

Architectural Product Design with Nature-Inspired Shaping Approach: Biomimesis

Yelda Canbeyli (Corresponding Author)
Faculty of Architecture, Gazi University
PO box 06500, Ankara, Turkey
E-mail: yelcanbeyli@gmail.com

Arzu Ozen Yavuz
Faculty of Architecture, Gazi University
PO box 06500, Ankara, Turkey
E-mail: arzuozen@gazi.edu.tr

Abstract

Shaping is a communication tool that conveys emotions, thoughts and the accumulation of society. Architecture shapes objects so that people can adapt to the environment. The shaping approaches in architecture have gained a new dimension by the development of information and computer technologies. By this way generative shaping approaches has emerged that are used to produce new and different shapes. Generative shaping approaches have also benefited from nature, visual and functional, which were formerly only aesthetically imitated. In this study, it was aimed to design architectural product by using the principles of biomimesis shaping approach, which is based on the nature and use the logical method of nature. While this design was planned, it was tried to create an organic, flexible, durable, harmonious, complex and functional architectural design product by examining the life principles and organizational schemes of nature.

Keywords: Generative shaping approaches, biomimesis, natural inspiration, architectural product design.

Mimarlıkta Doğadan Esinlenen Biçimlendirme Yaklaşımı Biyomimesis İle Mimari Eleman Tasarımı

Özet

Biçimlendirme, duygu, düşünce eğilimlerinin ve toplumun birikiminin çağlar boyunca aktarılmasını sağlayan iletim aracıdır. Mimarlık, insanın çevreye uyum sağlaması için mimarlık nesnesini biçimlendirme eylemi gerçekleştirir. Mimarlıkta biçimlendirme yaklaşımları bilgi ve bilgisayar teknolojilerinin gelişimiyle yeni bir boyut kazanmıştır ve yeni, farklı biçimler üretimde kullanılan, üretken biçimlendirme yaklaşımları ortaya çıkmıştır. Üretken biçimlendirme yaklaşımları ile eskiden sadece estetik açıdan taklit edilen doğa ve doğadaki oluşum süreçlerinden, görsel ve işlevsel olarak da yararlanmalar olmuştur. Bu çalışma kapsamında, üretken biçimlendirme yaklaşımlarından doğanın en doğrusunu bildiğini ve onun mantıksal yöntemini kullanmayı savunan biyomimesis biçimlendirme yaklaşımının, doğaya yaklaşımı, mimari tasarımları doğanın bir parçası görmesi, doğanın form zenginliği ve çeşitliliğini kullanması gibi prensipleri kullanılarak mimari eleman tasarımı amaçlanmıştır. Doğanın form, estetik, enerji-zaman tasarrufu, sağlık, malzemeler, mekanizmalar ve işlevsellik ile ilgili prensipleri mimari elemanın diline yansıtılarak doğanın test edilmiş başarısının mimari üzerindeki etkileri üzerinde durulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Üretken biçimlendirme yaklaşımları, biyomimesis, doğadan esinlenme, mimari eleman tasarımı.

1. Giriş

Biçimler, tanım, tasarım ve yapım aşamalarından oluşan, tasarımcının fikirlerini ortaya koyduğu bir biçimlendirme süreci sonunda gerçekleşirler. Biçimlendirme, duygu, düşünce eğilimlerinin ve toplumun birikiminin çağlar boyunca aktarılmasını sağlayan iletişim aracıdır. İnsanlar dünyada var olduklarından itibaren ilk barınakla başlayıp, doğa üzerinde kendileri için bir çevre düzeni biçimlendirmişlerdir (Gezer, 2014). Bu düzen içerisinde mimarlık, insanın çevreye uyum sağlaması için mimarlık nesnesini biçimlendirme eylemi gerçekleştirir. Mimarlıkta biçimlendirme yaklaşımları tasarımcıların sosyolojik, psikolojik, dini ve politik algı biçimlerini dikkate alarak alternatif tasarımlar oluşturmasıdır (Turan, 2011). Mimarlıkta biçimlendirme yaklaşımları bilgi ve bilgisayar teknolojilerinin gelişimiyle yeni bir boyut kazanmıştır. Böylece yeni ve farklı biçim üretmede kullanılan bir biçimlendirme yaklaşımı olan, üretken biçimlendirme yaklaşımları ortaya çıkmıştır. Bu yaklaşım tasarımcılara, önceden tahmin edilemeyen, sayısal tabanlı tasarımdan beslenen ve eskiden teknik olarak üretilmesi zor biçimlerin kolay ifade edilmesi imkânı tanımıştır. Tarih boyunca tasarımcılar mekân oluşturmak için doğadan ilham kaynağı ve çözüm yöntemi olarak yararlanmışlardır (Çakır & Aksoy,2005).. Üretken biçimlendirme yaklaşımları ile birlikte, eskiden sadece estetik açıdan taklit edilen doğa ve doğadaki oluşum süreçlerinden, görsel ve işlevsel olarak da yararlanmalar olmuştur. Bu çalışma kapsamında üretken biçimlendirme yaklaşımlarından doğanın en doğrusu bildiğini ve onun mantıksal yöntemini kullanmayı savunan biyomimesis biçimlendirme yaklaşımının, doğaya yaklaşımı, mimari tasarımları doğanın bir parçasıymış gibi düşünmesi, doğanın form zenginliği ve çeşitliliğini kullanması gibi prensipleri kullanılarak mimari eleman tasarımı düşünülmüştür. Bu tasarım planlanırken doğa ve ona bağlı biçimlendirme yaklaşımları izlenmiştir. Biyomimesis biçimlendirme yaklaşımı sürecinde, bu yaklaşımın doğa ve mimari arasındaki biçim ilişkisine etkileri tasarıma yansıtılarak, yeni yapım sistemlerinin ortaya çıkması ve karmaşık geometrilerin çözümü için doğaya yönelmenin sağlanması amaçlanmıştır. Doğanın form, estetik, enerji-zaman tasarrufu, sağlık, malzemeler, mekanizmalar ve işlevsellik ile ilgili prensipleri mimari elemanın diline yansıtılarak doğanın test edilmiş başarısının mimari üzerindeki etkileri üzerinde durulmuştur.

2. Biyomimesis Kavramı

Tarih boyunca tasarımcılar mekân oluşturmak için doğadan ilham kaynağı ve çözüm yöntemi olarak yararlanmışlardır. Biyomimesis biçimlendirme yaklaşımı ile eskiden sadece estetik açıdan taklit edilen doğa ve doğadaki oluşum süreçlerinden, görsel ve işlevsel olarak da yararlanmalar olmuştur. Biyomimesis, Yunanca bios; yaşam, mimesis; taklit etmek kelimelerinden oluşmuş ve Benyus tarafından 1990'ların sonuna doğru tanımlanmıştır. Doğanın en doğrusu bildiğini savunan biyomimesis, bu bilgiden yararlanmayı önerir (Gülova, 2013). Benyus biyomimesis tanımında doğaya üç rol biçmiştir. Bunlardan ilki model olarak doğa, ikincisi ölçü olarak doğa ve üçüncüsü akıl hocası olarak doğadır.

Model olarak doğa yaklaşımında biyomimesis, doğadan ilham alıp, onları taklit ederek insanların problemlerini çözer. Yağışlardan faydalanarak su depolayan bir yaprak modelinin tasarımlarda kullanılması bunu örnekler.

Bir ölçü olarak doğa yaklaşımında ise biyomimesis, doğayı tasarımlarda bir doğruluk ölçütü olarak kullanır. Doğa, en doğrunun, en uygunun ve en dayanıklının bilgisine sahiptir.

Akıl hocası olarak doğada ise biyomimesis, doğaya farklı bir gözle bakmayı önerir. Doğa, problemlerimizin çözümünü içerisinden çıkaracağımız bir yer değil, çözüm üretmeyi öğrenebileceğimiz bir rehber olarak belirtilmiştir. (Gülova, 2013).

Biyomimesis biçimlendirme yaklaşımı Benyus tarafından endüstri devriminden sonraki en önemli süreç olarak görülmüştür. Ona göre biyomimesis, endüstri devriminin aksine doğadan bir şeyler almak yerine doğadan bir şeyler öğrenmeye dayalıdır. İnsanların her ihtiyacında; yiyeceklerini üretme şekillerinden, enerji kullanımına, sağlık hizmetlerinden, malzeme üretimine ve hatta bilgi depolama sistemlerine kadar her şeyde kullanılabilecek bir yaklaşımdır. (Selçuk & Sorguç, 2007)

Ayrıca Benyus, biyomimesisin temelini doğada bulunan dokuz prensibin oluşturduğunu savunmuştur (Benyus,2002).

Doğa, gün ışığını kullanır.

Doğa, sadece ihtiyacı olan enerjiyi kullanır.

Doğa, biçimi işleve uydurur.

Doğa, her şeyi geri dönüştürür.

Doğa, işbirliğini ödüllendirir.

Doğa, çeşitliliğe güvenir.

Doğa, yerel uzmanlık ister.

Doğa, içerisindeki aşırılıkları frenler.
Doğa, sınırların gücünü kullanır.

Benyus 'un biyomimesis yaklaşımına göre doğadaki bu dokuz prensibe tasarımlarda mutlaka yer verilmelidir (Benyus,2002).

Biyomimesisin mimarlıkta tasarım ve oluşum sürecinde uygulama biçimleri iki şekilde ele alınabilir . Birincisi doğadaki biçim ve strüktürlerin bir benzeşimle yapıya aktarılmasıdır. Bu süreçte tasarımın neye benzediği incelenir.

Diğeri malzeme ve işlev sürecinin yapı oluşumunda deneysel verilerle mimari biçime dönüştürülmesidir. Bu süreçte tasarımın neden yapıldığı ve nasıl çalıştığı incelenir.

20. yüzyılın ilk yarısına kadar tasarımcıların genellikle ilk yöntemi benimsedikleri söylenebilir. Ancak Buckminster Fuller ve hemen ardından Frei Otto'nun süreci anlamaya yönelik sorgulamaları, yeni biçim ve strüktür arayışları mimari tasarımda doğadan bilinçli öğrenme sürecinin başlangıcı olarak düşünülebilir. (Vincent& Bogatyrev&Bovyer&Pahl,2006) Pedersen Zari, Benyus 'tan farklı olarak biyomimesise iki kategoride yaklaşmıştır. Birincisi, biyolojiye bakmak olarak adlandırılan insan ihtiyaçlarını ve tasarım problemlerini doğadan faydalanarak çözümlenektir. Diğeri yaklaşım ise, biyolojinin tasarıma etkisi olarak tanımlanan, doğadaki canlıların belirgin davranışlarının tasarıma uyarlanmasıdır. Başka bir deyişle, tasarım ya başlangıçtan itibaren doğadan alınır ya da tasarımda karşılaşılan bir sorunun çözümü doğadan alınır (Zari, 2007)..Biyolojinin tasarımı yönlendirdiği ya da tasarımın biyolojiden ilham aldığı durumlarda biyomimesisin uygulanması, Pedersen Zari'ye göre organizma, davranış ve ekosistem düzeyleri olmak üzere üç seviyede gerçekleşebilir. Organizma düzeyi, bir bitki veya hayvan organizmasının tamamı veya bir parçasının taklit edilmesidir. Davranış düzeyi, bir organizmanın davranışının tasarıma uyarlanmasıdır. Ekosistem düzeyi ise bir ekosistemin temel kurallarının tasarıma uygulanmasıdır. Ayrıca doğa her bir düzeyde, beş ayrı başlıkta taklit edilir. Bunlar; biçim, malzeme, yapı, süreç ve işlevdir. Biçim boyutunda tasarımın neye benzediği, malzeme boyutunda tasarımın neden yapıldığı, yapı boyutunda tasarımın nasıl yapıldığı, süreç boyutunda tasarımın nasıl çalıştığı ve işlev boyutunda ise tasarımın ne yapabileceği soruları sorularak tasarım oluşturulur (Zari, 2007). Organizmaların milyonlarca yıldır yapılarını en ekonomik şekilde geliştirmeye çalıştıkları bilinmektedir. Bu yüzden tasarımcıların form, estetik, enerji tasarrufu, sağlık, malzemeler, mekanizmalar, işlevsellik, zaman tasarrufu ve geometri ile ilgili sorunlara cevaplar almak için doğayı incelemeleri akılcıdır. Doğa benzeşimli tasarımlar doğanın zaman ile test edilmiş fikirlerinden yola çıkar ve mimarinin karmaşık düzenine çözümler getirmek için kullanılabilir. Bu çalışma kapsamında, üretken biçimlendirme yaklaşımlarından doğanın en doğrusu bildiğini ve onun mantıksal yöntemini kullanmayı savunan biyomimesis biçimlendirme yaklaşımının, doğaya yaklaşımı, mimari tasarımları doğanın bir parçasıymış gibi düşünmesi, doğanın form zenginliği ve çeşitliliğini kullanması gibi prensipleri kullanılarak mimari eleman tasarımı amaçlanmıştır. Bu tasarım planlanırken, doğanın yaşam prensipleri ve organizasyon şemaları incelenerek, organik, esnek, dayanıklı, uyumlu, kompleks ve fonksiyonel ilişkileri mimari tasarım elemanının diline yansıtılmaya çalışılmıştır. Ayrıca bu tasarım gerçekleştirilirken doğanın zamanla test edilmiş geometrik başarısı, işlevselliği ön plana çıkarılmış ve mimari eleman tasarımı bu doğrultuda oluşturulmaya çalışılmıştır.

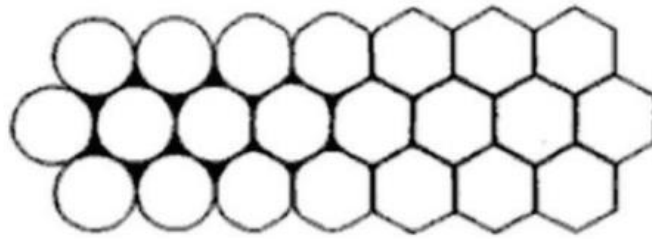


Şekil 1. Bal peteği (beeculture.com)

3. Biyomimesis Biçimlendirme Yaklaşımı İle Mimari Eleman Tasarımı

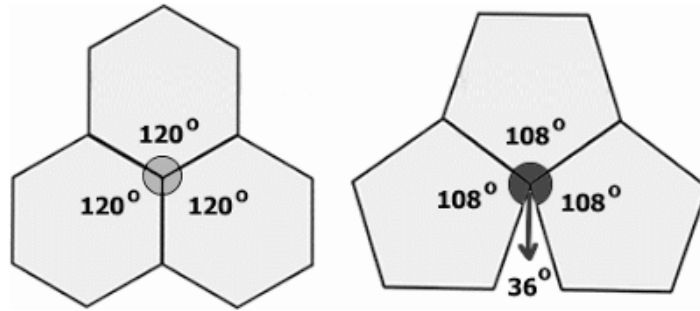
Doğa benzeşimli tasarımlar doğanın fikirlerinden yola çıkar ve mimarinin karmaşık düzenine çözümler getirirler. Bu yüzden form, estetik, enerji tasarrufu, sağlamlık, malzemeler, mekanizmalar, işlevsellik ve zaman tasarrufu ile ilgili soruların cevapları için doğayı incelemek gereklidir. Bu çalışmada arılar ve bal peteği yapımı ilişkilerinin doğa prensipleri üzerinden incelenmesi ile mimari eleman tasarım süreçleri ele alınmış, form ve fonksiyonel ilişkilerin incelenmesiyle tasarım oluşturulmaya çalışılmıştır. Bal arıları en az 150 milyon yıldır bal üreticisi olarak bilinmektedirler. Arılar çiçeklerin bulunmadığı ve aylarca süren uzun kış günlerinde beslenebilmek için bal yapar ve depolarlar. (Çınar&Sungur&Müezzinoğlu, 2006)

Petekler, yavru gelişimi dışında koloninin gereksinimi olan bal, polen ve suyu da depolarlar. Her bir petek yüzeyinde 3500 adet olmak üzere, bir petekte toplam 7000 göz bulunmaktadır. (Yıldız, 2010)



Şekil 2. Petek diziliminde daire formundan altıgen forma geçiş (Pearce, 1990)

Bilim insanları yaptıkları araştırmalar sonucu daire, beşgen ve sekizgen gibi şekillerde boşluk kaldığını, kare ve üçgende ise, aynı hacmi doldurmak için gereken duvar çevresinin daha fazla olduğunu bu yüzden en az malzeme ile bir alanı optimum şekilde bölmek için altıgenin en ideal şekil olduğunu ispatlamışlardır. (Hales, 1999)



Şekil 3. Düzgün altıgenin kusursuz birleşimi (etc.usf.edu)

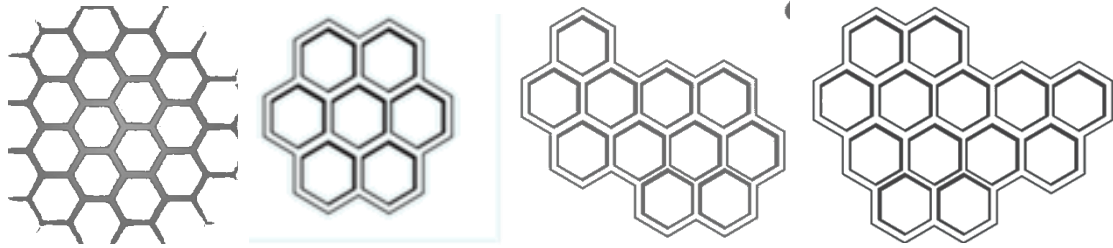
Altıgen peteklerin bir gözünün derinliği 10-12mm uzunluğunda, duvar kalınlığı ise 1/127 mm kalınlığındadır. Bu kadar ince duvar kalınlığı ve altıgen yapı sayesinde peteklerin büyük bir direnç kazandıkları ve arıların depoladıkları kilolarca balı rahatlıkla taşıyabildikleri gözlenmiştir. Altıgen prizma şeklindeki petekler iki tabaka hâlinde olup, bir uçları açık, diğer kapalı uçları ise sırt sırta yerleştirilmiştir. Bu tabakalar yere dik gelecek şekilde yerleştirildiğinde, prizmalar yatay ile 13° lik bir eğim açısı yapacak şekilde konumlanmış olurlar. Bu açının balın akması için yeterli olan en küçük açı olduğu belirlenmiştir. (Tolon, 1999)

Planlanan tasarım ile doğanın fikirlerinden yola çıkılarak, mimari düzene çözümler getirmek amaçlanmıştır. Tasarımda kullanılan biyomimesis biçimlendirme yaklaşımı ile doğadan, sadece estetik açıdan değil, görsel ve işlevsel olarak da yararlanılmıştır. Bu tasarım Benyus'un biyomimesis tanımlarından model olarak doğa yaklaşımını kullanmıştır. Tasarımın uygulama aşamasında doğadaki strüktürün yapıya aktarılması yöntemi uygulanmıştır.



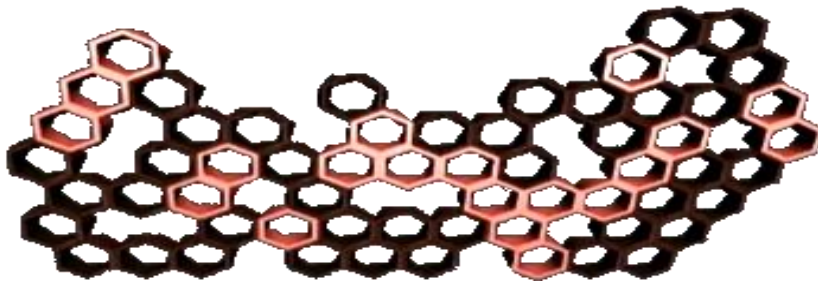
Şekil 4. Petek görünüşü ve düzgün altıgen dizilimi (vectorstock.com)

Pedersen Zari'nin biyomimesis tanımlarından biyolojiye bakmak olarak adlandırılan insan ihtiyaçlarını ve tasarım problemlerini doğadan faydalanarak çözümlenmek yaklaşımı örnek alınmıştır. Tasarımın uygulama aşamasında ise, bir organizmanın davranışının tasarıma uyarlanması yöntemi olan davranış düzeyi yaklaşımı görülmüştür. Bu çalışmada arılar ve bal peteği yapımı ilişkilerinin doğa prensipleri üzerinden incelenmesi ile mimari eleman tasarım süreçleri ele alınmış, form ve fonksiyonel ilişkilerin incelenmesiyle tasarım oluşturulmaya çalışılmıştır.



Şekil 5. Bal peteğinden mimari elemana dönüşüm

Arıların bal, polen ve su depolamak amacıyla oluşturdukları peteklerin işlev, estetik, biçim, sağlamlık, esneklik ve depolama gibi özelliklerinden ilham alınarak bir bölücü mimari eleman tasarımı planlanmıştır.



Şekil 6. Bölücü mimari eleman tasarımı

Tasarım özellikleri belirlenirken bal peteklerinin düzgün altıgen geometrisinin en az malzeme ile bir alanı en uygun şekilde bölmek için kullanılacak en ideal şekil olduğu bilgisi biçimin belirlenmesinde kullanılmıştır. Altıgen peteklerin bir gözünün derinliği 10-12mm uzunluğunda, duvar kalınlığı ise 1/127 mm dir.



Şekil 7. Mimari elemanın farklı mekanlarda kullanımı

Bu oranların insan ve mekân ölçeğine uyarlanmasıyla, bölücü eleman tasarımı gerçekleştirilmiştir. Böylelikle tasarım ince duvar kalınlığı ve altıgen yapısı ile büyük bir direnç kazanarak ve ağırlıkları rahatlıkla taşıyabilecektir.



Şekil 8. Mimari elemanın farklı mekanlarda kullanımı

Bal peteklerinin çok gözlü yapısı gibi fazla bölme içerdiğinden tasarım birçok ürünü kolaylıkla depolama imkânı sunmuştur.



Şekil 9. Mimari elemanın farklı mekanlarda kullanımı

Az malzemeyle daha fazla alan oluşturabilme özelliği malzeme ve zaman tasarrufu sağlamıştır. Mıknatıslı olarak tasarlanan modüller farklı boyut ve modellerde değişken çözümler sunmuştur. Esnek hafif ve dayanıklı yapısı ile farklı mekânların örgütlenmesi ve çözümlenmesinde kolaylıklar sağlaması planlanmıştır.



Şekil 10. Mimari elemanın farklı mekânlarda kullanımı

4. Sonuç

Mimarlıkta etkisi her geçen gün artan, tartışılan ve uygulamalarda sıklıkla görülen biyomimesis biçimlendirme yaklaşımının, doğal nesnenin formunun biçimsel esinlenmeyle yapıya aktarılması düşüncesi ile tasarım oluşturulmuştur. Böylece farklı disiplinlerde tasarım planlanırken doğanın ve ona bağlı biçimlendirme yaklaşımlarının izlenmesi önerilmiştir. Biyomimesis kavramı biçim oluşturma sürecinde, doğa ve mimari arasındaki biçim ilişkisinin kurulmasını sağlayarak tasarımcılara katkı sağlamıştır. Aynı zamanda yeni yapı sistemlerinin ortaya çıkmasını ve karmaşık geometrilerin çözümü için doğaya yönelmeyi sağlamıştır. Bu yüzden form, estetik, enerji-zaman tasarrufu, sağlık, malzemeler, mekanizmalar ve işlevsellik ile ilgili soruların cevapları için doğayı incelemek gerekliliği üzerinde durulmuştur. Bu yaklaşımla elde edilen tasarımlarda, zamansal rahatlama sağlanmış ve daha özgür tasarım ortamlarının oluşumu desteklenmiştir.

Sonuç olarak, biyomimesis biçimlendirme yaklaşımı, strüktürden malzemeye kadar çeşitli doğa özelliklerini ve biçimsel farklılıklarını, mekân örgütlenmesine yansıtma gibi birçok verinin kullanımına olanak sağlaması nedeniyle mimari tasarımın biçimlenmesinde etkin olarak kullanılabilceği anlaşılmıştır.

5. Kaynaklar

- Pearce, P. (1990). *Structure in Nature is a Strategy for Design*, MIT Press, Cambridge.
- Çakır, M. & Aksoy, M. (2005). “Mimarlık Genetik ile Buluşunca”. *Yapı Dergisi*, 288: 55-60.
- Gezer, H. (2014). “Mimariyi Yaşamak”, *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 26:227-258.
- Zari, P.M. (2007). “Biomimetic Approach to Architectural Design for Increased Sustainability”, *Victoria University*, 07:4-8.
- Gülova, D. (2013). *Mimarlıkta Doğaya Yönelim ve Biyomimari. Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul: Maltepe Üniversitesi.
- Benyus, J. (2002). *Biomimicry Innovation Inspired by Nature*. William Morrow Paperbacks, San Francisco.
- Vincent, J., Bogatyrev, N., Bovyer, A., & Pahl, A. (2006). “Biomimetics:its Practice and Theory”. *Journal Of the Royal Society Interface*, 1: 471-482.

- Yıldız, Ö. (2010). Hesaplamalı Mimarlıktan Zaman Temelli Etkileşimli Mimarlığa Geçiş. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi.
- Hales,T.(2001). “The Honeycomb Conjecture”. *Discrete & Computational Geometry*, 25:1–22.
- Arslan Selçuk S. &Göneç Sorguç A. (2007). “Mimarlık Tasarımı Paradigmasında Biomimesis’in Etkisi”. *GÜMMF Dergisi*.22 (2): 451-459.
- Tolon,B.(1999). “Yaban Arılarında Sosyal Yaşam”. *Hayvansal Üretim Dergisi*, 39: 120-127.