

MİMARLIK TASARIMI PARADİGMASINDA BİOMİMESİS'İN ETKİSİ

Semra ARSLAN SELÇUK ve Arzu GÖNENÇ SORGUÇ

Mimarlık Bölümü, Mimarlık Fakültesi, ODTÜ, İnönü Bulvarı, 06531, Ankara
semra@arch.metu.edu.tr, arzug@arch.metu.edu.tr

(Geliş/Received: 02.06.2006; Kabul/Accepted:30.01.2007)

ÖZET

“Biomimesis”, canlı cansız varlıkların taklit edilerek yeni tasarımlara esin kaynağı olması kavramı 20.yüzyılın sonunda literatüre girmiş, doğadan esinlenme/öğrenme/uyarlama ve/veya uygulama biçimlerinin neler olabileceği ve farklı bilgi/teknoloji alanlarında nasıl kullanılabilirliği sistematik olarak tartışılmaya başlanmıştır. Bu çalışmada tarih boyunca pek çok alanda izlediğimiz doğa-insan etkileşiminin mimarlıktaki yansıma biçimleri binaların ait oldukları çağa göre öne çıkmışlıkları göz önünde bulundurularak örneklendirilmiş ve doğadan esinlenme süreci tartışılmıştır. Günümüzde hızla gelişmekte olan sayısal ve bilişim teknolojileri ile birlikte “mimarın” doğadaki oluşum süreçlerinden, biçimsel/görsel esinlenmenin ötesinde öğrenebilecekleri konusunda yeni bir tartışma ortamı yaratılması amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: “Mimarlıkta Biyomimesis”, doğadaki formlar, doğadaki yapılaşmalar, gelecek kuşak strüktürler.

IMPACT OF BIOMIMESIS IN ARCHITECTURAL DESIGN PARADIGM

ABSTRACT

“Biomimesis”, imitation of animate and inanimate forms in nature to inspire new designs, is a term introduced at the end of 20th century, since then the way of inspiring/learning/adapting and/or implementing processes from nature and conception of how to be employed in different information/technology fields has been discussed systematically. In this study, some benchmark examples of human-nature interactions in architecture are introduced in a chronological order and their inspiration processes from nature are discussed. Moreover, it is aimed to initiate a platform in architecture which will serve for discussions to explore the potentials of these interactions under the impact of computational and information technologies, not only in terms of formal/visual way, but also extending to learn more about the formation process in nature.

Keywords: “Biomimesis in Architecture”, forms in nature, structures in nature, next generation structures.

1.GİRİŞ (INTRODUCTION)

Son dönemlerde hafif, yenilikçi, sürdürülebilir tasarımlar konusunda araştırmalar yapan bilim insanlarının sıklıkla karşılaştığı “biyomimesis” kavramının mimarlık bağlamında tartışılması bu kavramın olası bütün potansiyellerinin anlaşılabilirliği ve mimarlık alanında diğer disiplinlerde olduğu gibi ‘tanımın’ yeniden şekillenmesi için büyük bir önem taşımaktadır. Bu yeni bilim dalı adayının mimarlıktaki yansıma biçimlerine, barınma gereksiniminden başlayarak günümüze kadar gelen mekan yaratma eylemleri ile, strüktür kurma çabalarına etkilerini

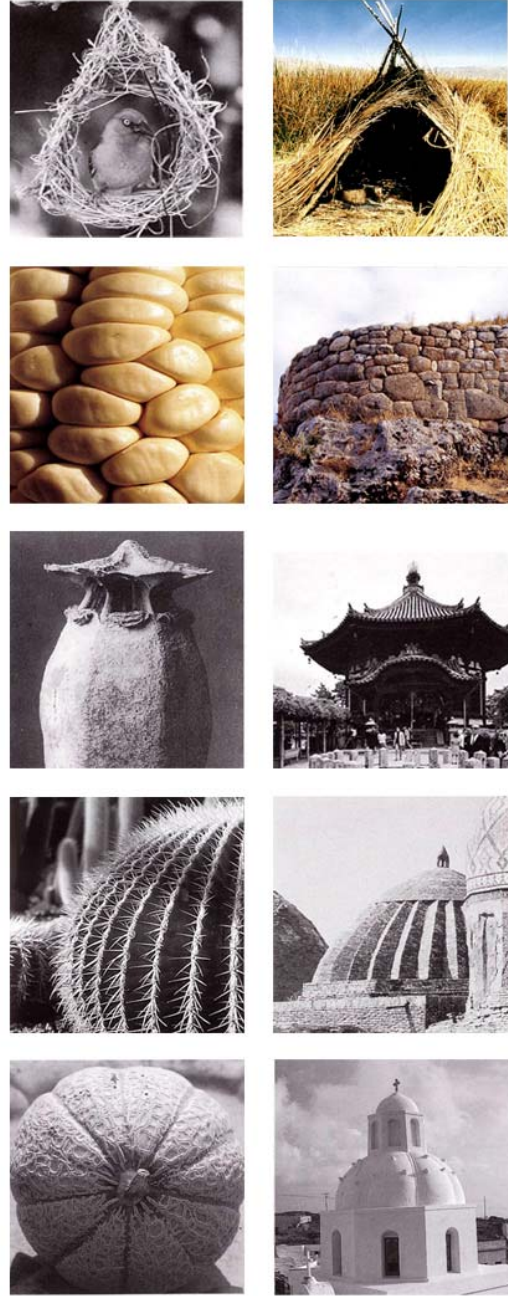
gözlemlemek ve sonuç ürünlere yansıma biçimlerini bir sistematik içinde tartışmak kavramın mimarlık alanında yeniden şekillenip ve tanımlanması için bir zemin oluşturacaktır. Doğada gözlemlenen oluşumların “ölçek”, “işlev” ve “oluşum süreçleri” insan yapımı strüktürlerden farklı olmasına rağmen, malzeme, enerji korunumu, hafiflik ve bu hafifliğe rağmen sahip oldukları dayanıklılığın pek çok ilerici mimara ve mühendise esin kaynağı olduğunu düşünmek olasıdır. Bu anlamda “biyomimesis” teriminin mimarlık disiplindeki kullanım biçimlerini irdelenmek ve bu örneklemeler ışığında, teknolojik gelişmelerle ve “biyomimesis” gözlüğü ile doğadaki

yapılaşmalara bakıldığında geleceğin mimarlığında nasıl strüktürlerle karşılaşabileceğimiz konusunda da öngörülerde bulunmak, kavramın daha iyi anlaşılabilmesi ve bu alanda daha çok düşünmeye yöneltmek anlamında olumlu bir adımdır. Bu bağlamda, makalenin ilk bölümünde doğadan esinlenme izlerini görebileceğimiz ve daha çok biçimsel analogiler olarak karşımıza çıkan ve çağına göre tasarım ve yapım yöntemleriyle ün kazanmış bazı mimarlık örneklerine yer verilmiştir. Daha sonra “doğadan öğrenme sürecinin” pek çok disiplinde araştırma yöntemleri oluşturmuş, sistematik bir şekilde ele alınan ve yeni bir bilim dalı adayı olarak karşımıza çıkan “biyomimetik” çalışmaların, mimarlık disiplinindeki yansımaları, önemi ve disipline getireceği düşünülen yeni açılımlar irdelenmiştir. Sonuç bölümünde ise “mimarlıkta biyomimesis'in” alanındaki gerçek anlamını bulabilmesi için geliştirilebilecek bir yöntem anlatılmıştır.

2. TARİH BOYUNCA İNSAN-DOĞA ETKİLEŞİMİ VE MİMARLIK (HUMAN-NATURE INTERACTION AND ARCHITECTURE THROUGHOUT THE HISTORY)

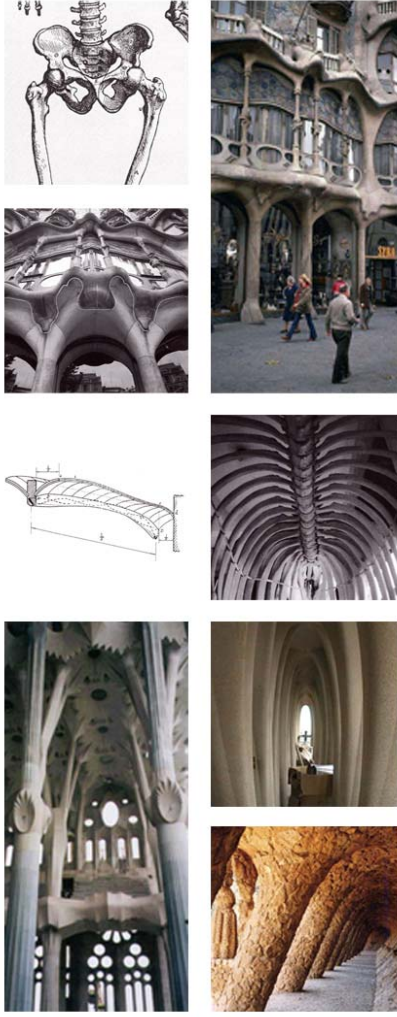
İnsanoğlunun doğal form ve strüktürleri gözlemlemesi ve öğrenmeye çalışması, barınma gereksinimini hissetmesi ile eş zamanlı olsa gerektir. Vitruvius [1], mimarlığın keşfinin, ateşin ve konuşma dilinin bulunması kadar temel olduğunu söylemektedir; ona göre ateşin bulunması insanların sosyal bir topluluk olarak yaşamaya başlamalarının ilk göstergesidir. Topluluklar halinde de yaşamayı öğrenen insanoğlu, barınma gereksinimi ile birlikte doğadaki oluşumları gözlemlemiş, salt doğadan elde ettiği malzemeleri kullanmamış aynı zamanda bilinçli ya da bilinçsiz doğadaki yapılaşmaları gözlemlemeyerek ya da taklit ederek ilk bina yapma tekniklerini geliştirmeye başlamıştır. Bu noktada mimarlıkta esin kaynağı olan doğadaki bu strüktürlerin “canlı”, “cansız” ve “canlı organizmalar tarafından üretilen” yapılaşmalar olarak 3 temel grupta ele alınabileceğini vurgulamak gerekebilir [2]. Örneğin Şekil 1’de gösterilen resimlerde dünyanın farklı coğrafyalarında seçilmiş mimarlık örneklerinin doğal yapılaşmalarla gösterdikleri benzerlikler ilgi çekicidir.

Benzer şekilde, bir ağaçta büyüme ve dallanarak çoğalma kavramını öğrenirken; kökler, gövde, dallar ve yaprakların birbirleriyle ilişkileri ve yüklerin dağılımı göz önünde bulundurulduğunda bu bilginin mimarlıkta da çözülmesi gereken yük dağılımı sorununun bir yanıtı olabileceğinin farkında olunması ve bu bilginin John Smeaton tarafından 1759 yılında Plymouth’da yapılan Eddystone fener kulesinde kullanılması şaşırtıcı olmamalıdır. İngiliz meşe ağacına benzeyen fener kulesi için Smeaton, benzeşimi yapılan meşe ağacının formunu doğadaki yüklere karşı koyabilen en iyi yapılandırma olarak düşündüğünü ifade etmiştir [3]. Doğayı gözlemlemesini bilen ve sunduğu sayısız detayları



Şekil 1. Doğa ve mimarlık benzeşimleri üzerine bazı örnekler [4]. (Some examples on analogies of nature-architecture)

yorumlayabilen zamanının en önemli mimarlardan biri de Gaudi'dir. Barselona da Sagrada Familia kilisesine girenler; dört organik ve doğal görümlü bazalt kolonun olduğu bölümde adeta bir ormanda gibidirler. Diğer pek çok yapısında ise iskelet sistemleri ve kemiklerle yaptığı analogiler, yapılarının tasarımında önemli bir rol oynamıştır. Ömrü boyunca yaşadığı bölge dışında hiçbir yere seyahat etmediği bilinen Gaudi'nin yapılarında farklılık ve estetiği yakalamak ve bu tasarımlara uygun taşıyıcı sistemleri inşa etmek için doğadaki yapılaşmaların dinamik ve/veya statik yüklere nasıl karşı koyduğunu gözlemlediği açıktır (Şekil 2) [7].



Şekil2. Gaudi'nin yapılarında görülen bazı doğa benzeşimleri [4,6-7] (Some natural analogies seen in architecture of Gaudi)

Mimarlık mirasında doğadan esinlenilmiş/öğrenilmiş daha pek çok örnek vermek mümkündür. Örnekler incelendiğinde ağaç gibi dallanmış yapılardan, çiçek analogilerine, ağ yapılaşmalarından kabuklara, kristallerden yıldızlara kadar çok geniş bir yelpazede değişik metaforlardan yararlandığı görülebilir [2,4-5]. Ancak 20.yy'ın ortalarına kadar karşılaşılan örneklerde esinlenme/öğrenme/uyarlama ve/veya uygulama olgusunun daha çok formla kısıtlı olduğunu söylemek olasıdır. Sanayi devrimi ve onu izleyen çok hızlı teknolojik gelişmeler, bilgisayar ve bilişim teknolojilerinin bilim dünyasındaki yerlerini almalarıyla doğadaki gözlemler çeşitlenmiş, ayrılmış ve farklı bilgi alanlarına farklı biçimlerde ve etkisi her gün artarak önemli katkılar yapmaya başlamıştır. Bu gelişme mimarlık disiplininde de benzer biçimde izlenmektedir. Günümüzde doğada karşımıza çıkan bal arısı peteklerinin geometrileri, deniz kabuklarının seramik özellikleri, örümcek ağlarının hafifliklerine rağmen gösterdikleri rijitlik, termit kulelerinin doğal olarak havalandırılması, köpüklerin yüzey gerilimleriyle elde ettikleri

dayanım, yaprakların güneşe yönelişi, yarasanın kanatlarının kinetiği ve sayısız birçok örnek daha hafif yapılar elde etmek, daha az malzeme kullanmak, çevreye duyarlı ve sürdürülebilir yapılar üretmek için birçok yeni araştırma alanı konusu tanımlamaktadır [4-5,8].

