

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

MİMARİDE EVRİMSEL TASARIM SİSTEMLERİ

Mimar Eda ERKAN ALTUNBAŞ

**FBE Mimarlık Ana Bilim Dalı Bilgisayar Ortamında Mimarlık Programında
Hazırlanan**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Murat Soygeniş (YTÜ)

İSTANBUL, 2009

İÇİNDEKİLER

Sayfa

KISALTMA LİSTESİ	iii
ŞEKİL LİSTESİ	iv
ÇİZELGE LİSTESİ	vii
ÖNSÖZ	viii
ÖZET	ix
ABSTRACT	x
1. GİRİŞ	1
1.1 Araştırmanın Amacı	2
1.2 Araştırmanın Kapsamı	3
1.3 Araştırmanın Yöntemi	3
2. HESAPLAMALI TASARIM KAVRAMLARINA GENEL BAKIŞ	5
2.1 Topolojik Mimarlık	6
2.2 İzomorfik Mimarlık	8
2.3 Animasyona (Canlandırmaya) Dayalı Mimarlık	10
2.4 Metamorfik Mimarlık	11
2.5 Parametrik Mimarlık	12
2.6 Performansa Dayalı Mimarlık	14
2.7 Evrimsel Mimarlık	15
3. EVRİMSEL MİMARLIK	17
3.1 Evrimsel Teknikler	22
3.1.1 Adapte Edilebilir Modeller	22
3.1.2 Genetik Algoritmalar	22
3.1.3 Biyomorf	26
3.1.4 Sınıflandırma Sistemleri	27
3.2 Evrimsel Mimarlık, Evrim Teorisi İlişkisi	28
3.2.1 Evrim Teorisi	28
3.3 Tarihsel Süreçte Mimarlık-Biyoloji İlişkisi	30
4. EVRİMSEL TASARIM SİSTEMLERİ	41
4.1 Evrimsel Tasarım Görüşleri	42
4.1.1 Evrimsel Tasarım Optimizasyonu	43
4.1.2 Yaratıcı Evrimsel Tasarım	44
4.1.3 Evrimsel Sanat	44
4.1.4 Evrimsel Yapay Yaşam Biçimleri	46

4.1.4.1	Hücresel Özdevinir	47
4.2	Evrimsel Tasarım Sistemleri-Evrimsel Mimarlık İlişkisi.....	50
5.	EVİRİMSEL MİMARLIK ÖRNEKLERİ.....	52
5.1	Interactivator.....	53
5.2	EifForm.....	57
5.3	Moleküler Kurgulu Ev	61
5.4	Embriyolojik Evler	64
5.5	Biyonik Pavyon	68
5.6	Watercube Ulusal Yüzme Merkezi.....	71
6.	DEĞERLENDİRMELER, SONUÇLAR,	76
KAYNAKLAR.....		79
İNTERNET KAYNAKLARI.....		82
EKLER		84
EK1.Tezde Kullanılan Bazı Terimlerin Karşılıkları.....		85
ÖZGEÇMİŞ.....		87

KISALTMA LİSTESİ

CAD	Compuer Aided Design, Bilgisayar destekli tasarım.
CNC	Compuer Numerical Control, Bilgisayar sayısal kontrol.
ETH	Eidgenössische Technische Hochschule, Federal Teknoloji Enstitüsü.
ETFE	Etilen Tetrafluroetilen.
ESARQ	Escola Tecnica Superior d'Architectura.
NURBS	Non-Uniform Rational B-Spline, düzenli ve rasyonel olmayan eğriler, yüzeyler.

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1 Frank Gehry'nin Guggenheim Müzesi [2].	8
Şekil 2.2 İzomorfik yüzeylerin oluşumu (Kolarevic, 2000).	8
Şekil 2.3 İzomorfik biçim [3].	9
Şekil 2.4 BMW Pavyonu Bernhard Franken [3].	9
Şekil 2.5 Greg Lynn'in Long Island için harekete dayalı tekniklerle geliştirdiği prototip proje (Kolarevic, 2009).	11
Şekil 2.6 Üstra Ofis Binası; Hanover Frank Gehry (1999) [4].	12
Şekil 2.7 British Museum [5].	13
Şekil 2.8 British Museum Büyük Avlu, 2005.	13
Şekil 2.9 City Hall, Londra, 2005.	14
Şekil 2.10 Future System tarafından tasarlanmış Zed London yapısı [6].	15
Şekil 2.11 John Frazer'in "Evrimsel Mimarlık" kitabı kapak resmi (Frazer,1995).	16
Şekil 2.12 Evrimsel biçimin geliştirmesi (Frazer,1995).	16
Şekil 3.1 Yapay yaşam oluşumu üzerine Frazer ve Graham'ın araştırması (Frazer,1995).	19
Şekil 3.2 Eugene Tsui'nin Evrimsel Mimarlık kitabı [7].	20
Şekil 3.3 Tsui Evi (Senosiain, 2003).	21
Şekil 3.4 Biyomorf başlangıç dizisi [9].	26
Şekil 3.5 Müdahale edilmiş Biyomorf dizisi [9].	27
Şekil 3.6 Kuş yuvası gibi inşa edilmiş kulubeler (Portoghesi, 2000).	31
Şekil 3.7 Kaktüs bitkisi ile Semerkand'da bir kubbe arasındaki analogik ilişki (Portoghesi, 2000).	31
Şekil 3.8 Notre-Dame katedralinden vitray gül pencere, 1163, Fransa (Senosiain, 2003).	32
Şekil 3.9 Bizon iskeleti fosil çizimi-çift destek taşıyıcılı köprünün tasarımı(Thompson,2000)	33
Şekil 3.10 Sagrada Familia Kilisesi iç mekân [10].	33
Şekil 3.11 Casa Mila; Gaudi, Mila evlerinde kuzey Barselona'daki kaya biçimlerinden etkilenmiştir (Johansen, 2002).	34
Şekil 3.12 İnsan iskeletinin Vesalio tarafından yapılmış bir çizimi ile Casa Batllo projesi ilişkisi (Portoghesi, 2000).	35
Şekil 3.13 Frank Lloyd Wright'ın Johnson Wax idare binası, Wisconsin, A.B.D. 1936-1939 [11].	35
Şekil 3.14 Charles Jencks'in 1971 yılında basılan"Architecture 2000" adlı kitabında hazırlamış olduğu evrimsel ağaç adını verdiği öngörülerinin, 2000 yılında Architectural Review dergisinde basılmış şekli (AR, 2000).	36
Şekil 3.15 DNA sarmal yapısı- Kisho Kurokawa'nın Helix kent projesi [12], (Lökçe, 2001).	37

Şekil 3.16 Nagakin Kapsül Kule, Tokyo, Japonya Kisho Kurokawa, 1972. (Melvin, 2007) ..	38
Şekil 3.17 David Greene Living Pod (Yaşayan Kapsül) 1966 [13].	38
Şekil 3.18 Malmö'de çok katlı konut yapısı, Calatrava, 1999-2005 Calatrava'nın eskizleri (Arredamento Mimarlık, 2004).....	39
Şekil 3.19 Milwaukee Sanat Müzesi, Wisconsin, A.B.D., 1994-2001 [14] [15] (Molinari, 1999).	39
Şekil 4.1 Evrimsel biyoloji-bilgisayar bilimleri ilişkisi [16].....	41
Şekil 4.2 Evrimsel tasarım alanındaki dört belirgin görüş ve ara kesitinde yer alan görüşler [16].....	42
Şekil 4.3 Evrimsel tasarım optimizasyonu (Bentley, 1999)..	43
Şekil 4.4 Karl Sims'in bir genetik sanat eseri [18].....	45
Şekil 4.5 Karl Sims, Panspermia, 1990 (Wands, 2006)...	46
Şekil 4.6 Basit bir hücresel özdevinir örneği (Wolfram, 2006).....	47
Şekil 4.7 Karmaşık içiçe örüntüler (Wolfram, 2006)..	48
Şekil 4.8 Büyük bir örüntü (Wolfram, 2006).	48
Şekil 4.9 Hücresel özdevinir oyunları [19].....	49
Şekil 5.1 Interactivator projesi-veri uzayı [20].....	54
Şekil 5.2 Interactivator projesi-ortam [20].	54
Şekil 5.3 Interactivator projesi-tohumlar-büyüme [20].....	55
Şekil 5.4 Interactivator projesi-evrim-model [20].....	56
Şekil 5.5 Modelin gelişimi (Frazer, 1995).....	56
Şekil 5.6 EifForm ile tasarlanmış 3 boyutlu model ve modelin 3 boyutlu çıktısı (Sass vd.,2005).	57
Şekil 5.7 Academie van Bouwkunst yapılan ilk prototip [21].	58
Şekil 5.8 Schindler Evi vaziyet planı (Shea vd., 2006).	59
Şekil 5.9 Schindler Evi'nin avlusuna EifForm ile tasarlanmış saçak yerleştirildi (Shea vd., 2006).	59
Şekil 5.10 EifForm tasarım alternatifleri (Shea vd., 2006).	60
Şekil 5.11 Schindler Evi'nin avlusunda Hylomorphic projesi (Leuppi, Shea, 2008).	61
Şekil 5.12 Moleküler Kurgulu Ev plan eskizi (Johansen, 2002).....	62
Şekil 5.13 Moleküler Kurgulu Ev'in 9 günlük gelişimi (Johansen, 2002).....	63
Şekil 5.14 Moleküler Kurgulu Ev (Johansen, 2002).	64
Şekil 5.15 Altı ana evin kuşbakışı görünüşü (Lynn, 2000).	65
Şekil 5.16 Embriyolojik ev plan, kesit (Lynn, 2000).	65
Şekil 5.17 Altı ana evden biçim ve strüktür çalışmalarıyla elde edilen evler (Lynn, 2000). ...	66

Şekil 5.18 Embriyolojik evlerde kullanılan malzeme, tekstil ve renk diyagramı (Lynn, 2000)	67
Şekil 5.19 Embriyolojik ev katı modeli 7.Venedik Mimarlık Bienali’nde sergilenen 1/3 ölçeğinde [23].	68
Şekil 5.20 Biyonik Pavyon planı [25].	69
Şekil 5.21 Biyonik Pavyon görünüş [25].	70
Şekil 5.22 Sergi mekânından fotoğraflar [24].	70
Şekil 5.23 Watercube Ulusal Yüzme Merkezi projesinin yarışma için hazırlanmış, Ulusal Stadyum binasıyla birlikte modeli (Weinstock, 2006).	72
Şekil 5.24 Watercube Ulusal Yüzme Merkezi iç mekân [28].	72
Şekil 5.25 Sabun köpüğü konstrüksiyonu [30].	73
Şekil 5.26 Watercube Ulusal Yüzme Merkezi [29].	73

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 3.1 Genetik Algoritma akış diyagramı örneği (Emel, Taşkın, 2002).	25
Çizelge 4.1 Evrimsel Mimarlık	51
Çizelge 5.1 Proje verilerinin karşılaştırma tablosu.....	75

ÖNSÖZ

Mimarlık, biyoloji ve bilgisayar teknolojilerinin ara kesitinde yer alan Evrimsel Mimarlık örnekleri ile Evrimsel Mimarlık'ın oluşmasını sağlayan faktörleri beraber inceleyen bu çalışmada, bilgisayar teknolojilerinin mimari üzerindeki etkileri araştırılmıştır.

Tez çalışmamda bilgi ve tecrübeleriyle bana yardımcı olan, anlayışını hiç esirgemeyen tez danışmanım Doç Dr. Murat Soygeniş'e ve Bilgisayar Ortamında Tasarım Bilim Dalı üyelerine teşekkür ederim.

Her zaman bana güvenmekten ve destek olmaktan vazgeçmeyen başta annem Sevgi Erkan ve eşim Erkut Altunbaş olmak üzere tüm aileme teşekkür ederim.

ÖZET

Bilgisayar teknolojinin sürekli değişimi, gelişimi ile bilgisayarın mimarlık disiplininde önce çizim aracı, sonra da tasarım aracı olarak yer alması, mimarlık alanında köklü değişikliklere neden olmuştur. Hesaplamalı Tasarım yöntemlerinin mimarlıkta kullanılmasıyla farklı bir mimarlık anlayışı ortaya çıkmıştır.

Mimaride Evrimsel Tasarım Sistemleri araştırmasının amacı biyoloji biliminin ve bilgisayar teknolojilerinin gelişiminin mimari üzerindeki etkilerinin örneklerle beraber incelenmesidir.

Araştırmanın birinci bölümünde çalışmanın amacı, kapsamı, yöntemi açıklanmıştır. İkinci bölümde; Hesaplamalı Tasarım teknikleri incelenmiştir. Topolojik Mimarlık, İzomorfik Mimarlık, Metamorfik Mimarlık, Animasyona Dayalı Mimarlık, Parametrik Mimarlık, Performansa Dayalı Mimarlık, Evrimsel Mimarlık kavramları genel olarak açıklanmıştır. Üçüncü bölümde; Hesaplamalı Tasarım teknikleri içinde yer alan, mimarlık, biyoloji ve bilgisayar teknolojileri ara kesitinde bulunan Evrimsel Mimarlık teknikleri incelenmiştir. Evrimsel Mimarlık kavramlarının oluşumunun anlaşılabilmesi için, tarihten günümüze biyoloji-mimarlık ilişkisi ve evrim teorisi üzerine araştırmalar yapılmıştır. Dördüncü bölümde ise Evrimsel Tasarım bakış açısında Evrimsel Mimarlık'ın yeri sorgulanmıştır. Beşinci bölümde evrimsel tekniklerle tasarlanmış altı proje incelenmiştir. Son bölümde ise bu proje verileri üzerinden genel bir değerlendirme yapılmış; sonuçlar açıklanmıştır.

Anahtar kelimeler: Hesaplamalı Tasarım, evrim, doğa, biyoloji, Evrimsel Mimarlık

JÜRİ:

1. Doç. Dr. Murat Soygeniş (Danışman)
2. Doç. Dr. Çiğdem Polatoğlu
3. Doç. Dr. Salih Ofluoğlu

Kabul tarihi: 02.10.2009

Sayfa Sayısı:97

ABSTRACT

There have been continuous changes in information technology, and the computer first became a tool for drawing and later a tool for design; this has made a radical difference in architecture. The use of Computational Design methods in architecture has created a different kind of architecture.

The aim of the study of Evolutionary Design Systems in Architecture is to use examples to analyse the effects of developments in biological science and information technology on architecture.

The first chapter of the study outlines the aim of the study, its scope and its method. The second chapter examines Computational Design techniques. The concepts of Topological Architecture, Isomorphic Architecture, Animate Architecture, Metamorphic Architecture, Parametric Architecture, Performative Architecture, and Evolutionary Architecture are explained briefly. The third chapter examines Evolutionary Architecture techniques as types of Computational Design techniques that lie at the intersection of architecture, biology and information technology. In order for the development of the concept of Evolutionary Architecture to be understood, evolution theory and the relation between biology and architecture throughout history have been considered. The fourth chapter examines the role of Evolutionary Architecture as far as Evolutionary Design is concerned. The fifth chapter analyses six projects that have been designed using evolutionary techniques. The final chapter evaluates the data of this study more generally and offers a conclusion.

Keywords: Computational Design, evolution, nature, biology, Evolutionary Architecture

JURY:

1. Doç. Dr. Murat Soygeniş (Supervisor)
2. Doç. Dr. Çiğdem Polatoğlu
3. Doç. Dr. Salih Ofluoğlu

Date: 02.10.2009

Page:97

1. GİRİŞ

Mimari tasarım, bilgi toplama, analiz, sentez ve değerlendirme aşamalarından sonra yeni ihtiyaçları karşılamak için çözümler önerilen bir süreçtir. Tasarım aşamasında, mimarın kullandığı bir takım araçlar mevcuttur. Geleneksel mimari tasarım yönteminde karşılaşılan tasarım problemi için öncelikle bir araştırma yapılır. Eskizler ve çalışma maketleri hazırlanır. Bu aşamadan sonra çizim bilgisayara geçirilir. Devam eden süreçte el çizimi ve bilgisayar çizimi dönüşümlü olarak ilerler. Bilgisayar, bilgisayarla çizim yapılmadan önceki dönemlerde, çizimin, temize çekilmesi için kullanılan rapido kalemlerinin yerini almıştır. Sadece daha hızlı çizim yapılmasını sağlar durumdadır. Günümüzde çoğu mimarlık ofisinde bilgisayar, çizim kalitesini yükselten; 3 boyutlu görselleştirme sağlayan bir çizim aracı olarak kullanılmaktadır. Bir grup mimar ise, bilgisayar teknolojilerini projelerinde kullanmak ve bilgisayar teknolojileriyle geliştirmek için disiplinler arası gruplar oluşturup, projelerine göre Hesaplamalı Tasarım yöntemlerini geliştirmekte ve tasarım sürecini planlamaktadırlar.

Bilgisayar teknolojilerinin gelişmesinin birçok disiplinde olduğu gibi mimari üzerinde önemli etkileri görülmüştür. Mimarlar, bilgisayar teknolojilerindeki gelişmelerle, Öklidyen olmayan geometrilerle kendilerine çalışma alanı bulmuşlardır. Eğrisel, organik biçimler biliniyordu; fakat mimari ürünlere yansımaları, uygulanması, dik açılı ya da tam dairesel biçimlere göre çok zor olmaktaydı. Bilgisayar teknolojilerindeki gelişmelerle eğrisel, organik biçimler hesaplanabilir, çizilebilir ve uygulanabilir hale gelmiştir. Öklid geometrisinin rasyonelliğinden uzaklaşmıştır. Biçim, geleneksel mimarlıktan farklı anlamlar kazanmıştır. Bilgisayarın getirdiği olanaklar çok daha farklı biçimlerin tanımlanabilmesini sağlamış, mimarın ufkunu genişletmiştir. Önceden hayal edilemeyen tasarımlar uygulama alanı bulmuştur. Teknolojinin sürekli gelişimi ile mimari ürünlerde değişim gözlenmiştir.

Mimarlık alanında bilgisayarın rolü, sunuma yardımcı olmak şeklindeyken; süreç içerisinde sunuma yardımcı olma işlevinden, tasarımı tetikleyici, yazılan algoritmalarla da tasarlayıcı olarak değişmiştir. Bilgisayarın rolünün değişmesi, mimarın rolünün değişmesine de neden olmuştur. Hesaplamalı Tasarım yöntemlerini kullanan mimarlar, öncelikle tasarım süreçlerini tasarlayarak işe başlamaktadır. Projeye göre kullanacakları Hesaplamalı Tasarım yöntemine karar vermekte, diğer disiplinlerden insanlarla beraber çalışarak, gerekli sistemi oluşturarak, işe başlamaktadırlar. Günümüzde, mimarlar, bilgisayar programcıları, matematikçilerden oluşan tasarım ekipleri ile karşılaşılmaktadır. Bilgisayar teknolojileriyle tasarlanan projelerde

sayısal parametreler, algoritmik olarak tanımlanmış ilişkiler üzerinden tasarım geliştirilir.

Bilgisayar sayesinde mimari bilginin üretim biçimi değişmiştir. Bilgisayar, bilginin yapısında köklü değişimlere neden olmuştur. Sanal ortam kendi başına yeni bir mimari gerçeklik alanı oluşturmuştur.

Mimarlık-bilgisayar ara kesitinde oluşan Hesaplamalı Tasarımın gelişimi incelenerek, tasarımda ve üretimdeki değişimler daha kapsamlı olarak anlaşılabilir.

Tez kapsamında Hesaplamalı Tasarım süreçlerinde farklı yöntemlere genel olarak bakılmıştır. Daha sonra Hesaplamalı Tasarım teknolojileri içinde en açık uçlu olan, en beklenmedik sonuçların elde edildiği, deneysel çalışmalardan uygulanabilir çalışmalara geçilmek istenen Evrimsel Mimarlık üzerinde araştırma derinleştirilmiştir. Evrimsel Mimarlık, doğadaki evrim sürecine benzer şekilde kendi kendine büyüyen, gelişen, organize olup büyüeyebilen biçimlerin, genetik algoritmalar aracılığıyla üretilmesini sağlar.

Bu araştırmada Evrimsel Mimarlık'ın oluşumunu etkileyen konular ve Evrimsel Mimarlık'ın üst başlığı olan Evrimsel Tasarım incelenmiştir. Evrimsel Mimarlık'ın, tarihsel süreçte mimarlık-biyoloji ilişkisinin teknolojiyle buluştuğu noktada ortaya çıktığı vurgulanmıştır. Evrimsel Mimarlık ana başlığı altında yer alabilecek altı farklı örnek seçilmiş, bu örnekler kendi içlerinde değerlendirilmiştir.

1.1 Araştırmanın Amacı

Bilgisayar teknolojilerinin tasarım amaçlı kullanılmasıyla, Topolojik Mimarlık, İzomorfik Mimarlık, Animasyona Dayalı Mimarlık, Metamorfik Mimarlık, Parametrik Mimarlık, Performansa Dayalı Mimarlık ve Evrimsel Mimarlık gibi yeni mimarlık alanları ortaya çıkmıştır. Yeni yöntemlerden Evrimsel Mimarlık, mimarlık-biyoloji ilişkisi, mimarlık-evrim teorisi ilişkileri açılarından geçmişle bağlantılıdır. Evrimsel Mimarlık'ın tarihsel süreçte mimarlık-biyoloji ve evrim teorisi ilişkilerinin ortaya koyulması amaçlanmıştır. Günümüzde Evrimsel Mimarlık anlayışı; bilgisayar teknolojileri ile şekillenmiştir. Araştırma bütününde Evrimsel Mimarlık kavramsal olarak ve örnekler üzerinden incelenerek, Evrimsel Mimarlık'ın günümüzdeki ve gelecek mimarisindeki yerini, uygulanabilirliğini tartışmak amaçlanmıştır.

1.2 Araştırmanın Kapsamı

Araştırma kapsamında ağırlıklı olarak incelenen konu Evrimsel Mimarlık'tır. Evrimsel Mimarlık, Branko Kolarevic ve Peter Bentley'in çalışmaları ışığında Evrimsel Tasarım'ın ve Hesaplamalı Tasarım'ın alt başlıkları olarak alınmıştır. Branko Kolarevic'in, Hesaplamalı Tasarım için yapmış olduğu sınıflandırma incelenmiştir. Tasarım sistemleri kavramsal olarak açıklandıktan sonra, birer adet örnek verilmiştir. Hesaplamalı Tasarım tekniklerinden Evrimsel Mimarlık detaylı olarak incelenmiştir. Evrimsel Mimarlık'ın incelenmesi için tarihsel sürece bakabilmek amacıyla, evrim teorisi ve geçmişten günümüze mimarlıktaki doğadan, biyolojiden etkilenen mimarlar ve yapılarına kısaca değinilmiştir.

Bilgisayar bilimleri, evrimsel biyoloji ara kesitinde yer alan Evrimsel Tasarım görüşleri ise Bentley'in sınıflandırması referans alınarak incelenmiştir. Evrimsel Tasarım görüşlerine değinilmiş, kavramsal örnekler verilmiştir.

Evrimsel Mimarlık incelenirken, evrim-bilgisayar teknolojileri ve mimarlık ara kesitinde yer alan anlayışlar incelenmiştir.

Evrimsel Mimarlık ile ilgili örnekler seçilirken bilgisayar teknolojilerini kullanan, genetik algoritmalar üzerinden tasarımı geliştiren, doğa kanunlarını göz önünde bulunduran, kendi kendine oluşum, evrim, mutasyon, türetme yöntemlerini kullanan tasarımlar öncelikle ele alınmıştır. Seçilen altı örnek kendi bileşenleri doğrultusunda incelenmiş, amaç-işlev, gerçekleşme durumu, tasarlandığı ülke, Hesaplamalı Tasarım tekniği, bağlam, ekolojik yaklaşım ve üniversite bağlantıları ölçütlerine göre birbirleriyle kıyaslanmıştır.

Örnekler üzerinden Evrimsel Mimarlık'ın günümüz mimarlığındaki yeri, sürdürülebilirliği ortaya konmaya çalışılmıştır.

1.3 Araştırmanın Yöntemi

Araştırma sürecinde:

Literatür araştırmasının yapılması,

Araştırmanın hangi kavramlar üzerine kurulacağının ve ele alınıp biçiminin belirlenmesi,

Hesaplamalı Tasarım süreçlerinin genel analizleri ile günümüz mimarlık disiplinine yansıyan örneklerinin incelenmesi,

Üniversitelerde yapılan kuramsal çalışmaların araştırılması,

Mimarlık tarihi okumaları yapılarak, mimarlık-doğa ilişkileri ekseninde, tarihten günümüze mimarlık-biyoloji ilişkilerinin tespit edilmesi,

Evrin teorisinin incelenmesi ile Evrimsel Mimarlık'la kurulabilecek bağlantıların saptanması,

Genetik algoritmalarla çalışan, kendi kendine oluşum, evrim, mutasyon, türetme yöntemlerini kullanan tasarımların seçilmesi,

Seçilen projelerin çeşitli yayınlardan, web sayfalarından bulunan kaynaklardan incelenmesi, ulaşılamayan kaynaklar için ofislerle internet aracılığıyla bağlantı kurulması,

Projelerden elde edilen bilgilerin bir tablo halinde hazırlanması, birbirleriyle karşılaştırılması,

Sonuçların değerlendirilmesi yoluna gidilmiştir.

2. HESAPLAMALI TASARIM KAVRAMLARINA GENEL BAKIŞ

Bilgisayar teknolojilerinin mimarlıkta kullanımı üzerine ilk araştırmalar, 1960'lı yıllarda, mimarlığın mühendislik problemlerine benzer alt problem alanlarında çözüm üretebilmek, mimari tasarımın çizim ve sunum aşamalarında kullanabilmek amacıyla yapılmıştır. Tasarımın sistematikleştirilmesi alanında yapılan bu çalışmalar bilgisayar bilimlerindeki gelişmelerle ilerlemiştir. Bilgisayar Destekli Mimari Tasarım kavramı, 1970'li yıllarda "Computer Aided Architectural Design" (Bilgisayar Destekli Mimari Tasarım) adlı kitabıyla William Mitchell tarafından ortaya atılmıştır (Çağdaş, 2002).

1970'li yıllarda Carnegie Mellon, Ohio State gibi bazı üniversitelerde bilgisayar bilimleri ve de mimarlık bölümlerinde bir arada görev yapan Charles Eastman gibi isimlerin öncülüğünde çalışmalar yapılmıştır. 1980'lerde UCLA'da William Mitchell, Ohio State'de Chris Yessios, Suny Buffalo'da Yehuda Kalay, University of Michigan'da Harold Borkin, Cornel Üniversitesi'nde Donald Greenberg araştırma çalışmalarını yürütmüşlerdir. 1980'lerin sonunda iki boyutlu çizim programlarının kullanımı yaygınlaşmıştır (Akipek, 2004).

1990'lardan günümüze kadar gelen süreçte ise teorik ve felsefi yönlerden Hesaplamalı Tasarım birçok araştırmacı tarafından incelenmiştir. Kalay (2004), Szalapaj(2001) gibi araştırmacılar CAD prensipleri, teorileri yöntemleri üzerinde araştırmalarını yoğunlaştırmış. Kolarevic (2003) ve Oxman (2006) gibi araştırmacılar, Hesaplamalı Tasarım yöntemlerini sınıflandırmaya, Hesaplamalı Tasarım yöntemlerini çözümlemeye çalışmışlardır (Turan, 2009).

Günümüzde Hesaplamalı Tasarım araçları mimaride sadece sunum aracı olma görevlerinden sıyrılıp, üretken araç olma işlevini yerine getirmektedirler. Farklı hesaplamalı türetici süreçlerle farklı biçim üretme, tasarlama teknikleri gelişmiştir.

Hesaplamalı Tasarım teknolojilerini kullanan mimarlar, her projede problemin yaklaşımına uygun olan teknolojiyle çalışır. Önce tasarım süreci tasarlanır. Geleneksel tasarım teknikleri yardımcı araçlar olarak kullanılmaya devam etmektedir. Bilgisayar, tasarıma yaklaşımda yeni olasılıklar sunmakta, mekânsal araştırmaları desteklemektedir (Akipek, 2004).

Tasarımın erken evresinde bilgisayar ortamının kullanıldığı, tasarım kararlarının verildiği, Hesaplamalı Tasarım yöntemlerinde programlama dilleri kullanılarak yazılımlar geliştirilir; proje bazlı olarak scriptler, algoritmalar oluşturulur.

Branko Kolarevic'e göre Hesaplamalı Tasarım, hesaplama esaslı biçim oluşum ve dönüşüm

süreçlerinden oluşur. Hesaplamalı türetici süreç; topolojik uzay, izomorfik yüzeyler, kinetik ve dinamik, animasyon, parametrik tasarım ve genetik algoritmalarıdır (Kolarevic, 2000).

Kolarevic, Hesaplamalı Tasarım yöntemlerini,

Topolojik Mimarlık (topological architecture)

İzomorfik Mimarlık (isomorphic architecture)

Animasyona Dayalı Mimarlık (animate architecture)

Metamorfik Mimarlık (metamorphic architecture)

Parametrik Mimarlık (parametric architecture)

Performansa Dayalı Mimarlık (performative architecture)

Genetik Algoritmalar, Evrimsel Mimarlık (evolutionary architecture)

olarak sınıflandırmıştır (Kolarevic, 2000).

2.1 Topolojik Mimarlık

Türk Dil Kurumu sözlüğünde topoloji; geometrik cisimlerin nitelikleriyle ilgili özelliklerini ve bağıl konumlarını, biçim ve büyüklüklerinden ayrı olarak alıp inceleyen geometri olarak tanımlanmaktadır [1]. Topoloji; biçimleri ya da boyutları değişmeyen geometrik cisimlerin incelenmesi bilimidir.

Tasarımda topolojik yaklaşım, ilk olarak Greg Lynn'in 1993 yılında yazmış olduğu "eğrisel mimari" makalesiyle örneklenmiştir. Topolojik Mimarlık elemanlarını tanımlama, Öklid geometrisinden, Kartezyen uzayından ayrılma ve matematikte NURBS olarak adlandırılan biçimlerin kullanılmasıyla ortaya çıkmıştır (Kolarevic, 2000).

Mimari topoloji; bilgisayar merkezli teknolojiler, bilgisayar destekli tasarımlar ve animasyon yazılımları ile kolaylaştırılmış, dinamik biçim dönüşümleri olarak açıklanmaktadır (Szalabaj, 2005).

Topolojik mimarlığın en belirgin özelliği bükülebilen yüzeylerdir. Bunun için NURBS'ler kullanılır. Non-Uniform Rational B-Spline kelimelerinin baş harflerine karşılık gelen NURBS, düzenli ve rasyonel olmayan eğriler, yüzeyler olarak tanımlanabilir. NURBS'lerin kontrol noktaları, ağırlık ve düğüm noktalarının yerlerinin değiştirilmesiyle farklı eğriler,

farklı yüzeyler elde edilebilir.

