindfield, M.; Steinberg, F. (2012) *Green Cities*, Mandaluyong City, Philippines: Asian Development Bank.
- MacCowan, R.J. (2012) “*Biomimicry+Urban Design*” (https://www.academia.edu/2120475/Biomimicry_Urban_Design, 15.01.2014)
- Masdar City (2014) (<http://www.masdarcity.ae/en/27/what-is-masdar-city>-15.02.2014)
- Meinhold (2010) “*Underwater Ocean City for a Future Australia*” (<http://inhabitat.com/underwater-ocean-city-could-be-in-australias-future/>, 01.01.2014)
- McCartney, B. (2013) “*From Green Buildings to Eco-Districts to Eco-Cities*”, (<http://www.triplepundit.com/2013/04/green-buildings-eco-districts-eco-cities/>, 13.03.2014).
- Newman, P.; Jennings, I. (2008) “*Cities as Sustainable Ecosystems: Principles and Practices*”, Island Press, Washington.

- Özçuhadar, T. (2011) “*Eko Tasarım*”, Sürdürülebilir Üretim ve Tüketim Yayınları-IV, Bölgesel Çevre Merkezi- REC Türkiye, Ankara.
- Pallavi, (2013) “*Biomimicry used as a guiding force to design Lavasa Township*” (<http://blog.worldarchitecturenews.com/?p=3556>, 15.01.2014)
- P. Zari, M. (2007) “*Biomimetic Approaches To Architectural Design For Increased Sustainability*” Sustainable Building Conference (SB07) Auckland, New Zealand.
- Sauve, P. (2011) “*Biomimetic City and Sustainability*”, (<http://2ndgreenrevolution.com/2011/03/06/the-biomimetic-city-and-sustainability/>, 15.01.2014)
- Shimizu Corporation (2014) “*The Environmental Island -Green Float-*” (<http://www.shimz.co.jp/english/theme/dream/greenfloat.html>, 15.01.2014)
- Tsui Design&Research (2005) (<http://www.tdrinc.com/ultima.html>, 18.01.2014)
- Vincent Callebaut Architectures (2014) Lilypad, A Floating Ecopolis For Climate Refugees (<http://vincent.callebaut.org/page1-img-lilypad.html> **15.01.2014**)
- Yeang, K. (2012) “*Eko Tasarım-Ekolojik Tasarım Rehberi*”, Yapı Endüstri Merkezi Yayınları, İstanbul
- Yeler, M., G. (2012) *Mimarlıkta Biyomorfizm*, Basılmamış Doktora Tezi, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne.