

HESAPLAMALI MODELLER ARACILIĞIYLA MİMARİ VE DOĞAL BİÇİM TÜRETİM İLKELERİNİ İLİŞKİLENDİRMEK

Elif ERDOĞAN, Arzu GÖNENÇ SORGUÇ

Alındı: 10.04.2011, **Son Metin:** 07.07.2011

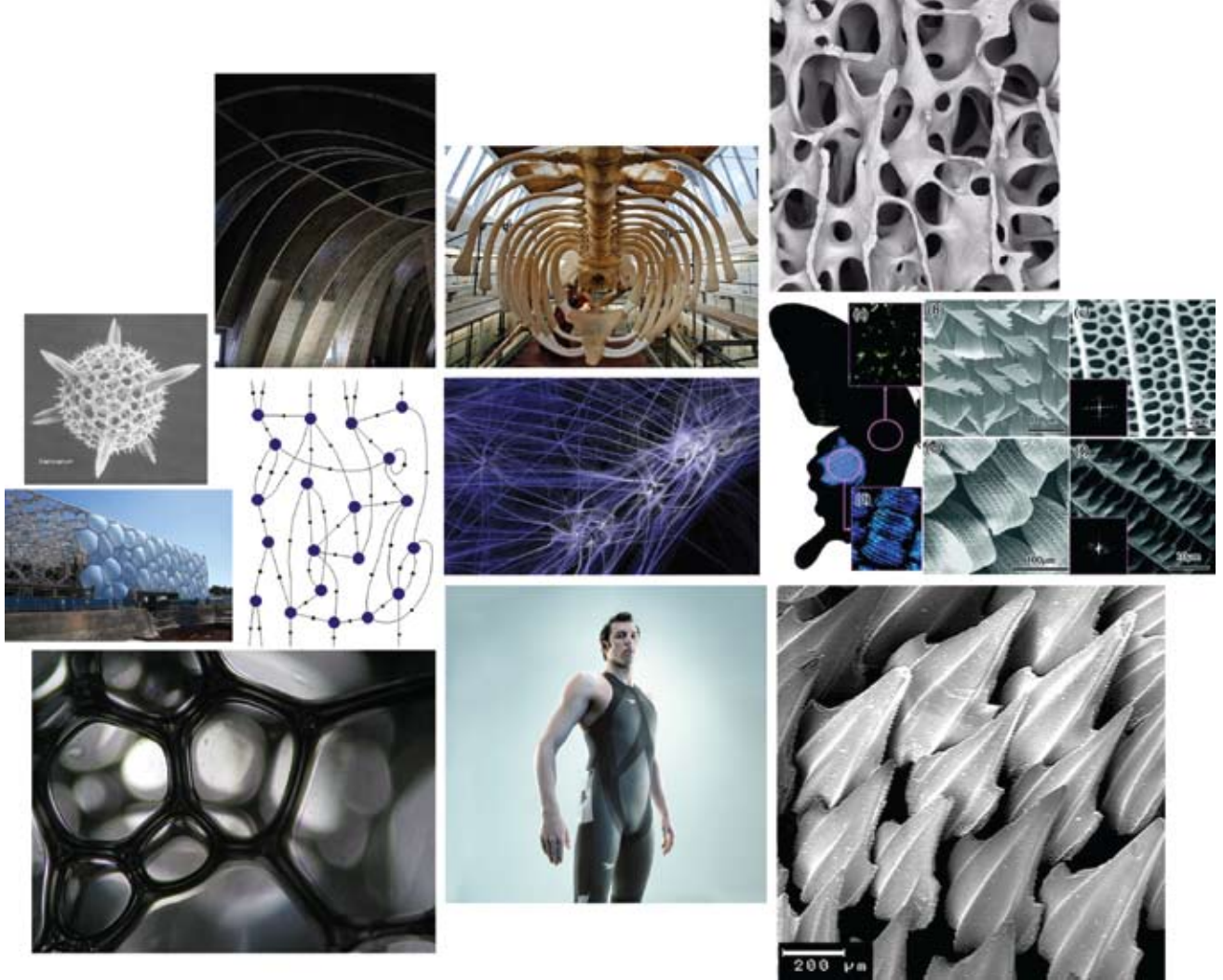
Anahtar Sözcükler: hesaplamalı mimarlık; mimarlık ve doğa; mimarlık için doğayı modellemek; doğal sistemlerle türetilen mimarlık.

MİMARLIK VE DOĞA

Günümüz mimarlığında; sayısal teknolojilerle birlikte, salt son ürünün değil, tasarım sürecinin de tasarlanması gerekliliği beraberinde pekçok yeni tartışmayı da başlatmıştır. Mimari tasarım 'sürec'inin kurgulanması, mimari tasarıma etki eden etkileşimli ve çok yönlü bilgi ilişkilerinin tanımlanmasını konu alır. Hesaplamalı düşünce ve gelişen bilişim teknolojileri, mimari tasarımda bilgi akışının ve 'süreç'in sistematikleştirilmesi/berraklaştırılması doğrultusunda önemli bir arayüz oluşturmaktadır.

Dolayısıyla günümüzde birçok disiplinde gerçekleştiği gibi mimari bilginin kurgusunun yeniden incelenmesi ve yeniden modellenmesi arayışında, hesaplamalı düşünce tasarımcı ve incelenen obje arasında iletişime ve bilgi aktarımına olanak sağlayan arayüz olarak davranır. Aynı zamanda hesaplamalı düşünce, farklı karakterde ve gerçeklikteki organizasyonların arasındaki ilişkilerin, benzerliklerin, etkileşimlerin anlaşılması ve tanımlanmasında da arayüz olarak davranarak disiplinler arası bilgi alışverişini olanaklı kılar. Öte yandan hesaplamalı düşünce, sunduğu düşünme ve öğrenme biçimleri ile çevremizdeki gerçeklikten bilgi edinme yöntemlerine de yön vermektedir. Bu doğrultuda, doğadaki biçimlerin ve oluşum süreçlerinin bilgisayar temelli kurgular çerçevesinde yeniden değerlendirilmesi, dinamik/hareketli/devinimsel sistemlerin anlaşılmasında ve yapılandırılmasında mimarlığa önemli bir araştırma alanı sunmaktadır. Böylece, doğal ile insan yapımı varlıkların arasında etkileşimli öğrenme ve anlamlandırma söz konusu olmaktadır.

Mimarlık ve doğanın etkileşimli birlikteliğine dikkat çeken teorisyenlerden Charles Jencks (1971) mimarlığın 2000'li yıllara kadar evrimsel gelişimini ve mimari akımları temsil eden tablosuna göre, 1980 sonrası mimarlığında Biyomorfik Hareket'in (*Biomorphic Movement*) etkili olacağını öngörmüştür. Bu tarih yine aynı tabloya göre 1970lerdeki parametrik tasarım akımı ve sibernetik yaklaşım sonrası döneme denk gelmektedir. Bilgisayar



Resim 1. Yukarıda doğanın farklı ölçeklerde ve farklı konu başlıkları altında incelenmesiyle mimarlık, mühendislik ve bilişim alanlarında benzeşme, öğrenme, modelleme kaynağı olması örneklenmiştir. Doğal yapılar ve strüktürel benzeşimler, sinir ağları (*neural networks*) ve ilişkisel bilişsel kurgular, mikro ölçekte doğal yapılar ve nano mühendislikteki gelişimler bu öğrenme sürecinin bir kaç ürünüdür.

temelli araçlar ve hesaplamalı teori, düşünce ve bilgiyi farklı sistemlerle yapılandırma olasılıklarının araştırılması, keşfedilmesi ve tanımlanmasını doğurmaktadır. Bu doğrultuda çevremizdeki gerçekliği inceleme biçimimiz, ondan özütlediğimiz bilgi türü ve bu bilgiyi kurgulama şeklimiz büyük ölçüde yenilenmektedir. Dolayısıyla, Jencks'in öngördüğü tarihsel sıralamaya göre, doğayı tekrardan inceleyen ve kurgulayan Biyomorfik Hareket'in parametrik ve sibernetik akımı takip etmesi rastlantısal olmayabilir. Tasarım sürecinde, doğal ve yapay süreçlerin yeniden araştırılması, bilgisayar temelli araçlar ve hesaplamalı teori ile elde edilen yeni kurgular, doğal (biyolojik) ve yapay (mimari) organizasyonların arasında arayüz olarak davranarak etkileşimli bilgi alışverişini desteklemektedir.