Eğriler tiplere ayrılmıştır. Bezier splines (b-splines), cardinal splines, NURBS, Catmull-Rom splines, Hermite splines gibi farklı şekillerde tanımlanmış eğriler mevcuttur. 3 boyutlu modelleme programlarında en çok kullanılan eğri, matematiksel formülü 1960’larda Fransız otomobil tasarımcısı Pierre Bezier tarafından geliştirilen, Bezier eğrilerine dayanan b-spline’dir. B-spline kontrol noktaları tanımlı eğrileridir (Turan, 2009). Kontrol noktaları tanımlı olan Bezier eğrisinin, eğriye teğet olarak yer alan kontrol noktalarından çekilerek, şekli değiştirilebilir. B-spline’nın Bezier’dan farklı olarak kontrol noktaları açıları daha büyüktür (Szalabaj, 2005).

Daha sonradan geliştirilen NURBS eğrileri modellemede daha rahat, esnek bir kontrol imkanı sunmuştur. NURBS, modelleme tekniği ile pürüzsüz eğrisel yüzeyler yaratılmakta, kontrol edilmekte, dönüştürülmektedir (Turan, 2009).

NURBS kavramı mimarların Öklidyen olmayan geometriler kullanmasını kolaylaştırmaktadır. Öklid geometrilerinde olduğu gibi yüzeylerden katı oluşturmak yerine üç boyutlu katıyı oluşturmak için NURBS’ler kullanılabilir. Günümüzde Rhino, Maya gibi birçok modelleme programında NURBS tekniği kullanılmaktadır. NURBS modellerde her eğri, matematiksel bir fonksiyonun karşılığı olarak işlem görür.

Geleneksel olarak mimari tasarımın soyut mekânı, kartezyen koordinatlarının mekânıdır. Kartezyen koordinatlarla tanımlanan mimari biçim, hareketi durdurulmuş, idealize edilmiş, belirli sayıda boyutu içeren bir mekân içinde kavranmaktadır. Günümüzde nesne ise, bu kadar sabit tanımlanmamalıdır. Nesne, yörüngesi diğer nesnelerle, kuvvetlere, alanlara ve akışlara göre bağıntılı olan bir vektör gibidir. Statik koordinatların pasif mekânından, sürekli etkileşim içindeki aktif mekâna bu geçiş yapılır.

Kartezyen koordinatlarla tanımlanan hacimler, U ve V vektör koordinatları ile tanımlanan topolojik yüzeylere değiştirilerek özel modeller elde edilir. Bu özel modellerin bir diğer estetik yan ürünü değiştirme ve nakletme tekniklerinin üstünlüğüdür. Bunlar sadece biçim değil, aynı zamanda topolojik ortamın matematiksel ifadesidir (Lynn, 2002).

1997 yılında açılışı yapılan Frank Gehry’nin Guggenheim Müzesi, topolojik mimariye örnek olarak gösterilebilecek bir yapıdır. Gehry, İspanya’nın kuzeyinde, Bask’ın başkenti olan, endüstri kenti Bilbao’da inşa ettiği Guggenheim Müzesi ile Bilbao şehrinin öngörülmemiş oranda ilgi çekmesini sağlamıştır. Guggenheim Müzesi titanyum kaplı heykelsi bir strüktüre

sahiptir. Yapıyı görmek isteyenlerin oluşturduğu turizm hareketliliğiyle de literatürde yerini almıştır.

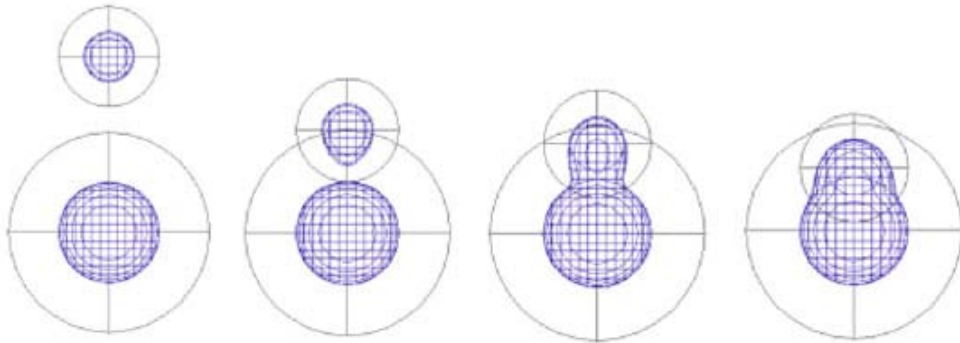


Şekil 2.1 Frank Gehry'nin Guggenheim Müzesi [2].

2.2 İzomorfik Mimarlık

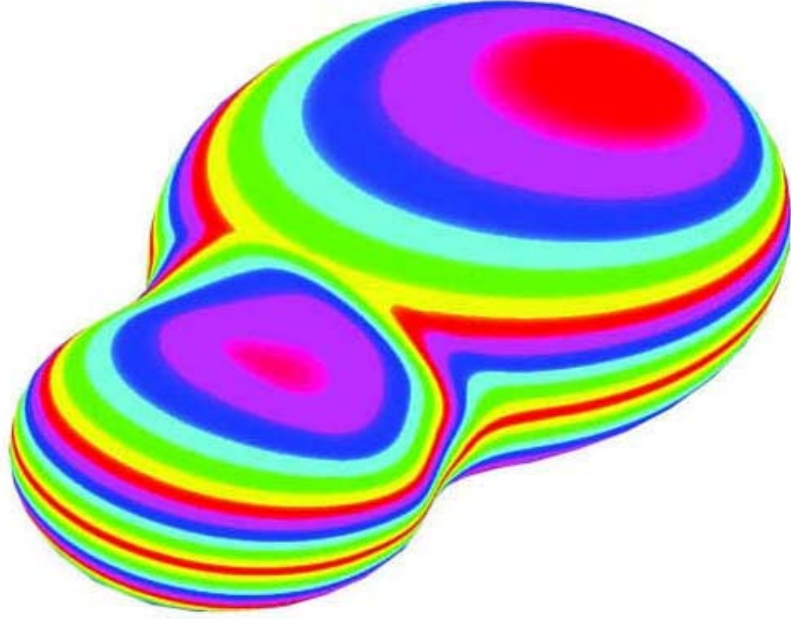
İzomorf kelimesinin sözlük anlamı eşbiçimlidir. İzomorfik yüzeyler, Öklid geometrisi ve kartezyen uzayından bir diğer ayrılış noktasını ifade eder. Amorf objeler olarak adlandırılabilen su damlası biçimi (blob form), parametrik objelerin kütsel iç gücüyle ve çekimle karşılıklı olarak eğilip bükülmesiyle oluşmaktadır. Yeni damlalar eklenebilir, yeni ilişkiler kurulup, farklı olasılıklar oluşturulabilir (Kolarevic, 2000).

İzomorfik Mimarlık, Newton mekaniği dikkate alınarak yapılan “metaball”ların ekleme ve çıkarılması kavramıyla hareket eder. İki küreyi basitçe bir araya getirmek yerine, kubbe şekliyle bir bağlantı yaratarak, akıcı, şekil değiştiren bir yüzey yaratma yolunda gidilir.



Şekil 2.2 İzomorfik yüzeylerin oluşumu (Kolarevic, 2000).

İzomorfik yüzeyler, farklı boyutlardaki en az iki kürenin birleştirilmesi, çıkarılması; birleşim yerlerinin homojen biçimde yuvarlatılmasıyla elde edilir.



Şekil 2.3 İzomorfik biçim [3].

Organik biçimler oluşturmakta en iyi yöntemlerden biri blob yöntemidir. Metaball veya blob objesi, matematiksel bir çekim alanı olan, çekim alanı aracılığıyla diğer objelere eğrisel biçimde birleşen küre ya da elips biçimli objelerdir (Turan, 2009).



Şekil 2.4 BMW Pavyonu Bernhard Franken [3].

1999 yılı uluslararası Frankfurt Araba Fuarı'nda BMW Pavyonu, mimaride farklı bir yol olarak kendini göstermiştir. Tasarımın başlangıç noktası “temiz enerji”dir. BMW bu sloganı araba tasarımları için de kullanmış, hidrojen motorları gibi yenilenebilir enerjiler konusunda çalışmıştır (Jeska, 2008). Bernhard Franken tasarımı olan bu proje İzomorfik Mimarlık'a iyi bir örnek oluşturmaktadır.

2.3 Animasyona (Canlandırmaya) Dayalı Mimarlık

Animasyonun kelime anlamı canlandırmadır. Canlandırma ise canlılık tazelik, dirilik getirmek, canlanmasına yol açmak anlamında kullanılmaktadır [1].

Canlandırma ile bir cismin durumunun, yerinin değişmesi anlamına gelen devinim ifadeleri farklı anlam yüklenmelerine rağmen sıklıkla karıştırılmaktadır. Canlandırma, biçimin evrimini ve biçimi şekillendiren güçleri ifade eder. Büyüme, canlılık, harekete geçme, dirilik, sanallık önerir (Lynn, 2002).

Greg Lynn animasyondan sadece sunum için değil, biçim geliştirici olarak yararlanan ilk mimardır. Tasarım için önemli olan hareket faktörünün mimariye katılmasının animasyon teknikleriyle mümkün olduğunu düşünmektedir. Hareket temelli modelleme teknikleri; anahtar çerçeve canlandırma (keyframe animation), kinematik-ters kinematik (forward-inverse), dinamik, molekül emisyonu (particle emission) olarak Kolarevic tarafından sınıflandırılmıştır (Kolarevic, 2000).

Mimarların sahip oldukları statik değerleri sürdürmek konusundaki kararlılık, canlandırma kavramının problematik bir hale gelmesine neden olur. Günümüze kadar mimarlık, kalıcılığı, hareketsizliği temel almıştır. Fiziksel biçim statik koordinatlarla tanımlanmıştır. Canlandırmaya dayalı tasarım tekniğinde nesne, sürekli etkileşim halindeki mekân içinde hareket ve kuvvetler aracılığı ile tanımlanır. Canlandırma tekniği tasarımın oluşması için gerekli bir araçtır. Devinim düzenleyici ilkedir (Lynn, 2002).

Greg Lynn'in öncülüğünü yaptığı çalışmalarla animasyon bir tasarım teknolojisi olarak kullanılmaya başlandı. Hareketin tasarıma katılmasını Lynn, evrimin ve yaşam boyutunun katılması olarak açıklamaktadır. Yaşayan bir çevrede, yerçekiminden başka itici güçlerin bağlam olarak alındığı, aktif bir sanal çevrede biçimlenebilen, zaman, parametre ve topolojinin önemli faktörler olduğu bir mimari tariflenmektedir (Akipek, 2004).



Şekil 2.5 Greg Lynn’ın Long Island için harekete dayalı tekniklerle geliştirdiği prototip proje (Kolarevic, 2009).

Şekil 2.5’de Greg Lynn’ın ev prototipi projesi için iskelet sistemi olarak kurgulanmış modele, dışardan yapılan müdahalelerle, iskelet hareketlendirilir. Belirlenen sınırlamalar içinde hareket başlatılır. İskelete giydirilen bina kabuğu da harekete bağlı olarak şekillenir. İstenilen karede sistem durdurulur. Sonuç biçim elde edilir (Kolarevic, 2009).

2.4 Metamorfik Mimarlık

Metamorfik kelimesinin sözlük anlamı başkalaşıma uğramış olandır [1]. Biçimin metamorfik türetmesi, modelin deformasyonu ile mümkündür. Bükme, eğme gibi geometrik deformasyonlar yapılarak, alternatif morfolojiler yaratılabilir. Modelin deformasyonu için canlandırma teknikleri kullanılabilir. “Keyshape” animasyon (anahtar biçim canlandırma) “path” animasyon (yön canlandırma) uygulanabilecek teknikler ile biçimin deformasyonu sağlanıp, istenilen aşamada canlandırma durdurulup, biçim kullanılmak üzere alınabilir. Biçim seçilen doğrultu boyunca hareket ettirilerek deforme edilebilir (Kolarevic, 2000).

Frank Gehry’nin temel bir prizmatik biçimi bükerek, biçimi deforme ettiği, Hanover’da inşa edilmiş olan, Üstra Ofis Binası, Metamorfik Mimarlık örneği olarak gösterilebilir.

Dokuz katlı olarak, parlak paslanmaz çelikten yapılmış olan Üstra ofis binası, tarihi binalarla çevrili bir köşe parselde yer alır. Gehry’nin 1995’de tasarladığı burkulmuş konstrüksiyon, yakınında yer alan Am Steintor parkı doğrultusunda açık alan ve tarihi mimariye doğru dönerek, çağdaş görsel kelimelerle mekânın yeniden yorumlanmasını sağlamıştır [4].



Şekil 2.6 Üstra Ofis Binası; Hanover Frank Gehry (1999) [4].

2.5 Parametrik Mimarlık

Parametrik tasarım; tasarımın belli parametreler, değişkenler üzerine kurulduğu tasarımdır. Belirlenen parametreler, tasarımı etkileyen, rüzgâr şiddeti, aydınlık durumu, arsa verileri gibi çeşitli çevresel veriler olabilmektedir.

Parametrik tasarımda, tasarım parametreler aracılığıyla tanımlanmıştır. Parametrelere verilen farklı değerlerle, farklı objeler ya da farklı düzenlenişler ortaya çıkabilir. Parametreler arasındaki ilişkiyi tariflemek için denklemler, eşitlikler kullanılmaktadır. Parametre ilişkileriyle tanımlanmış geometriler, “ilişkilendirilmiş geometriler” olarak adlandırılır (Kolarevic, 2003).

Parametreler değiştirildikçe farklı tasarım alternatifleri tariflenir, benzer objelerin kesin sayısına ulaşılır. Parametrik tasarım ile insan beyninin kendi başına üretebileceği alternatif sayısının üzerinde alternatif üretilebilir. Yapılan küçük bir değişik, hazırlanan algoritma sayesinde projenin bütününe yansıtıldığı için, değişiklik nedeniyle oluşabilecek zaman

kaybının önüne geçilebilir.

Bilgisayar ortamında kurgulanan parametrik tasarım sistemi, parametrelere girilen farklı değerlerle, tasarım aşamasında biçim üretimi için ya da fiziksel mekânda ışık-ses-biçim değişimleri için kullanılabilir (Akipek, 2004).



Şekil 2.7 British Museum [5].

Londra'daki British Musuem'un sergi alanlarıyla, kütüphane arasında kalan büyük avlusu, Norman Foster ve ortakları tarafından tasarlanan, cam çatı ile 2000 yılında kapatılmıştır.

Düzensiz şekilli, torusun deforme edilmiş dilimlerinden oluşan biçimiyle çatıda 4.878 adet içi boş çelik profil ve 1.566 bağlayıcı düğüm noktası bulunmaktadır. Her biri farklı olan parçalar CNC'de kesilmiştir. Çatının düzensiz geometrisi 3.312 cam bölme ile tamamlanmıştır (Kolarevic, 2003).



Şekil 2.8 British Museum Büyük Avlu, 2005.

Foster ve Ortakları, British Museum Büyük Avlusu' nun kapatılması projesi, Gateshead Music Centre çatı konstrüksiyonu, Swiss Re gibi projelerinde, kullandıkları karmaşık geometrili biçimlerin tasarlanması ve üretimlerinin yapılabilmesi için parametrik tasarım sistemlerini kullanan ofislerden biridir.

2.6 Performansa Dayalı Mimarlık

Performansa Dayalı Mimarlık anlayışında tasarım; güneş, akustik, rüzgâr gibi yapı fiziği özellikleri ile maliyet, strüktür, mekânsal ilişkiler, sosyal yaşantı şartları gibi verilerin analizleri doğrultusunda gelişir (Akipek, 2004).



Şekil 2.9 City Hall, Londra, 2005.

Foster ve Ortakları tarafından Londra'da Thames nehri kıyısında tasarlanan City Hall binasında, güneş faktörü analizleri yapılmıştır. Enerji konusunda çözümler geliştirilmiş, birçok tasarım alternatifi türetilmiştir. Ayrıca Thames Nehri kıyısındaki yaya akışı hesaplanmış; yayaların güneşini en az kesecek şekilde bina şekillendirilmiştir (Whitehead, 2003).

Performansa Dayalı Mimarlık anlayışına bir diğer örnek olarak ise, Future Systems tarafından tasarlanan Zed London yapısı gösterilebilir. Zed London, rüzgârın enerji kaynağı olması hedeflenerek tasarlanmıştır. Farklı işlevler barındıran bu projenin; doğal olarak aydınlatılması, güneşten ve rüzgârdan enerji elde edilmesi, bina için gerekenden fazla enerji elde edildiğinde, enerji fazlasının ulusal sisteme aktarılması hedeflenmiştir.



Şekil 2.10 Future System tarafından tasarlanmış Zed London yapısı [6].

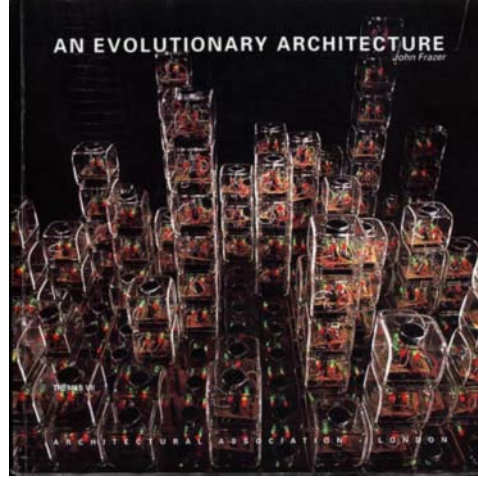
2.7 Evrimsel Mimarlık

Evrimsel Mimarlık; genetik kodlama, tekrarlama, seçim ve morfogenez ilkelerinin geçerli olduğu bir yapay yaşam biçimidir (Frazer, 1995). Morfogenez; bir canlının gelişmesi sırasında büyüme ve hücre farklılaşması ile özel şeklini alması olayı olarak tanımlanmaktadır [1].

Frazer (1995), Evrimsel Mimarlık'ın amacının; yapıyı çevrede, ortak yaşam davranışını ve metabolik dengeyi, doğadaki gibi sağlayabilmek olduğunu belirtmiştir. Evrimsel Mimarlık'taki biçim türetme sürecini; doğadaki morfogenez sürecine benzetmektedir.

Mimarın zihninde gelişen mimari bağlamın geleneksel anlatım şekli; boşluk, strüktür ve biçimdir. Evrimsel Mimarlık'ta ise genetik dil aracılığıyla, genetik kodu, algoritması hazırlanır. Hazırlanan kod ile türetici kurallar oluşturulur. Türetici kurallar ile çok kısa süre içerisinde, çok sayıda, birçoğu beklenmedik olan biçimler ortaya çıkar. Bilgisayar modelleri ile biçimin gelişimi takip edilir. Evrimsel Mimarlık'ta, bilgisayar evrimsel hızlandırıcı ve üretken güç olarak kullanılmaktadır (Frazer, 1995).

John Frazer 1995 yılında yayınlamış olduğu “An Evolutionary Architecture” (Evrimsel Mimarlık) adındaki kitabında Evrimsel Mimarlık'ı tanımlamış, ilkelerini oraya koymuştur. Evrimsel Mimarlık'ta biyolojinin, doğanın, bilimsel analogilerin yerine değinmiştir. “An Evolutionary Architecture” kitabıyla eş zamanlı olarak Architectural Association'da aynı adı taşıyan sergi düzenlenmiştir. Kitap ve sergi bünyesinde, John ve Juila Frazer'in danışmanlığında 1989'dan itibaren, Architectural Association'da yapılmış olan diploma proje çalışmaları üzerine yoğunlaşmıştır. Ayrıca John Frazer'in 1969 yılında tasarlamış olduğu kendi ödüllü bitirme projesine kadar bağlantılar kurulmuştur.



Şekil 2.11 John Frazer'in 1995 tarihli "Evrimsel Mimarlık" kitabı kapak resmi (Frazer,1995)

Evrimsel Mimarlık'ta bağlamı oluşturan anahtar, genetik algoritmadır. Kurallar, gen çaprazlamaları, mutasyonlar genetik algoritma sayesinde uygulanır. Çeşitli parametreler, doğadaki kromozom yapısına benzer şekilde bir dizi yapısında genetik algoritmada yer alır. Parametrelerin değeri, türetme sürecinde değişir. Türetilen çeşitli biçimlerin içinden, genetik algoritmada kodlanan uygunluk değerine göre seçim yapılır. Genetik kodlamada önemli olan türetilen biçim değil, biçim türetme sisteminin mantığının iyi kurgulanmasıdır (Kolarevic, 2003).



Şekil 2.12 Evrimsel biçimin geliştirmesi (Frazer,1995).

2. Bölüm kapsamında Branko Kolarevic'in yapmış olduğu sınıflandırmaya bağlı kalınarak , Topolojik Mimarlık, İzomorfik Mimarlık, Metamorfik Mimarlık, Animasyona Dayalı Mimarlık, Parametrik Mimarlık, Performansa Dayalı Mimarlık ve Evrimsel Mimarlık'dan oluşan Hesaplamalı Tasarım, bilgisayar bilimlerinin etkisiyle mimaride gözlemlenen değişimi açıklamak, günümüz mimarisindeki gelişimleri ortaya koymak için anlatılmıştır. Bu bilgiler göz önünde 3.Bölüm'den itibaren Evrimsel Mimarlık detaylı olarak incelenecektir.

3. EVRİMSEL MİMARLIK

Evrimsel Mimarlık kavramına farklı bakışlar mevcuttur. Bu bölümde tez kapsamında 4. Bölümde değinilecek olan Evrimsel Tasarım Sistemleri'nin alt açılımında, biyoloji-mimarlık ve bilgisayar bilimleri ara kesitinde yer alan, 2. bölümde de değinildiği gibi Branko Kolarevic tarafından da Hesaplamalı Tasarım alt başlıklarından biri olarak nitelendirilmiş olan, Evrimsel Mimarlık kavramı üzerinde durulacaktır.

Sibernetik uzmanı Gordon Pask, John Frazer'in "Evrimsel Mimarlık" kitabının önsözünde, mimarın rolündeki değişimden bahsederek; mimarın yeni rolünü, bir bina ya da şehir tasarlamaktan daha çok, tasarımların kendi kendine evrimleşebileceği şekilde davranması konusunda, mimarın değişim için hızlandırıcı bir etken olması olarak açıklamaktadır (Frazer, 1995).

John Frazer (1995), "Evrimsel Mimarlık" kitabında, bu alanda yaptıkları çalışmaları anlatırken, projelerini ortaya koymak için ilk önce kendileri için gerekli araçları tasarlamaları ve geliştirmeleri gerektiğini belirtmiştir.

Lionel March (matematikçi, mimar) "Mantık, soyut biçimlerle ilgilidir. Bilim geçerliliğini kaybetmemiş biçimleri araştırır. Tasarım yeni biçimleri ortaya çıkarır. Bilimsel hipotez, tasarım hipotezi ile aynı değildir. Mantıklı bir önerme, tasarım önerisi için yanlış değildir." demiştir. Bu bağlamda Frazer (1995), Evrimsel Mimarlık çalışmasında yaptıklarının yeni bir tasarım teorisi türetilmesi olduğunu belirtmiştir.

Evrimsel Mimarlık, doğadan, biçim, strüktür ve morfolojik süreçlerin mantıksal işleyişi konularında esinlenmiştir.

Doğal biçimlerin kusursuzluğu ve çeşitliliği evrimin acımasız denemeleri sonucunda ortaya çıkmıştır. Doğada, çevreleriyle metabolik dengede olan bitki ve hayvanlar, türlerine bağlı olarak zengin bir biyolojik değişim geçirirler. Evrimsel Mimarlık'ın evrim teorisi ile analojisi sadece doğal seçim doğrultusunda gelişim olarak algılanmamalıdır. Evrimin, kendi kendine organize olma eğilimli görüşü doğal seçimle eş, hatta belki daha da önemli bir yere sahiptir. Doğal süreçteki metabolizma hareketleri ve operasyonların termodinamik kuralları, morfoloji, morfogenetik ve simetriyi kırma prensipleri olarak, araştırmanın merkezinde yer alır. Charles Darwin, Newton'ın paradigmasının stabillikinden kopmayı, ayrılmayı sağlamış, sürekli gelişim ve değişimin yaşandığı yeni bir dünya kurmuştur (Frazer, 1995).

Gen, kromozom, DNA, uygunluk, mutasyon, yaşam, ölüm gibi biyoloji ve genetik terimleri

1940'ların sonlarında Von Neumann'ın Hücresel Özdevinir çalışmaları ile mimaride kullanılır olmuştur. Neumann, yaşam bilgidir temel öngörüsünden başlayan, doğal ve yapay biyolojileri kapsayan, belirgin, açık bir teori ortaya koymuştur.

1950 yılında Alan Turing'in ortaya attığı bir teori, fiziksel olan her şeyin, dört basit işlem ile gösterilebileceği şeklindeydi. Alan Turing, sesler, görüntüler, bilimsel hesaplamalar, videolar, karmaşık sistemler gibi herhangi bir biçimde anladığımız, herhangi bir biçimde kâğıda veya başka bir ortama kaydedilebilen her şeyin dört işlem ile ifade edilebileceği görüşüyle, bilgisayarın atası olarak kabul edilen, "Turing Makinesi" görüşünü ortaya atmıştır. Bilgisayarlar günümüzde de hala bu temel bilgi üzerinden ilerlemektedir. Her şeyi dört işlem ile yaparlar: Basit matematik işlemlerinin, milyonlarcasını, kimi zaman milyarlarcasını bir saniyede yapabilirler (Bektaş, Çağlar, 2009).

Karmaşık doğal süreçlerin örneklenmesi bilgisayarları gerektirir. Turing Makinesi ile bilgisayarın gelişiminde çok önemli bir role sahip olan Alan Turing, morfoloji, bilgisayar temelli matematik modeller aracılığıyla morfolojik canlandırma ile ilgilenmiştir. Church-Turing hipotezi sadece bir matematik fonksiyonu olmakla kalmaz, aynı zamanda doğal fonksiyonlar üzerinedir (Frazer,1995).

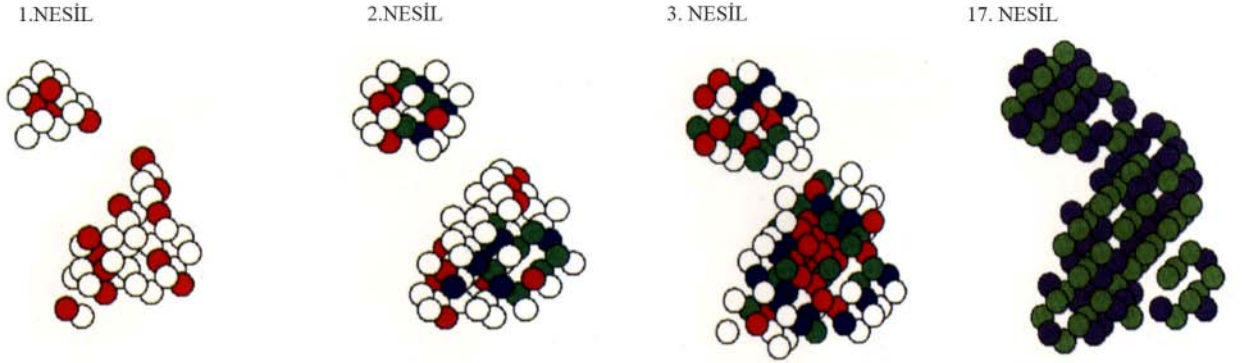
1960'larda Rechenberg "Evolution Strategies" (Evrin Stratejileri) kitabında "Evolutionary Computing" (Evrimsel Hesaplama) kavramını ortaya atmıştır. Bu durum bilgisayar ortamındaki sanal evrimi başlatmıştır.

1970'lerde Prof. John Holland tarafından genetik algoritmalar kullanılmaya başlanmıştır. John Holland, karmaşıklık ve belirsizlik içeren farklı problemlerin optimizasyonu için ortak bir çözüm bulmaya çalışmıştır (Frazer, 1995).

John Frazer'a kadar yapılan çalışmalarda; ekoloji, psikoloji, ekonomik planlama, kontrol, yapay zeka, bilişsel matematik, seçme ve çıkarsama alanlarındaki farklı kritik noktalar ortaya çıkmıştır. Frazer mimariyi de bu listeye eklemiştir.

Doğal evrim süreci kurallarını sağlamak için, canlılara gerek yoktur. Doğal seçilimin çalışması için gerekli olan bütün ölçütler yapay evrim modeli için kopyalanmıştır. Bilgisayar kodunun oluşumunu sağlayan genetik bilgi çaprazlamayla, mutasyonla çoğaltılır. Fenotipler (genetik yapıya bağlı olarak dış etkenlerin de etkisiyle ortaya çıkan görünüşler) sanal modeli, simülasyonu yapılmış çevrede geliştirilir. Fenotip performansları karşılaştırılır. Uygun genetik kodun seçimi yapılır ve sonra periyodik olarak bu işlem tekrarlanır.

John Frazer ve Peter Graham (1995), Ulster Üniversitesi'nde ilk aşamada kurallar ve tohum verilmeden yapay yaşam geliştirme deneyi yapmışlardır. Küre biçiminde, kapalı, eş şekilde 12 küre komşusu olan bir hücre geliştirmişlerdir. Bu aşamadan sonra genetik algoritmayı kullanarak, başarılı kurallar ve nesiller geliştirmişlerdir. Bu araştırmada hayatta kalmayı ve gelişmeyi başarabilen yapılar oluşturulmuştur. 17. Nesilin türetilmesinden sonra kurallar ve tohum sabitleşmiştir (Frazer, 1995).



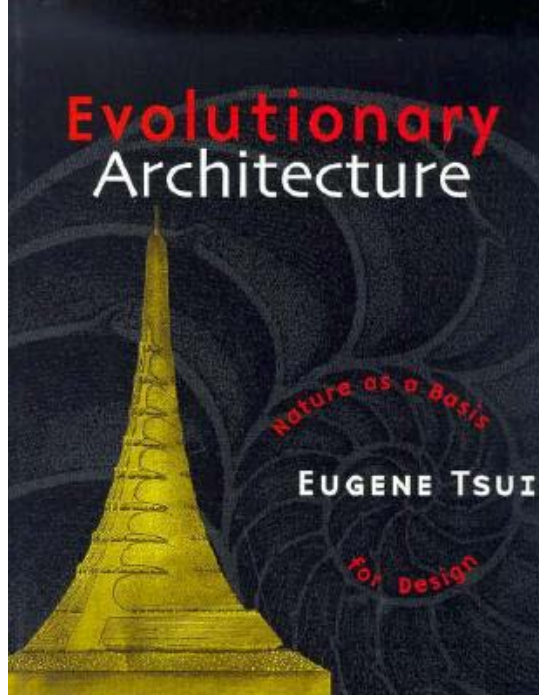
Şekil 3.1 Yapay yaşam oluşumu üzerine Frazer ve Graham'ın araştırması (Frazer,1995).

DNA, fenotipi tanımlamaz. DNA, yapının fenotipini oluşturan süreci tanımlayan, malzemeyi, montaj sürecini de içeren talimatları oluşturur. Nükleotitlerin üretimi için enzimlerin yapılması ile hücrenin bölünmesi ve farklılaşmasını içerir. İnsan yapısında genler, şekil için değil; madde yapısı içindir; Evrimsel Mimarlık'ta da biçim için değil; süreç içindir. Süreç çevreye duyarlıdır. Kurallar sabittir; ama malzemeye ya da çevresel koşullara göre sonuç değişkenlik gösterir. Kurallar, süreci tanımlar (Frazer, 1995).

Evrimsel Mimarlık, mimarlıkta biçim türetme sürecinin temelini, bilimsel araştırmalardaki morfojenetik teori ile paralelliğini araştırır.

K. Moraes Zarzar (2008)'de Eugene Tsui'nin ve John Frazer'in "Evrimsel Mimarlık" kavramlarının farklı olduğunu anlatmıştır. Evrimsel Mimarlık'ı, Frazer'in Hesaplamalı Tasarım aracı olarak, Tsui'nin ise doğadaki objelerden, hayvanlardan öğrenmek olarak ele aldığını belirtmiştir.

Eugene Tsui, 1999 yılında çıkarttığı, "Evolutionary Architecture" adlı kitabında kendi Evrimsel Mimarlık anlayışını ortaya koymuştur. Tsui, tasarımlarında doğa ile aynı düşüncede aynı paralellikte olmayı amaçlamaktadır.



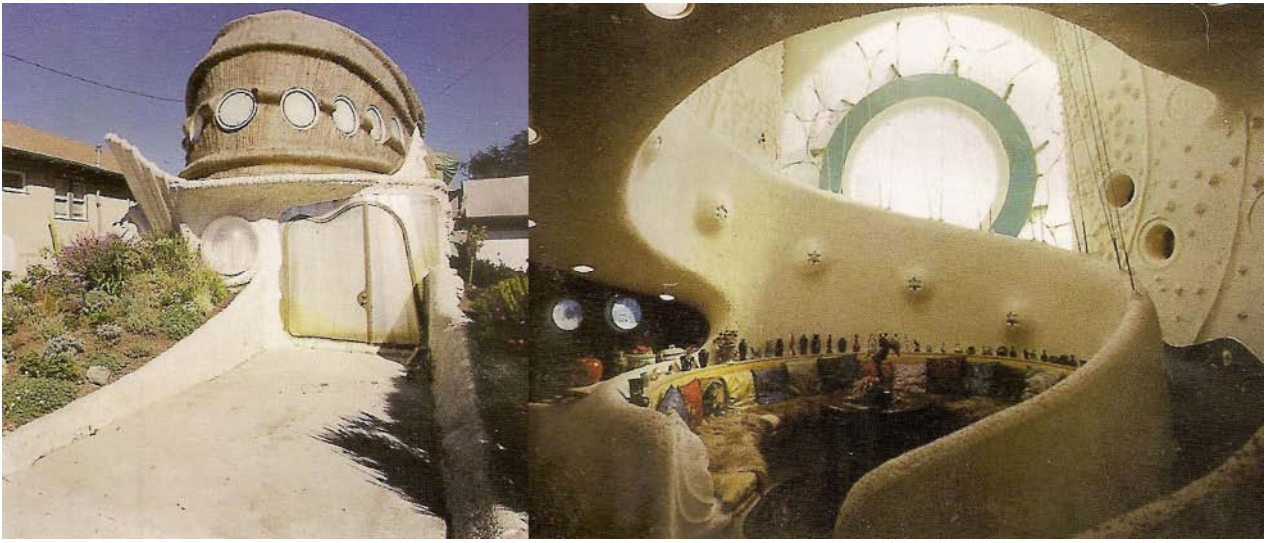
Şekil 3.2 Eugene Tsui'nin Evrimsel Mimarlık kitabı [7].

Eugene Tsui, doğanın ve insanlığın arasında bir ortaklık, birliktelik kurmayı amaçlamıştır. Doğa üzerinde yapılan bilimsel çalışmalarla yaratılacak yenilikçi mimari bakış açısını, felsefesini desteklemektedir. Tsui, doğadaki strüktürler ve süreçler konusunda ayrıntılı bilgiye sahiptir. Sanatsal, işlevsel, ekolojik yapılar inşa etmektedir. Çevresindeki doğa koşulları ile uyum içindeki yapılar, toksik madde içermeyen malzemeler, yerel ekosistemi koruyan, geliştiren, güneş ve rüzgâr gücünü kullanan, sulak arazilerde ve mevcut su kaynaklarıyla kendi enerji ihtiyaçlarını karşılayan yapılar tasarlamaya çalışmıştır. Çözüm için, mimari ve ruhsal değişim için, doğa konusuna eğilmiştir. Önemli olanın doğaya ve birbirimize zarar vermeden nasıl yaşanabileceğini öğrenmek olduğunu söylemektedir. Günümüzün mimari akımlarını; parlak, kaotik, uyumsuz mimari akımlar olarak; geçmiş yapıları ise ortogonal ve birbirine benzer mimariler olarak nitelemekte ve bunları bir kenara bırakmak gerektiğini söylemektedir. Tsui, bilgisayar teknolojileriyle tasarlanan yapılara karşı da tepkilidir (Senosiain, 2003).

Tsui, disiplinler arası mühendislik, biyoloji, ekoloji, havyan bilimi, malzeme bilimi ve sanat bilgisiyle ile kendine özgü, bir örneği daha olmayan bir mimari yaratmıştır.

Tsui'nin mimarlık anlayışı doğadan ders almak üzerine kurulmuştur. Tsui, Kaliforniya'da yapmış olduğu evi dayanıklılık açısından; büyüklüğü bir toplu iğne başından fazla olmayan, doğadaki "en dayanıklı" canlılardan biri olan Tardigrad böceğinden esinlenerek inşa etmiştir.

Ayrıca bu ev tasarımında kemiklerden ve dinazorlardan da ilham aldığını belirtmektedir. Evin önemli özellikleri, doğal ısıtma sisteminin bulunması, helikopter böceğinden esinlenerek yapmış olduğu rüzgâr strüktürüyle, açılıp kapanan bölümüyle, sıcak havanın dengesini sağlamaktır. Konik tasarımıyla stabil ve depreme dayanıklı, iklim değişikliklerine uyumludur. Tsui'nin mimarlık görüşü; insanların bedensel ve ruhsal yararını, yaşayan organizma şeklindeki yapılarla sağlanabileceğidir (Senosiain, 2003). Tsui'nin Evrimsel Mimarlık anlayışı sadece doğadan örnek alma prensibine sahip olduğu, Hesaplamalı Tasarım tekniklerini kullanmadığı için tasarımları, tez kapsamındaki Evrimsel Mimarlık örnekleri içine alınmamıştır.



Şekil 3.3 Tsui Evi (Senosiain, 2003).

Genetik Mimarlık; kendi kendine büyüyen, gelişen, sahip olduğu genetik bilgiyle üreyen, değişen hatta ölen evrimsel bir mimarlık anlayışdır (Aksoy, Çakır, 2005). Genetik Mimarlık'ı, Evrimsel Mimarlık'la ortak olarak paylaştığı bu özellikler nedeniyle Evrimsel Mimarlık'ın bir alt başlığı olarak almak doğru olur.

ESARQ (Escola Técnica Superior d'Arquitectura)'da Genetik Mimarlık alanında açılan lisansüstü programıyla Genetik Mimarlık alanında bir merkez konumuna gelmiştir. Programın yöneticisi Alberto Estevez, geleceğin mimarının, genetik mühendislerini yöneteceğini belirtmiştir. Genetik mühendislerinin geliştirecekleri dokularla kendi kendine gelişen, büyüyen binalar gerçekleştirilebilir. Genetik Mimarlık temelinde kendi kendine üreyebilen, gelişen, yaşamını sürdüren evrimsel bir mimariyi tariflemektedir. (Estevez, vd., 2003).

3.1 Evrimsel Teknikler

Tasarımın evrimsel modelinde, biçim, evrimsel sürecin sonunda ortaya çıkar. Evrimsel teknikler; biçim üretiminin sayısal mekanizmalarını inceleyen, uzun araştırmaların bir parçasıdır. Biçim türetme, genetik kod sayesinde gerçekleşir. Evrimin biyolojik modeli, özellikle morfogenetik bağlamla ilişkili olan Hesaplamalı Tasarım'da önemli bir rol oynamaktadır. D'Arcy Thompson'ın "On Growth and Form" ve Stephan Jay Gould'ın "The Structure of Evolutionary Theory" çalışmalarından etkilenen, biyolojik metaforları kullanan türetici tasarım araştırmaları günümüzde çok yaygınlaşmıştır (Oxman, 2006).

Çeşitli bilgisayar teknikleri ile problemler, ardışık büyüme, gelişme adımlarıyla çözülmektedir. Basit optimizasyon yaklaşımlarıyla memnuniyet verici çözümler elde edilmiştir. İyi gelişmiş çözümlerin mevcut olmadığı ya da gelişimin tamamen farklı olduğu durumlarda daha incelikli teknikler geliştirmek gerekmiştir (Frazer, 1995).

Geliştirilen evrimsel teknikler; adapte edilebilir modeller, genetik algoritmalar, biyomorf ve sınıflandırma sistemleri olarak sıralanabilir.

3.1.1 Adapte Edilebilir Modeller

John Holland, biyolojik konumların yeniden ifade edildiği adapte edilebilir modeller için teorik bir çerçeve geliştirmiştir. Holland, genetik yapıdan kromozom, mutasyon, yeniden birleşme operasyonlarını almış; kromozomların olası bütün kombinasyonlarını matematiksel bir kuralcılıkla hazırlamıştır. Çevrenin, farklı yapıların performanslarının ölçümü ve etkileşimli çevredeki ardışık değişimlere göre tanımlanması, adaptasyonunun yapılmasını sağlamıştır. Operatörler sıralanır. Seçimin yapıldığı çevre etkilerinden bilgi sağlanır. Özel ölçmeler yapılarak durum değerlendirilir. Holland; genetik uygulama, iktisat, örüntü doğrulama, kontrol ve optimizasyon, merkezi sinir sistemi açılarından uygulamasını görselleştirmiştir. Bu işleyiş, geliştirilip, yaygınlaştırılıp, üretken planlar ve genetik uygulamalara dönüştürülmüştür. Bu yaklaşım genetik algoritma uygulamaları olarak tanımlanmıştır (Frazer, 1995).

3.1.2 Genetik Algoritmalar

Bir sorunun çözümü için, adım adım ilerleyecek şekilde, iyice tanımlanmış, sonlu kurallar kümesi algoritma olarak tanımlanabilir. Algoritma, başlangıcı ve sonu belli olan adımlar kümesidir.

1975 yılında John Holland tarafından temel ilkeleri ortaya koyulan genetik algoritmalar ise, sıralı dizili kurallara sahiptir, fakat parametreler söz konusudur. Değişen parametrelerle alternatif çokluğuna sahip bir sonuçlar kümesi elde edilebilir.

Genetik algoritmalar ilk olarak, alternatifler üreterek, en uygunu bulma, tasarım problemini en iyi şekilde çözme gibi amaçlarla kullanılmıştır. Genetik algoritmalarındaki alternatif çözümlerin fazlalığı evrimsel sistemler içinde anahtar rolü oynamıştır (Oxman, 2006).

Canlı yapısındaki genlerin işlevini, bilgisayar ortamında algoritma ve kodlar üstlenmektedir. Genetik algoritmalar, çoğalma, mutasyon kurallarının işlendiği kromozom benzeri bir yapıya sahiptirler. Bu kromozomlara parametreler işlenir, tasarım boyunca değerlerinde değişimler görülür (Akipek, 2004).

Genetik algoritmalar, doğal seçim ilkelerine dayanan bir arama ve optimizasyon yöntemidir. Genetik algoritma en iyi olanın hayatta kalmasını amaçlayan, doğal seçim mekanizması ilkelerini temel alan bir yöntemdir. Yapılan bilgisayar simülasyonu da sonuca ulaşılan bir yöntemdir. Bireylerle işleme başlanır. Her birey, parametre uzayında bir noktayı temsil eder. Uygunluk değeri belirlenir ve bu değere göre bireyler seçilerek, yeni varlıklar elde edilir. Yeni çözümler, bireylerin uygunluğuna dayalı olarak geliştirilir (Altunkaynak, Esin, 2004).

Genetik algoritmaların, geleneksel optimizasyon yöntemlerine göre farklılıkları, genetik algoritmaların parametre kümesini değil, kodlanmış biçimlerini kullanmalarıdır. Olasılık kurallarına göre çalışan genetik algoritmaların ihtiyacı olan, amaç fonksiyonudur. Genetik algoritmanın çözüm uzayının tamamını değil, belirli bir kısmını taraması yeterli olur. Böylece, etkin arama yaparak daha kısa bir sürede çözüme ulaşırlar (Emel, Taşkın 2002).

Günümüzün karmaşık ve zor koşulları problemlere hızlı ve kolay çözüm üreten yeni çözüm yöntemler arayışına neden olmuştur. Genetik algoritmalar konusundaki çalışmaların çokluğu ve kullanıldığı alanların fazlalığı, problemlere hızlı ve kolay çözüm bulma çabasıyla açıklanabilir (Emel, Taşkın 2002).

Genetik algoritmalarda, biyoloji biliminden esinlenilerek, problemin çözümünü kodlayan veri yapısına kromozom veya fenotip denmektedir. Çoğunlukla bir problemin çözümü için birden fazla parametrenin değerinin belirlenmesi gerekmektedir. Parametrelerin her biri kromozomda yer alır. Kromozomun ögesi olan ve her biri problemin bir parametresini kodlayan birimlere gen adı verilmektedir. Genin alabileceği değerlerin kümesine o genin aleli denmektedir. Problem için farklı bir çözüm adayı olan kromozomlardan bir havuz tutulmakta ve bu havuz

evrimsel yöntemlerle değişikliğe uğratılmaktadır. Problemin bir aday çözümü olan kromozom biçimindeki havuz öğelerine birey veya genotip denmektedir [8].

Kromozom için seçilen veri yapısı doğrusaldır. Problemin çözümü 0/1'lerden oluşmuş bir dizidir. Kodlanmış parametrelerin aynı türden olma zorunlulukları yoktur. Bir genetik algoritma kromozomu, iki tam sayı geni, üç noktalı sayı geni, bir renk kodlaması geninden oluşabilir [8].

Birçok alanda uygulama imkânı bulan ve uygulamaları olan genetik algoritmaların işleme adımlarını basitçe açıklamak gerekirse;

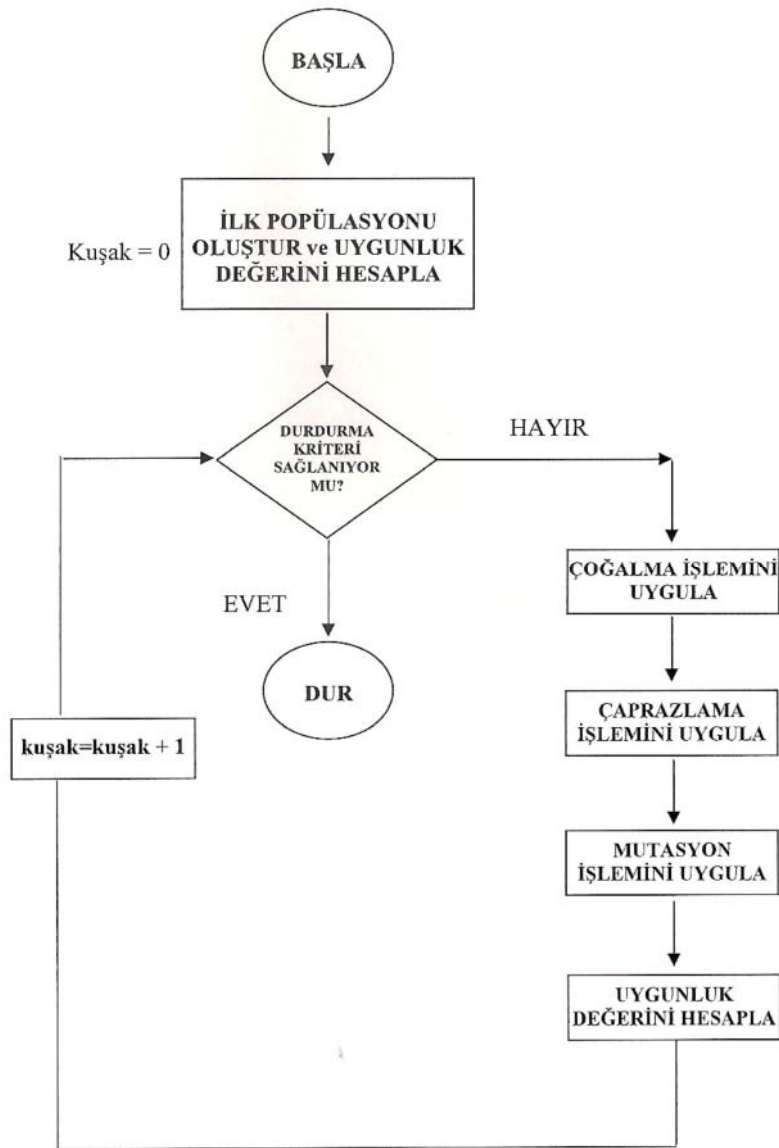
- Arama uzayındaki tüm mümkün olabilecek çözümler dizi olarak kodlanır.
- Rastlantısal bir çözüm kümesi seçilir ve başlangıç varlığı olarak kabul edilir.
- Her bir dizi için bir uygunluk değeri hesaplanır, bu değerler dizilerin çözüm kalitesini gösterir.
- Bir grup dizi belirli bir olasılık değerine göre rastlantısal olarak seçilip çoğalma işlemi gerçekleştirilir.
- Yeni bireylerin uygunluk değerleri hesaplanarak, çaprazlama ve mutasyon işlemleri yapılır.
- Önceden belirlenen kuşak sayısı boyunca bu işlemler devam ettirilir.
- İşlem, belirlenen kuşak sayısına ulaşıncaya sona erdirilir.
- Amaç fonksiyonuna göre en uygun olan dizi çözümü seçilir.

Genetik algoritmalar, çözümlerin kodlanmasını, uygunlukların hesaplanmasını, çoğalma, çaprazlama ve mutasyon operatörlerinin uygulanmasını içerir (Emel, Taşkın, 2002).

Engin ve Döyen (2004), genetik algoritmalarda dört ayrı operatör kullanılmakta olduğunu belirtmiştir. Bunlar; parametre kodlama operatörü, üreme operatörü, çaprazlama operatörü, mutasyon operatörü olarak sıralanmışlardır. Genetik algoritma parametre setlerinin kodları ile ilgilenir, parametrelerin kendileri ile doğrudan ilgilenmez. Genetik algoritmalarda yeni nesiller, üreme operatörü yardımı ile oluşturulmaktadır. Çözümde ulaşmada başlangıç varlığının büyüklüğü önemlidir. Genetik algoritmada en iyi çözüme ulaşmada kullanılan önemli operatör, çaprazlama operatörüdür. Mutasyon operatörü ise algoritmanın yeni

çözümler üretme sürecinde önemlidir. Genetik algoritmelerde mutasyon oranı genellikle %1 değerindedir.

Genetik algoritmalar bir çözüm uzayındaki her noktayı, kromozom adı verilen dizisi ile kodlar. Her noktanın bir uygunluk değeri bulunmaktadır. Genetik algoritmalar çözüm uzayındaki tek nokta yerine, noktalar kümesini korumaktadır. Her kuşakta, genetik algoritma, çaprazlama ve mutasyon gibi genetik operatörleri kullanarak yeni varlıklar oluşturur. Birkaç kuşak sonunda, oluşan varlıklar daha iyi uygunluk değerine sahip olmaktadır. Bu, Darwin'in rastsal mutasyona ve doğal seçime dayanan evrim modellerine benzemektedir. Genetik algoritmalar, çözümlerin kodlanmasını, uygunlukların hesaplanmasını, çoğalma, çaprazlama ve mutasyon operatörlerinin uygulanmasını içermektedir (Emel, Taşkın, 2002).



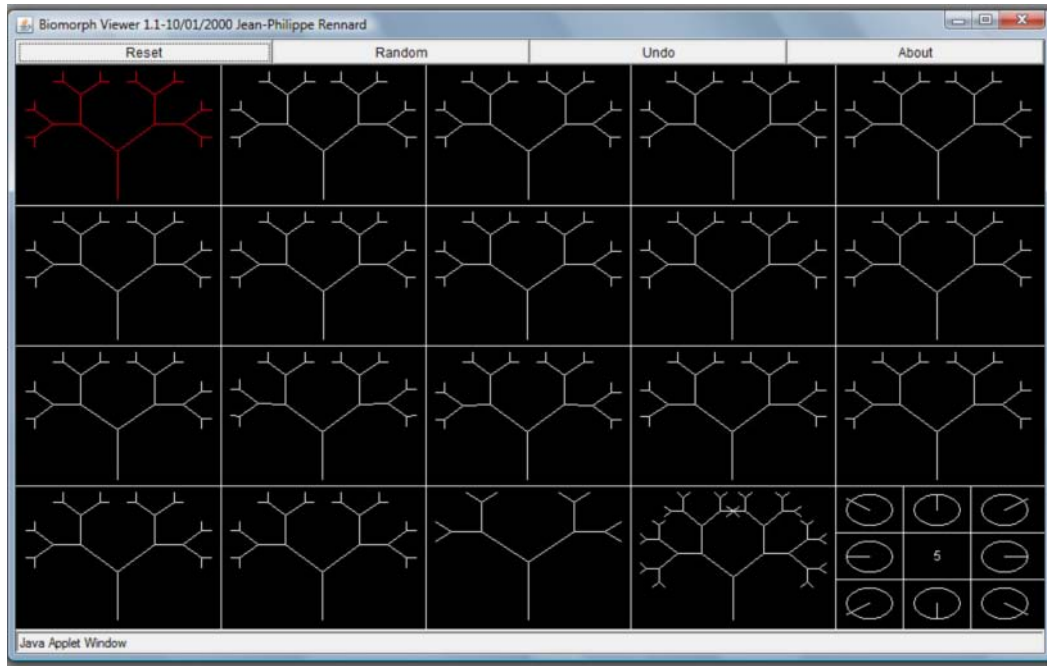
Çizelge 3.1 Genetik Algoritma akış diyagramı örneği (Emel, Taşkın, 2002).

Mimar, biçimin kaynağını, biçimlenme kurallarını oluşturan genetik kodu yazar. Farklı çoğalma işlemleriyle aynı aileye ait, küçük farkları olan biçimler türetilir. Genetik algoritmaların mimaride kullanımında geleneksel tasarım ortamında mümkün olmayacak çeşitlilikte tasarım alternatifleri elde edilmektedir.

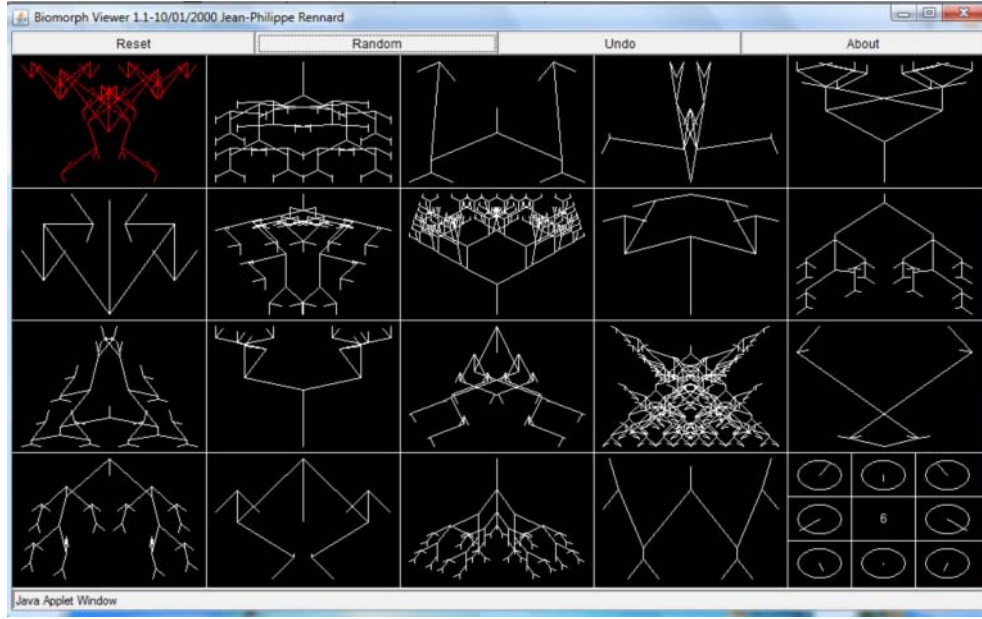
3.1.3 Biyomorf

Richard Dawkins tarafından geliştirilmiş, 2 boyutlu, yenilenebilir, ağaç benzerli strüktürlerdir. Büyümeleri ve gelişmeleri ağaçların dal sayısı ya da dalların açıları gibi basit genetik simgelerle kontrol edilir. Varlıklar, mutasyonlarla türetilir. Ayrıca her varlık kümesinde bir ağaç yeni türetme işlemi için seçilir (Frazer, 1995).

Charles Dawkins 1986 yılında yayınladığı “Kör Saatçi” kitabında, doğal seçim gibi mekanizmalarla çalışan evrimin, önceden planlanamayan bir süreç olduğunu vurgulamıştır. Biyomorf adını verdiği, şekiller oluşturan programla evrim teorisini örneklemek, ispatlamak istemiştir. Gen sayısı dokuzla sınırlı olan, her oluşan yeni biyomorf bir önceki biyomorf arasında sadece +1 veya -1 gen farkı bulunan bir program hazırlamıştır. Doğadaki her şeyin bir anda ve önceden tasarlanmış bir şekilde ortaya çıktığı, gelişime kapalı, durağan bir modelin tersine, her şeyin adım adım, basitten karmaşığa doğru ilerlediği, sürekli gelişen, hareketli bir gelişme modeli sunmuştur.



Şekil 3.4 Biyomorf başlangıç dizisi [9].



Şekil 3.5 Müdahale edilmiş Biyomorf dizisi[9].

Başlangıç pozisyonundaki bir biyomorf dizisi Şekil 3.4'deki gibidir. Random (rastgele) tuşuna basıldığında diziyeye müdahale edilmiş olur. Program bu müdahale sonucunda Şekil 3.5'deki gibi yeni bir dizi oluşturur.

Biyomorf tekniğinde, dizideki birimler genetik bilgi taşır. Türetilen her jenerasyondan optimizasyon yapılarak, bir adet biçim seçilir. Seçilen biçim haricindekiler kaybolur. Biyomorf tekniği yaygınlaşmış bir Evrimsel Mimarlık tekniğidir (Frazer,1995).

3.1.4 Sınıflandırma Sistemleri

Sınıflandırma sistemleri; Michigan Üniversitesi'nde psikoloji, bilgisayar bilimleri ve elektrik mühendisliği alanlarında profesör olarak çalışmalarına devam eden J. Holland'ın yarattığı uzman sistemleridir. Bu sistemler eğer-ise (if then) ya da durum-aksiyon kurallarının bütünüdür. Uyarlanabilir sistemlerdir (Er, vd. 2005).

Sınıflandırma sistemlerinde çevreden bilgi alınır. Bilgi, sınıflandırıcılar tarafından, kurallara göre kontrol edilir. Kurallar, üretime etki ederler. Bu bağlantılı sistem, bilginin iç işleyiş sürecidir (Frazer, 1995).

Frazer (1995), adapte edilebilir sistemler, genetik algoritmalar, Biyomorf ve sınıflandırma tekniklerini kendi düşündükleri sistemi kurmak için geliştirerek kullanmıştır. Yakınsak ve ıraksak evrimi, doğal ve yapay seçimi birleştirerek Evrimsel Mimarlık anlayışını oluşturmuşlardır.

Doğal seçim sağlanabilmesi için Frazer; uygulanması, dikkat edilmesi gereken ölçütleri sıralamıştır. Bunlar;

- Genetik bilgi doğru ve eksiksiz olarak tekrarlanmalıdır.
- Farklı türetmeler ve mutasyonlar seçeneği olmalı; düzenli türetmeler, mutasyonlar dışında sistem rastlantısal adımlar atmalıdır.
- Çoğaltma yeteneği devam etmelidir. Yapılan müdahaleler sonunda çoğaltma yeteneğinin sürekliliği etkilenmemelidir.
- Fenotipler çok sayıda üretilmelidir.
- Tanımlı çevrede seçici rekabet olmalıdır.

3.2 Evrimsel Mimarlık, Evrim Teorisi İlişkisi

Her şeyi evrim başlığı altında ele almak; kimyasal elementlerin, fiziksel sabitlerin, bilginin, kültürün evrimini, evrim teorisi ile bir bütün olarak düşünme yaklaşımı ve kendi kendini organize edebilen sistemler, Evrimsel Mimarlık'ın önemli yaklaşımlarıdır. Bunların dışında, karmaşıklık, kargaşa ve çarpışma ile baş edebilecek bir yaklaşım, yapay ve doğal sistemlere eşit muamele etmek de Evrimsel Mimarlık'ın tavırlarındandır.

Tunalı (2004) evrim teorisini, canlıların oluşum ve gelişmesini açıklayan bir tasarım modeli olarak nitelemektedir. Evrim teorisini kuşaklar boyunca çok sayıda yinelenip duran, doğal seçim sonunda, yeni biçimler, yeni oluşumların ortaya çıktığı bir tasarım modeli olarak açıklamak doğru olacaktır. Evrimsel Mimarlık başlığı altında belirtildiği gibi Evrimsel Mimarlık ise, doğal seçim ve kendi kendine organize olan sistemler yaklaşımlarını evrim teorisinden almıştır.

3.2.1 Evrim Teorisi

Darwin, "Türlerin Kökeni" isimli yapıtında evrimle ilgili çok somut kanıtlar sunmaktadır. Darwin sonrası dönemde keşfedilen çok sayıda fosil, bugünkü organizmaların geçirdiği evrimi ilk çıkış noktasına kadar izleyebilmemize olanak sağlıyor. DNA dizimleri üzerindeki çalışmalar da yaşayan tüm canlıların tek kökenli olduğunu kuşku bırakmayacak şekilde doğrulamıştır (Oksay, 2008).

Darwin, o güne kadar egemen olan yaratılış açıklamasına karşı çıkar, canlılar alanında türlerin

meydana gelişini evrim ile açıklar. Türler, sürekli bir evrim sonucu olarak meydana gelmişlerdir. Evrim doğal seçim yoluyla meydana gelir. Türler arasındaki yaşam kavgasında, doğa koşullarına uyumda güçlü bireyler yaşar, yenilenler ayıklanır. Bu bir doğal ayıklanma, doğal seçilimdir (Tunalı, 2004).

Evrime zaman içinde aşama aşama gelişim gösteren bir değişikliği öngörür. Örneğin tek hücreli organizmaları çok hücreliler; çenesiz balıkları çenesi gelişmiş balıklar izlemiştir. Doğal seçim yoluyla evrim çok geniş bir zamana ihtiyaç duymaktadır.

İnsan faaliyetleri pek çok türde değişikliklere yol açmaktadır. Örneğin; kentlerde yaşayan kuşlar, köylerdeki akrabalarından farklıdır; bazı balıklar, balıkçıların yalnızca büyük balıkları avlamaları nedeniyle giderek küçülmektedir. Bu gibi durumlar türlerin değişmesine sebep olmaktadır. Kullanılmayan yok olmaktadır. Bugün çevremizdeki görece olarak ilkel yaratıkların daha karmaşık yaratıklardan evrildiği görülüyor. Örneğin beyinsiz denizyıldızı ve denizkestanelerinin eskiden beyinleri vardı; bugün bunların çocuklarının niçin beyinsiz olduğu araştırılmaktadır (Oksay, 2008).

Yaşama kusursuz bir şekilde uyum sağlamış olmayabilirsiniz; ama rakipleriniz kadar uyum sağlamış olmanız yeterlidir. Doğal seçimin tek talebi birşeyin çalışmasıdır; en iyi şekilde çalışması değildir (Oksay, 2008).

Değişen türlerin içinde bu değişmeyi aynı zamanda ve aynı bölgede yapanlar azdır ve bütün değişimler yavaş yavaş gerçekleşmektedir.

Terazinin bir kefesindeki bir tek tohum tanesi hangi bireylerin yaşayacağını, hangilerinin öleceğini ya da eksileceklerini ya da toptan tükenip gideceklerini belirleyebilir. Aynı türün bireyleri her bakımdan birbirleriyle çok sıkı bir yarışa girdikleri için en ateşli yaşam savaşımı bunlar arasındadır; savaşım aynı türün çeşitleri arasında da hemen hemen aynı derecede ciddidir. Savaşım, öte yandan çoğu kez doğal merdivende birbirlerinden çok uzak olan varlıklar arasında da çok sert olmalıdır. Bazı bireylerin, bir yaşta ya da herhangi bir mevsim sırasında rekabet halinde bulundukları bireylere karşı sahip olabilecekleri en ufak üstünlük, ya da çevrenin koşullarına daha kusursuz uyarlanma, zaman geçtikçe, terazinin ibresini onlardan yana eğebilir (Darwin, 1996).

Doğal seçme yalnızca hafif, ardışık ve elverişli değişimleri biriktirerek iş gördüğü için büyük ve ani değişimler yaratmaz; ancak yavaş ve kısa adımlarla hareket eder (Darwin, 1996).

3.3 Tarihsel Süreçte Mimarlık-Biyoloji İlişkisi

Düşünen insan doğadaki olay ve olguların nedenlerini, kurallarını sorgulamaya başlamıştır. 19. yüzyıl sonuna kadar insanlık doğanın, kendi varlığından bağımsız olduğunu, değişmez kurallarının olduğunu kabul etmiştir. Sadece kendinden bağımsız gelişen olayları öğrenmek, açıklayabilmek için doğayı gözlemliyor, taklit ediyordu (Akman, 2008).

Şevki Vanlı (2007), taklit üzerine görüşlerini “Doğaldır ki, insanoğlu taklit ederek, yineleyerek öğrenmiş. Sesleri yineleyerek dilleri; mimariyi, öğelerini yineleyerek yapıları; yemekleri, giyimi, kuşamı oluşturmuş, bundan bir kültür, yaşam biçimi ortaklığı doğmuştur.” şeklinde belirtmiştir.

Vitruvius'tan günümüze mimarlık doğa ilişkisi farklı şekillerde devam etmiştir. 19. yüzyıldan itibaren, biyolojinin bir bilim olarak ortaya çıkması, doğayı taklit etme çabaları, doğayı açıklayan kanunlara ve bilimsel açıklamaları ortaya koyma çabasına dönüşmüştür (İnceköse, 2008a). Mimarlıkta, biyoloji bilgisi önceleri sadece bir referans olarak yer almıştır (İnceköse, 2008b).

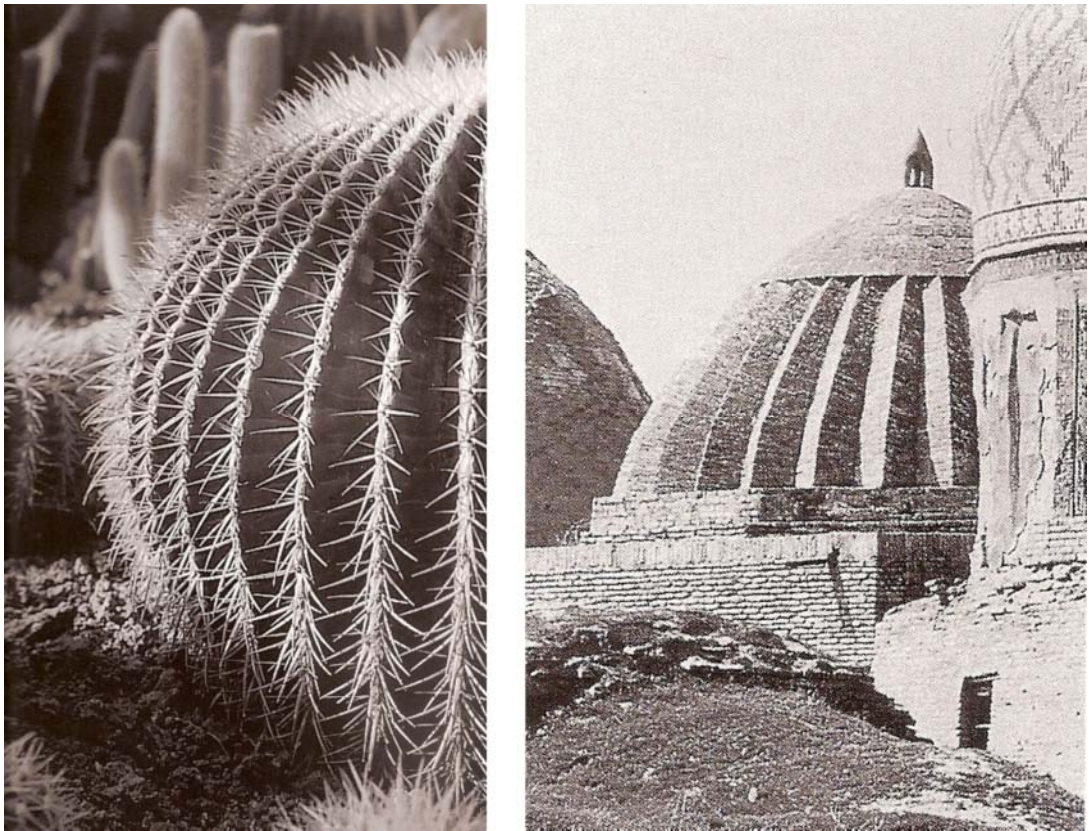
Doğayla uyumlu mekânlar üretme çabasındaki mimarlar, strüktür, biçim, süsleme, renk konularına kadar farklı düzeylerde doğadan etkilenmişlerdir. Tarih boyunca doğadan esinlenmiş, mimarlık literatürüne başyapıt olarak girmiş birçok tasarım mevcuttur (Selçuk, 2009).

Selçuk ve Sorguç'a (2007) göre, mimarlıkta tasarım-üretim sürecinde doğadan esinlenme iki şekilde ele alınmaktadır. İlki doğal objenin biçiminin alınıp biçimsel kaygılarla ve bir analogiyle yapıya aktarılması diğeri ise yapılaşmada gözlemlenen oluşum biçiminin; deneysel verilerle mimari biçimin dönüştürülmesidir.

Analoji; orantılı ilişkilerdeki benzerlik olarak açıklanmaktadır. Bu benzerlik farklı ölçeklerdeki iki biçim arasında ya da iki ayrı nicelik arasında da olabilir. Çağdaş Güneş sistemi kavramının, Jüpiter'in uydularının gözlenmesi sonucunda, analogi yoluyla ortaya çıkmış olması bilimsel düşünce içinde yapılan analogiye örnek olarak gösterilebilir. Toplumsal ve siyasi tartışmalarda, daha az bilinen konuları, daha iyi bilinen konular üzerinden aydınlatmaya çalışmak izlenebilir bir yöntemdir. Örneğin, biyolojik analogiler üzerinden toplum yapısı irdelenebilir. Sonuçların başarılı olabilmesi için yapılan analogik çalışmanın, analogiden bağımsız görüşlerle desteklenmesi gerekmektedir (Ana Britannica, 1989).



Şekil 3.6 Kuş yuvası gibi inşa edilmiş kulübeler (Portoghesi, 2000).



Şekil 3.7 Kaktüs bitkisi ile Semerkand'da bir kubbe arasındaki analogik ilişki (Portoghesi, 2000).

Mimarlık tarihinin ilk örneklerinden 20.yüzyılın ilk yarısına kadar tasarımcılar tarafından genellikle ilk yöntemin benimsendiğini söylemek olasıdır. Doğadan esinlenme, kuş yuvası gibi inşa edilmiş kulübelere, karmaşık yapılara kadar çeşitlilik göstermektedir. Bu bölümde doğadan esinlenme çeşitli örnekler üzerinden açıklanacaktır.

Mimarlık eleştirmeni John Ruskin (1819–1900) “The Seven Lamps of Architecture” (Londra, 1849) adlı kitabında mimarlığın gelişimi üzerine yedi ilke belirtmiştir. 1849 yılında

yayınlanan bu kitapta sıralanan yedi ilkedен biri doğanın gözleminden türetilen güzelliştir. Diğer ilkeler ise; işlevsel olarak anlamlı bezeme kullanımı, yapı malzemelerinin ve strüktürün ifadesinde doğruluk, anlamlı bütünlük, cesur ve düzensiz biçimler, dayanıklı yapı, geleneksel Hristiyan mimari biçimlerine yani Gotik mimariye bağlılık olarak sıralanabilir (Roth, 2000).

Gotik mimari, 12. yüzyıldan sonra Roman sanatının ardından, Roman sanatını benimsemiş olan bütün ülkelere ve de Haçlı Seferleri'nin etkisiyle Filistin ve Kıbrıs'a kadar yayılmıştır (Hasol, 1998).

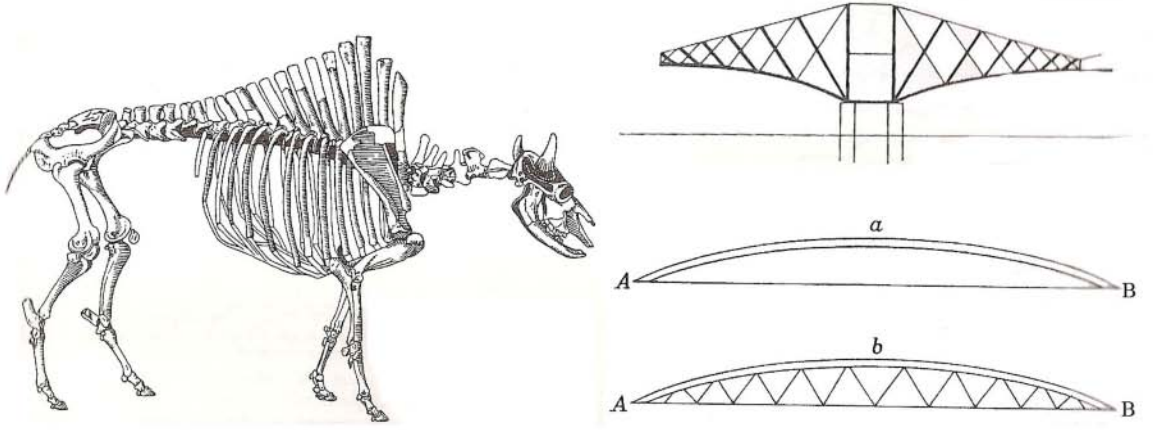
Doğadaki, ağaçların gövde-dallar-yaprak ilişkisi gözlemlenerek, Gotik mimaride yük dağılım ilişkisi çözülmeye çalışılmıştır. Gotik gül pencereler doğa ile etkileşim konusunda örnek olarak gösterilebilecek mimari elemanlardır (Selçuk, 2009).



Şekil 3.8 Notre-Dame katedralinden vitray gül pencere, 1163, Fransa (Senosiain, 2003).

1600–1830 yılları arasında etkisi görülen Barok mimaride, kullanılan kubbe biçimlerinin, doğadaki kabukların gözlenmesi sonucu inşa edildiği söylenebilir. Rokoko tarzı eserlerde ise, doğadan etkilenme Barok'dan daha yoğun bir şekilde süslemelerde görülür. Kayaya benzer şekiller, bitkisel biçimler, deniz kabuklarından esinlenen eğriler Rokoko'da kullanılan biçimlerdir (Selçuk, 2009).

Ünlü doğa bilimci D'Arcy Thompson, Edinburg yakınlarındaki Forth Nehri üstündeki çift destek taşıyıcılı köprüünün tasarımı ile bizon iskeleti fosili arasında bir analogi ortaya çıkarmıştır (Thompson, 2000).



Şekil 3.9 Bizon iskeleti fosil çizimi-çift destek taşıyıcılı köprünün tasarımı (Thompson, 2000).

19. yüzyılın sonunda endüstrileşmenin soğuk ve cansız ürünlerine sanatsal içerik bulmak, yeni bir ruh katmak amacıyla, Art Nouveau Mimarlığı ortaya çıkmıştır. Antonio Gaudi, Otto Wagner, Louis Sullivan, Victor Horta, Hector Guimard, Peter Behrens bu akımın temsilcilerindendir.

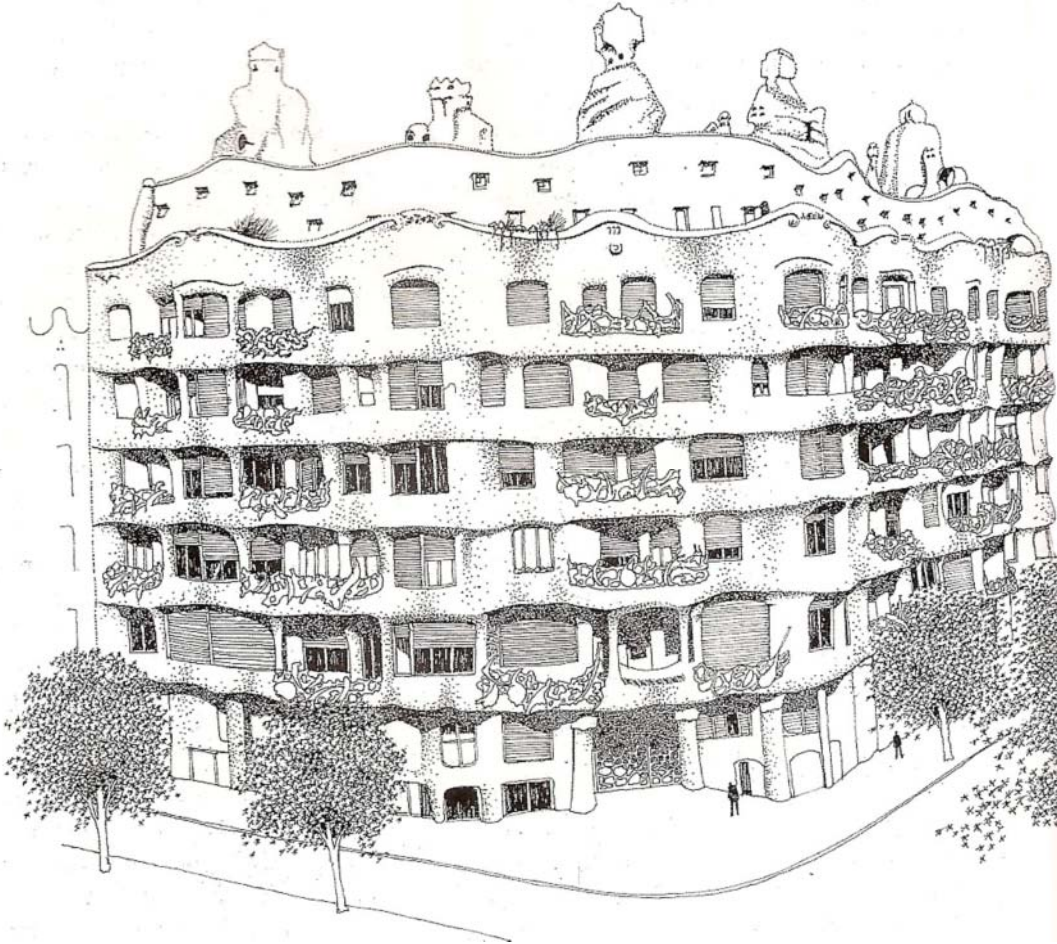
Antonio Gaudi'nin mimarisi doğadan çalışmalar içermesinin yanı sıra matematiksel, olarak özenle çözümlenmiştir. Strüktürel hareket çizgilerini izleyecek şekilde tonozlar bükük ve eğik, taşıyıcı sütunlar ise eğimliydi. Gaudi strüktürde yaptığı bu değişimlerle, ölümüyle yarım kalan Sagrada Familia Kilisesi'nde tüm dışsal uçan payandaları ortadan kaldırabilmiştir (Roth, 2000).



Şekil 3.10 Sagrada Familia Kilisesi iç mekân[10].

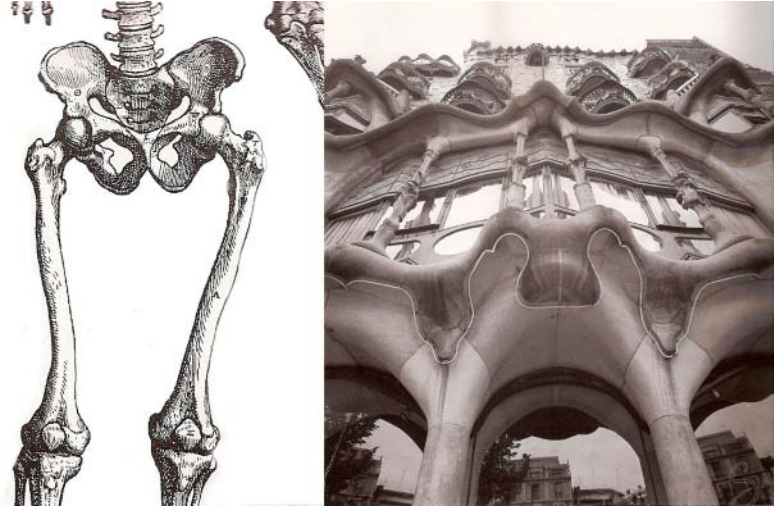
Sagrada Familia Kilisesi'nde; dört organik ve doğal görünümlü bazalt kolonun olduğu bölüm adeta bir orman gibidir. Gaudi'nin yapılarında farklılık ve estetiği yakalamak ve bu tasarımlara uygun taşıyıcı sistemleri inşa etmek için doğayı gözlemlediği açıktır (Roth, 2000).

1905–1910 tarihleri arasında Barselona, Paseo de Gracia'da, Dona Rosario Mila için tasarladığı büyük apartman bloğu, Casa Mila'da ise, bir ağaç gövdesinin enine kesitinin mikroskobik büyütülmüşü gibi görünen düzensiz duvar planı, iç avluların çevresinde kümelenmiş, her katta dört apartman dairesine izin verir. Dışta masif kesme taş duvarlar, deniz yosunu kıvrımlarına benzer şekilde biçimlendirilmiş dövme demirden korkuluk babalarıyla doğal bir yalılar görünümündedir. Barselona'da yaratılmış, işlevsel, organik mimarinin eşsiz bir örneğidir (Roth, 2000).



Şekil 3.11 Casa Mila, Gaudi, Mila evlerinde kuzey Barselona'daki kaya biçimlerinden etkilenmiştir (Johansen, 2002).

Gaudi, insan iskeleti üzerine çalıştığını, insan iskeletinden strüktürleri öğrendiğini dile getirmiştir (Johansen, 2002). Casa Batllo projesinde, insan iskeleti pelvis kemiğine yapmış olduğu biyolojik analogi dikkat çekicidir.



Şekil 3.12 İnsan iskeletinin Vesalio tarafından yapılmış bir çizimi ile Casa Batlló projesi ilişkisi (Portoghesi, 2000).

Modern mimarlığın önde gelen isimlerinden Frank Lloyd Wright, 1908 yılında organik mimarlığın ilkelerini ortaya koymuştur. Bu ilkeler; sadelik, yapı tasarımının organik olması, doğal biçimler ve çevreyle uyumu renklerin kullanılması, malzeme karakterinin değiştirilmeden gösterilmesi, yapının kendine özgü karakterinin olması şeklinde sıralanabilir (Ayyıldız, Özbayraktar, 2005).

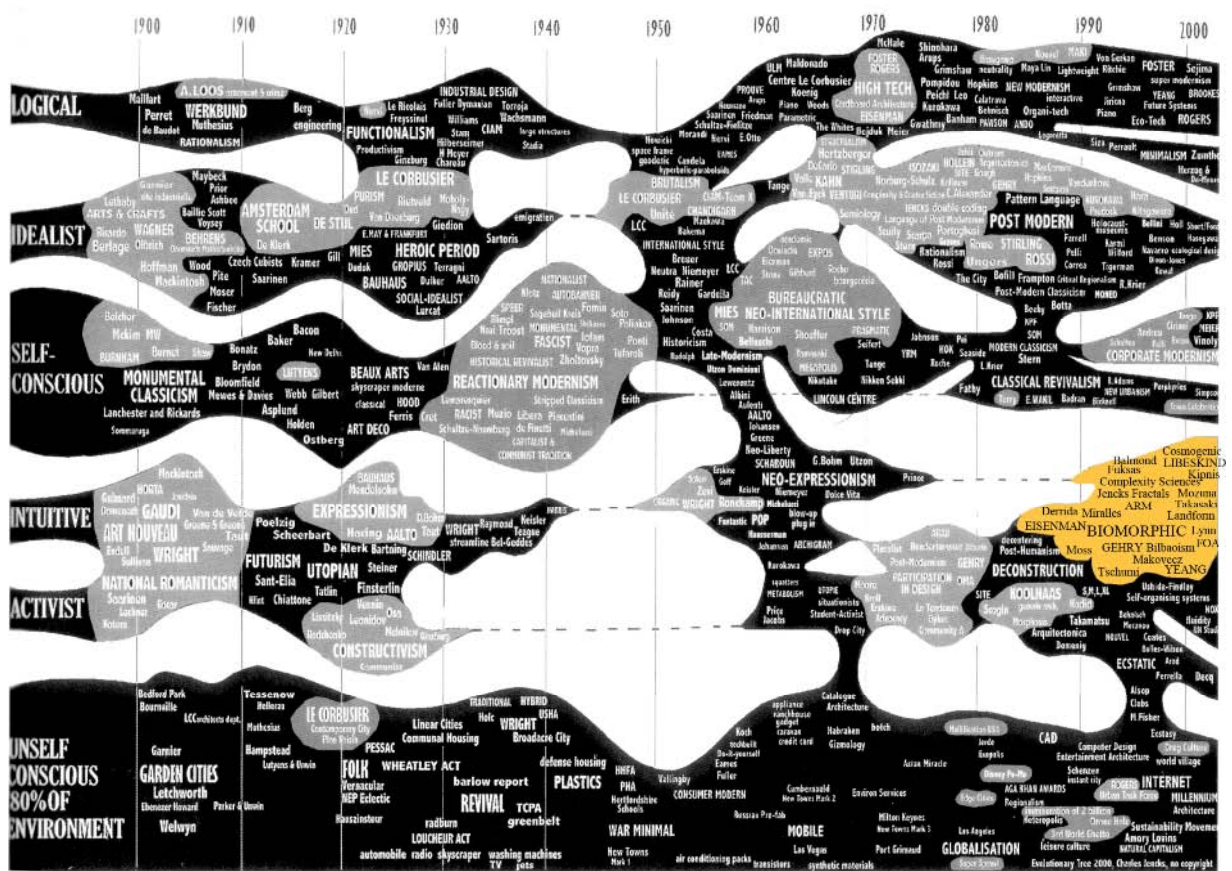


Şekil 3.13 Frank Lloyd Wright'ın Johnson Wax idare binası, Wisconsin, A.B.D. 1936-1939 [11].

Frank Lloyd Wright, mantarların yapısal prensibinden etkilenerek, Johnson Wax idare binası tasarımında kolonlarda mantar strüktürünü kullanmıştır.

Ayyıldız ve Özbayraktar (2005), modern hareketin, kendinden önceki dönemlerden örnek almayı reddetse de doğa ve evren öykünmesinin modern hareketin içinde yer aldığını, organik mimarlık ve organik analoginin geçerliliğini hep koruyacağını belirtmiştir.

1969 yılında Charles Jencks “Architecture 2000: Predictions and Methods” kitabında, 1990’lı yıllarda biyolojinin önemli bir metafor olacağını ve en belirgin mimari hareketlere kaynak oluşturacağına dair öngöründe bulunmuştur. Biyoloji ile mimarlık ilişkisindeki çok boyutlu gelişmeler, bu konunun mimaride nerede metafor veya analogi, nerede ilham kaynağı olarak kullanıldığının iyi analiz edilmesi gerektiğini göstermektedir (Frazer, 1995).



Şekil 3.14 Charles Jencks’in 1971 yılında basılan “Architecture 2000” adlı kitabında hazırlanmış olduğu evrimsel ağaç adımı verdiği öngörülerinin, 2000 yılında Architectural Review dergisinde basılmış şekli (Architectural Review, 2000).

Sullivan, Wright ve Le Corbusier gibi biyolojik analogiler kullanan mimarlar ve organik mimari 20. yy’ın merkezinde yer almıştır (Frazer,1995). Le Corbusier, Ronchamp şapelinde esininin 1946’da Long Island sahilinde bulduğu bir deniztarağı kabuğu olduğunu söylemiştir (Roth, 2000).

1953 yılında yeni açıklanan DNA'nın yapısından esinlenen, Kisho Kurokawa, Helix Kent projesini hazırlamıştır. Kenzo Tange'nin Tokyo Körfez Geliştirme Planı da kendilerini yeniden üretebilen, yeni ve canlı öğelerin eklenebildiği kentler üzerinde çalışan Metabolistler'in diğer önemli projesidir (Sharp, 1998).

Elektronik tüketim mallarının ortaya çıkışı, 1960 Tokyo Dünya Tasarım Kongresi'nde, Kenzo Tange, Fumihiko Maki, Kiyonori Kikutake, Kisho Kurokawa gibi, yetenekli ve entelektüel Japon mimarları bir araya getirmiştir. Birleşerek, Metabolistler grubunu kurmuşlardır (Melvin, 2007).



Şekil 3.15 DNA sarmal yapısı- Kisho Kurokawa'nın Helix kent projesi [12], (Lökçe, 2001).

Metabolistler, ekonomik ve teknolojik değişimler geçiren toplumun gereksinimlerini yansıtan ve onlara çareler üreten konulara odaklandılar. Metabolistlere göre elektronik aygıt çeşitliği, bireysel ve kamu alanları arasındaki ayrımı değiştirmiştir. Bu yaklaşımın toplum yaşamı üzerinde ciddi etkilerinin olacağına inanan Metabolistler, evleri teknoloji yüklü kapsüller; kamu kuruluşlarını bilgi işlem ağı ve toplanma yerleri; kentleri ise yeni deneyimlerin yaşandığı oyun alanları olarak yorumladılar. 1970 sonrası gruptan kopmalar yaşanmıştır (Melvin, 2007).

Kisho Kurokawa, Metabolist akıma ve simbiyoz felsefesine dair düşüncelerini “Makine Çağı’ndan Yaşam Çağı’na” adındaki kitabında toplamıştır. “Ortak yaşama” anlamı taşıyan simbiyoz, birden fazla canlı türünün belirli koşullar altında, bir arada yaşamaları olarak tanımlanabilir. Simbiyoz, birlikte yaşama önerisidir. Bu birlikte yaşama karşıtların

birbirleriyle beslenebildikleri, birbirlerine zarar vermeden yaşayabildikleri, böylece evrimleşebildikleri bir ortaklık alanıdır. Kurokawa, metabolizmayı, metamorfozizmi, simbiyozmi yaşam ilkesini açıklamada anahtar kelime ve fikir olarak seçmiştir.



Şekil 3.16 Nagakin Kapsül Kule, Tokyo, Japonya Kisho Kurokawa, 1972 (Melvin, 2007).

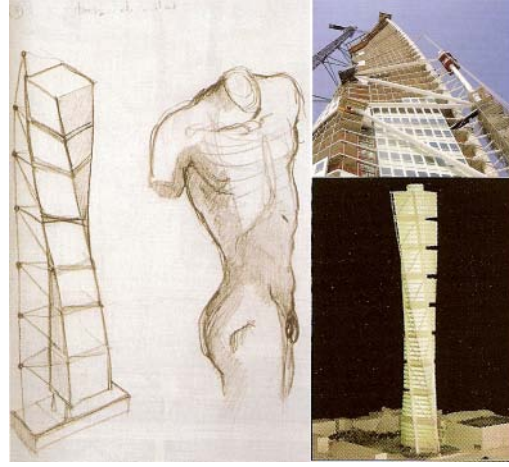
David Greene 1966 yılında “Living Pod” (Yaşayan Kapsül)’ü tasarlamıştır. Yaşayan Kapsül, Archigram’ın kapsül projeleri içinde en gelişmiş olandır. İnsan vücudundan hareketle tasarlanmış bir projedir (Spiller, 2006).



Şekil 3.17 David Greene Living Pod (Yaşayan Kapsül), 1966 [13].

Doğadan esinlendiğini dile getiren bir başka mimar da Santiago Calatrava’dır. Hayvan şekillerinden, iskelet sisteminden yola çıktığı projeleri mevcuttur. 1999 yılında İsveç,

Malmö’de tasarladığı konut bloğunda burğu şeklindeki insan gövdesi heykelinden yola çıkmıştır.



Şekil 3.18 Malmö’de çok katlı konut yapısı, Calatrava, 1999–2005 Calatrava’nın eskizleri (Arredamento Mimarlık, 2004).

Calatrava mevcut Milwaukee Sanat Müzesi’nin genişletilmesi amacıyla açılan çağrılı bir yarışmayı kazanmış, daha sonra tasarımı inşa edilmiştir. Calatrava, Milwaukee Sanat Müzesi’nde göz alıcı, hareketli strüktürler kullanmıştır. Kafesler hafif bir esinti şeklinde açılıp, kapanmakta; büyük, mükemmel bir kuş izlenimi uyandırmaktadır [11].



Şekil 3.19 Milwaukee Sanat Müzesi, Wisconsin, A.B.D., 1994-2001 [14] [15]. (Molinari, 1999).

1990 sonrası dönemde, mimarlık alanında doğa bilimsel bilgiye, ilgi odaklanması görülmektedir. Doğa bilimleri-mimarlık ilişkisinde önemli olan, bilimsel referansların çağdaş mimarlık söylemlerinde nasıl ve ne amaçla kullanıldığı, çağdaş bilgisayar teknolojisinin olanakları ile birleşen bu ilişkinin mimarlık bilgisinde yeniden bir yapılanmaya işaret edip etmediğidir (İnceköse, 2008a).

1990'lardan bu yana doğadan öğrenilen, esinlenilen, uyarlanan tasarımlar biyomimesis (biyos-hayat ve mimesis-taklit etmek) kavramıyla anlaşılmaya çalışılmaktadır (Selçuk, Sorguç, 2007).

Mimesis, Freud'dan alınmış psikanalitik bir kavramdır. Nesnelerle kurulan yaratıcı bir ilişkiye işaret eder. Toplumbilim, ruhbilim ve müzikbilim alanlarında çalışmış, Frankfurt Okulu'nun önde gelen üyelerinden biri olan, Theodor W. Adorno mimesisi; öznel bir yaratımın nesnel ve öngörülmeleyen ötekisiyle kavramsal olmayan bağı olarak tanımlamıştır. Mimesis, Freud'un da tahmin ettiği gibi, estetik için büyük potansiyel önem taşıyan bir kavramdır. Mimesis nesneyle bilinçdışı bir özdeşleşmedir (Leach, 2002).

Hayatı taklit eden bir mimari anlamına karşılık gelen "Biomimesis" kelimesi, 20.yüzyılın sonunda literatüre girmiştir. Doğadan esinlenme, öğrenme, uygulama biçimlerinin neler olabileceği ve farklı alanlarında nasıl kullanılabileceği sistematik olarak tartışılmaya başlanmıştır (Selçuk, Sorguç, 2007).

Biyoloji alanında bilgisayar teknolojilerinin kullanılmasıyla, biyolojik bilgilerin yaratılması, depolanması, biyoinformatik ve hesaplamalı biyoloji gibi yeni biyolojik araştırma alanları sayesinde yapılabilir olmuştur. Biyolojik süreçler, molekül yapılarının anlaşılması konusunda önemli gelişmeler sağlamıştır. DNA, RNA, protein dizilim modellerinin hazırlanabilmesi, mimarlara doğal süreçlerin biyolojik modellerine ulaşabilme imkanı sağlamıştır (İnceköse, 2008b).

Günümüze gelindiğinde tasarımlarında doğal metaforlara yer verilen, biyolojik sistemleri açıklamaya yönelik modellerle metaforik bağlantılar kuran, mimarlık için tasarım sürecinin bizzat kendisini oluşturacak yeni bir araç geliştirmek amacıyla olan mimarlar gözlenmektedir. John Frazer ve Greg Lynn bu isimlerin başında gelmektedir.(İnceköse, 2008a).

3. Bölüm kapsamında Evrimsel Mimarlık, Evrimsel Mimarlık teknikleriyle birlikte açıklanmıştır. Evrimsel Mimarlık'ın oluşumunu net bir şekilde ortaya koyabilmek için evrim teorisi ve tarihsel süreçte mimarlık-biyoloji ilişkisi incelenmiştir. Selçuk ve Sorguç (2007) mimarlık-biyoloji ilişkisinde son olarak geline nokta, bilgisayar bilimlerinin etkisiyle , John Frazer ve Greg Lynn gibi mimarların ortaya koymuş olduğu, tasarım felsefelerinde doğadaki hareketi, biçimi, gelecek nesil yapılar için kullandıkları tasarım yaklaşımları olarak belirtmiştir. Tez kapsamına 5. Bölümde bu yaklaşımlara detaylı olarak, örnekleriyle değinilecektir.

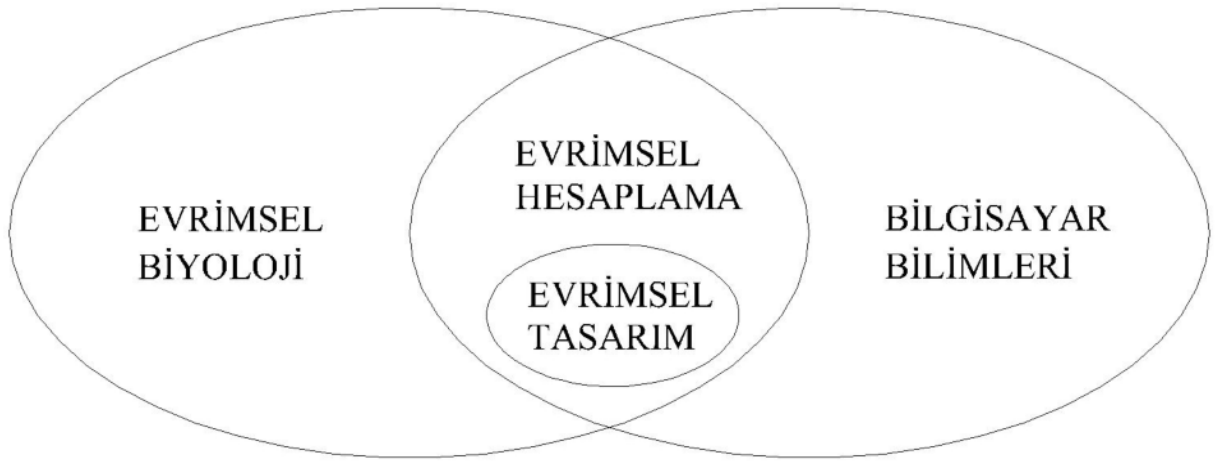
4. EVRİMSEL TASARIM SİSTEMLERİ

Evrimsel Tasarım Sistemleri; doğanın evrim prensipleri üzerinden hareket eden bir araştırma alanıdır. Evrimsel sürecin sonunda tasarım şekillenir.

Bentley, 1999 yılında evrimsel hesaplamanın son 10-15 yıldır tasarım alanında farklı perspektiflerde yer aldığını belirtmiştir. Tasarımcılar, mimarlar, sanatçılar, bilgisayar mühendisleri bu alanda çalışmalar yapmışlardır. Örneğin sanatçılar, evrimi estetik olarak daha iyi biçimler geliştirmek için; mimarlar ise yeni yapı planlarını eskizden itibaren evrimsel tekniklerle geliştirmek üzerinde çalışmışlardır [16].

Evrimsel hesaplama ilk olarak 1960’larda I. Rechenberg tarafından “Evrimsel Stratejileri” isimli eserinde tanımlanmıştır. Evrimsel hesaplama; arama, optimizasyon, öğrenme gibi problemlere, genetik bilgilere, biyolojiye dayanarak, hesaplama teknikleri ile çözüm aranmasıdır. Genetik algoritmalar, evrimsel programlama, evrim stratejileri ve genetik programlama, evrimsel hesaplamaların biçimlendiriliş şekillerine göre aldıkları değişik isimlerdir [17].

Evrimsel hesaplama ve evrimsel tasarım; evrimsel biyoloji ve bilgisayar bilimleri ile ilişkilidir. Evrimsel biyoloji; biyolojinin canlıların evrimini inceleyen bir alt dalıdır. Biyoloji konuları canlıların evrimi göz önüne alınarak incelenmektedir.

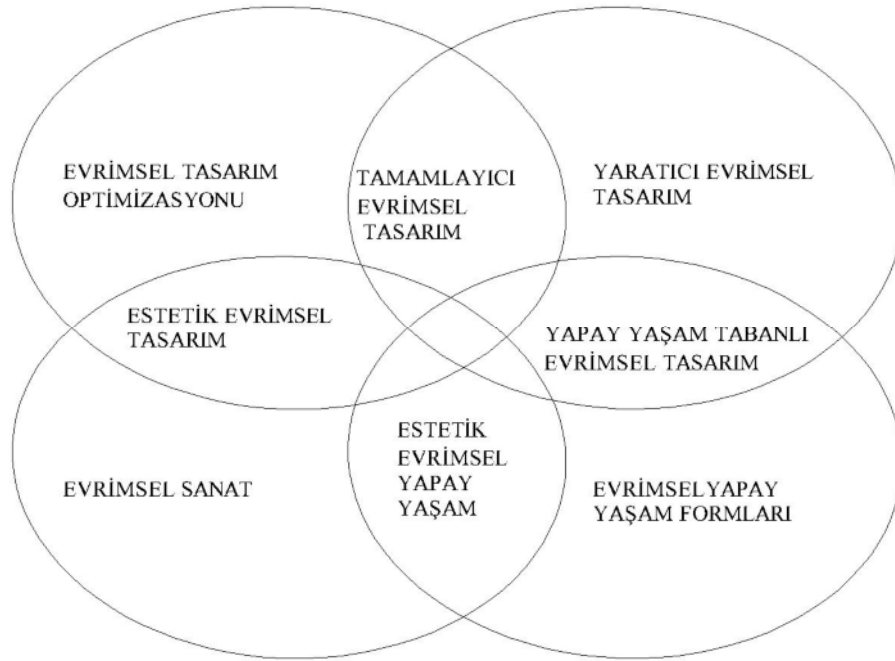


Şekil 4.1 Evrimsel biyoloji-bilgisayar bilimleri ilişkisi [16].

4.1 Evrimsel Tasarım Görüşleri

Evrimsel Tasarım Sistemleri bünyesinde dört ayrı belirgin görüşü barındırır. Bunlar;

- 1) Evrimsel tasarım optimizasyonu,
 - 2) Yaratıcı evrimsel tasarım,
 - 3) Evrimsel sanat,
 - 4) Evrimsel yapay yaşam biçimleri,
- olarak sıralanabilir (Bentley, 1999).



Şekil 4.2 Evrimsel tasarım alanındaki dört belirgin görüş ve ara kesitinde yer alan görüşler [16].

Ayrıca bu görüşlerin ara kesitinde yer alan;

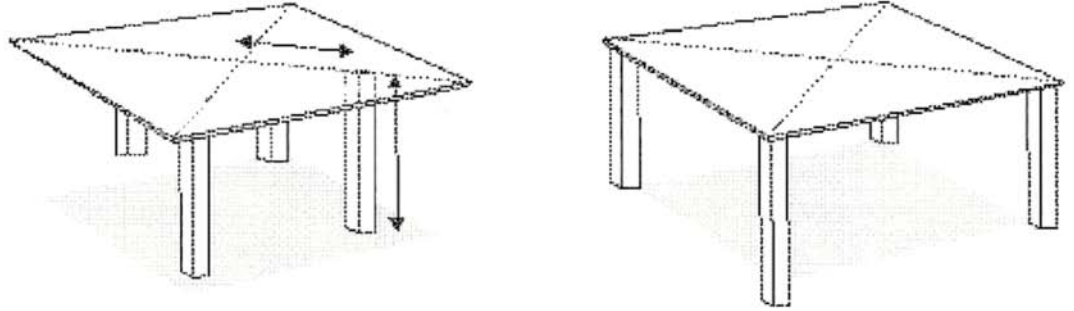
- Tamamlayıcı evrimsel tasarım,
 - Estetik evrimsel tasarım,
 - Estetik evrimsel yapay yaşam,
 - Yapay yaşam tabanlı evrimsel tasarım
- görüşleri de bulunmaktadır [16].

4.1.1 Evrimsel Tasarım Optimizasyonu

Evrimsel tasarım optimizasyonu; evrimsel hesaplamanın, mevcut tasarımları iyileştirmek için kullanılmasıdır. Özellikle mühendislik disiplininde sıklıkla kullanılan bir yöntemdir. Örneğin uçak tekerleklerinin geliştirilmesi kullanılan alanlardan biridir. Evrimsel tasarım optimizasyonu yaratıcı bir süreç değildir. Bu süreçte mevcut tasarımın geliştirilmesi istenen parçalarına göre parametreler tanımlanır. Parametreler, genler olarak kodlanır. Geliştirilen evrimsel algoritmayla sorunu en iyi çözen tasarıma ulaşılmaya çalışılır [16].

Evrimsel tasarıma basit bir örnek olarak, 4 ayaklı masa tasarımı verilebilir.

Evrimsel tasarım optimizasyonu yaklaşımına göre ilk önce masanın parametreleri belirlenir. Masa tasarımında parametreler; masa ayaklarının pozisyonu ve uzunluğu şeklinde belirlenebilir. Evrimsel algoritma belirlenen parametrelere göre, istenen ölçüt doğrultusunda optimizasyon işlemini gerçekleştirecektir. Bu örnekte belirlenen ölçüt denge, stablitedir. Masanın en iyi stabliliteye ulaşması için evrimsel algoritma hazırlanır.



Şekil 4.3 Evrimsel tasarım optimizasyonu (Bentley, 1999).

Fenotip; genetik yapıya bağlı olarak dış etkenlerin de etkisiyle ortaya çıkan görünüştür. Genotip ise; çevre faktörleri ile birlikte dış görünüşü tayin eden genetik yapıdır. Masa örneği için fenotipe göre 8 parametre; genotipe göre ise 64 parametre belirlenebilir.

Buna göre fenotip;

Ayak uzunluğu 1, ayağın merkezden uzaklığı 1

Ayak uzunluğu 2, ayağın merkezden uzaklığı 2

Ayak uzunluğu 3, ayağın merkezden uzaklığı 3

Ayak uzunluğu 4, ayağın merkezden uzaklığı 4

Genotip ise;

11010110 10101101 10101110 10011010 01101010 10001010 11110010 00101110

Bu örnekte mevcut tasarım üzerinde, farklı dizilimler denenerek, belirlenen ölçütü en iyi sağlayan tasarıma ulaşılmıştır. Algoritma tasarım anlayışını değiştirmeyecek şekilde hazırlanmıştır (Bentley, 1999).

4.1.2 Yaratıcı Evrimsel Tasarım

Yaratıcı evrimsel tasarımın temel özelliği yeni biçimler türetilmesidir. Yaratıcı evrimsel tasarım alanında araştırma yapanlar, tasarım sürecinin ön aşamaları üzerinde çalışırlar. İki farklı yaklaşım mevcuttur. Kavramsal evrimsel tasarım ve üretken evrimsel tasarım (genetik tasarım) olarak adlandırılan farklı yaklaşımlar, evrimsel hesaplama kullanımı ile başlangıcından yeni tasarım yaratılmasını sağlar. Tasarımların sunumları farklı olur [16].

Bentley, yaratıcı evrimsel tasarımın geliştiricilerinden biri olmasına karşın, evrimsel programlama ile ortaya çıkan ürünlerin kendisini şaşırttığını, heyecanlandığını belirtmiştir (Bentley, Corne, 2002).

4.1.3 Evrimsel Sanat

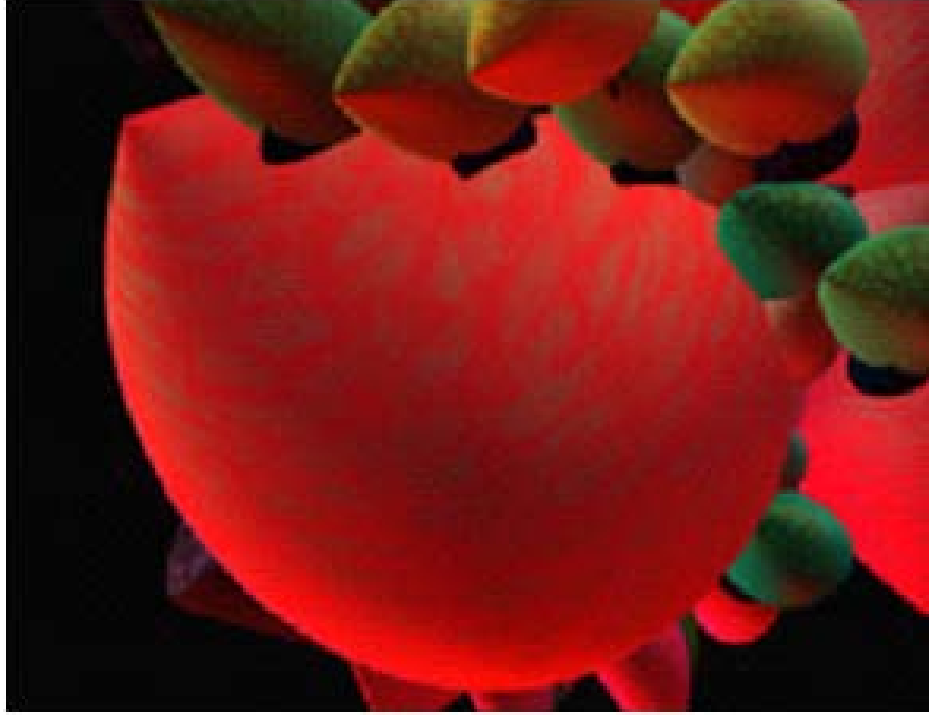
Evrimsel sanat ürünleri diğer evrimsel tasarım sistemleri ürünlerinden çok daha yaygındır. Tüm evrimsel sanat sistemleri birbirine benzer. Benzerlik nedeni hepsinde rastgele bir başlangıç uzayından alınan biçim ya da görüntü üzerinden türetme işleminin yapılmasıdır [16].

Karl Sims “Genetic Images” çalışması ile iki boyutlu çalışmalar ve “Galapagos” çalışması ile etkileşimli olarak evrim geçirebilen, hareket halindeki üç boyutlu figürler oluşturmuştur (Garassini, 2000).

Karl Sims, sanatçı ile bilgisayarın ortak çalıştığı sanat eserleri üretmek için yaratıcı süreçte genetik programlamayı ilk kullananlar arasındadır.

Karl Sims’in Genetic Images adlı çalışmasında bilgisayar alternatif üretmeye başladıktan sonra, izleyiciler tarafından seçim yapılmaktadır. Galapagos çalışmasında ise izleyiciler, üstünde gerçekdışı biçimlerle dijital yaratıkların dalgalandığı 12 ekranla çevrelenir. İzleyiciler, hareket halindeki üç boyutlu figürlerden seçimlerini yaparlar. Seçim iki izleyici tarafından aynı anda yapılırsa iki yaratığın özellikleri bir araya getirilebilir. Karl Sims,

Galapagos'u etkileşimli evrim olarak nitelemektedir (Garassini, 2000).

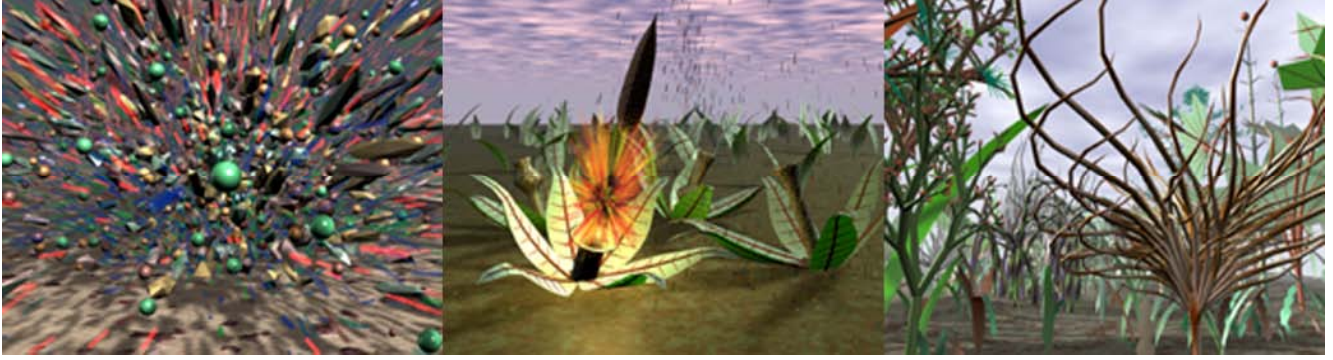


Şekil 4.4 Karl Sims'in bir genetik sanat eseri [18].

Karl Sims, kargaşa, karmaşıklık, evrim, kendiliğinden çoğalan varlıklar, hayatın kendi doğası gibi çeşitli kavramları birleştirmeyi denediğini belirtmiştir. Tasarladığı uzayda kendi kendini, gezegenden gezegene tekrar üreten botanik hayat biçimleri yaratmıştır (Wands, 2006).

Sims, Panspermia varsayımından etkilenerek, tasarladığı bilgisayar animasyonuna, Panspermia adını vermiştir. Panspermia varsayımına göre; ilk canlı oluşumu dünyada gerçekleşmemiştir. Varsayım; uzayda herhangi bir gezegende var olan canlıların sporlarının ya da tohumlarının; bu gezegenden kopan gök cismiyle dünyaya düştüğünü ve canlı oluşumunun böylelikle dünyaya da sıçramış olduğunu savunur. Yaşamın kökü olan tohumlar, tüm evrene dağılmış şekilde bulunduğu için, dünyada yaşamın kökeni, tohumlardan meydana gelmiş olabilir düşüncesi, Panspermia varsayımında hakim görüştür.

Karl Sims'in Panspermia animasyonunda; bir gezegenin yüzeyine bir tohum zarfı düşerek süreç başlar. Bitkiler büyümeye başlar, ormana dönüşür, sonra süreç tekrarlar. Uzaya daha fazla tohum fırlatılır. Sims, hazırlamış olduğu yazılımlarla, 3 boyutlu bitki yapıları yaratıp, canlandırmıştır (Wands, 2006).



Şekil 4.5 Karl Sims, Panspermia, 1990 (Wands, 2006).

İngiliz sanatçı William Latham, yapay yaşamın sanat uyarlamasını gerçekleştiren bir diğer öncüdür. Matematikçi Stephen Todd’la geliştirdikleri Mutator yazılımı sayesinde biçimleri evrim geçirmesini sağlamaktadırlar. Biçim üzerinde gerçekleştirdikleri evrimin bir sonraki adımı olarak, E-volva adında, yapay yaşam teknolojilerine dayalı bir oyun geliştirmişlerdir.

Veri uzayındaki biçimlerin farklılığını kaybetmesi ya da tek bir biçimde birleşmesi, sanatçının farklı biçimlere ulaşmasını engeller. Bu nedenle evrimsel sanat sistemlerinin çoğunda evrimsel algoritmalar arasında çaprazlama yapılarak, yeni algoritmalar oluşturma yöntemi uygulanmaz. İki algoritmanın çaprazlanması ile oluşacak yeni algoritmanın bir sanat ürünü ortaya çıkarmak için kullanılması, sonuç ürünün farklılığını kaybetmesine ya da tek bir biçime doğru ilerlenmesine neden olacağından, çoğu sanatçı tarafından kullanılmaz. Sadece algoritma üzerinde kontrollü değişimler yapılabilir. Her kuşak için tek ebeveyn tasarım üzerinden ilerlenir [16].

4.1.4 Evrimsel Yapay Yaşam Biçimleri

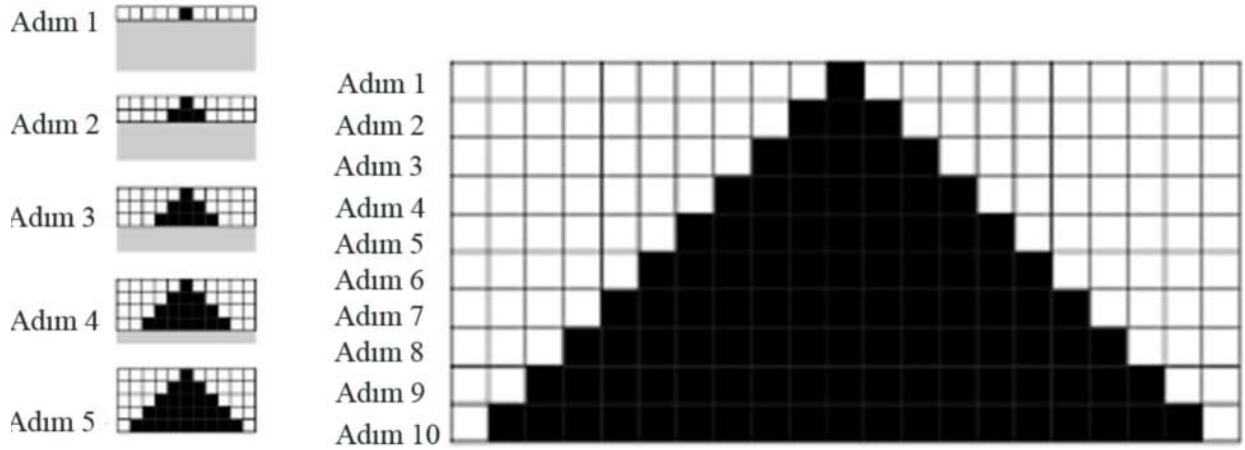
Yapay yaşam terimi 1980’lerin sonunda Amerikalı biyolog Chirstopher Langton tarafından ortaya atılmıştır. Yapay yaşam düşü; bir bilgisayarda biyolojik yaşamınkilere benzer kurallara uygun olarak evrimleşme yetisine sahip matematik organizmaları üretmek; yaşamın maddeselliğine sahip olmak; yaşamı şekillendirmek düşüdür (Garassini, 2000).

Yapay yaşam biçimlerinde yapay beyinler, davranış yöntemleri, haberleşme metotları, problem çözme durumları gibi konularda genetik algoritmalar ve diğer evrimsel araştırma teknikleri kullanılmaktadır. Evrimsel yapay yaşam biçimleri Hücresel Özdevinir’i de kapsamaktadır [16].

4.1.4.1 Hücresel Özdevinir

1948 yılında, John von Neumann “Özdevinirin genel ve mantıksal teorisi” isimli bildirisiyle kendi kendini türeten makinelerle ilgili görüşlerini evrensel olarak açıklamıştır. Biyolojideki kendi kendini türeten sistemlerin soyut modelini oluşturmaya çalışmıştır. Neumann, Stanislaw Ulam’dan ve Turing’in evrensel özdevinir teorisinden etkilendiğini belirtmiştir. Hücresel özdevinir sistemi biyolojik modellere, bilgisayar bilimlerine ve matematiğe dayanmaktadır (Fishwick, 2007).

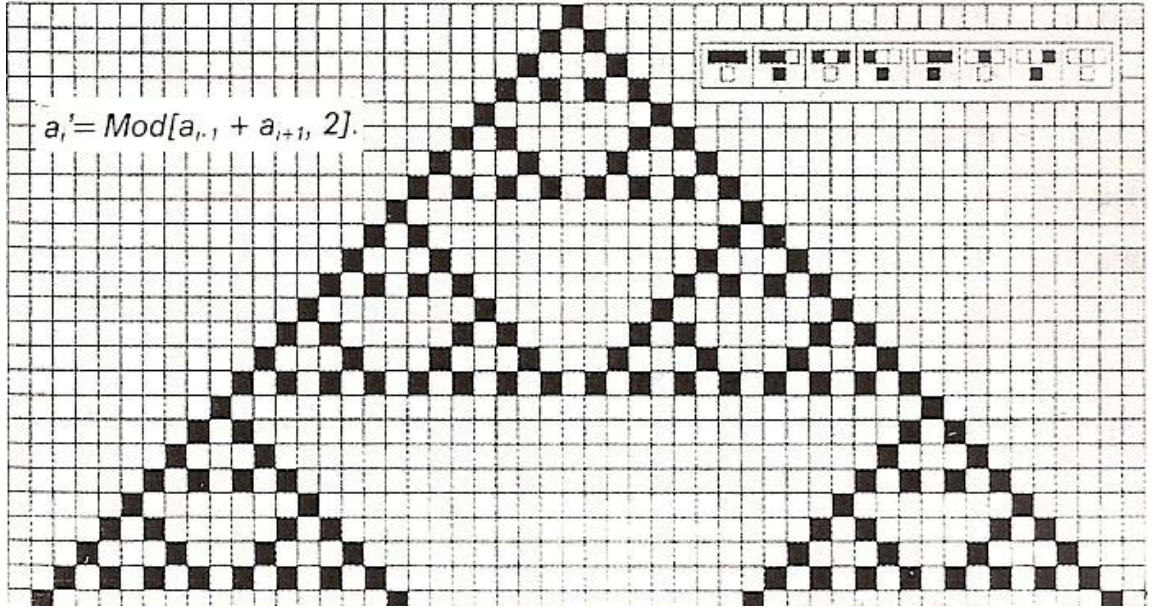
Hücresel özdevinirlerde önemli olan karmaşık davranışların basit kurallardan oluşturulmasıdır. Bir, iki ya da daha çok boyutta düzenli hücre dizileri içeren hücresel özdevinirlerde, her hücrenin en az iki durumu vardır. 0-1, siyah-beyaz, doğru-yanlış, canlı-ölü gibi durumlar söz konusudur. Her hücrenin komşu hücre ya da hücreleri vardır. Belirlenen kurallara göre özel komşu ilişkileri mevcuttur. Bir hücrenin 4 kenar komşu ya da diyagonal biçimlerde 8 komşusu olabilir. Kübik biçimlerde de 6-26 arasında yüzey komşusu bulunabilir. Hücre = 0, komşular= 1 ise hücre =1 olarak değişecektir. Başarılı değişimler ile yeni kuşaklar oluşur. Komşular, ebeveyn olarak isimlendirilir. Başlangıç hücresi tohum olarak adlandırılır. Bir özdevinirin, ham maddeyi alıp, kendisinin benzeri yeni bir özdevinir inşa eder (Frazer, 1995).



Şekil 4.6 Basit bir hücresel özdevinir örneği (Wolfram, 2006).

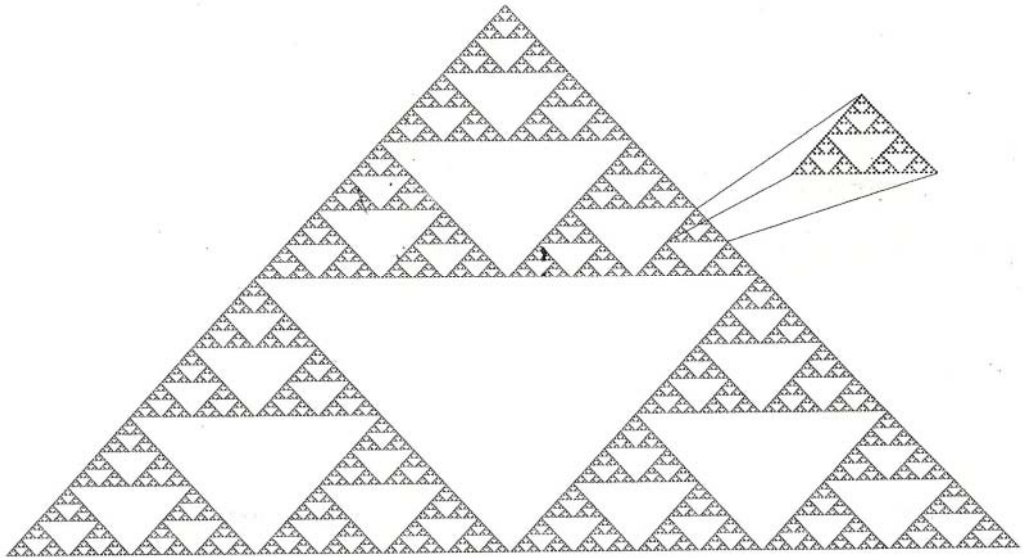
Şekill 4.6’da görülen hücresel özdevinirde birinci adımda beyaz kutuların ortasında bir siyah kutu bulunmaktadır. İkinci adımda bu siyah kutunun altındaki kutunun yeni şekli siyah kutuya ve komşularına bakarak belirlenmektedir. Buna göre bir önceki adımdaki kutu veya komşularından birisi siyah ise bir sonraki adımdaki kutu da siyah olacaktır. Kutu ya da

komşulardan biri siyah değilse, yeni nesil kutu beyaz olacaktır. İkinci adımda üst taraftaki siyah kutucuk ve komşularının da siyaha dönüştüğü gözleniyor. Her başarılı adım aynı şekilde devam edecektir (Wolfram, 2006).



Şekil 4.7 Karmaşık iç içe örüntüler (Wolfram, 2006).

Şekil 4.7'deki örnekte, karmaşık iç içe örüntüler oluşturulmuş bir hücrel özdevinir görülmektedir. Burada kural, sadece hücrelerden biri siyahsa, yeni oluşacak olan hücrenin siyah olması, hücrelerden 2'si siyahsa yeni hücrenin beyaz olmasıdır. Kural basit olmasına karşın, oluşan örüntü karmaşıktır. Hücrel özdevinirde kurallar matematik formülleri olarak tanımlanmaktadır (Wolfram,2006).



Şekil 4.8 Büyük bir örüntü (Wolfram, 2006).

Şekil 4.7'deki örüntünün 500 adımlı, büyük versiyonu Şekil 4.8'de yer almaktadır. Oluşan her üçgen büyük örüntünün küçük bir kopyası şeklindedir. Bu tarz, kendi kendini içiçe geçmiş şekilde tekrarlayan örüntüler, fraktal ya da yarı benzer örüntüler olarak tanımlanmaktadır (Wolfram, 2006).

Spiller (2006), Princeton Üniversitesi'nde matematik profesörü olan John Horton Conway'ı, "The Game of Life" adını verdiği teorisi üzerindeki çalışmalarıyla, hücresel özdevinirin geliştiricilerinden biri olarak nitelemektedir.

John Horton Conway'ın "The Game of Life" oyununda, tek hücreli matematiksel mini varlıklar mevcuttur. Ölüm beyaz, yaşam siyah ile belirtilmiştir. 8 komşu, hücrenin hayatta kalmasını ya da ölmesini belirliyor. Ölü hücre, eğer 3 komşu hücre hayattaysa tekrar hayata dönebilir. Bir hücre yalnız kalırsa ölür. Pek çoğuyla çevrilirse de boğulacağı bir sistem mevcuttur (Garassini, 2000).



Şekil 4.9 Hücresel özdevinir oyunları [19].

Hücresel özdevinirin mimarlıkla ilişkisi, mimari biçim niteliği taşıyabilecek desenler üretebiliyor olmalarıdır. Matematiksel bir yaklaşım gibi görünse de, evrimsel bir yaklaşımla mimari biçim niteliği taşıyan alternatifler üretilmektedir. Hücresel özdevinirin mantığı adım adım yapılan yinelemeler ve hesaplamalarda gizlidir. Hücresel özdevinir sistemi oluşturan hücreler, genetik bilgi taşır. İki ya da üç boyutlu olarak gelişerek, büyür. Hücreler doğar, yaşar, çoğalır ve ölür.

4.2 Evrimsel Tasarım Sistemleri-Evrimsel Mimarlık İlişkisi

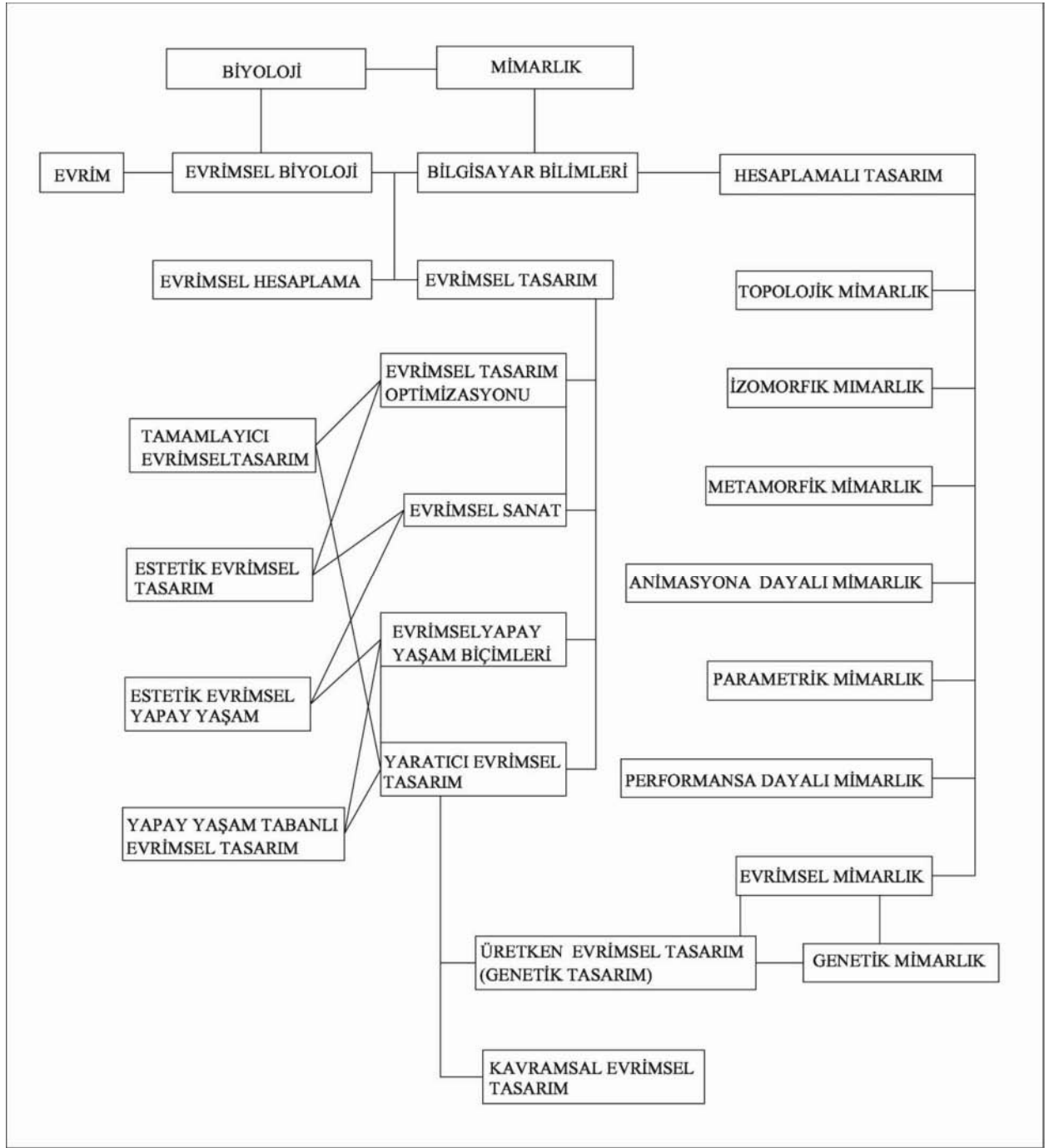
Bentley ve Kolarevic'in yapmış olduğu sınıflandırmalar ve yapılan araştırma sonucunda ortaya koyulan ilişkilendirme Çizelge 4.1'de yer almaktadır. Çizelge 4.1'de biyoloji ve mimarlık ana başlıklarından hareketle tez bütünü üzerinden Evrimsel Mimarlık, evrimsel Tasarım Sistemleri ilişkisine kaynak oluşturmak amacıyla bir kavram haritası oluşturulmuştur.

Biyoloji, yaşayan ya da fosil canlıları, canlıların yaşam süreçlerini ve tüm yönleriyle yaşamı inceleyen temel bilim dalıdır. (Ana Britannica, 1989). Biyoloji, evrim ilişkilendirmesinden yola çıkan, embriyonik kökenleri ve gelişmeleri aynı olan yapılar arasındaki ilişkiyi tanımlayan evrimsel biyoloji ile bilgisayar bilimleri ara kesitinde evrimsel hesaplama ve Evrimsel Tasarım yer almaktadır. Evrimsel Tasarım görüşleri ise; evrimsel optimizasyon, yaratıcı evrimsel tasarım, evrimsel sanat, evrimsel yapay yaşam biçimleri olarak sıralanmıştır. Bu görüşlerin ara kesitinde, tamamlayıcı evrimsel tasarım, estetik evrimsel tasarım, estetik yapay yaşam, yapay yaşam tabanlı evrimsel tasarım görüşleri yer almaktadır.

Yaratıcı evrimsel tasarıma iki farklı yaklaşım mevcuttur. Bu yaklaşımlar; üretken evrimsel tasarım ya da genetik tasarım ve kavramsal evrimsel tasarımdır. Üretken evrimsel tasarım, evrimsel hesaplama kullanımı ile yeni tasarımlar yaratılan bir yaklaşımdır

Araştırma boyunca Evrimsel Mimarlık'ın, Bentley (1999)'in yapmış olduğu Evrimsel Tasarım sınıflandırması bütününde, Hesaplamalı Tasarım yöntemleriyle, başlangıcından yeni tasarımlar yaratılması sebebiyle Üretken Evrimsel Tasarım ile ilişkili olacağı saptanmıştır. Genetik algoritmalarla kendi kendine büyüyen, gelişen, üreyen Genetik Mimarlık ise, Evrimsel Mimarlık'la ortak olarak paylaştığı bu özellikler nedeniyle Evrimsel Mimarlık'ın bir alt başlığı olarak alınmıştır.

Bilgisayar bilimleri ile mimarlık ara kesitinde yer alan Hesaplamalı Tasarım ise, Kolarevic(2000) tarafından, Topolojik Mimarlık, İzomorfik Mimarlık, Metamorfik Mimarlık, Animasyona Dayalı Mimarlık, Parametrik Mimarlık, Performansa Dayalı Mimarlık ve Evrimsel Mimarlık olarak sıralanmıştır. Evrimsel teknikler kullanan Hesaplamalı Tasarım teknolojileri Evrimsel Mimarlık olarak tanımlanmıştır. Araştırma kapsamında Kolarevic(2000)'in sınıflandırması ile Bentley(1999)'in Evrimsel Tasarım görüşleri, Evrimsel Mimarlık üzerinden birbirleriyle ilişkilendirilmiştir.



Çizelge 4.1 Evrimsel Mimarlık

5. EVRİMSSEL MİMARLIK ÖRNEKLERİ

Evrimsel Mimarlık örneklerini ortaya koyabilmek için geniş bir alanda araştırma yapılmıştır. Son dönemde yapılan, Hesaplamalı Tasarım yöntemleri ile tasarlanan projelerde birden fazla Hesaplamalı Tasarım yönteminin kullanıldığı gözlenmiştir. Bu projeler arasında ağırlık olarak Evrimsel Tasarım teknikleri kullanılmış olan projeler seçilmeye çalışılmıştır. Seçilen projelerin ortak özellikleri genetik algoritmalarla tasarlanmış olmalarıdır. Seçim yapılırken benzer örnekleri vermekten kaçınılmış, Evrimsel Mimarlık'ın başlangıçtan 2000'li yıllara kadar gelen süreçteki değişimini ortaya koyabilmek, bu sayede gelecekteki konumunu saptayabilmek amaçlanmıştır.

Evrimsel Tasarım Sistemleri ile tasarlanmış proje örnekleri olarak, John Frazer'in Interactivator, Kristina Shea'nın EifForm programı, Greg Lynn'in Embriyolojik Evler, Mohamad Alkhayer ve John M. Johansen'in Moleküler Kurgulu Ev, 3deluxe'ın Biyonik Pavyon, PWT'nin Watercube projeleri seçilmiştir.

Projeler seçim aşamasında ayrı ayrı değerlendirilmiş; her biri farklı özelliklerinden ötürü tez kapsamında incelenmiştir. Bu nedenle seçilen altı projenin seçim ölçütlerine tek tek değinmek gerekmektedir:

- 1995 yılında John Frazer'in yayınlamış olduğu Evrimsel Mimarlık kitabıyla, Evrimsel Mimarlık tanımlanmış, mimarlık sahnesinde yerini almıştır. Bu nedenle ilk örnek John Frazer'in Evrimsel Mimarlık sergisinde en önemli yere sahip olan, internet üzerinden ulaşılabilirliği sağlanan Interactivator projesi olarak seçilmiştir.

- Kristina Shea'nın tasarladığı EifForm programı; akademik ortamda tasarlanmış ve uygulanma olanağı bulan, parametrik tasarım yöntemleri de kullanılan bir strüktür tasarım programıdır. EifForm programıyla strüktür tasarımı gibi farklı bir konuya çözüm getirilmektedir.

- Mohamad Alkhayer ve John M. Johansen'in Moleküler Kurgulu Ev projesi gelecek için konut sorunun sorgulandığı, Evrimsel Mimarlık kıstaslarını sağlayan deneysel bir projedir.

- Gelecek için konut konusunda düşünen diğer bir mimar da Greg Lynn'dir. Greg Lynn, Hesaplamalı Tasarım tekniklerini mimaride kullanan öncü isimlerdendir. Embriyolojik Evler projesiyle, Greg Lynn'in Evrimsel Mimarlık alanındaki katkıları incelenmiştir.

▪Biyonik Pavyon projesi; mimarlık, sanallık, doğa ilişkilerini sorgulayan fonksiyonu ve bağlamıyla da farklı bir örnek oluşturmaktadır.

▪Watercube projesi ise 2000’li yıllara gelindiğinde Evrimsel Tasarım tekniklerinin uygulanabildiği noktaların gözler önüne serildiği, inşa edilmiş bir proje olması açısından seçilmiştir.

Ayrıca araştırma süresince incelenen; ama tez kapsamında Interactivator, Embriyolojik Evler, Moleküler Kurgulu Ev örnekleriyle benzerlikler içerdikleri ya da tezde bahsedilen Evrimsel Mimarlık ölçütlerini tam olarak sağlayamadıkları gerekçesiyle, örnek olarak ele alınmayan diğer Evrimsel Mimarlık ürünleri arasında, Mitchell Joachim’ın Fab-Tree Hab projesi, S333’nin John Frazer, Ming Xi ve Liu Xiyu ile beraber tasarladıkları Evrimsel Kule, Alberto Estevez’in Genetik Mimarlık kitabında yer alan öğrenci çalışmaları sıralanabilir.

5.1 Interactivator

Proje Tasarım: John Frazer, Architectural Association.

Proje Tarih: Ocak 1995.

Yer: Architectural Association Galerisi, Londra

Interactivator projesi, Evrimsel Mimarlık sergisinin en önemli bölümü olarak yer almıştır. Evrimleşen ortamda, ziyaretçilere ve ortama tepki verecek şekilde tasarlanmıştır. Evrimsel özellikler taşıyan bir bilgisayar modelinin geliştirildiği araştırma projesidir. Genetik bilgi, modelin gelişimini etkiler ve ziyaretçilerin modelle etkileşimini sağlar. Ayrıca modelin sergilendiği alandaki sıcaklık, nem, ses, duman vb. şartlar da modelin evrimini etkilemektedir (Frazer, vd., 2002).

Interactivator bilgisayar modeli, çevrenin değişimine yanıt veren, gelişen bir sanal mimarlık yaratır. Başarılı gelişimler, çevresel uygunluk değerinin değerlendirilmesi ve sergiyi ziyaret edenlerin tepkileri tarafından desteklenmektedir. Model, ziyaretçilerin tepkisine hemen yanıt verir. Yapılan değişiklik, sayısal kontrollü modeli hazırlayan bilgisayara direk bağlantılı olan sistem sayesinde model üzerinde kaydedilir. Genetik kod üzerindeki evrim, fiziksel model üzerindeki değişikliklerle ortaya çıkar [20].

Evrimsel Mimarlık’ın ve Interactivator örneğinin anlaşılması için internet sitesi üzerinden sergiye ve Evrimsel Mimarlık kitabına ulaşım sağlanmıştır. Sanal ziyaretçilerden gelen

genetik bilginin, gerçek ziyaretçiler gibi modele aktarılması, farklı internet sitelerinden programın yüklenebilmesini ve böylece de programın kendini kopyalaması, kopya programların farklı bir evrimsel yol izlemesi, izlenen yolların sonuçlarının merkez modeldeki gen havuzuna aktarılması sağlanmıştır (Frazer, vd., 2002).

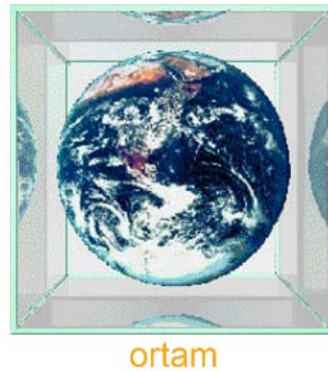
Model, internet üzerinden, önce İngiltere'ye ve sonra da uluslararası bağlantıya açılmıştır. Bütün bilgisayar modelleri, ağ bağlantısı olan çeşitli algılayıcılarla, çevresini algılayabilen cihazların oluşturduğu bir uzay olarak tanımlayabileceğimiz bir veri uzayına bağlıdır. Interactivator projesinin bileşenleri; veri uzayı, ortam, tohumlar, büyüme, evrim ve modeldir.

Veri uzayının doğası girilen bilgiler veya değiştirilen bilgilerle şekillenir. Bilgi seviyesi modelin ve simülasyonun kapsamını artırır. Veri uzayı, olası geometrik ilişkileri kontrol eder.



Şekil 5.1 Interactivator projesi-veri uzayı [20].

Interactivator projesinin bir diğer bileşeni ortamdır. Modeli etkileyen ve modelle karşılıklı etkileşen ortam yaratılmıştır. Ortamı oluşturan elektronik bileşenler yerleştirilmiştir. Ortamın değişimi, aşama sırası ve öz yinleme, ortamın biçimlenmesi, düşünülmesi gereken faktörlerdir.

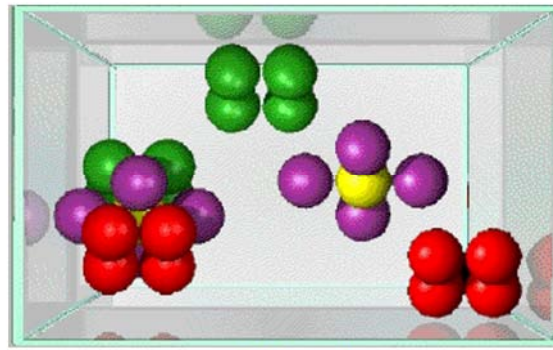


Şekil 5.2 Interactivator projesi-ortam [20].

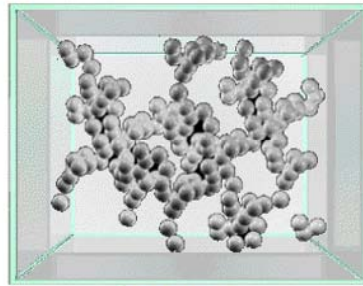
Doğal ekosistem karmaşık bir biyolojik yapıya sahiptir. Doğal sistemde malzemeler geri dönüşümlüdür. Enerji verimli olarak kullanılır. Ama insan eliyle yapılan yapıli çevrede, geri dönüşümlü malzeme, enerjinin verimli kullanımı gibi önemli konulara yeterince önem verilmemekte olduğu bilinciyle, Interactivator projesi üzerinde çalışılmıştır. Mimaride ekolojik yaklaşım, sadece doğal sistemi tekrarlamayı kastetmez; ama çevreyle etkileşim halinde olmanın en önemli amacı ekolojik gereklilikleri yerine getirebilmektedir.

Tasarlanan model, çevreyle simbiyotik ilişki içindedir. Çevresel faktörler, genetik kodun gelişimini etkiler ve değişimi başarılı gerçekleştirenlerin seçimini sağlar.

Model, ayarlanmış olan aşama sıralarıyla özbenzeş biçimlerin yenilendiği veri uzayı içinde dönüşür. Ortam, tohumun epigenetik gelişimini, yani DNA dizindeki değişiklikten kaynaklanmayan, ama aynı zamanda irsi olan gen ifadesi değişikliğini belirgin bir şekilde etkiler [20].



tohumlar

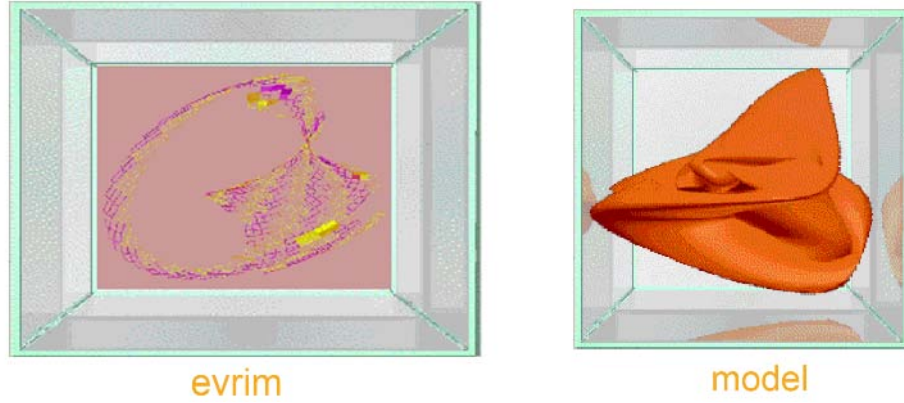


büyüme

Şekil 5.3 Interactivator projesi-tohumlar-büyüme [20].

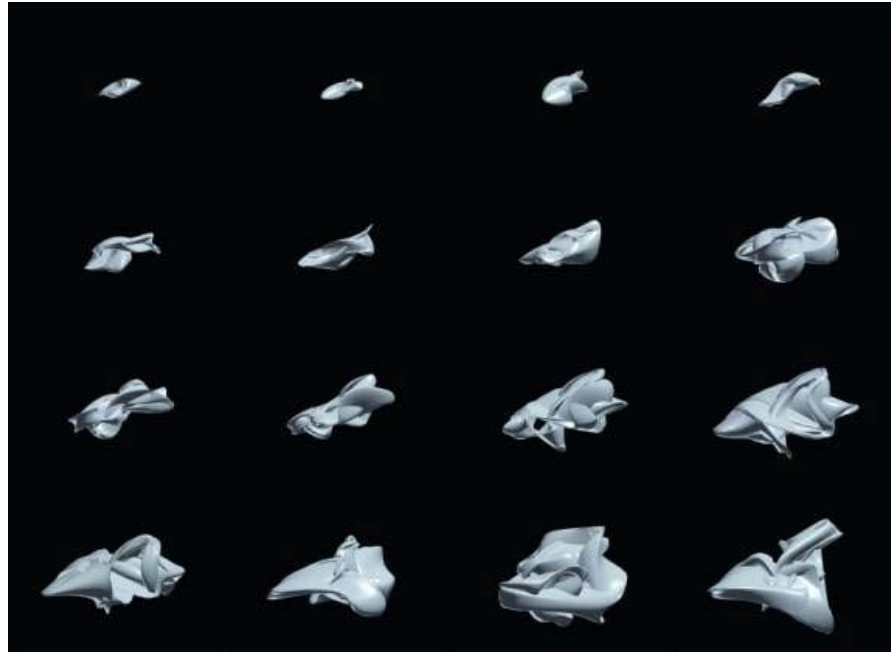
Tohumlar, veri uzayından kristalize edilmiş veri yapılarıdır. Tohumlar, kendi gelişimleri için gerekli olan yapım bilgisine sahiplerdir. Türetici kuralların tanımı ve gerekli olan genetik kodun bilgisi tohumlarda mevcuttur. Tohum; genetik kod taşıyıcısıdır. Tohumun içindeki

genetik bilgiler, bölünme yoluyla öteki tohum hücrelerine geçer.



Şekil 5.4 Interactivator projesi-evrim-model [20].

Projede sanal ortamda, davranışları doğaya benzeyen, yapay bir çevre, yapay doğa oluşturulmuştur. Yapay tohum, sanal ortamda büyüme, gelişme, çoğalma ve mutasyon gibi evrim süreçlerinden geçmektedir. Genetik algortimada tanımlı uygunluk değerini sağlayan tohum başarılı olur. Sadece başarılı tohumlar, yaşamayı sürdürür, bir sonraki çaprazlama işlemine katılabilirler. Yeni biçimler geliştirilmesi için kullanılır.



Şekil 5.5 Modelin gelişimi (Frazer, 1995).

Genetik teknikler biçimi modellemek için değil, içsel tasarım mantığı sağlamak için kullanılır (Frazer, 1995).

5.2 EifForm

Proje Tasarım: Kristina Shea

Proje Tarih: 2002

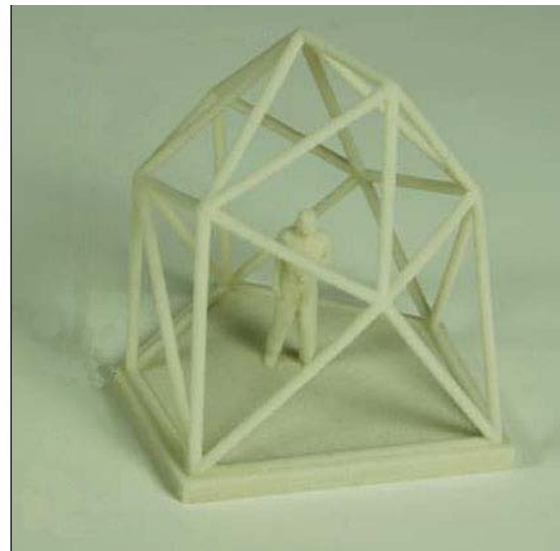
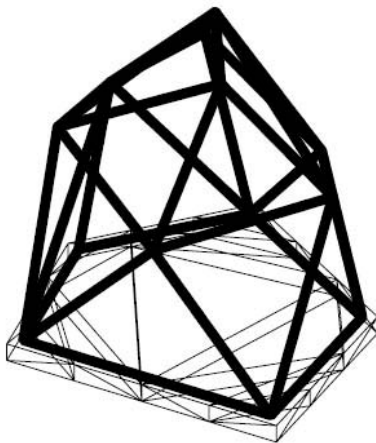
Yer: Amsterdam, Academie van Bouwkunst

EifForm, strüktür tasarımları türeten bir programdır. Kristina Shea tarafından Amsterdam'da Academie van Bouwkunst'da geliştirilmiştir.

Kristina Shea, kendi kendini taşıyan, biçimsel sürekliliğini koruyan, düzlemsel çatı makaslarının belirli mafsal noktalarıyla bir araya geldiği, açıklık geçebilen, bir taşıyıcı sistem modeli kurmuştur (Akipek,2004).

EifForm programı, performans analizlerine dayalı olarak topolojik strüktürler türeten, tasarımların optimizasyonunu yapan nadir programlardan biridir (Kilian, 2004).

Türetici sistemdeki başlangıç elemanı; düzlemsel çatı makasları olarak belirlenmiştir. Kombinasyon ve dönüşüm kuralları; geçilen açıklık, destek noktaları, gerekli yükseklik, yer çekimi ve yükler gibi parametreler ve topolojik kararlar olarak belirlenmiştir. Kurallar belirli bir sırada uygulanmaz; program bu kurallar arasından düzensiz seçimler yaparak farklı biçimler türetebilir. EifForm, evrim bağlamına uygun şekilde kendi kendine gelişir; tasarımcıya strüktürel kompozisyon alternatifleri sunar (Akipek, 2004).



Şekil 5.6 EifForm ile tasarlanmış 3 boyutlu model ve modelin 3 boyutlu çıktısı (Sass vd., 2005).

EifForm, diğer alışıldık strüktür yazılımlarından oldukça farklıdır. Daha önce önerilmiş olan strüktürün analizini yapmaktan öteye geçip, yeni bir strüktür tasarlar. EifForm programıyla, 2002 yılında, Academie van Bouwkunst’da atölye çalışmasında, standart ahşap kesitleri ve kanca birleşimleriyle saçak tasarımı yapılmıştır (Leuppi, Shea, 2008).

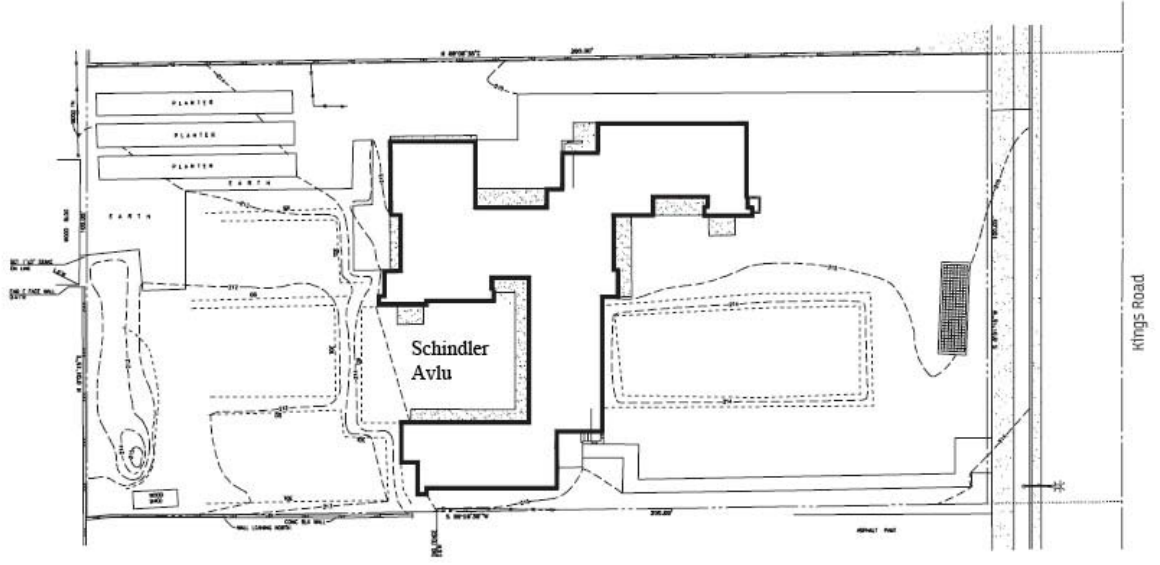


Şekil 5.7 Academie van Bouwkunst’da üretilen ilk prototip [21].

Open Source Architecture adında genç mimarlardan oluşan bir grup, 29 Ekim 2006–25 Şubat 2007 tarihleri arasında MAK Mimarlık Sanat Merkezi’nde, Schindler Evi’nde Gen(H)ome Project sergisini düzenlemişlerdir (Leuppi, Shea, 2008).

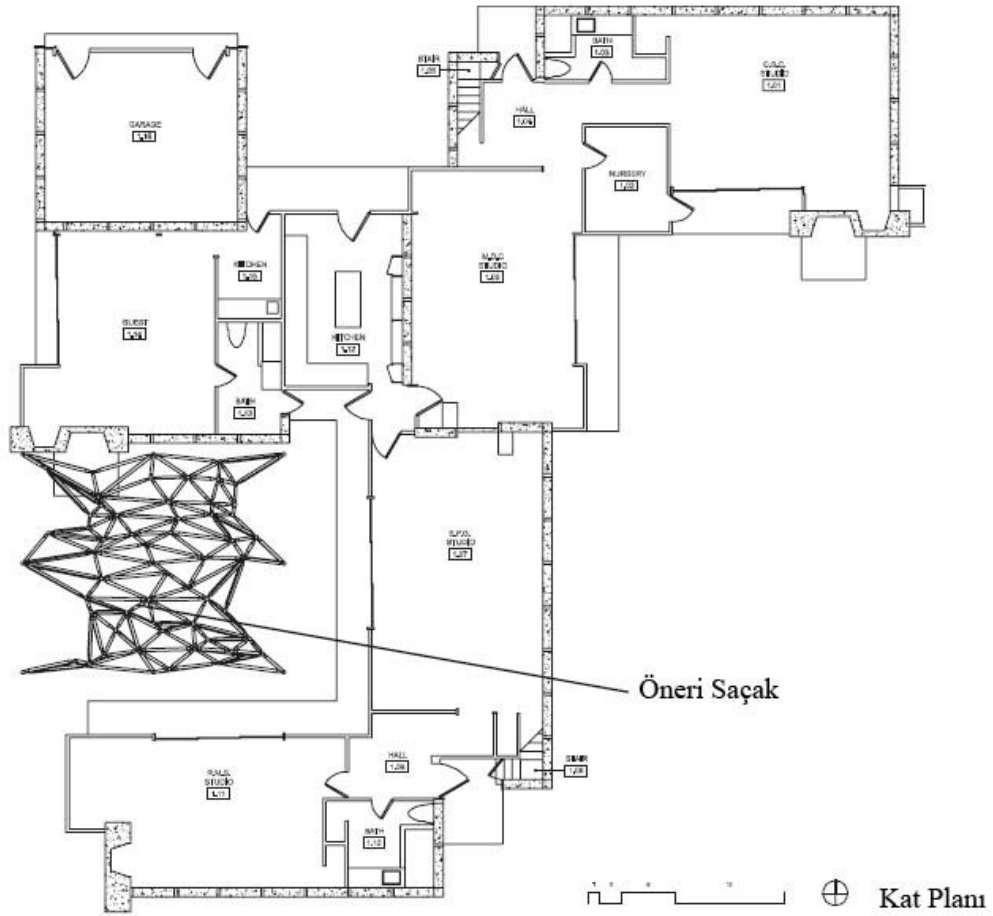
Rudolph M. Schindler, 1922 yılında tasarladığı “Schindler Evi”nde, iç ve dış mekânların zemin kat düzleminde birbiri içine geçtiği yeni bir model önermişti. Bina bahçeyle ayrılamayacak şekilde bağlantılıydı [22].

Schindler Evi’nde yapılan sergideki projeler, konut kavramının strüktüründe, iç mekân ve zemininde genetik modifikasyon önermiştir. Nanoteknoloji, klimatoloji, hücre fizyolojisi, astronomi, robotik ve algoritma referans verilen bilimsel disiplin ve teknolojilerden bazıları olmuştur. İleri matematik, genetik bilimi ve bilişim teknolojileri, ara kesitinde, duraksız veri iletiminin sağlandığı, komut dizilerinin oluşturulduğu (scripting), otomasyonun, etkileşimin, duyarlı mimari elemanların sağlandığı, mimarının biyolojik süreçlerle benzeşen bir üretim sürecine sokulduğu projeler sergilenmiştir. Tasarım böylelikle Evrimsel Tasarımı, mutasyonu ve genetik modifikasyonu birlikte içerir hale gelmiştir [22].



Vaziyet Planı

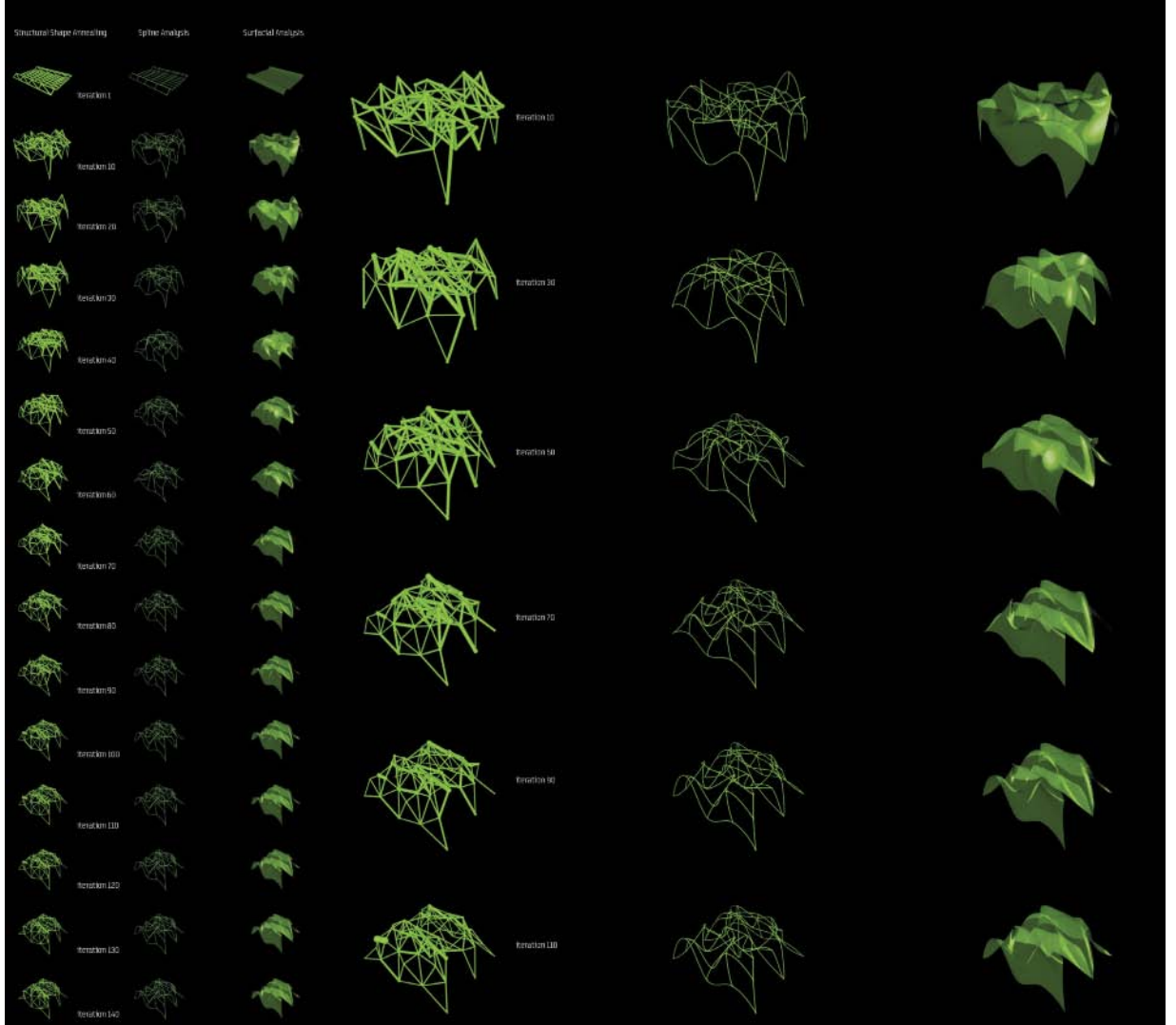
Şekil 5.8 Schindler Evi vaziyet planı (Shea vd., 2006).



Kat Planı

Şekil 5.9 Schindler Evi'nin avlusuna EifForm ile tasarlanmış saçak yerleştirildi (Shea vd., 2006).

OpenSource Architecture grubunun, Gen(H)ome sergisinde EifForm programıyla tasarladıkları, “The Hylomorphic” adını verdikleri saçak konstrüksiyonunu Schindler Evi’nin avlusunda sergilemişlerdir. OpenSource Architecture’ın bu sergideki amaçları mimarlık teorisi, tarih, tasarım metotları, teknolojik araştırmalar ve tasarım arasındaki sinerjik bağı kurabilmek olmuştur (Leuppi, Shea, 2008).



Şekil 5.10 EifForm tasarım alternatifleri (Shea vd., 2006).

Şekil 5.10’da EifForm programıyla tasarlanan saçak alternatifleri görülmektedir. Şekil 5.11’de görülen Gen(H)ome sergisi kapsamında tasarlanan Hylomorphic projesinde saçak alternatifleri tasarlanırken, inşa edilebilir alan kısıtı; avlu boyutu, avludaki ağaçların konumları yükseklikler gibi tasarımı kısıtlayıcı veriler, diğer parametrelerle birlikte programa girilmiştir.



Şekil 5.11 Schindler Evi'nin avlusunda Hylomorphic projesi (Leuppi, Shea, 2008).

5.3 Moleküler Kurgulu Ev

Proje Tasarım: John M. Johansen, Mohamad Alkhayer

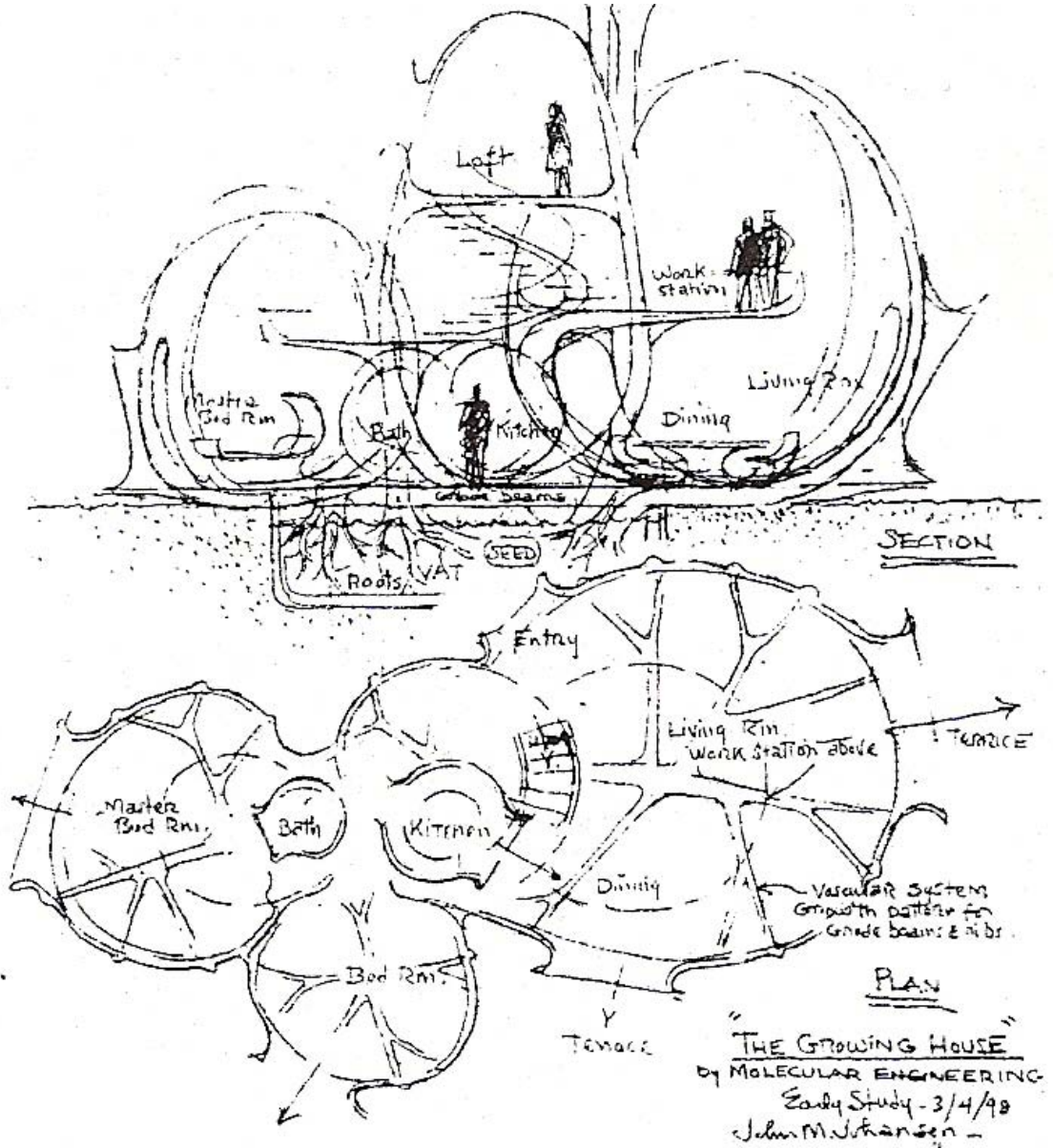
Proje Tarih: 1998

Mohamad Alkhayer ve John Johansen'in 2200 yılı için geliştirmiş oldukları ev projesidir. Hazırlanan genetik algoritmayla, genetik bilgiyi taşıyan tohumlar 9 günlük bir evrim ve gelişim süreci geçirerek, son halini almaktadır. 9 günlük evrim bir günce şeklinde kayıt altına alınmıştır.

- 1.gün: Arazide teknelerin yerleştirilmesi için kazı yapılır.
- 2.gün: Tekneler araziye yerleştirilir. Teknelerin içine seçilmiş olan kimyasallar ve kaba malzeme sıvı halde koyulur.
- 3.gün: Mimarın tasarımından gelişmiş olan kod, moleküler olarak modellenir. Tekne içine yerleştirilir. Kod; çizimleri, teknik özellikleri ve inşaat yönetimini temsil etmektedir.
- 4.gün: Moleküler gelişim, damar sistemiyle başlar. Kimyasal bileşimde kökler sıkılaşır. Düşeyde, zemin seviyesinden yükselirler. Yatayda, üst yapıyı destekleyecekleri bina sınırına doğru ilerlerler. Çapraz kaburgalar ve ana kirişler, zemin katın platformuna bağlanır.
- 5.gün: Üst yapının gelişimi, öncelikli olarak dış ve iç dikey kaburgaların gelişimi ile başlar. Bu sırada kafes sistemin gelişimi de başlar. Kafesin yoğunluğu çeşitlidir. Yoğunluk, ihtiyaca göre programlanmıştır. Örneğin, kapı açıklığının bulunduğu yerlerde, ağ seyrelip, açıklığı fazla bir örüntü oluşturur. İyi bir ağ bağlantısı ve membranlar, dışardan koruyucu olarak,

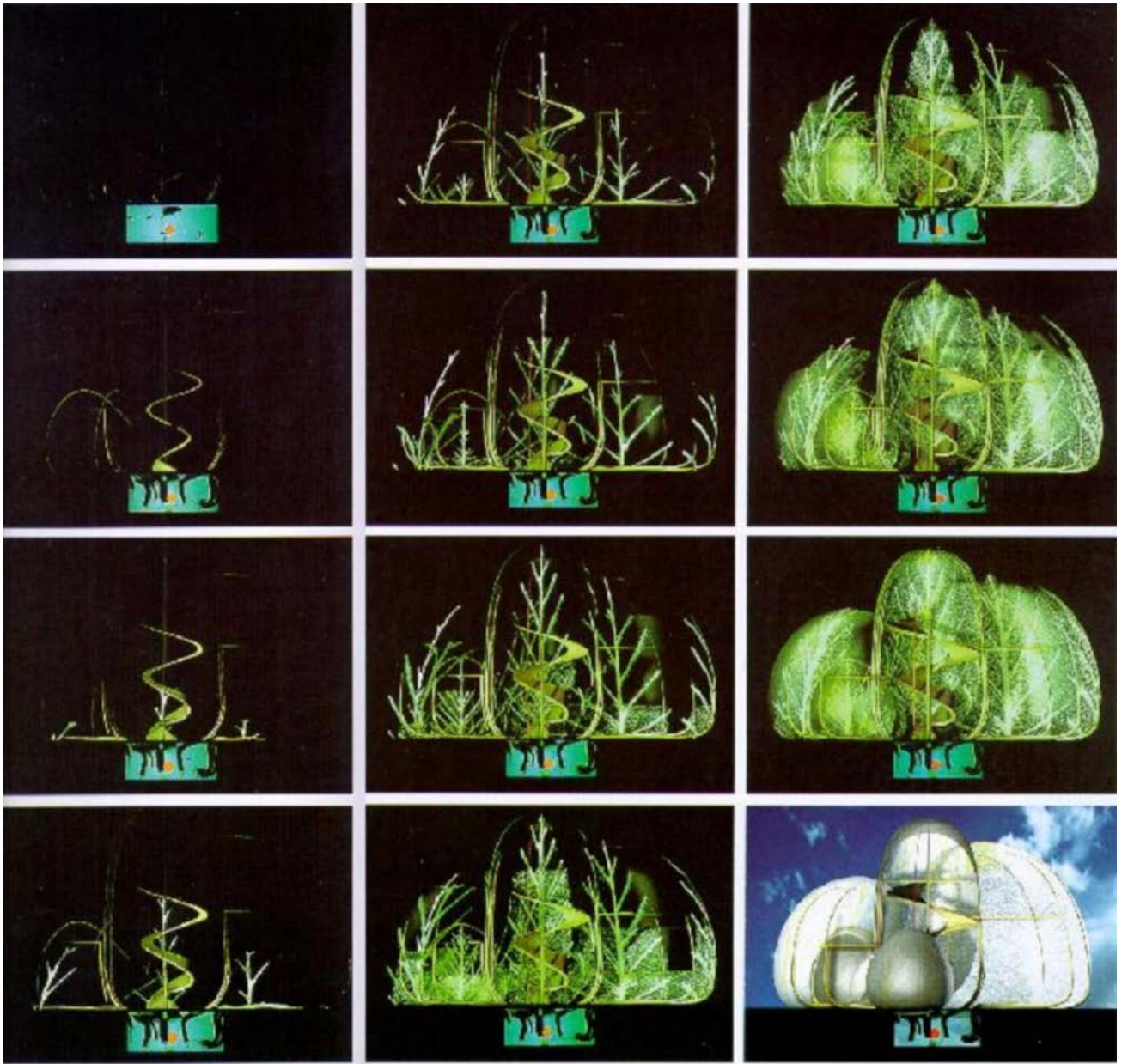
içerden de bölücü olarak belirmeye başlar.

6.gün: Merkezdeki spiral merdivenle ulaşılan ana strüktürden ayrılan yan destekler, üst platformları oluşturur. Dışarıdaki koruyucu membranlar, içi gizler. Membran molekülleri, bozulmamış (kesintisiz) bir dokuma yaratmaya çalışırlar. Moleküler etkinlik tarafından harekete geçirilerek, membranda giriş için açıklıklar sağlanır. İlk olarak elle yapılan seçme işlemi tarafından, elektrik akımıyla membrana hareket verilir. İkinci olarak açık kenarlarda kas gibi hareket eden diğer moleküller esner. Evin içine girilebilir.



Şekil 5.12 Moleküler Kurgulu Ev plan eskizi (Johansen, 2002).

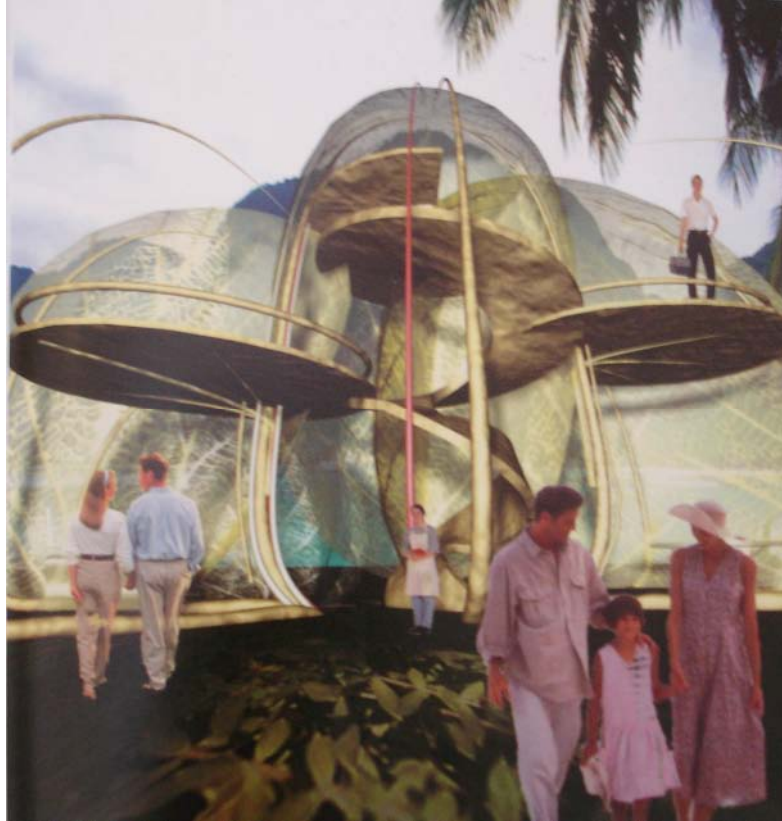
7.gün: Küçük bir ev için yeterli olan mekân algılanabilir. İnce bir ışık, yarı saydam membrandan parlar. Membran, istendiğinde, işaretle birlikte yarı saydamdan, opağa; opaktan, saydama değişebilir. Moleküler kurgulu ev, kendi kendine yeter. Kamu hizmetlerine bağımlı değildir. Güneş enerjisiyle, ısınma, soğutma, çöplerin geri dönüşümü ve suyun arıtılması sistemleri etkinleşir. Tekneler ve damar sistemi, evin gelişimi için çok önemlidir. Sürekliliğin sağlanması amacıyla tamir ve parça değişikliği için gerekli olan ek malzemeleri de içerir. Koltuklar, sandalyeler, masalar ve yataklar, döşemeden türetilir. Mobilyalar, strüktürün uzantısı olarak oluşur. Döşeme değişebilir bir topolojiye sahiptir. Esnek ve her türlü rahatlığı sağlayacak şekilde gözeneklidir (Johansen, 2002).



Şekil 5.13 Moleküler Kurgulu Ev'in 9 günlük gelişimi (Johansen, 2002).

8.gün: Işık düzenleyicisi olarak membran, çevredeki her değişime karşı yanıt vermeye başlar. Yapay, organik, koruyucu koza oluşmuştur.

9.gün: Dokuz günlük moleküler gelişimden sonra eve taşınılır. Ev, kullanıcısının yaşama mekânında, küçük bir çalışma alanı yaratmak için genişleme, ebeveyn odasında yeniden bölümlenme, tekerlekli sandalyeyle ulaşım gibi konularda değişim ihtiyaçlarını algılar ve buna göre şekillenir. Artık yapay, organik, koruyucu bir koza oluşmuştur (Johansen, 2002).



Şekil 5.14 Moleküler Kurgulu Ev (Johansen, 2002).

Moleküller kurgulu ev; gelecek yıllarda, kendisini satın alacak kişiler çıkmazsa, kendi kendini yıkacak, gelecek yapılar için geri dönüşümünü sağlayacaktır (Johansen, 2002).

5.4 Embriyolojik Evler

Proje Tasarım: Greg Lynn FORM- Greg Lynn, Nicole Robertson, David Chow, David Erdman, Andreas Fröch, Jefferson Ellinger.

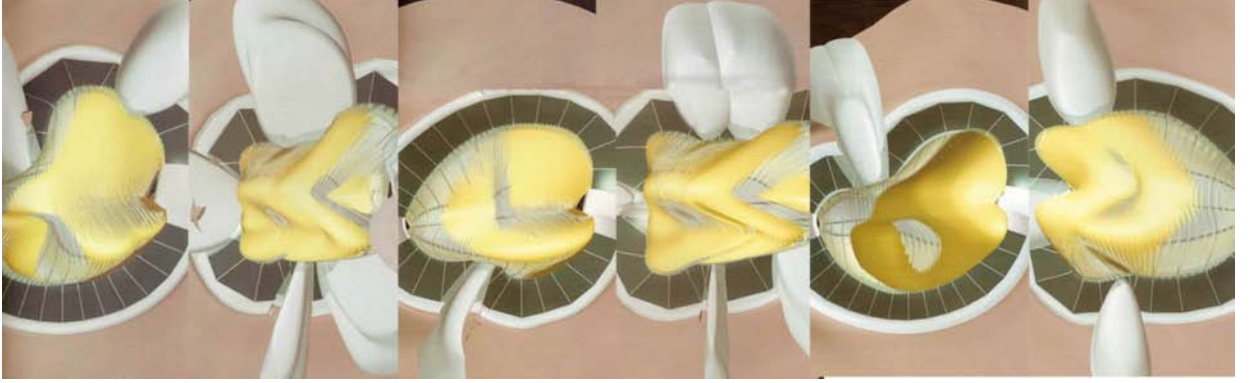
Proje Tarihi:1995–1998

Bahçe Tasarımı Danışmanı: Jeffrey Kipnis

Embriyolojik evler projesi, International Design Forum ile Wexner Center for The Arts tarafından maddi olarak desteklenmiş bir araştırmadır. Los Angeles UCLA mimarlık bölümünden ve ETH Zürich'den CNC makineleri sağlanmış, akademik destek alınmıştır.

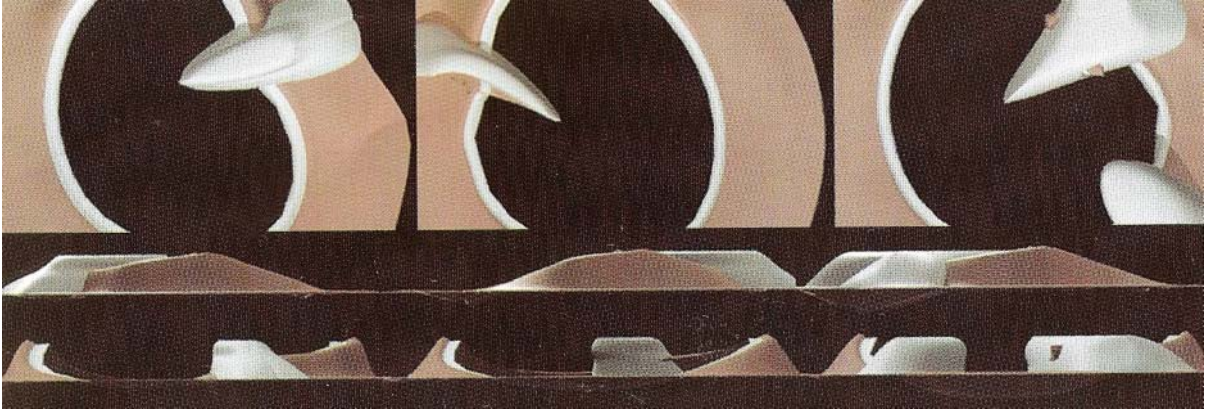
Embriyolojik evler projesi, çeşitliliği, kişiye özgü uyarlamayı, sürekliliği, esnek üretim ve montajı sağlayan bir mekân üretme stratejisi olarak tanımlanabilir.

Projenin başlangıç aşamasında birbirinden farklı genetik yapıya sahip 6 ev oluşturulmuştur.



Şekil 5.15 Altı ana evin kuşbakışı görünüşü (Lynn, 2000).

Başlangıç aşamasında tasarlanan 6 evin genetik kodlarıyla yapılan çaprazlama ve de doğal seçim işlemleri sonunda, 6 ana evden birçok farklı alternatif embriyolojik ev türetilmiştir.

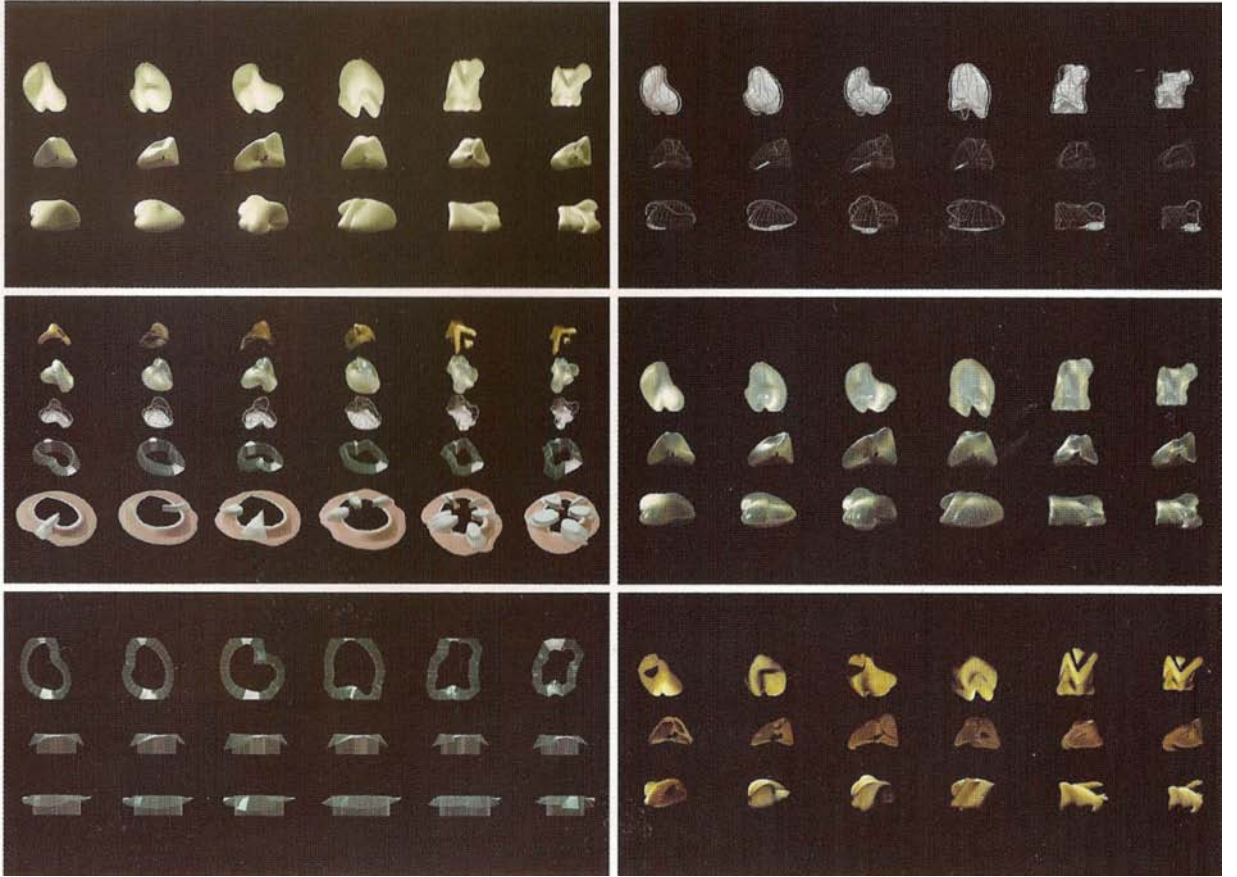


Şekil 5.16 Embriyolojik ev plan, kesit (Lynn, 2000).

Embriyolojik evin strüktürü çift cidarlı bir kabuk ve şişirilmiş panellerden oluşur. Paneller, daire kesitli çelik kirişlere bağlanmıştır. Embriyolojik evler, aşağıdan yukarıya doğru eğriler çizerek hacimleşen kabuğun bünyesinden türemektedir. Birinci kabuk çok hassas, yarı saydam, alüminyum ve cam panellerden oluşur. Gün ışığının yoğunluğu bilgisayar aracılığıyla hesaplanır ve istenilen açıda, ikinci kabuktan birinci kabuğa gölge düşürülür (Lynn, 2002).

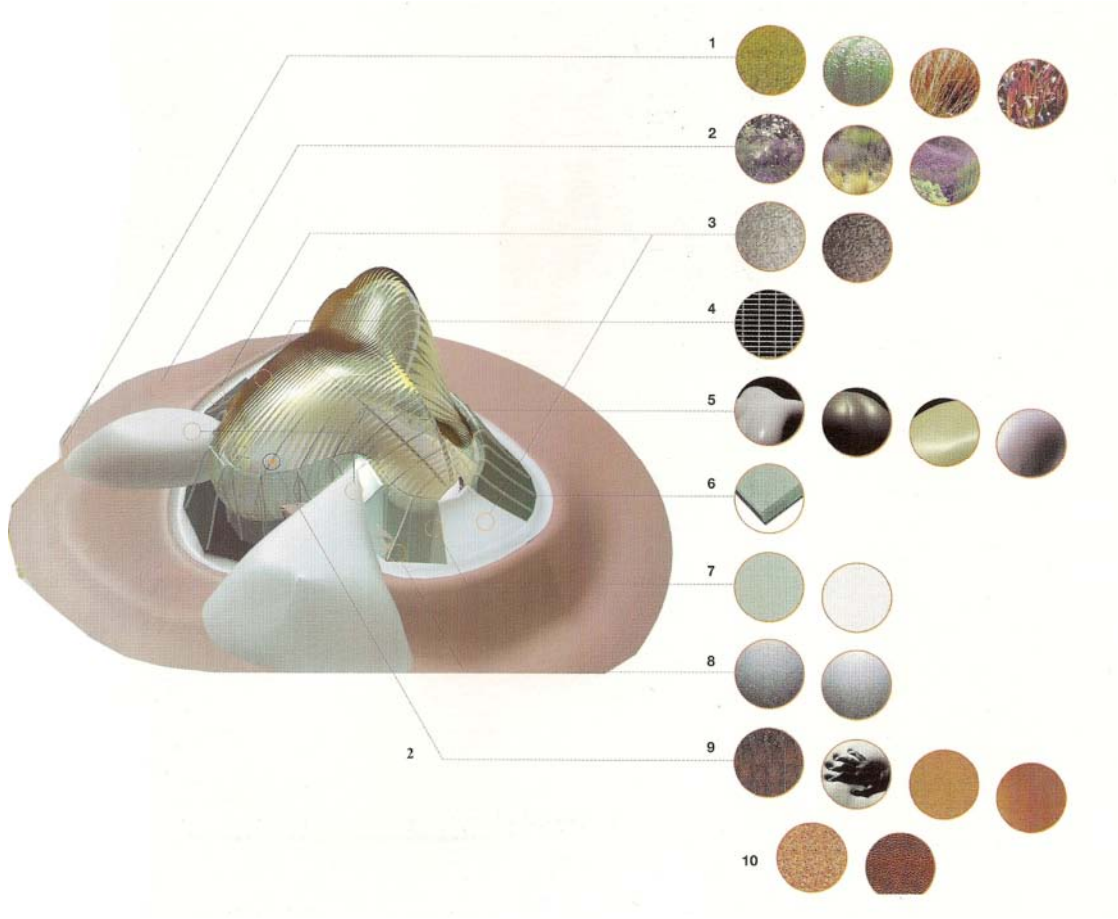
Bütün sistem elemanları birbirleriyle bağlantılıdır. Herhangi bir parçada meydana gelebilecek değişiklik eş zamanlı olarak diğer parçalara da etki etmektedir. Dış yüzey zeminle ilişkilidir. Bu nedenle değişiklikler bahçeyi de etkiler. Örneğin, evde oluşabilecek bir çukur; arazide plato oluşumu ya da toprakta yükselmeye neden olabilir. Evdeki deformasyonlar, arsayı etkiler (Lynn, 2000).