3. 20.YY MİMARLIĞI'NDA DOĞADAN ESİNLENME/ÖĞRENME İZLERİ (SIGNS OF INSPIRING/LEARNING FROM NATURE IN 20TH CENTURY)

Geçtiğimiz yüzyılda pek çok mimar yayımladıkları manifestolarda ve tasarladıkları binalarda bazı yaklaşımları doğadan esinlenerek geliştirdiklerini vurgulamıştır. Bu ilişki kimi zaman dekoratif öğelerin doğadan kopyası iken kimi zaman cephe ve kütle tasarımında doğadaki renk, doku ve desenlerin yorumlanması şeklinde karşımıza çıkmaktadır.

Örneğin 20. yüzyılın başlarında Almanya'da Peter Bahrens ile başlayan Ekspresyonizm akımı Hans Poelzig, Max Berg, Otto Bartning, Hugo Haring, Erich Mendelsohn, Rudolf Steiner gibi isimlerin tasarımlarına kristal ve organik formlar olarak yansımıştır [9]. Özellikle Steiner geometrik-dinamik formların organik-yaşayan formlara dönüşmesi gerektiğini söyleyerek, tasarımlarında Goethe'nin "plant metamorphosis" prensibini benimsediğini açıklayarak bitkilerin büyümesi prensibini ilke edinmiş ve gridal geometrik formlar yerine organik düzenlemeleri benimsemiştir [10]. Hemen ardından karşımıza çıkan isimlerden bir diğeri Bruno Taut; "Alpine Architecture" adını verdiği mimarlık anlayışında Alp doruklarının görünüşünü kristal yapılaşmalarla eşleştirmiş. Organize ettiği "glass chain" akımı ile Hermann Finsterlin, Hans ve Wassili Luckhardt kardeşler, Walter Gropius, Hans Scharoun ve Max Taut gibi önemli isimlerle gerçekleştirdikleri forumlarda, kemikleşmiş olduğunu düşündükleri akademik mimarlığın üstesinden gelmek için doğanın canlı ve cansız form ve yapılaşmalarından esinlenmiş yeni tasarım ve yapım yöntemleriyle, fikir ve sunum tekniklerinin geliştirilmesini önermişlerdir. Kabuklar, kristaller, bitki formları ve hatta ancak mikroskop altında görülebilen canlıların formları geleceğin mimarlığı için model olarak gösterilmiştir [11]. Kuşkusuz ki Modern mimarlığın en etkili ve ünlü isimlerinden olan Frank Lloyd Wright, yazılarında ve tasarımlarında "doğayla uyum içinde" bir mimarlıktan söz etmektedir. Yapılarında sık sık ağaçların dallanmalarından etkilendiği belirttiği "çıkımlar", yada mantar soyutlamaları olduğunu belirttiği "kolonlar" kullanmıştır [12].

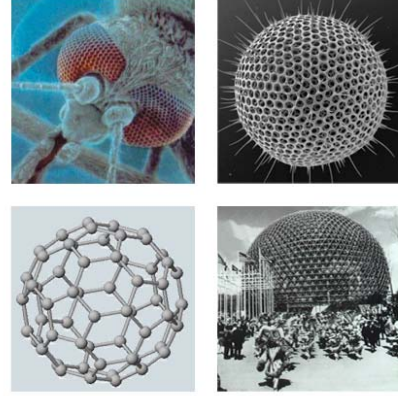
Yapım yöntemleri açısından baktığımızda ise özellikle 20.yy'ın ilk yarısında mimarlıktaki strüktürel tasarım eğilimlerinin ve yeni malzeme arayışlarının etkisi ile de olsa gerek, doğa-mimarlık ilişkisinin pek çok mimar ve mühendis tarafından bilinçli olarak ve daha çok araştırıldığını görmek mümkündür. Bu

arayışlar özellikle form-malzeme ve strüktürün bir arada şekillendiği ve 20.yy teknolojisinin ürünü olan kabuk tasarımlarında yansımaları bulmaya başlamıştır. Örneğin, 1920'lerde betonarme kabuğun ilk örneklerinden birini gerçekleştiren Franz Dischinger ve Walter Bauersfeld bir kubbe ile yumurta kabuğunun karşılaştırılması düşüncesini gündeme getirmiştir. Bu açılım 1930'larda aynı tasarımcılar tarafından geliştirilen tek eğrili bir kabuk olarak tonozların ve ardından çift eğrili (semer eğrileri) daha karmaşık formların tasarımına ve inşasına olanak yaratmıştır [13]. Robert Maillart, Edouardo Torroja, Eugène Freyssinet, Pier Luigi Nervi, Felix Candela gibi pek çok mühendis ve mimar bu formları tasarımlarında uygun betonarme çözümleri geliştirerek uygulamışlardır. Bu isimler arasında Nervi ve Candela doğadan esinlendikleri strüktürleriyle ve deneysel çalışmalarıyla öne çıkmıştır.

Doğada gözlemlenen strüktürel oluşumların özellikleri insan yapımı strüktürler için de örnek oluşturmaktadır. Bu açılımı gören mimar ve mühendisler geçtiğimiz yüzyılda birçok morfolojik tasarım ve/veya strüktürel deneme/araştırma yapmışlardır. Yapılmış olan bu çalışmalar göz önünde bulundurulduğunda, yazarlara göre mimarlıkta tasarım-üretim sürecinde "doğadan esinlenme/ öğrenme/ uyarılma ve/veya uygulama biçimleri iki şekilde ele alınabilir: İlki doğal objenin formunun alınıp biçimsel kaygılarla ve bir analogiyle yapıya aktarılması diğeri ise yapılaşmada gözlemlenen oluşum biçiminin; (malzeme, form, ve strüktürün oluşum sürecinin) deneysel verilerle mimari forma dönüştürülmesi [2]. Mimarlık tarihinin ilk örneklerinden 20.yy'ın ilk yarısına kadar tasarımcılar tarafından genellikle ilk yöntemin benimsendiğini söylemek olasıdır. Ancak Buckminster Fuller ve hemen ardından Frei Otto'nun "süreci" anlamaya yönelik sorgulamaları ve yeni form ve strüktür arayışları mimari tasarımda doğadan bilinçli öğrenme sürecinin başlangıcı olarak düşünülebilir. Fuller' in jeodezik kubbesinde, Otto'nun asma-germe sistemli çadır örtülerinde hep en az malzeme ile en büyük açıklıkları geçme, sürdürülebilir bir çevre için daha hafif yapılar üretme kaygısı görülür [14].

Bilindiği gibi Fuller, doğada dinamik, fonksiyonel ve sonuç ürünleri hafif olan bir teknoloji olduğunu iddia etmiş ve doğa yapılaşmalarının optimum verimlilikte olmasının insan yapımı strüktürler için önemli ipuçları barındırdığını söylemiştir [15]. Pek çok bilimsel alanda çalışmalarını gördüğümüz Fuller'in buluşlarından biri 'enerji/sinerji (görevdeşlik) geometrisi' dir. İstiflenmiş kürelerin enerji alışverişi sırasında, karşılıklı etkilenecek düzenli ve kararlı biçimler aldığı ortaya çıkmıştır ve bu buluş ileride atom çekirdeğinin ve virüslerin yapısını anlatabilmek için kullanılmıştır [16]. Buluşlarından en önemlisi ve çağdaş mimarlığı en çok ilgilendireni kuşkusuz ki 'Jeodezik Kubbe'ler' dir. İlginç olan ise 1985 yılında

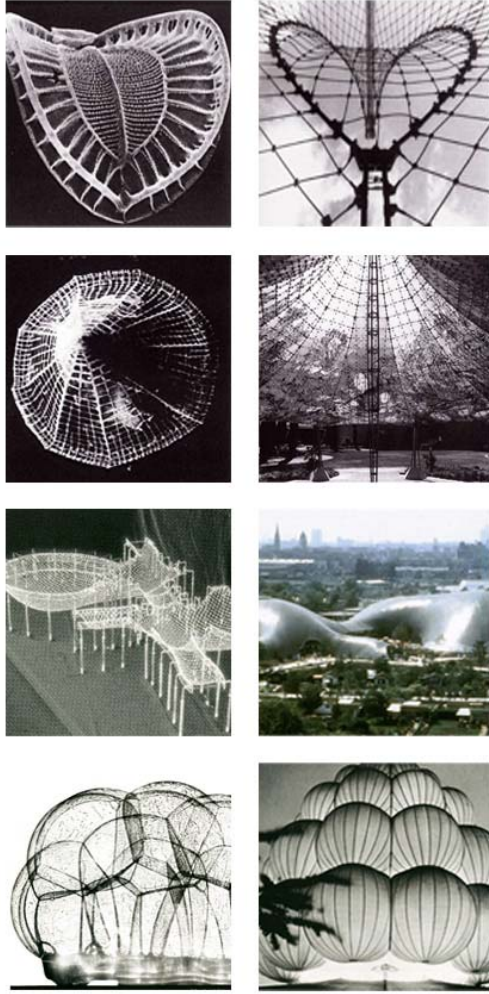
Richard Smalley, Robert Curl ve Harold Kroto'nun bilim çevrelerinde çok önemli bir buluş olarak nitelendirilen "karbonun 3. formunu (C60)" [17] bulmalarının çok öncesinde, 1940'ların sonunda Fuller' in jeodezik kubbelede "Exohedral" formları kullanmış olmasıdır. Şekil 3'te ışınlar (radiolarian) olarak adlandırılan mikroskobik canlılar, C60 atomu ve Fullerin Expo67 kubbesi gösterilmiştir.



Şekil 3. Arı gözü [18] ışınlar [19] C60 molekülü [19] ve Fuller' in Expo67 Jeodezik Kubbesi [20]. (Bee eye, Radiolarian, C60 Molecule and Geodesic Dome of 1967 Expo by Fuller)

Frei Otto ise, 1964 de Stuttgart' da kurduğu enstitüde (Institute for Light Weight Structures) [21-22] pek çok doğal obje üzerinde deneyler yapmış ve araştırmalarını strüktürel formların en iyilenmesi ve hafif yapılar kurma üzerine yoğunlaştırmıştır. Mimarlıkta asma sistemler geliştirmek için çeşitli ağ sistemleri kullanarak, bu sistemlerin yer çekimi ile elde edebileceği formlara dönük arayışları, örümcek ağlarından esinlenen asma sistemleri, sabun köpüğünden yola çıkarak geliştirdiği en küçük alanlı yüzey kavramı ve bunların uzantısı Otto ile özdeşleşmiş modern çadırlar ve şişme (pnömatik) yapılar doğadan esinlenmenin salt form değil süreci de içeren bir esinlenme biçimi olması gerekliliğinin ilk ön çalışmaları olarak görülebilir [23-25](Şekil 4).

Doğadan esinlendiğini açıkça dile getiren bir başka mimar Santiago Calatrava çeşitli yazılarında ve söyleşilerinde tasarım felsefesini dile getirmektedir. Mimarlığı anlamak için geometrinin dilini anlamının strüktürün dilini anlamak kadar esas olduğuna inandığını belirtmekte ve her ikisinin de malzemenin özellikleri ve doğanın yapılaşmalarıyla birlikte onun için esin kaynağı olduğunu söylemektedir [27-29]. Örneğin, Toronto'da tasarladığı BCE Place kompleksi; içe doğru eğimli 8 çelik kolonun taşıdığı, ortada parabolik bir kemer olarak birleşen ve 14 metrelik açıklığı geçen bir örtü sistemiyle kapatılmıştır. Düzenli bir plan ağaç şeklindeki kolonlar üzerinde yükselerek 9 kemerin kesişim noktalarında yarattığı orman etkisiyle çarpıcı bir atmosfer yaratmaktadır. Benzer etkileri Lizbon Oriente İstasyonunda da görmek mümkündür. Mimarın eskizlerinde ve pek



Şekil 4. Otto'nun deneysel çalışmalarında görülen mimarlık-doğa arayışları [4,22,26]. (Natural analogies seen in the buildings by Otto)

çok bina ve köprü tasarımlarında, hayvan şekillerinden ve iskelet sistemlerinden yola çıktığını ve yapılarında bu tür benzeşim ve analizleri de sıklıkla kullandığı görülmektedir (Şekil 5) [30-32]. Ancak onun tasarımlarında benimsenen “doğadan bilinçli öğrenme” arayışının sonuçları olan ve “alışılmışın dışında” diye tanımlanabilecek form ve yapıları “süreci” yeterince yansıtmadığı ve kimi zaman “abartılı” olduğu ileri sürülmüştür [29]. Calatrava ve diğerlerinin gerek verilen örneklerdeki tasarımlar gerekse diğer birçok tasarımda doğa ile etkileşim hala “form arayışı” düzeyinde kalmış ve tasarımlarda doğada görülen hafiflik, yapısal sağlamlık ve statik ve dinamik yüklere dayanım, enerji kullanım verimliliği, malzeme gibi günümüzde sıkça konuşulan sürdürülebilir mimarlık alanı için belirleyici özellikler ve amaçlar olan pek çok kriter sağlanamamıştır. Bu bağlamda içinde bulunduğumuz bu yeni yüzyılda bu etkileşimin niteliği, nasıl olması gerektiği ve yöntemi önemli bir tartışma ve araştırma konusudur.

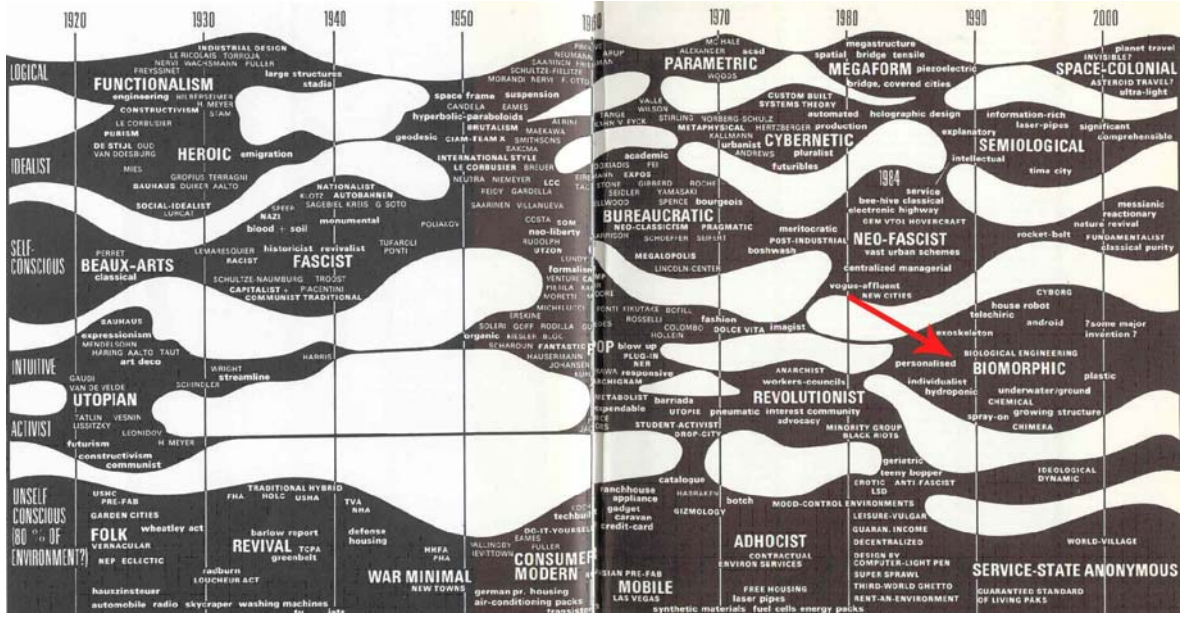
4. GÜNÜMÜZDE DEĞİŞEN / GELİŞEN “MİMARLIKTA DOĞADAN ÖĞRENME” PARADİGMASI (CHANGING/EVOLVING PARADIGM OF “LEARNING FROM NATURE IN ARCHITECTURE”)

Bilim ve teknoloji tarihine bakıldığında zaman, kimya, fizik ve matematik gibi temel bilimlerdeki gelişmelerin 19. ve 20.yy’ a damgasını vurarak pek çok teknolojik gelişimin önünü açmış olduğu görülür.

Günümüzde ise benzer biçimde, biyolojinin de bu yüzyıla dair söyleyeceği çok sözünün olduğunu söylemek mümkündür. Son 10 yılda klonlama, DNA, genetik, kök hücre gibi devrim niteliğindeki biyoloji kökenli pek çok araştırmanın sonuçları şimdiden günlük hayatımıza girmiştir. Tüm bu gelişmelerin yanı sıra, sayısal ve bilişim teknolojilerinin- örneğin; mühendislikte yapay sinir ağlarından, genetik algoritmalara; tıpta, robot protezlerden, yapay organlara; fen bilimlerinde, kompleks sistemler, kaos ve fraktallardan Hopfield ağlarına kadar- çok çeşitli bilgi ve teknoloji alanlarına uzanan geniş bir yelpazede yer alması, disiplinler arası etkileşimleri arttırmış ve farklı bilgi alanlarının ortak ya da benzer araştırma konularını da birleştirmiş -nanoteknoloji gibi- yeni ve disiplinler arası çalışmalar ortaya çıkarmaya başlamıştır [33]. Bu etkileşimlerde biyoloji biliminin “doğadan esinlenme/öğrenme/uyarlama ve/veya uygulama” anlamında pek çok potansiyeli her alandaki bilim ve tasarım insanlarına sunduğunu görmek kaçınılmazdır.

Mimarlık alanında da etkisi her geçen gün daha çok artan, tartışılan ve uygulamalarda sıklıkla görülen doğadan öğrenme/esinlenme/modelleme ve uyarılma ya da uygulama sürecine ilişkin çeşitli görüşler vardır. Tanyeli “...endüstri çağına yapısal tasarımın dorukları bağlamındaki kimliğini veren yaklaşımın ‘çok büyük boyutlar’ sorununa getirilen yalın ve asal geometrilerden, endüstri ötesi çağı karakterize edecek olanın olağan boyutların natüralist ve biyomorfik geometrisi olacaktır” [28] diyerek gelecek yüzyıllarda mimarın doğa ile nasıl etkileşeceğine dair bir öngörde bulunmuştur. Benzer şekilde, Jencks “Architecture 2000 Predictions and Methods” adlı kitabında mimari kavramları tartışırken 20.yy’ ın son on yılının biyolojik mühendislik etkisi altında biyomorfik kavramının mimarlık üzerinde çok etkili yıllar olacağını vurgulamıştır (Şekil 6). Yeni yüzyıl mimarlığına dair bu ve benzeri birçok görüşte ortak olarak altı çizilen, biyolojik verilerin mimarlıkta yeni paradigmlar yaratacağıdır [10, 34-43] .

1990’lardan bu yana “doğadaki yapılaşmalardan ve oluşumlardan öğrenilmiş/ esinlenilmiş/ modellenmiş/ uyarlanmış ya da uygulanmış” tasarımlar “biyomimesis” (biyos-hayat ve mimesis-taklit etmek) kavramıyla anlaşılmalı çalışılmaktadır [44]. Benzer şekilde “biyomimetik”, “biyomimesis”, “biyognosis”



Şekil 6. 1971'de Jencks tarafından öngörülen 20. yy mimarlığını etkileyecek kavramlar tablosu [34] (The concepts that will effect the 20th century architecture suggested by Jencks, 1971).

ve “biyotik” [45] terimleri de farklı disiplinlerde aynı biçimde “doğadan öğrenerek” daha ileri teknolojiler geliştirilmesine yönelik araştırma ve çalışmalar için kullanılmaktadır. J.Benyus [44], 1998 yılında, yayınladığı “Biomimicry” kitabıyla bu kavramları tekrar gündeme getirmiş ve “doğadaki ‘olası çözümleri veya çözüm potansiyellerini’ en iyi öğrenme ve kavrama” olarak özetlenebilecek görüşleriyle, birçok farklı alanda ve aslında alanları da bir araya getiren bu etkileşimlerin, kendi sistematığının ve metodlarının her disiplinde ortaya konması gerekliliğini belirterek biyomimikri’yi yeni bir bilim dalı adayını olarak tanımlamıştır. Daha önceleri doğayı gözlemleyerek (as a model) deneyimler elde eden insanoğlu artık doğayı bir model olarak görmeyi ötesinde, ondan bir karşılaştırma ölçütü (as a measure) ve bir akıl hocası (as a mentor) olarak dersler almaktadır. Benyus’ a göre bu öğrenme süreci farklı disiplinlerde yaygınlaşarak devam ederse önümüzdeki yıllarda “biyomimetik bir devrim” yaşanacaktır.

Bu ve benzer gözlem- öğrenme- farkındalık süreçlerinin sonunda, doğadaki malzemelerin ve formların gereksinim duyulan sağlık, hafiflik, dinamik ve statik yüklere dayanım, enerji korunumu sağlayan biçimsel ve yapısal özellikleri, sessizlik, kendini onarabilme gibi özelliklerinin gözlemlenmesi, çözümlenmesi ve modellenmesi birçok bilim insanının dikkatini doğadaki canlı ya da cansız oluşumlara yöneltmiştir. Örneğin “abalone” adı verilen bir deniz canlısının iç kabuğunun, yüksek teknolojiyle üretilen seramiklerden daha dayanıklı olduğunun fark edilmesi [46]; ya da örümcek ipeğinin çelikten daha sağlam olduğunun gözlemlenmesi [47]; midyenin salgıladığı yapışkan maddenin suyun altında

da etkili olduğunun anlaşılması [48] vb., çok farklı kullanım alanlarında, yeni ve sürdürülebilir malzeme gereksinimlerine çözüm üretmeye katkıda bulunacak birçok araştırma bu süreçlerin sonunda ortaya çıkmıştır.

“Biyomimesis’in” farklı bilgi alanlarındaki uygulamalarına kesin bir tanım getirmek ya da çerçeveler çizmek - bu uygulamalar teknoloji ve disiplinler arası ilişkiler sonucu çok farklı ve beklenmeyen sonuçlar yaratabildiğinde gerçekçi olmakla beraber her alan için farklı öngörüler mevcuttur. Örneğin, Benyus [44] ve Koelman’ a [49] göre “biyomimesis” mimarlıkta 3 temel uygulama alanı bulabilir; ilki daha dayanımlı, güçlü ve kendi kendine ‘birleşebilen’ ve kendi kendini onarabilen malzemelerin geliştirilmesinde, daha sonra binaların ve yapıları çevrenin iklimlendirilmesinde doğal süreç ve kuvvetlerin kullanılmasında, son olarak da enerji korunumlu ve çevrimli, atıkların tekrar kullanılmasına olanak veren, kaynakları tüketerek değil kaynak üreterek yapıları çevrelerin oluşturulmasında. Mimarlık alanında yukarıda özetlenen beklentilerin gerçekleştirilebilmesi, kuşkusuz günümüzde her alanda tartışılan ve beklenen sürdürülebilir bir çevre için çok büyük katkılar sağlayacaktır. Son zamanlarda mimari tasarıma yaklaşımlarıyla dikkat çeken John Frazer, Greg Lynn, Nox, Eugene Tsui tasarım felsefelerinde doğadaki hareketi, formu gelecek nesil yapıları için kullandıklarını belirtmektedirler [8,37,50-52].

Ancak burada tartışılması ve sorgulanması gereken, bu etkileşimin farklı alanlara nasıl aktarılacağıdır. Doğadan esinlenme/öğrenme/uyarlama ve/veya uygulama etkileşimindeki, çok boyutluluk, ve

disiplinler arası işbirlikliliğini gerektiren karmaşıklık ve çok parçalılık, kullanılan sayısal hesaplama yöntemleri ve bilgisayar ve bilişim teknolojilerinin yoğunluğu göz önüne alındığında, her alanın kendi *sistematiği ve yöntemlerini* kısacası “**metodolojisini**” geliştirmesi bir zorunluluktur. Doğadan öğrenmenin salt analoginin ötesinde somut verilere dayandırılarak ve süreci anlamaya dönük yapılması gerektiğinin vurgulanması gerekmektedir. Bu çalışmada yazarların altını çizmeye çalıştığı temel farklılık, biyomimesisin mimarlığa yansımada “metodolojinin” önemli olduğu ve bu kadar çok boyutlu ve çok disiplinli bir kavramın ancak, geliştirilmiş bir yöntemle doğru olarak ve beklenen verimlilikte bir başka disipline -mimarlığa- aktarılabilirliği. Mimarlık alanındaki “metodolojinin” geliştirilmesinde, doğadaki canlı ya da cansız yapılaşmaların form-strüktür-malzeme özelliklerinin eşzamanlı olarak şekillenmesinin, “Biomimesis'in” mimari tasarımda ne gibi farklılıklar yaratabileceği temel ipuçları olarak görülebilir. Günümüzde mimarlık alanının ve tasarımın daha şimdiden bir farklılaşma içine girdiği ve bilişim ve bilgisayar teknolojilerinin farklı alanları bir araya getirerek, tasarım olgusunu bir sonuçtan çok etkileşimli sürece dönüştürdüğü gerçeği kabul edilmektedir. Bu değişim aşamasında, süreci de belirleyen “Biyometetik” parametreleri sürece katmak, tasarımların eniyilenmesi anlamında çok önemli bir rol oynayacaktır. Form-strüktür-malzeme üçlemesinde doğadan öğrenmenin yolu, algoritmik düşüncenin mimarlık tasarımının bir parçası olmasında ve yapılacak olan bu benzeşimlerin sayısal ve/veya analitik modeller üzerinden geliştirilmesinde aranabilir [53].

Bu bağlamda form- strüktür ve malzemenin bir arada şekillendiği bir doğal oluşumun- deniz kabuğu örneği üzerinden- mimari tasarıma “biyomimesis'in” nasıl çok boyutlu olarak eklenilebileceği, ODTU Mimarlık Bölümünde ve halen devam etmekte olan “Mimarlıkta Biomimesis” ana başlıklı bir doktora çalışmasının konusudur. Söz konusu çalışmada, deniz kabuğunun yüzyıllardır mimarlıkta yaygın olarak kullanılan bir metafor olması ve 20.yy teknolojisinin ürünü olan kabuk tasarımında mekan-form-strüktür ve malzemenin tasarımın daha ilk aşamasında mimariyi tanımlaması, “mimaride doğadan öğrenme metodolojisini” kurmak için temel itki olmuştur. Sürmekte olan örnekleme çalışmasında, deniz kabuğunun sayısal modeli, bu oluşumun statik ve dinamik yüklere karşı dayanımı ve bu dayanımın deniz kabuğunun form, malzeme özellikleri ve bulunduğu ortamla ilişkisi araştırılarak, bir benzeşim algoritması yazılmakta, bu algoritmanın mimari tasarımda oynayabileceği nesnel rol tartışılarak, bir benzeşim metodolojisi geliştirilmektedir. Ölçülebilir verilerin görsel modellerle bir araya getirilmesi ve bu modellerden yola çıkarak mimari tasarıma aktarılmasının ölçülebilir (quantitative) yöntemlerinin araştırılmasının ve mimariye katılmasının “mimaride

biyomimesisin” gerçek anlamını bulacağı bir örnekleme çalışması olacağına inanılmaktadır. Çalışmanın gerek ilerleyişinde gerekse sonucunda beklenen, doğadan esinlenmenin sadece formla sınırlı kalmaması gerekliliğinin altı çizilmesi ve mimari tasarımda, tasarım sürecini ön plana çıkaran bir dönüşüm içinde olacağının vurgulanmasıdır. Geliştirilmekte olan sayısal model yoluyla benzeşim ve deneysel çalışmaların sonuçlarıyla kurulabilecek potansiyel ilişkilerin mimarlık alanında yeni sözler söylemek ve yeni tasarım metodlarını konuşabilmek için bir başlangıç oluşturacağına ve bu şekilde mimarlıkta “biyomimesis” kavramının nesnel olarak tartışılacağına inanılmaktadır [54]. Benzer bir çalışma hala formla sınırlı kalmakla birlikte Dennis Dollens tarafından Catalunya Üniversitesinde “Genetik Mimarlık Çalışmaları” başlıklı bir doktora programında sürdürülmekte olup, mimarlıkta doğadan öğrenme kavramını, *tasarımda araştırma sürecinin ekstrapolasyonu* olarak tanımlamaktadır. Form ve tasarım araştırmalarını XFrog isimli bir yazılımla sürdüren mimar, tohumdaki ya da bitkideki büyüme kurallarının benzeşimiyle mimari ilişkiler kurmaya çalışmaktadır [55-56]. Güncelliği her geçen gün artan bu kavram üzerine, daha birçok yeni çalışmanın olacağı ve olması gerektiği açıktır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER (RESULTS AND REMARKS)

Bu çalışmada, doğa ve insan arasındaki etkileşimin ve bunun gelecek yüzyıllardaki yansımalarının öngörülerini, “biyomimesis” kavramı ile “bilimsel bir disiplin” içerisinde anlaşılmasına ve kurgulanmaya çalışılmış, ve mimarlık alanındaki yansımalarının neler olabileceği tartışılmıştır. Bu bağlamda, mimarlık alanında geçmişten günümüze mimari akımlar incelenmiş; doğadan esinler taşıyan mimarlık ürünlerinde, malzeme kullanımından yapımların teknolojisine ve estetik kaygılara kadar öncül bir bakış açısı ve çağlarının önünde bir mimarlık anlayışı olduğu görülmüştür.

Benzer şekilde çağımızda da, teknolojik ilerlemelere ve doğadaki oluşumları gözlemleme/öğrenme araçlarındaki gelişmelere bağlı olarak, mimarlık disiplininde de doğadan öğrenerek eniyilenmiş çözümleri üretmek adına yeni sistemler geliştirilmeye başlanmıştır. Süreci gözlemleyebilen ve anlayabilen mimarlar için doğadan öğrenilecek pek çok dersin olduğu açıktır. Özellikle doğadaki yapılaşmaların form-strüktür-malzeme ilişkisini anlamaya çalışan araştırmacılar, matematiği, bilgisayar teknolojilerini ve benzeşim yöntemlerini birer araç olarak kullanıp, diğer disiplinlerle olan iletişimlerini artırarak buradan elde ettiği önemli ip uçlarıyla kendi sistemlerini eniyileme yolunda çalışabileceklerdir. Ancak bu yöntem, mimarlar için bire bir alıp kopyalamanın ötesinde, ilişkileri kurarak doğadan öğrenmenin yani

“mimarlıkta biyomimesis” kavramının gerçek anlamı olacaktır.

Özetle, yukarda örneklerle açıklanmaya çalışılan sistematik yaklaşımın; tıpkı doğada olduğu gibi, daha hafif yapılar elde etme çabası ile en az malzeme kullanımı ve sürdürülebilirlik konularının gelecek yüzyılların kentlerinin, mekanlarının fiziksel durumlarını ve insanların yaşama biçimlerini etkileyecek konular olduğunu söylemek mümkündür. Bilimsel ve teknik bir disiplin olarak “biyomimesis”, mimarlık alanında da bu soruların cevabını dünyada uyum içinde yaşayabilmek ve sürdürülebilir bir çevre yaratmak için biyolojik sistemlerden esinlenen yeni çözümler üretmeye adaydır.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Vitruvius, P., **De Architectura On architecture. Books VI-X**, Çeviren: Frank Granger, Harvard University Press, Cambridge, 1934.
2. Arslan Selçuk, S., Gönenç Sorguç, A., “Similarities in Structures in Nature and Man-Made Structures : Biomimesis in Architecture”, **2nd International Design and Nature Conference Comparing Design in Nature with Science and Engineering**, Rodos, 45-54, 28-30 Haziran 2004.
3. Mainstone, R., **Structure in Architecture : History, Design, and Innovation**, Aldershot, Hampshire, 1999.
4. Portoghesi, P., **Nature and Architecture**, Skira Editore, Milan, 2000.
5. Hersey, G., **The Monumental Impulse: Architecture's Biological Roots**, MIT Press, Cambridge, 1999.
6. Masso, J, Gaudi, **The Man and His Work, Little, Brown and Company**, 1999.
7. http://www.gaudiclub.com/esp/e_partici/mariana/0Spain-Barcelone-Gaudi-ston.jpg (en son erişim tarihi, Ekim2005)
8. Tsui, E., “**Evolutionary Architecture: Nature as a Basis for Design**”, John Wiley & Son, Inc.1999.
9. Lampugnani V.M. **Encyclopedia of 20th Century Architecture**, Thames and Hudson Ltd., London, 1989.
10. Frampton, K. **Modern Architecture-A Critical History**, Thames and Hudson Ltd, London, 1996.
11. Gössel, P. & G. Leuthauser. **Architecture in the Twentieth Century**. Benedikt Taschen. 1991.
12. Levine, N. **The architecture of Frank Lloyd Wright**, Princeton, N.J. : Princeton University Press, 1996.
13. Melaragno, M., **An Introduction to Shell Structures, and the Science of Vaulting**, Van Nostrand Reinhold, New York, 1991.
14. Jirapong, K. **Discovering Architecture within a Seashell** Unpublished Ph.D. Thesis, The Graduate College of the Illinois Institute of Technology, Chicago, Illinois. 2002.
15. Fuller, B. **Utopia or oblivion: the prospects for humanity** Overlook Pres, New York, 1969.
16. <http://mimarlikvesanattarihi.blogspot.com/2005/12/r.htmlcc> (en son erişim tarihi, Ekim2006)
17. http://nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/laur eates/1996/press.html(en son erişim tarihi, Ekim2006)
18. <http://www.eyedesignbook.com> (en son erişim tarihi, Ekim2006)
19. http://www.morphographic.com/Sphere/Hi_Rez/RadiolarianSphere_hirez.jpg (en son erişim tarihi, Ekim2006)
20. <http://www.sixtiescity.com/Events/Images/EVE014.jpg> (en son erişim tarihi, Ekim2006)
21. http://en.wikipedia.org/wiki/Frei_Otto (en son erişim tarihi, Mayıs2006)
22. Otto, F., **Finding Form Towards an Architecture of the Minimal**”, Deutscher Werkbund, Bayern. 1995.
23. IL 17 The work of Frei Otto and His Teams 1955-1976. Stuttgart: Institut fur Leichte Flachentragwerke,1977.
24. IL 32 Lightweight Structures In Architecture And Nature. Stuttgart: Institut fur Leichte Flachentragwerke, 1979.
25. Drew, P. **Frei Otto-Form Structure**. Stuttgart: Verlag Gerd Hatje, 1976.
26. Roland, C. **Frei Otto Tension Structure**, New York, Praeger Publisher, 1970.
27. Tzonis, A., **Santiago Calatrava Complete Works**, Rizzoli, New York, 2004.
28. Boyut Çağdaş Dünya Mimarları Dizisi, **Santiago Calatrava**, Boyut Yayın Grubu, İstanbul, 2000.
29. Zardini, M. **Santiago Calatrava Secret Sketchbook**, New York, Monacelli Press. 1996.
30. Tzonis, A. **Santiago Calatrava, The poetics of Movement**. New York, Universe Publishing, 1999.
31. Williams, H.A., **Zoomorphic - New Animal Architecture**, Laurence King Publishing Ltd. 2003.
32. Jodidio, P & S. Calatrava., **Santiago Calatrava**, TASCHEN America Llc, 1998.
33. Gönenç Sorguç, A. ve S. Arslan Selçuk , “Yapay Zeka Araştırmaları ve Biomimesis Kavramlarının Günümüzde Mimarlık Alanındaki Uygulamaları: Akıllı Mekanlar”. **4.Yapı ve Kentte Bilişim Kongresi** 8-9 Haziran 2006 Ankara
34. Jencks, C., **Architecture 2000: Predictions and Methods**, International Thomson Publishing, London, 1971.
35. Baldwin, J., **BuckyWorks: Buckminster Fuller's Ideas for Today**, John Wiley & Sons, Inc, New York, 1996.

36. Beukers, A., **Lightness. The Inevitable Renaissance of Minimum Energy Structures**, 010 Publishet, Rotterdam, 1999.
37. Frazer, J., **An Evolutionary Architecture**, Architectural Association, London, 1995.
38. Grimshaw, N., **Structure, Space and Skin: The work of Nicholas Grimshaw and Partners**, Phaidon, London, 1993.
39. Williams, H.A., **Zoomorphic-New Animal Architecture**, Laurence King Publishing Ltd, London, 2003.
40. Robbin T., **Engineering a New Architecture**, Yale University Press, London, 1996.
41. Kaplicky, J., **Future Systems for Inspiration Only**, Academy Editions, London, 1996.
42. Arslan Selçuk, S. and Gönenc Sorguç, A., "Biomimesis in Architecture: Inspiration for Next Generation Portable Buildings" **Theory, Context, Design an Technology; Transportable Environments-3**, Editor: Robert Kronenburg, Filiz Klassen, Taylor& Francis, NY, 2006.
43. Margolius, I, **Architects+ engineers = structures: a book that celebrates well-known designers**, West Sussex : Wiley-Academy, 2002.
44. Benyus, J., "Biomimicry: Innovation Inspired by Nature". William Morrow Company Inc., NY. 1997.
45. Vincent, J., Stealing Ideas from Nature, www.bath.ac.uk/mecheng/biomimetics/Biomimetics.pdf (en son erişim tarihi, Mayıs2006)
46. Abdala, A., Milius, D.L., Adamson, D.H., Aksay, I.A., "Inspired Abalone Shell: Strengthening of Porous Ceramics with Polymers", http://www.princeton.edu/~cml/assets/pdf/pu_04_90abdala.pdf (en son erişim tarihi, Mayıs 2006)
47. Shear, W.A., J.M. Palmer, J.A. Coddington, and P.M. Bonamo., "A devonian spinneret: early evidence of spiders and silk use". **Science**, 246, 479-481. 1989
48. Vincent, J., "Tricks of Nature", **New Scientist**, 151, 40-48, 1996.
49. Koelman, O., "Biomimetic Buildings Understanding & Applying the Lessons of Nature", <http://www.rmi.org/sitepages/art1048.php> (en son erişim tarihi, Haziran2003)
50. <http://www.ellipsis.com/evolutionary/#s0.1>(en son erişim tarihi, Ekim2003)
51. Lynn, G. **Animate form**, New York : Princeton Architectural Press, 1999.
52. Spuybroek, L. **NOX: Machining Architecture** Thames & Hudson , 2004.
53. Gönenc Sorguç A., 'The Evolving Role of Mathematics in Designing in Digital Medium', **Nexus Conference** June 2006.
54. Arslan Selcuk, S "Mathematics as a Tool to Evaluate Biomimetic Inspirations: a Study on Seashell Modeling" Poster presented and published in the Proceedings of the **1st International CIB Endorsed METU Postgraduate Conference on Built Environment and Information Technologies** METU-Ankara, Türkiye March 16-18 2006.
55. http://www.unica.edu/estudi.uic?cdi_opc=1499 (en son erişim tarihi, Ekim2003)
56. <http://www.tumbletruss.com/index.html> (en son erişim tarihi, Ekim2003)