Doğadan öğrenilen bilginin insan yapımı nesnelere aktarılmasını araştıran biyolog Janine Benyus (1997) ise, insanlığın birçok alanda Biyomimikri Devrimi'nin yaşandığını öne sürmüştü ve artık doğadan öğrenme biçimimizin geçmişteki görsel esinlenmelerden çok farklı olduğunu altını çizmiştir. Benyus, doğanın insan yapımı nesnelere üretilmesinde 'model, ölçü veya kılavuz' olma niteliklerine dikkat çekmiştir. Bilgisayar temelli araçlar, yöntemler ve düşünce sistemleriyle doğadaki oluşumların

incelenmesi ve modellenmesi sonucunda elde edilen bilgiler, insan yapımı nesnelerin tasarımında salt biçimsel esinlenmelerin ötesine geçilmesini de olanaklı hale getirmeye başlamıştır. (Resim 1).

Mimarlığın yanı sıra mühendislik ve tıp gibi alanlarda da, çevremizdeki varlıklar ve oluşumlar hesaplamalı modeller ile tekrar değerlendirilmektedir. Bu süreçte edinilen bilgiler yapay obje ve sistemlerin daha iyi işlemesi ve yapılandırılması için yönlendirici olmaktadır. Bu durumda, hesaplamalı teori ile doğadan öğrenme eylemini yeni bir arayüz ile gerçekleştirdiğimizi söylemek olasıdır.

Hesaplamalı ve sayısal düşünce, çevremizden edindiğimiz verileri sınıflandırmada, kurgulamada ve sistematize etmekte yapısal bir rol üstlenmektedir. Bu bağlamda öne çıkan sorulardan birisi şudur: bilgi fiziksel ve sosyal dünyadan edindiğimiz deneyimlerimizle mi oluşturulur, yoksa içsel zihinsel süreçlerin sonucu olarak mı kurgulanır? Kostas Terzidis (2006) bu ikilemi algoritmik düşünce başlığı altında incelemiş ve bu bağlamda fikirlerin 'insan yapımı' ya da 'bizden bağımsız var olan dış dünyanın yansıması' olup olmadığını sorgulamıştır. Somut bir örnek olarak Euclid geometrisinin gelişimini ele aldığımızda, bilgi oluşumunun sadece bir tanımın sonucu değil, iç ve dış dinamiklerin karşılıklı kenetlenmiş ilişkisi sayesinde gerçekleştiği görülebilir. Euclid geometrisi mesafelerin ölçülmesi ve hesaplanması amacıyla dünyanın fiziksel gerçekliğinden türetilmiştir. Ancak aynı zamanda bu sistemin üçgen, kare, daire gibi elamanları insan tarafından idealize edilmiş, doğada var olmayan geometrik şekillerden meydana gelmektedir (Terzidis, 2006, 8). Ölçülebilir, hesaplanabilir ve tekrar türetilabilir şekiller elde etmek amacıyla doğal biçimler sadeleştirilmiş, idealize edilmiş ve değişikliğe uğratılmıştır. Bir başka deyişle, belirli bir teori ya da düşünce sistemi içerisinde doğal varlıklar yeniden değerlendirilmiş ve kurgulanmıştır. Dolayısıyla bilimsel bulgular, teorik yapılandırma ve olgusal yeniliklerin karşılıklı birbirini beslemesiyle oluşmaktadır (Kuhn, 1970, 52-3).

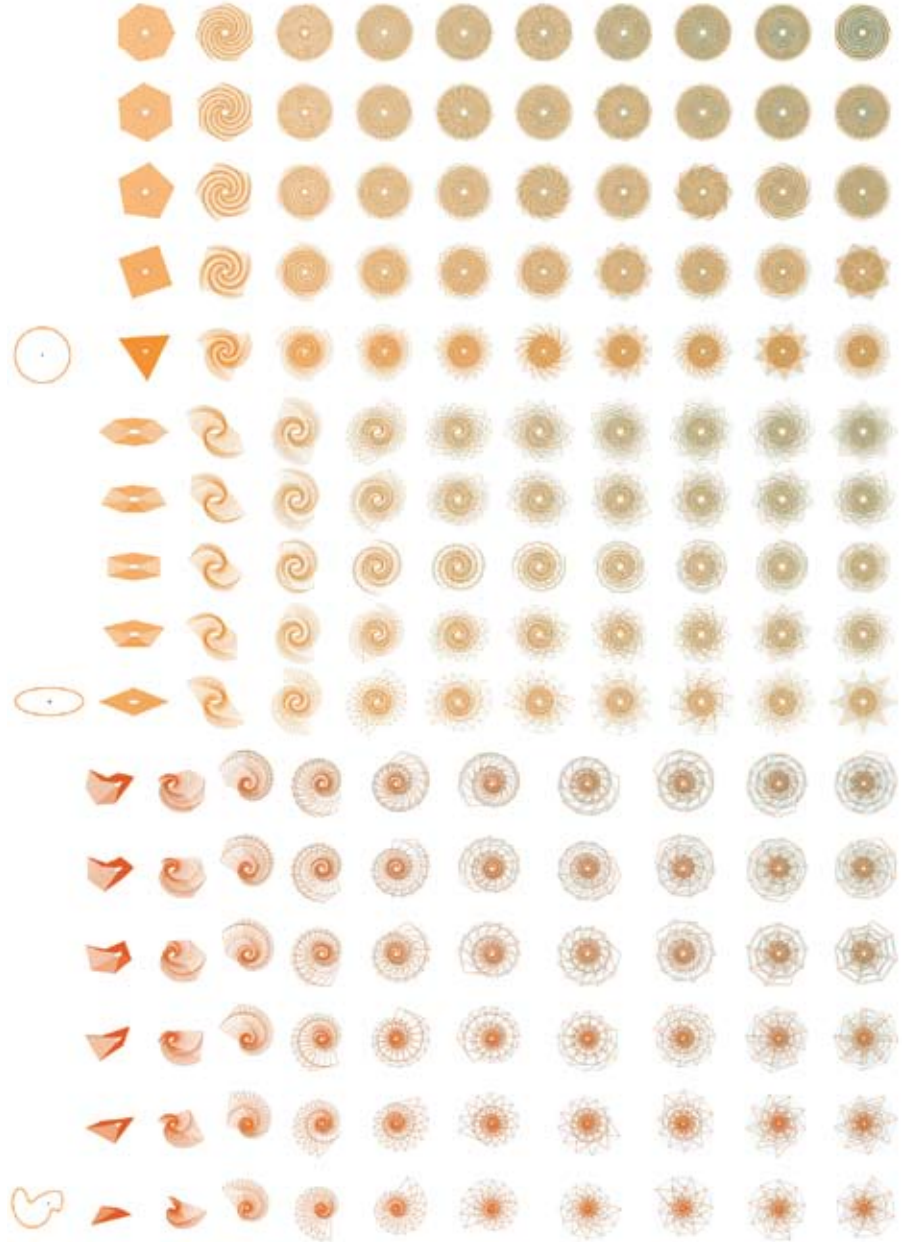
Bilginin oluşumu, deneyimlerimizden nasıl veri elde ettiğimizle yakından ilintilidir. Bilgi, çevremizde neyi gördüğümüzün ve gördüğümüz şeyi nasıl anladığımızın birlikteliğinden doğar. Yani bilgi, hem fiziksel gerçekliğin, hem de onu açıklama yöntemimizin ortak ürünüdür. Bir başka deyişle; çevremizdeki fiziksel gerçeklikten duyularımız sayesinde edindiğimiz veriler, ancak onu anlamlandıracak bir teoriyle birlikte bilgiye dönüşebilir. Bu bağlamda bilgi oluşumu, deneyim ve teorinin birbirine kenetlenmesiyle var olmaktadır (DiSessa, 2001, 1-28). Bütün fiziksel deneyimler ancak bir teori ile açıklandıkları zaman anlamlıdır. Aynı zamanda her bir deneyim söz konusu teorik yapıyı destekleyerek güçlendirir ya da değişmesine neden olur.

Michael Hays (1998, xiv) teoryi; "öncesinde yetersiz ya da eksik olarak yorumlanan bir dünya görüşünün gerçekliğinin değiştirilmesi veya genişletilmesi yoluyla yeniden var edilmesi için duyulan iştah ve arzu" olarak tanımlar. Bu tanımdan yola çıkarak; teori kaymaları/ değişimleri (*theory shift*) meydana geldikçe, çevremize bakışımızın ve onu anlama biçimimizin de bağlantılı olarak değiştiği sonucuna varabiliriz. Dolayısıyla, hesaplamalı teori, önerdiği üretim süreçleri ve yapısal modelleri ile doğal oluşum süreçleri yeniden deneyimlenebilmekte ve öğrenilebilmektedir.

Bu bağlamda hesaplamalı teori ve hesaplamalı modeller ile, çevremizi yeniden değerlendirdiğimiz, etken-sistem ilişkilerini keşfettiğimiz, ve bu doğrultuda yeni bilgiler edindiğimiz söylenebilir mi?



Resim 2. Maya Piramitlerinin hesaplamalı mantıkla yeniden değerlendirilmesi ve kodlama ile yeniden modellenmesi doğrultusunda, ilişkisel işlemlerle (*move, rotate, scale, copy*) maya piramitlerinin oluşum süreci sistematik olarak yorumlanabilir ve tanımlanabilir.



Resim 3. Rhinoceros uzantısı Monkey isimli kodlama programıyla tanımlanan Maya Piramitlerinin bu oluşum kurgusu, değişkenlerin de tanımlanmasıyla olası son ürünler kümesini meydana getirir. Onur Yüce Gün'ün yürütücülüğünde 'Design Scripting' dersi kapsamında yazar tarafından geliştirilen yukarıdaki tabloda, aynı sistematik kurgu dahilinde değişkenlerin farklı tanımlanması sonucunda ulaşılabilecek olasılıklardan bir kesit görünmektedir. Temel geometrik şekil, bundan türeyen çokgenin kenar sayısı ve bu çokgenin nesillerinin dönüş açısının belirli bir düzenle artmasıyla oluşan bu kümede Maya piramidi çeşitli olasılıklardan birisi olarak bulunmaktadır. Aynı sistem kurgusunun olasılıkları içinde deniz kabuklarını(nautilus) andıran yapılara ve merkezi fraktal biçimlere rastlanmaktadır.

Bilgi oluşumu; fiziksel varlıkların ve olayların incelenmesi sonucu elde edilen çeşitli verilerin, bütüncül bir sistem dahilinde yapılandırılmasıyla ve ilişkilendirilmesiyle meydana gelir. Bu veriler çeşitli teorilere bağlı kalarak yeniden tanımlandırıldığında ve farklı modeller ile yeniden kurgulandığında, ürettiği bilgiyi ve anlamı da yenilemeye başlar. Bu nedenle yapay ve doğal sistemlerin modellenmesinde; bireyin çözümlene, öğrenme ve düşünme biçimlerinin izdüşümleri karşımıza çıkmaktadır. Diğer bir deyişle; düşünme biçimi verinin elde edilmesinden, yorumlanmasına ve bir modelde anlam bulmasına kadar birçok aşamada yapıcı bir rol oynamaktadır. Yani her bir “zihniyet”(mindset) çevremizi ve oluşum süreci ve biçimlerini anlamak için yeni bir düzenleme sunar (Sorguç, 2009; Sorguç ve Arslan, 2009). Tam bu noktada bilgisayarlar sadece birer araç olmaktan çıkmakta, içerdikleri bilişsel temeller ile yeni “zihniyet”lerin oluşumuna rehberlik edebilmektedir. Bilgisayar içerdiği algoritmik kurgu ile yeni akıl yürütme biçimlerinin deneyimlenmesine olanak yaratabilmekte, yönlendirici olabilmektedir. Böylece bilgisayar ve bilgisayar temelli kurgular, tanıttığı kurallar (grammar), elemanlar (vocabulary) ile akıl yürütme biçimimizin daha sistematikleşmesine, diğer bir deyişle algoritmik düşünme yetisinin kazanılmasına ve “zihin kayması”na (mind shift) yol açabilmektedir. Bu durum, çevremizdeki dünyayı nasıl gördüğümüzde, incelediğimizde, edinilen bilgiyi nasıl anlayıp, yorumlayıp, sistematize ettiğimizde ve modellediğimizde büyük değişiklikler yaratmaktadır (Resim 2, 3).

Günümüzde, hesaplamalı teori ile çeşitli sistemlerin tanımlanmasında sabit denklemlerden çok, ‘sürec’in kurgulanması öne çıkmaktadır. Böylece doğadaki süreç ya da oluşumlar hesaplamalı teori ile kurgulanıp tanımlandığında; sistem statik / sabit sayısal matematiksel denklemler yerine, çok boyutlu dinamik/hareketli/devinimsel ilişkileriyle ve bağlantılarıyla ele alınabilmektedir. Uzam-zaman-bilgi akışında (space-time-information) sayısal matematiğin yerini ilişkisel işlemler ve algoritmalar almaktadır. Söz konusu sistemin sayısal özellikleri yerine topolojik ilişkileri öne çıkmaktadır (Gausa, 2003, 626). Bilgisayar temelli modellerle birlikte, çevremizden deneyimlediğimiz ve edindiğimiz bilgiler de yenilenebilmekte/değişebilmektedir. (Holland, 1999).

MODEL OLARAK DOĞA

Doğal süreç ve oluşumları anlamak için oluşturulan modeller, mimarlık gibi sistem ve süreç üreten disiplinlere, ilgili yöntemlerin ve araçların geliştirilmesi konusunda yol gösterici olabilmektedir.

Teorisyen Michael Weinstock (2008, 26) konuyu şöyle yorumlamaktadır:

“Mimarlık, süregelen iklimsel ve ekonomik değişimlerin etkisiyle ve yeni teknolojilerin/ üretim araçlarının yönlendirmesiyle birlikte sistemsel bir değişim geçiriyor. Akışkanlar dinamiği, ‘ağ’lar (networks), ve yeni yüzey tipolojileri giderek daha fazla ilgi çekiyor. Bu gelişmeler, mimarisöylemde “doğa” kavramının yeniden kurgulanmasından kaynaklanan kültürel etkileşimlerin parçalarıdır. Bu yeni kurguda doğa mimarlık için ‘metafor’ modele dönüşür; yani doğa biçimsel bir esin kaynağı olmaktan çıkar, dinamik/hareketli/devinimsel süreçlerin analizi ve dijital simülasyonu için öğretici kaynak haline gelir.”

Çevreden edindiğimiz bilgileri yorumlama ve bunu yapay sistemlere uygulama konusundaki sistemsel değişimin temeli, hesaplamalı düşünce ile teorik kurgunun yenilenmesine dayanmaktadır. Bilgisayar temelli araçların ve hesaplamalı düşüncenin sunduğu “zihniyet” (mindset),

mimarlıkta da bilgiyi analiz etme, yorumlama ve uygulama yöntemlerimizi yenileyerek bir “zihin kayması”yla (*mind shift*) sonuçlanmalıdır (Sorguç, 2009; Sorguç ve Arslan, 2009).

ÇAPRAZ KODLAMA (TRANSCODING) YÖNTEMİ OLARAK HESAPLAMALI TEORİ

Teoriyi iki veya daha fazla öğeyi anlamak için uzlaşma aracı olarak değerlendiren Frederick Jameson (1981) “çapraz kodlama” (*transcoding*) kavramını öne sürmüştür. Jameson (1981, 40) çapraz kodlamayı “iki farklı tür maddenin veya metnin, yada farklı düzeylerdeki yapısal gerçekliğin, analizi ve ifade edilmesi için gerekli terminolojinin oluşmasını sağlayan bir dizi terimin yaratılması, belli bir kod ve dilin belirlenmesi” olarak nitelendirir. Bu betimlemeden yola çıkarak, hesaplamalı teorinin bir çeşit çapraz kodlama yöntemi olarak kabul edilmesi ve doğal/ yapay gerçekliğin yorumlanması ve ifade edilmesi için arayüz olarak tanımlanması mümkün olabilir. Hesaplamalı teori ve düşünce sistemi, farklı bağlamlardaki organizasyonları ve ilişkisel süreçleri incelemek için ortak bir tartışma ortamı sağlayarak belirli kuralları takip eden her sistematik süreci hesaplamalı kurgular ile değerlendirmeyi olanaklı kılmaktadır (Wolfram, 2002, 716).

Bilgisayar temelli araçlar ve hesaplamalı düşünce sayesinde, oluşum ve süreçlerin sayısal modeller aracılığı ile ortak bir düşünce sistemi altında ve ortak bir yapıyla betimlenmesi, disiplinler arası fikir paylaşımına ortam sağlamaktadır. Hesaplamalı teorinin, çapraz kodlama için arayüz olması aynı zamanda mimarlık ve diğer disiplinler arasındaki bilgi alışverişini de güçlendirmektedir.

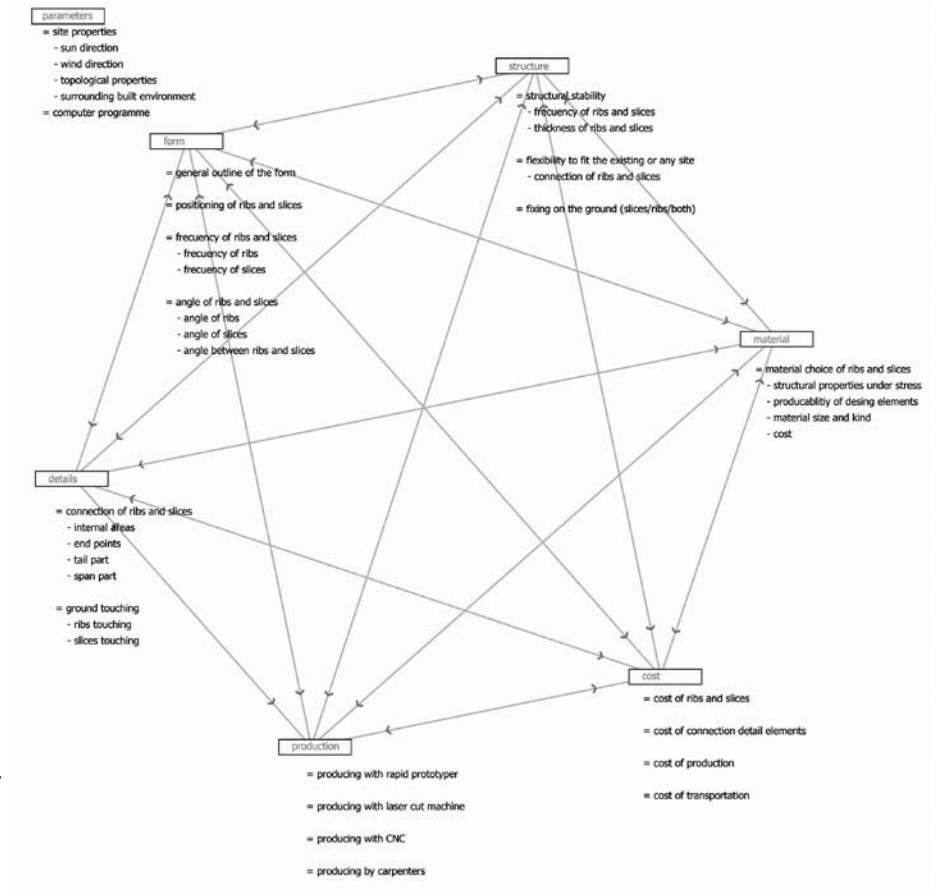
DİSİPLİNLERARASI ÇALIŞMA

Kostas Terzidis (2006, xiii) algoritmayı tanımlarken “Algoritma yalnızca bir tür bilgisayar uygulaması, program kodlama yöntemi, ya da dil değildir. Aksine algoritma; felsefi, sosyal, sanatsal ve tasarıma dair yankılarıyla derin ve kapsamlı bir teorik çerçevedir,” demiştir. Algoritmik düşüncenin ve hesaplamalı teorinin mimarlık alanındaki yansımalarını değerlendiren Terzidis (2006, xii), programlamayı mimarlığın eklentisi olarak görmektense mimarlığın programlamayla bir arada harmanlanması ve özümsemesi gerektiğini savunur. Bu noktada, mimarlıkta bilgisayarlılaşma (*computerization*) ve bilgisayarla düşünme (*computation*) arasında meydana gelen karışıklık açığa kavuşturulmalıdır. Bilgisayarlılaşmayı mimari ürünün çizimlerini elde etmek için kullanılan bir temsil aracı olarak, bilgisayarla düşünmeyi ise mimari sürecin tasarlanmasında ve üretilmesinde etkin düşünme biçimi olarak değerlendirebiliriz (Rocker, 2006). Bir diğer deyişle; bilgisayarlılaşma kavramında bilgisayar ‘kara kutu’ (*black box*) olarak davranır; üretim süreci ve yapısı esas değildir. Öte yandan bilgisayarla düşünmeye başladığımızda ‘ne’yi düşündüğümüzden çok ‘nasıl’ düşündüğümüz önem kazanmaktadır.

Mimarlık alanında, hesaplamalı düşüncenin sunduğu teorik altyapı ve bilgisayarın sunduğu araçların yeni öğrenme biçimlerini tanıtmaları ve bu bağlamda tasarım sürecini yönlendirmesi, ODTÜ Mimarlık Fakültesi’ndeki Dijital Stüdyo dersi kapsamında yapılan projelerde gözlemlenebilir (**Resim 4**). Buna ek olarak bu gözlemin yine hesaplamalı düşünceyle yapılması de bu bağlamda değerlendirilebilir. Burada tasarımın form, strüktür,



Resim 4. ODTÜ Mimarlık Fakültesi çevresine konumlandırılmak üzere, Arzu Gönenç Sorguç’un yürütücülüğünde ‘Digital Design Studio’da öğrenciler tarafından tasarlanmış olan ‘Space Modulator’ isimli proje Rhinoceros uzantısı Grasshopper parametrik modelleme programıyla tasarlanmıştır. Projede optimize edilmiş ve Fiber Beton malzemesi ile uygulanmıştır. Lazer Kesici ile üretilmiş çeşitli ölçek modellerle tasarımın strüktürel yapısı, malzeme kullanımı, uygulama tekniği test edilmiş, bu doğrultuda parametrik modelde değişiklikler yapılarak optimize edilmiştir.

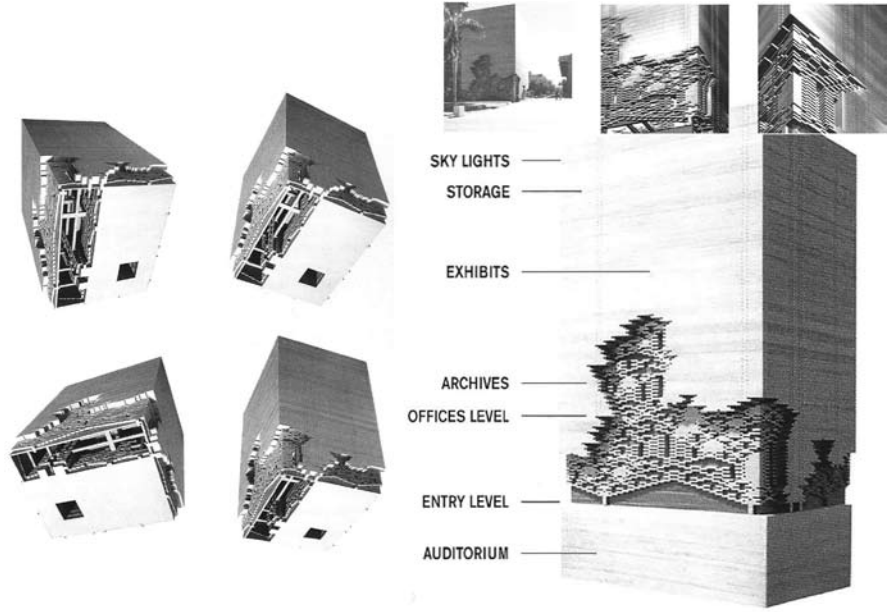


Resim 5. Projenin tasarım sürecinde; arazi özellikleri, form, strüktür, detay, üretim, malzeme, fiyat gibi farklı konu başlıklarının değerlendirilmesi ileri-geri fikir beslemeleriyle yapılmıştır. Böylece bütüncül tasarım doğrusal bir sürecin aksine, bütün girdilerin son ürün üzerinde söz sahibi olduğu bir kurguyla belirlenmiştir.

detay, malzeme, üretim ve maliyet gibi farklı boyutları doğrusal olarak birbirini takip eden alt başlıklar olmaktan çıkar, süreç içerisinde birbirine kenetlenmiş çok boyutlu ve etkileşimli ilişkileriyle yer alırlar. Bunun ana nedeni; tasarımın içerdiği farklı karakterdeki temaların ortak bir algoritmik yapı ile tanımlanarak ilişkilendirilmesi, ve böylece farklı bilgi kümeleri arasında işbirliğinin mümkün kılmasıdır. Hesaplamalı düşüncenin öncülük ettiği işbirliği ve bilgi alışverişi, daha geniş çerçevede tasarımcı-bilgisayar arasında veya ayrı konulara odaklanmış tasarımcılar arasında gerçekleşir (**Resim 5**).

Mimarlığın yanısıra bilim ve mühendisliğin birçok alanında da, çevremizdeki varlıkları ve nesnelere sembollerle ve algoritmik süreçlerle temsil etmenin gücü keşfedilmektedir. Bu şekilde, başta belirlenen basit kurallar ve değişkenler ile, karmaşık görünen bir sistemin oluşumu ve gelişimi açıklanabilmekte ve yeni bilgi ya da çözümler üretilebilmektedir. Bu özelliğiyle hesaplamalı düşüncenin, sadece tek bir bilimsel incelemenin yardımcısı değil, birçok araştırma alanını kapsayan ve yönlendiren ana paradigma olmaya başladığı da söylenebilir. Dolayısıyla bilgisayar da, salt bir araç olmaktan çıkmakta ve barındırdığı algoritmik ilkeler sayesinde temel bilimlerde gerçekleşmekte olan gelişimleri de birbirine bağlamakta; felsefede akımlara, matematikte yeni arayışlara ve biyolojide araştırmalara yön vermektedir. Böylece 'disiplinlerarası'ndan da öte 'disiplinler-üstü' bir ortam da oluşmaktadır. Çok yönlü bilgi aktarımı ve ileri/geri beslemelerle, farklı araştırma alanlarının gelişmesi desteklenmekte ve güçlenmektedir (Burry, 2010).

Resim 6. Mike Silver Architects'in San Jose State University Sanat ve Bilim Müzesi için tasarladıkları yarışma projesinde, hücrel otomasyon kurgusu ile tuğla cephenin üretilmesi çalışılmıştır. Tuğla birimlerin biraraya gelme, taşınma ve mekansal fonksiyona göre geçişken olma karakterine göre bir sonraki seviyedeki tuğla örüntüsü belirlenmektedir. Böylece ilk aşamadaki örüntü kuralların uygulanmasıyla sonraki nesilleri üretmektedir.



Disiplinler arası bir çalışma alanı olan mimarlık da, birçok bilgi çeşidini bir araya getirmektedir. Soyut altyapının oluşturulmasında matematikle, tasarımı gerçeğe uygularken mühendislikle, insan yapımı dünyaya dair değerlendirmelerinde sosyal bilimlerle kurulan birliğin mimari tasarım sürecinin çok boyutlu ve disiplinlerarası niteliğinin bir göstergesidir (**Resim 5**). Sonuç olarak, bütüncül bilgi akışının kurgusunu tasarlamak mimarın temel görevlerinden birisidir. Bu görev, ilgili ara yüzü tanımlayarak, çeşitli bilgi verilerinin ve mantıksal kurgunun mimari ürünlerin geliştirilme sürecine aktarılmasını da kapsamaktadır. Kısaca bilgisayar ve bilgisayarla düşünme, mimarlık bilgisinin kurgulanması için hem gerekli teoriyi hem de uygulanması için gerekli araçları sağlamaktadır.

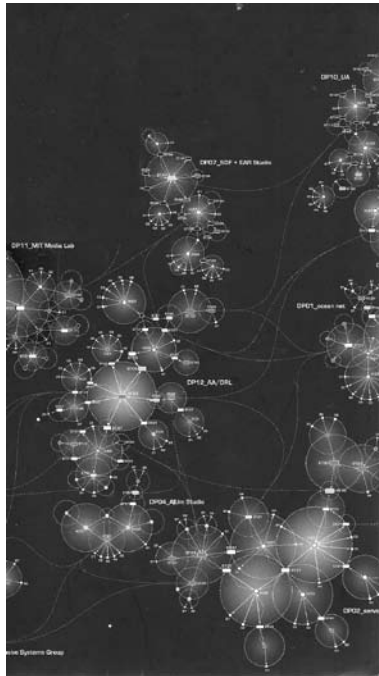
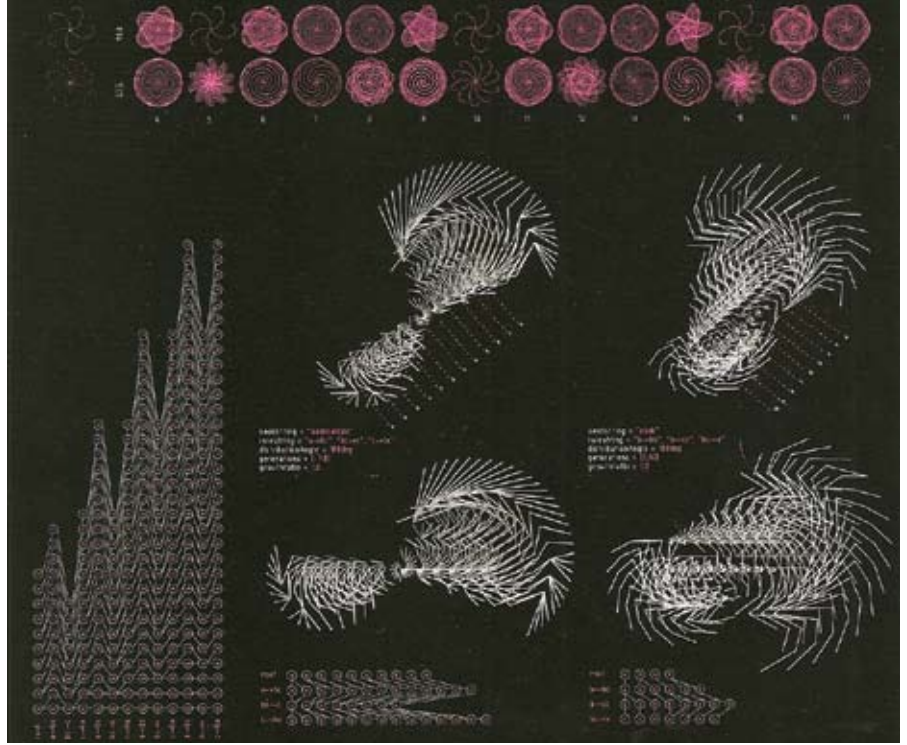
Hesaplamalı teori çapraz kodlama (*transcoding*) olarak yorumlandığında, doğal veya yapay, biyolojik ya da mimari oluşum ve süreçleri anlamak için bilgi akışını kurgulayan düşünce sistemi olarak önemli bir rol oynar. Dolayısıyla hesaplamalı teori disiplinler arası bilgi alışverişini destekleyen ve beraber çalışmasına olanak sağlayan arayüz olarak da çalışmaktadır. Hesaplamalı düşünce doğal sistemlerin yapısını, ilişkisel bilgi akışını ve büyüme süreçlerini incelemek, anlamak, öğrenmek ve bu bilgiyi mimari biçim üretimine aktarmak konularında mimarlığa yol göstermektedir (**Resim 6**).

DOĞAYI MODEL ALAN HESAPLAMALI MİMARİ YAKLAŞIMLAR

Geleneksel numerik matematiğin ve statik sistemlerin doğanın karmaşık kurgusunu açıklamakta yetersiz kalmasıyla birlikte (DeLanda, 2005), birçok disiplin doğal ve yapay oluşumları hesaplamalı teori ve algoritmik düşünce ile tanımlamaya yönelmiştir. Bu arayışta hesaplamalı teori, sunduğu düşünme biçimiyle teorik çerçeveye, ve sunduğu yöntemlerle üretici araca dönüşmektedir. Böylece hesaplamalı düşünmenin getirdiği "zihin kayması" (*mind shift*) doğayı ve sistemlerini yeni modeller ile anlamamızı sağlayabilmektedir.

Hüresel otomasyon (*cellular automata*) ve L-sistemler (*L-systems*) doğanın karmaşık kurgusunu algoritmik işlemlerle modelleme ve bu

Resim 7. L-sistemlerinin bir türü olarak filotaksis (*phyllotaxis*), bitkilerin dallanarak büyümesini çalışmaktadır. Yukarıda Biothing ve SOM Architects'in birlikte yürüttükleri çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmada, algoritmik sistemin parametrelerinin değişimiyle meydana gelen biçimsel olasılıklar 2 ve 3 boyutta çalışılmıştır.



Resim 8. Aaron White tarafından hazırlanan mimarlıkta işbirliğini ve disiplinler arası çalışmayı temsil eden bu diyagramda; şekiller farklı disiplin kollarını, yazılı açıklamalar mekan ve kuruluşu, dairesel alanlar mesleki etki alanlarını, çizgiler ve oklar bilgi akışını ve yönünü temsil etmektedir.

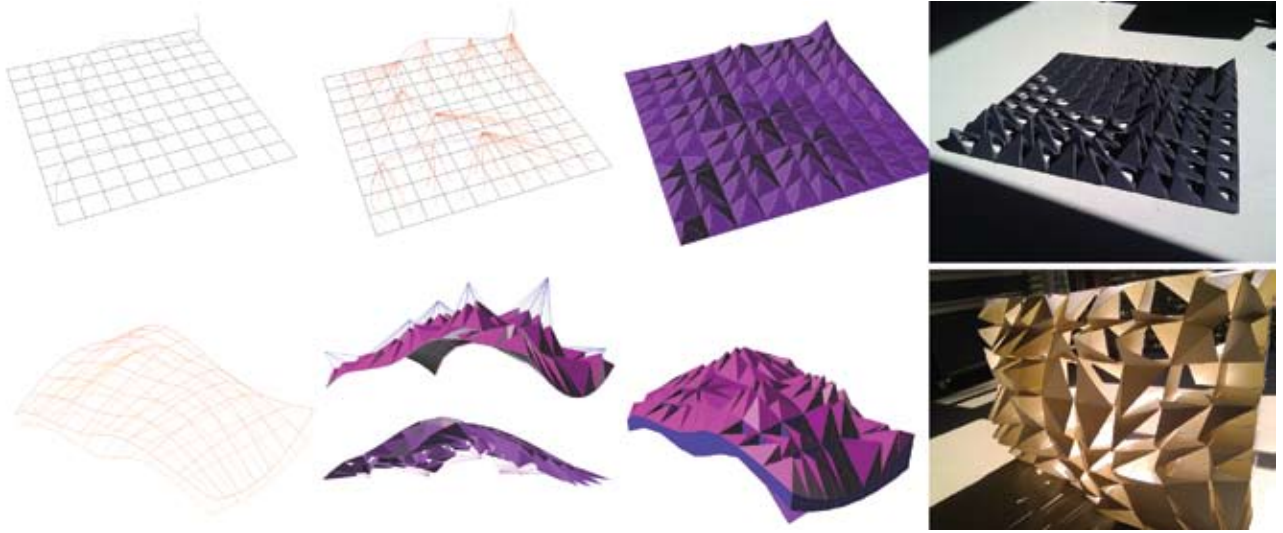
modeli yapay sistemlere uygulama arayışındaki ilk girişimler olarak ele alınabilir. Hücresel otomasyonda sistem, başlangıç öğelerinden ve temel kurallardan meydana gelmektedir. Birimlerin öz-tertibiyile (*self-organization*) ve kuralların öz-tekrarıyla (*self-repetition*) sistem belirli nesiller boyunca işletilir. Böylece bölgesel etkileşimler ve kurallar bütüncül sonucu tanımlar/meydana getirir. Ayrıca rakamsal matematiğin açıklamakta güçlük çektiği karmaşık sistemler bile hücresel otomasyon ile basit başlangıç öğelerden ve kurallardan türetilmektedir. L-sistemler ise, hücresel otomasyonun bir çeşidi olarak, bitkilerin dallanmasını ve gelişim sürecini modellemek amacıyla geliştirilmiştir (Rocker, 2006)(**Resim 7**).

Biçim-dönüşümü (*morphogenesis*) kavramında ise doğal sistemleri betimleyecek çeşitli algoritmik modelleme yöntemleri ortaya çıkmıştır. Aynı zamanda, bu yaklaşım mimarlık disiplinine dijital araçların kullanımıyla biçim üretimi gibi yeni tasarım anlayışlarını tanıtmaktadır. Bu çerçevede, mimarlığa kazandırılan sayısal üretim yöntemleri olarak kilit-şekil (*key-shape*) animasyonları, genetik algoritmalar, topolojik mimarlık ve 'blob'lar sayılabilir. Bu konuda Branko Kolarevic (2003, 13) dijital üretken sistemleri;

"Dijital ve üretken sistemler sayesinde mimarlığın kavramsal, biçimsel ve yapısal arayışları da gelişen/değişen ve uyarlanabilir bir mimarlık üretme amacıyla gerçekleşir oldu. Buna bağlı olarak dijital üretim teknikleri 'biçim yapılışı'ndan çok 'biçim arayışı'na önem veren mimari süreçleri doğurdu. Böylece biçim kavramı da anlayış değiştirdi; tekil ve sabit olmasının yerini çoklu ve değişken olma özellikleri aldı."

Şeklinde tanımlamıştır.

Hesaplama teorinin ara yüz olmasıyla birlikte mimarlığın biyoloji, genetik, bilişim teknolojileri, matematik ve daha birçok disiplinle bilgi alışverişi güçlenmiştir. Bu yaklaşım, önce bilgi akışı kurgusunun hesaplamalı düşüncenin evrensel yapısıyla çözümlenmesini sağlamış,



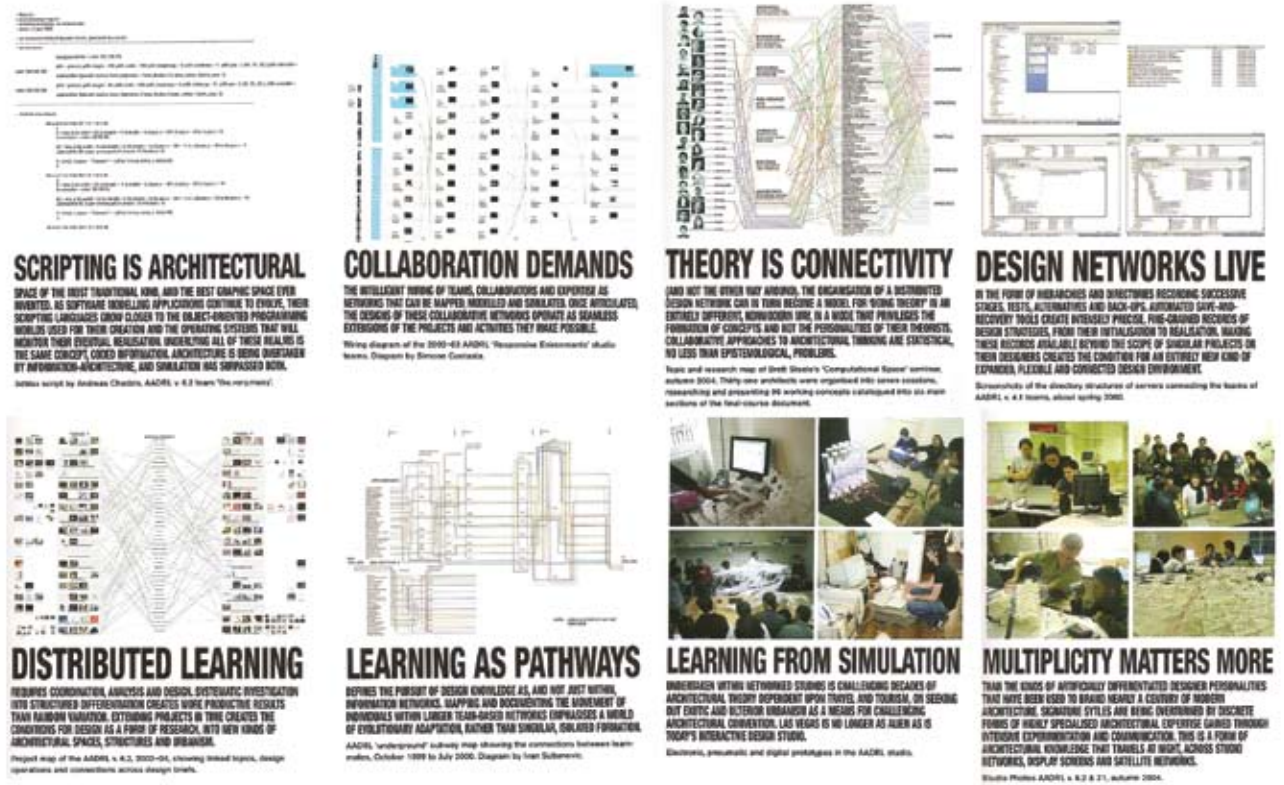
Resim 9. Yukarıdaki projede, ayçiçeği bitkilerinin güneşe dönerek çevresel özelliklere uyum sağlama özelliği iki boyutlu bir yüzeyde ve 3 boyutlu bir yüzeyde yorumlanmıştır. Rhinoceros uzantısı Monkey kodlama programında sistematize edilen bu hesaplamalı kurguda, değişkenler yüzeydeki birimlerin uzamak istedikleri çekim noktaları olarak tanımlanmıştır. Böylece, farklı geometrik yüzeylerin ve farklı konumdaki çeşitli çekim noktalarının bu kurguda türetilmesiyle, cephe uygulamalarında çeşitli ışık geçirgenliği sağlanabilir.

sonra da çözümlenen bilginin söz konusu alanda uygun, gerekli ve doğru bir biçimde yeniden kurgulanmasına yol gösterici olmuştur. Dolayısıyla hesaplamalı teori, evrensel yapısı sayesinde bilgi akışının herhangi bir çalışma alanıyla sınırlı kalmadan disiplinler arası gerçekleşmesini desteklemektedir (**Resim 8**).

Doğal ve yapay oluşum süreçleri; oluşturulan sayısal modellerle, ileri/geri besleme, etkileşimli öğrenme, farkındalık ve adaptasyon, öz-düzen gibi temalarla ve hesaplamalı ilkelerle açıklanabilmektedir. Buna bağlı olarak mimarlık; çevre koşullarına uyumlu, kendini düzenleyen ve sürdürülebilir yapılar için doğadan öğrenme sürecini tanımlayabilir hale gelebilmektedir (**Resim 9**). Ara yüz olarak hesaplamalı düşünce, mimarlığı çeşitli disiplinlerin iş birliğinde bulunduğu ve bütüncül bilgi akışı yapısında yer edindiği bir çalışma alanına dönüştürmektedir. Tasarımda değişkenlerin tanımlanması ve değişkenlerin tekrar değerlendirilmesi ya da ilişkilerinin yeniden belirlenmesi, bütüncül tasarımın gelişimine/ değişimine neden olabilmektedir. Böylece parametre temelli tasarım süreçlerinin tanımlanması, performansa dayalı mimari tasarım anlayışının gelişimi ve sürecinde kontrol edilebilir olması anlamına gelmektedir.

SONUÇ

Hesaplamalı düşüncenin evrensel dili sayesinde, disiplinleri birbirinden ayıran keskin sınırlar yok olmaya başlamıştır (The Emergence and Design Group, 2004, 6). Çeşitli uzmanlık alanlarının işbirliği içinde çalışarak, yapay ve doğal çevreyi tekrar tanımlamak, modellemek ve yeni bilgiler elde edebilmek, hesaplamalı teknolojilerle çok daha kolay hale gelmiştir. Böylelikle yeni bir bilimsel düşünme biçimine dönüşen hesaplamalı teori, matematik, fizik ve biyoloji gibi temel bilimlerdeki gelişmelerle öğrenme ve düşünme biçimlerinde de çok daha önemli bir rol oynamaya başlamıştır. Buna bağlı olarak, bilim ve doğa felsefesi de tekrar sorgulanmaya başlamıştır (Whitehead, 1964). Çeşitli disiplinlerde karşılaşılan hesaplamalı teoriye bağlı değişim, günümüzde mimarlık alanına da önemli bir araştırma alanıdır (**Resim 10**). Ara yüz olarak hesaplamalı düşünce, bu açıdan mimarlığın disiplinler-üstü karakterini desteklemekte, her tür çalışma alanının mimarlıkla iletişimini ve işbirliğini kuvvetlendirmektedir.



Resim 10. Yukarıda, Brett Steele ve AA Tasarım Araştırmaları Laboratuvarı'nın hazırladığı, bilgisayar temelli araçların ve hesaplamalı teorinin mimarlık disiplinindeki değişim sloganlarından bir kesit görülmektedir.

Hesaplmalı teorinin meydana getirdiği 'zihin kayması'yla, doğayı anlama ve öğrenme biçimimiz ve bu doğrultuda doğadan edindiğimiz bilginin niteliği de değişmektedir. Bu bilgiyi yapılı çevrenin tasarım sürecine aktarmak mimarlıkta yeni uzanumların önünü açmaktadır. Doğa böylece sadece organik formlar veya yumuşak hatlar tasarlamak için görsel esin kaynağı olarak görülmemekte, aksine biçimsel sınırlamaları olmayan sistem ve süreç gibi kavramları incelemek ve öğrenmek için gerçek örnekler sunmaktadır.

KAYNAKLAR

- BENYUS, J. M. (1997) *Biomimicry: Innovation Inspired by Nature*, William Morrow and Company Inc., New York.
- BURRY, M. (2010) Transdisciplinary, <http://rmit.edu.au/browse/Our%20Organisation/Research/Research%20Institutes/Design%20Research%20Institute/> (03.01.2010)
- DELANDA, M. (2005) *Intensive Science and Virtual Philosophy*, Continuum, New York.
- DISESSA, A. (2001) *Changing Minds: Computers, Learning, and Literacy*, MIT Press, Cambridge.
- The EMERGENCE AND DESIGN GROUP (2004) *Emergence in Architecture, 'Emergence: Morphogenetic Design Strategies', Architectural Design* (74:3).

- GAUSA, M. (2003) Dynamic time - <in>formal order: <un>disciplined trajectories, *The Metapolis Dictionary of Advanced Architecture*, Actar, Barcelona.
- HAYS, K. M. (1998) Introduction, *Architecture Theory Since 1968*, ed. K. M. Hays, The MIT Press, Cambridge MA.
- HOLLAND, J. H. (1999) *Emergence: From Chaos to Order*, Basic Books.
- JAMESON, F. (1981) *The Political Unconscious*, Cornell University Press, Ithaca.
- JENCKS, C. (1971) *Architecture 2000: Predictions and Methods*, International Thomson Publishing, London.
- KOLAREVIC, B. (2003) Digital Morphogenesis, *Architecture in the Digital Age: Design and Manufacturing*, ed. B. Kolarevic, Spon Press, New York.
- KUHN, T. (1970) *The Structure of Scientific Revolutions*, University of Chicago Press, Chicago.
- ROCKER, I. M. (2006) 'When Code Matters', *Programming Cultures: Art and Architecture in the Age of Software*, *Architectural Design* (76:4).
- SORGUÇ, A. G. (2009) Bilgisayarak Öğrenmek, Bilgisayarla Öğrenmek, 16. Sosyal Psikiyatri Kongresi, Seminer Bildirileri (4-8 Temmuz 2009), Safranbolu.
- SORGUÇ, A. G., ARSLAN, S. (2009) Art and Literature as a Teaching / Learning Interface of Mathematics for Students of Architecture, *ECAADE 2009*, Seminer Bildirileri (Eylül 2009), İstanbul.
- TERZIDIS, K. (2006) *Algorithmic Architecture*, Architectural Press, Boston.
- WEINSTOCK, M. (2008) 'Metabolism and Morphology', *Versatility and Vicissitude*, *Architectural Design* (78:2).
- WHITEHEAD, A. N. (1964) *The Concept of Nature*, Cambridge University Press, Cambridge.
- WOLFRAM, S. (2002) *A New Kind of Science*, Wolfram Media, Illinois.

Received: 10.04.2011, Final Text: 07.07.2011

Keywords: computational architecture; architecture and nature; modeling nature for architecture; architecture emerging from natural systems.

ASSOCIATING PRINCIPLES OF ARCHITECTURAL AND NATURAL FORM GENERATION THROUGH COMPUTATIONAL MODELS

The contemporary approach towards architecture is an outcome of cross-fertilization of ideas between computation and biology. Computation, as an interface, instructs analyzing, understanding and reinterpreting the informal structure of natural organizations (such as system, information flow, and process through time) for artificial form generation. Consequently, with the computational theory we are going through a 'rethinking about our environment and restructuring its systems' epoch where processes, relations, and dependencies are major concern for reconsidering and comprehending our environment. This paper will consider computation as transcoding and nature as a model that present possibilities for extracting knowledge from existing facts and

its reinterpretation and application in built environment. Accordingly, through this search for a revised / remodeled architecture, which is defined by and applied through computational mediums, natural form generation turns into a major lead to configure the information flow, and to understand complexity of dynamic systems.

ELİF ERDOĞAN; B.Arch, M.Arch.

Holds a B.Arch. from METU (2007), and an M.Arch. in Biodigital Architecture from Universitat Internacional de Catalunya (2009). Her research studies are concentrated on computational structuring of design processes by re-interpreting natural form generation. interests include computational and algorithmic design processes, biomimetic architecture, adaptive and interactive structures, and digital fabrication techniques. Currently employed at İstanbul Bilgi University as research assistant, while continuing her graduate studies at METU. elif.erdogan@gmail.com

ARZU GÖNENÇ SORGUÇ; B.ME, M.Sc. ME, Ph.D.

Graduated from Department of Mechanical Engineering, METU, Ankara, Turkey and received her Ph.D. from the same department. Currently employed as Associate Professor at Department of Architecture, METU, Ankara. Her research and teaching interests centre on acoustics, software technologies, environmental control and performance based design, structural systems and their design, mathematics in architecture, computational design and its technologies and computer-aided engineering (CAE) techniques and computer-aided manufacturing. arzug@arch.metu.edu.tr