Evler farklı arazi koşullarına, farklı iklim özelliklerine adapte edilebilir. Ev ve çevresindeki bahçe için gerekli olan minimum arazi 30°'den az eğimli, 30 metre çapında açık alandır (Lynn, 2000). Her bir evde 2048 panel, 9 çelik kiriş, 72 alüminyum omurga ve bütün taşıyıcı sistemi kaplayan tek bir cidar bulunmaktadır. Sabit sayıda eleman kullanılmasına karşın, her ev kendi şekline ve boyutuna sahiptir (Jodidio, 2002).



Şekil 5.17 Altı ana evden biçim ve strüktür çalışmalarıyla elde edilen evler (Lynn, 2000).

Embriyolojik evin içi, bir arabanın içi gibidir, mekaniktir. Evin donatıları bir embriyonun değişim evrelerini kendi yapısı içinde gerçekleştirebilecek bir devinimi gözeterek tasarlanmıştır. Masa, sandalye, küvet, depo ve kabinler bu anlamda mutlak nesneler değil, dinamik karakterleri ile çok programlı nesnelerdir. Embriyolojik evin döşemelerinde mantar, yapay deri, paslanmaz çelik, lastik, halı ve seramik önerilmiştir (Lynn, 2002).



Şekil 5.18 Embriyolojik evlerde kullanılan malzeme, tekstil ve renk diyagramı (Lynn, 2000).

1 Dekoratif çimen

2 Bahçe

3 Seramik karo

4 Işığa maruz kaldığında elektrik üreten, fotovoltaik paneller

5 Fotovoltaik esnek üniteler

6 Alüminyum kabuk

7 Şeffaf yeşil

8 Hareketli cam

9 Strüktürel elemanlar

10 İç bitiş



Şekil 5.19 Embriyolojik ev katı modeli 7.Venedik Mimarlık Bienali’nde sergilenen 1/3 ölçeğinde [23].

5.5 Biyonik Pavyon

Proje Tasarım: 3deluxe; Andreas ve Stephan Lauhoff, Nikolaus Schweiger, Dieter Brell, Peter Seipp.

Medya kontrol, programlama, ara yüz tasarımı: Meso, dijital medya sistemleri tasarım

Ses Tasarımı: Hagü Schmitz, Michel Kohbecker

Animasyon Tasarımı: Fiftyeight 3D

Moda Tasarımı: Blue Modedesignbuerro

Web Tasarım: Screenbpw Kommunikation und Medien

Proje Tarih: 2000

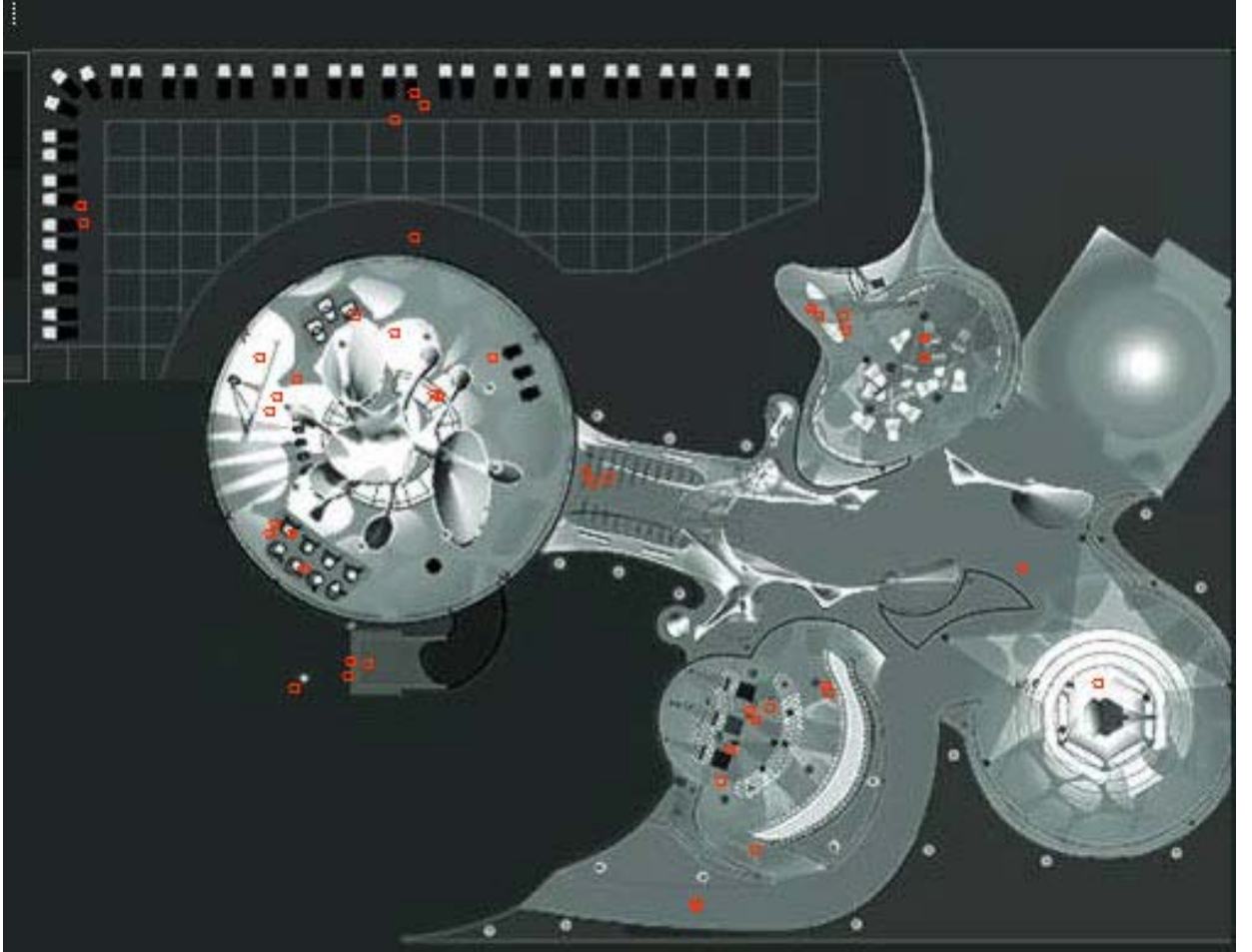
Yer: Expo 2000, Hannover

Biyonik Pavyon’un mimarisi, yaşayan bir organizmaya benzetilmiştir. Biyoloji ve teknolojinin birleşmesini sembolize eder. Tasarımda, canlılık, iletişim, algı, zekâ kullanımı gibi ilkeler benimsenmiştir. Kimyasal, fiziksel etkileri olan büyüme, gelişme süreçlerinin bilgisayar ile simülasyonu ve optimizasyonu gerçekleştirilmiştir. Evrimsel yazılımlarla doğa benzeri sonuçlar elde edilmiştir. Enerji üretme, canlılık, iletişim süreçleri zaman ekseninde ilerlemektedir. Gelişim bilgisayar simülasyonu ile sağlanır. Kompleks oluşum, minimum çeşitlilik ile sağlanmaya çalışılmıştır [24].

Organik yapı şekilleri sanal mekânın akıcı birleşimlerini cisimleştirmiştir. “Scape” fiziksel ve sanal deneyleri sağlayabilen, birkaç kademeli algı merkezi olarak tasarlanmıştır. Ziyaretçiler bulundukları ortamın atmosferini etkileşimli donanımlar aracılığıyla değiştirebiliyorlardı. Bu

donanımlar sayesinde gerçekçi mekân “scape” sanal iletişim mekânı “Visionscape” ile buluşturuldu. “Visionscape” projenin bölge ve zaman bağıllığını ortadan kaldırarak, küresel ulaşılabilirliği sağlamıştır [25].

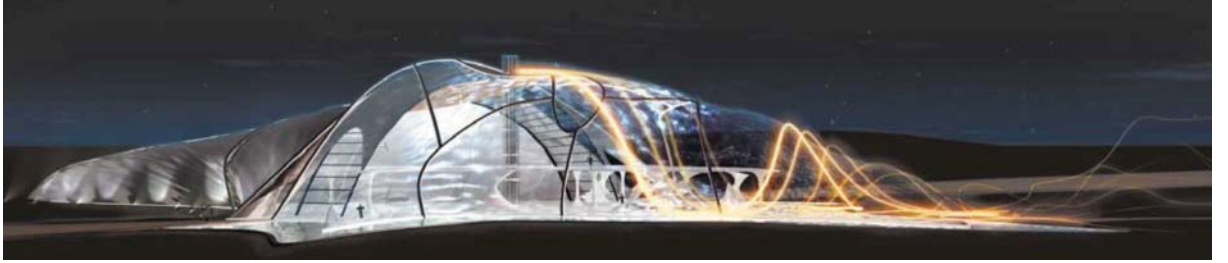
Doğa dostu bir anlayışla, hidrojen gücüyle çalışan makineler, bugünün standart teknolojilerine alternatif olacaktır. Hayvanlar ve biyolüminesans üzerinde çalışılmaya başlanmıştır. Bazı canlı organizmaların, kimyasal reaksiyonlar sonucu oluşturdukları biyolojik ışık üretme becerisi olarak tanımlanan biyolüminesans, beslenme, üreme ve düşmanlarından korunma nedeniyle gerçekleşir. Derin su balıkları, avlarını kendilerine doğru çekmek için, mürekkep balıkları hem avlanmak hem de düşmanlarından kaçmak için, taraklılar da beslenme amacıyla ışık çıkarırlar. Işığın büyüklüğü ve tonu hayvanın büyüklüğüne, avın ve düşmanın durumuna göre ayarlanır [26].



Şekil 5.20 Biyonik Pavyon planı [25].

Biyolüminesans için enerji sudan alınmaktadır. Biyonik Pavyon’da da kendi enerjisini kendi sağlayan, enerji üreten bir metabolizma örneği vermek amaçlanmıştır. Biyoenerji düşüncesinde, atık çıkartmayan, yenilenebilir maddeler kullanılmıştır.

Bazı ahtapot türleri vücutlarındaki renk değişimleri ve hareketleri aracılığıyla, diğerleriyle iletişim kurarlar. Benzer şekilde Biyonik Pavyon, iletişimi membran tabakası ile sağlar. İletişimi sağladığı membran, lazer yansıtma ve 3 boyutlu olarak çevreden algılanılarak, toplanan karmaşık ışık ve seslerle bütün mimariyi oluşturur. Bu süreçte pavyon, ziyaretçilerle mikro ve makro ölçekte bütünleşir. Ziyaretçilerin arkasından florasan döşemede oluşan parlak iz, iç mimaride ve dış örtüde reaksiyon başlatır. Ziyaretçiler her düğüm noktasında bina ile iletişim kurabilirler. Sembolik olarak yaşayan yüzey; doğayla, biyolojiyle analogi kurar. Duyusal algılama ve bilgi yayma yeteneği, dış dünyayla ve ziyaretçilerle anlamlı iletişim için ilk koşuldur. Pavyon algılayıcılarıyla; ziyaretçileri, dış dünyayı algılar. Algılamaya göre yazılımı doğrultusunda karar verir [24].



Şekil 5.21 Biyonik Pavyon görünüş [25].

Biyonik Pavyonun mimari tasarımı; Genetik Mimarlık vizyonu ile temellenmiştir. Konstrüksiyon ise; organik, büyüyen, gelişen malzemelerden oluşmuştur.

Pavyonun büyük ekranın üstünde bulunan kubbe şekilli çatıda, güneş enerjisi hücreleri ya da elektrik elde etmek için donanımlar yer almaktadır. Doğal biçimler, yüksek karmaşıklıkta olanlar da dahil, üçgen, beşgen gibi basit biçimlerden oluşmuştur. Biyonik Pavyon'da çatının katlanabilir yapısı, moleküler yapıda olmak, basit biçimlerden türetilbilir olmak gibi konstrüksiyonun genel prensibini ortaya koyar [24].



Şekil 5.22 Sergi mekânından fotoğraflar [24].

Bodrum katta; giriş alanı, denizanası akvaryumu, hareketli sinema, teknoloji ve tedarik odaları;

Zemin katta; deniz dünyası, denizanası akvaryumu, denizaltı dünyası hakkında 3 boyutlu hareketli sinema;

Birinci katta; biyotik tarihini anlatan sergi;

Birinci asma katta; biyotik ve derin deniz temalı sanal gerçeklik yüklemesi;

İkinci katta; biyotik bilim merkezi, biyotik alanında yapılan günümüz çalışmaları sergisi;

İkinci asma katta; 3 boyutlu doğa filmleri yüklemesi;

Üçüncü katta; basın, radyo, TV merkezi, VIP fuaye, kafeterya;

Çatı fuayesi; havanın yağışsız, güzel olduğu günlerde açılabilir. Gece kullanımında, çatı ve kafeterya aynı şekilde kalarak, biyotik enstitüsü burada konumlanır [24].

Bilgisayar simülasyonu ile üretilmiş, çift sarmal DNA şeklinde olan merdiven bütün katlara çıkmaktadır.

Biyotik Pavyon; teknoloji ve biyolojinin ortak paydada buluştuğu, sanallığın ön plana çıkartıldığı evrimsel bir tasarımıdır.

5.6 Watercube Ulusal Yüzme Merkezi

Proje Tasarım: PTW; Peddle Thorp ve Walker mimarları

Strüktür Tasarımı: Ove Arup, China State Construction Engineering Corporation, CSCEC Shenzhen Design Institute.

Proje Tarihi: 2003–2007

Yer: Pekin.

2008 Pekin Olimpiyatları için, birçok yeni projeye imza atılmıştır. Bunlardan biri olimpiyatlar için Herzog&de Meron tarafından yapılan Kuş Yuvası adıyla da anılan, Ulusal Stadyum binasının yanında, 2003’de açılan yarışmayı kazanan PTW mimarlık ofisi tarafından yapılmış olan Watercube Ulusal Yüzme Merkezi’dir. Watercube Ulusal Yüzme Merkezi tasarımı, sabun köpüğü algoritmasından türeyen strüktürel bir düzen kurulmasıyla evrimsel bir tasarım modeli olarak alınabilir (Turan, 2009).



Şekil 5.23 Watercube Ulusal Yüzme Merkezi projesinin yarışma için hazırlanmış Ulusal Stadyum binasıyla birlikte modeli, (Weinstock, 2006).

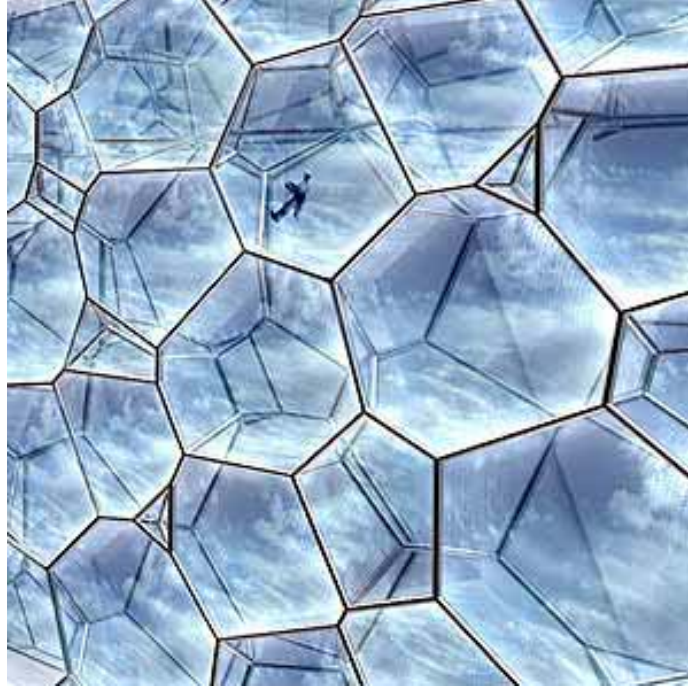
Arup'un tasarımı organik hücrelerin doğal modelini ve sabun kabarcıklarının oluşumunu temel alıyordu. Merkezin mavi kabarcık duvarları içinde olimpik yüzme ve dalma yarışmaları için havuzların yanında 17.000 izleyici için koltuklar bulunmaktadır [29].



Şekil 5.24 Watercube Ulusal Yüzme Merkezi iç mekân [28].

Doğal bir sisteme benzer şekilde organik ve rastlantısal bir tasarım yapılmıştır. Birbirini

tekrarlayan ve türeten bir sistem mevcuttur. Baloncukların birbirlerine düzenli bir geometride dokunduklarından yola çıkarak, düzenli kesişme noktaları, düğümleri ve dikmeleri olan bir strüktür oluşturulmuştur [29].



Şekil 5.25 Sabun köpüğü konstrüksiyonu [30].



Şekil 5.26 Watercube Ulusal Yüzme Merkezi [29].

İç strüktür, üç farklı düğüm ve dört farklı elemandan oluşmaktadır. 22.000 adet çelik eleman, 12.000 adet düğüm noktası bulunmaktadır. Duvar kalınlığı 3,6 m. çatı kalınlığı 7,2 m olan, 6500 ton çelikten oluşan strüktür, inşaat alanında montajı yapılacak şekilde düz ağılardan

meydana gelen dikdörtgen biçimli kutu bölmelerden oluşmaktadır [28].

Malzeme olarak ETFE adı verilen, yenilenmiş çok hafif, şeffaf bir teflon seçilmiştir. ETFE; geleneksel cama oranla daha fazla gün ışığını ve sıcaklığı içeri alır. Su küpünün ETFE dolgularla kaplanması, onu etkin bir sera haline getirmektedir. Gün ışığı yapıya yüksek oranda girmektedir. Havuz suyunu gün ışığı ile ısıtmak için güneş enerjisinden faydalanılmaktadır. Gün ışığı, havuz suyunu ısıtmakta ve yapıyı aydınlatmak amacıyla kullanılmaktadır. Böylece enerji kaybının %30 oranında azaltılması sağlanır. Ayrıca kullanılan suyun filtre edilmesi ile de suyun geri dönüşümlü olarak kullanılması ve enerji tasarrufu planlanmıştır [30].

Doğal malzemelerin geliştirilmesi ve biyolojik malzemelerin karmaşık içyapıları üzerinde çalışmak evrimsel bir yaklaşımdır. Sıvı kristalleri, doğal polimerler, kopolimerler gibi kendi kendine düzenlenebilen malzemeler, biyoteknoloji alanında, denizcilik, otomotiv, havacılık uygulamalarında ilk olarak kullanılmıştır; ama yeni strüktürler, sistemler üreterek, ileri mimarlık ürünleri ortaya çıkarmak için, potansiyele sahiplerdir (Weinstock, 2006).

PTW mimarlık ofisi ve Arup tarafından tasarlanan Watercube Ulusal Yüzme Merkezi, Weinstock (2006) tarafından kendi kendini türeten, organize olan bir strüktür tasarlandığı için Evrimsel Mimarlık ürünü olarak nitelendirilmiştir.

Çizelge 5.1 Proje Verilerinin Karşılaştırma Tablosu

No	Görsel	Proje ismi	Amaç-İşlev	Gerçekleşme Durumu	Ülke	Hesaplamalı Tasarım Tekniği	Bağlam	Mimari Tasarım	Üniversite	Ekolojik Yaklaşım	Tarih
1		Interactivator	Evrimsel bilgisayar modeli geliştirmek Form üretmek	İngiltere'de sergilendi Sanal ortamda varlığını sürdürüyor.	İngiltere	Genetik kodlama Kendini üreten,türetici	Doğal seçim, Kendi kendine oluşum, Evrim.	John Frazer	Architectural Association Ulster	Geri dönüşüm Yaşayan organizma	1995
2		Elfform	Strüktür tasarımı	Prototipler geliştirildi.	Hollanda Amerika	Optimizasyon Kendini üreten,türetici	Kendi kendine oluşum, Evrim, Türetme.	Kristina Shea	Academie van Bouwkunst	Doğaya saygılı	2002
3		Moleküler Kurgulu Ev	Konut	Araştırma projesi	ABD	Genetik kodlama Kendi kendine gelişen	Büyüme, Gelişme.	John M. Johansen Mohamad Alkhayer	-----	Güneş enerjisi, ısıtma soğutma, geri dönüşüm,süreklilik.	1998
4		Embriyolojik Evler	Konut	Araştırma projesi	ABD	Genetik kodlama Kendi kendine gelişen	Doğal seçim, Büyüme, Gelişme.	Greg Llyn	UCLA	Doğaya uyumlu	1995 1998
5		Biyonik Pavyon	Sergi Pavyonu	Almanya'da sergilendi. sanal ortamda varlığını sürdürüyor.	Almanya	Genetik kodlama Kendi kendine gelişen	Kendi kendine oluşum.	3deluxe	-----	Enerji üretme.	2000
6		Watercube Ulusal Yüzme Merkezi	Yüzme Havuzu	Pekin'de inşa edildi.	Çin Avustralya	Kendini üreten,türetici	Doğayla bütünleşme, Kendi kendine oluşum.	PTW	Trinity College	Güneş enerjisi kullanımı, Geri dönüşüm.	2003 2007

6. DEĞERLENDİRİLMELER, SONUÇLAR

Araştırma kapsamında evrimsel teknikler kullanan altı proje amaç-işlev, gerçekleşme durumu, tasarlandığı ülke, Hesaplamalı Tasarım tekniği, bağlam, ekolojik yaklaşım ve üniversite bağlantıları ölçütlerine göre incelenmiştir. Proje verileri, belirlenen konular hakkında sonuç çıkarmayı sağlayacak şekilde düzenlenmiştir.

▪Amaç - işlev ölçütüne göre incelendiğinde projelerin sadece iki tanesinin, Embriyolojik Evler projesinin ve Moleküller Kurgulu Ev projesinin aynı işleve sahip olduğu görülür. Bu iki projede konut sorununa çözüm bulmayı amaçlayarak, aynı malzemeleri içermelerine karşın, kişisel kullanıma göre farklılaşabilecek gelecek için konut projeleri araştırmaları yapılmıştır. Interactivator projesi; Evrimsel Mimarlık konusunda çığır açan, bir evrimsel bilgisayar modeli oluşturulmasını sağlamış; Architectural Association mimarlık okuluyla birlikte yürütülen bir araştırma projesidir. 1995 yılından günümüze kadar projeye internet üzerinden erişilebilirlik sağlanmıştır. EifForm projesinde optimizasyonlu strüktür tasarımı yapılmaktadır. Biyonik Pavyon projesi ise sanal mekân kavramını sorgulayan bir sergi pavyonudur. Watercube Ulusal Yüzme Merkezi, 2008 Pekin Olimpiyatları için tasarlanmıştır. Örnekler arasında işleve bağlı bir bağ kurulamamıştır.

▪Gerçekleşme durumları incelendiğinde Evrimsel Mimarlık alanında verilen ilk örneklerin Interactivator'ın ve Embriyolojik Evler'in deneysel projeler olduğu belirtilebilir. Embriyolojik Evler projesi sergilerle mimarlık dünyasına sunulmuştur. EifFrom projesi, 2002 yılında Academie van Bouwkunst'da, 2006 yılında da Gen(H)ome Project sergisinde uygulanmıştır. Moleküler Kurgulu Ev gelecek için konut sorununu irdelleyen deneysel bir çalışmadır; uygulanmamıştır. Biyonik Pavyon ise Expo 2000 fuarında sergilenmiştir. Bu beş örnekten uygulama açısından farklı olan Watercube Ulusal Yüzme Merkezi projesinde, malzeme, hazırlanan algoritmayla, kendi kendine türetilmiştir. Barındırdığı yüzme havuzları ve seyirci bölümleriyle de diğer örneklerden çok farklı bir noktadır. 2003–2007 tarihli Watercube Ulusal Yüzme Merkezi projesi, kendinden önceki deneysel araştırma projelerinden sonra, inşaatta gelinebilen, uygulamaya geçilebilen kısmı gözler önüne sermektedir.

▪Projelerin tasarlandığı ülkeler incelendiğinde; Amerika, İngiltere, Hollanda, Almanya, Avustralya gibi Hesaplamalı Tasarım konusunda gelişmiş örnekler veren ülkelere gerçekleştikleri tespit edilmiştir.

▪ Hesaplamalı Tasarım tekniğine göre örneklere bakarsak; Interactivator, Moleküler Kurgulu Ev, Embriyolojik Ev, Biyonik Pavyon projelerinde genetik kodlama yapılmış, genetik algoritmalarla tasarım geliştirilmiştir. Watercube, EifForm, Interactivator projelerinde kendini üreten, üretici tasarım teknikleri uygulanmıştır. Kendi kendine gelişme, büyüme ise; Moleküler Kurgulu Ev, Embriyolojik Ev, Biyonik Pavyon ve de Interactivator projelerinde görülmektedir.

▪ Projelerin ortak bağlamının doğaya saygılı tasarım olduğu söylenebilir. Evrim teorisinden hareketle yola çıkan Evrimsel Mimarlık yaklaşımı ürünü olan bu projelerde; büyüme, gelişme, doğayla bütünleşme, kendi kendine oluşum, doğal seçim gibi prensiplere bağlı kalınmıştır.

▪ Ekolojik yaklaşımlar göz önünde bulundurulmuştur. Projelerde malzemelerin geri dönüşümlü kullanılması, yapıların kendi enerjisini kendi üretmeye yönelik adımlar atacak şekilde tasarlanması hedeflenmiştir.

▪ Projelerin çoğunda üniversitelerle işbirliği yapılmış ya da üniversitelerden dışarıdan destek alınmıştır. Proje ekipleri incelendiğinde hepsinde mimarların, matematikçi, bilgisayar programcısı, sanatçı, web tasarımcısı, gibi farklı disiplinlerden uzmanlarla bir arada çalıştıkları gözlenmiştir. Artık mimarın proje tasarımında yalnız olması durumu söz konusu değildir. Sibernetik uzmanı Gordon Pask'ın, John Frazer'in Evrimsel Mimarlık kitabı önsözünde yazdığı gibi mimarın rolü değişmiştir. ESARQ'da Genetik Mimarlık lisansüstü programının kurucusu ve halen yönetici olan Alberto Estevez'in de konuyla ilgili ileriye dönük tahmini; mimarların, genetik mühendislerle projelerini yapacakları şeklindedir.

Bilgi teknolojilerindeki gelişimin sonucunda genetik, matematik, fizik gibi birçok disiplinde yaşanan değişim ortamının yansımaları mimarlık alanında da kendini göstermiştir. Yapılan ilk çalışmalarda tasarımlar, bilgisayarın hayal gücünde evrimleşmiş, gerçekleştirilememiştir. Ancak zaman içinde yapılan deneysel çalışmaların sonucunda, Evrimsel Tasarım Sistemleri uygulama alanı bulmaya başlamıştır. Evrimsel Tasarım Sistemlerinde, bilgisayar genel anlamda tasarıma yardımcı olacak bir araç değil, evrimsel bir hızlandırıcı ve üretici güç olarak kullanılmaktadır. Tasarım için kullanılan genetik teknikler, içsel bir mantık modellemektir.

Bilgisayar artık bir tasarım ortağı gibi çalışır, alternatifler sunar. Ortaya çıkan sonuçlar arasından seçimler yapmak, gerekliyse kurulan sistemde değişiklikler yapmak ve değerlendirme yaparak tasarımı yönlendirmek tasarımcının rolüdür.

Hesaplamalı Tasarım teknikleri sayesinde, karmaşık geometrilere sahip, eğrisel ve amorf biçimler tasarlanabilir ve de uygulanabilir olmuştur.

Tarihsel süreçte doğaya analogik ilişki kurarak başlayan mimarlık-doğa ilişkisi; günümüzde, bitkilerin büyümesi, evrim, doğal seçilim gibi doğayla ilgili olguları ve genetik kodları, mutasyon gibi biyolojik olguları, mimari tasarıma model almak olarak devam etmektedir. Artık mekân yaşayan bir organizma olarak ele alınabilmektedir.

Bilgisayarın mimarlık alanında kullanımı, ilk olarak bilgisayar destekli çizimle başlamıştır. Daha sonra bilgisayarın rolü sadece çizim aracı olmaktan daha ileri gitmiş; bilgisayar destekli tasarım ve üretim araçlarıyla mimarlar, dosyadan fabrikaya diye özetlenen dijital üretimle tanıştırılmıştır. Artık tasarım süreci otomotiv ya da uçak endüstrisinde olduğu gibi bir sistem olarak kurgulanır. Hesaplamalı Tasarım teknolojilerinin bugün gelmiş olduğu noktada eleştirilmesi gereken; bu teknolojilerin biçim oluşturma amaçlı kullanılmasıdır. Sadece biçim dili yaratmak üzerine gelişen bir mimari kalıcı olmayacaktır. Hesaplamalı Tasarım teknolojileri alanındaki çalışmalar ilerledikçe, hazırlanan algoritmalara gerekli verilerin girilmesiyle, biçimsel davranışların giderek azalacağı, doğaya saygılı, işlevsel tasarımların artacağı öngörülmektedir.

KAYNAKLAR:

- Akipek, F.,Ö., (2004), Bilgisayar Teknolojilerinin Mimarlıkta Tasarım Geliştirme Amaçlı Kullanımları, YTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Akman, M. S., (2008), Bilgi, Bilim ve Teknolojinin Tarihsel Gelişim Süreçleri, Ulusal Yapı Malzemesi Kongresi ve Sergisi, İstanbul.
- Aksoy, M., Çakır, M., (2005), “Mimarlık Genetik ile Buluşunca”, Yapı, 288:55-60.
- Altunkaynak, B., Esin, A., (2004), “Doğrusal Olmayan Regresyonda Parametre Tahmini İçin Genetik Algoritma Yöntemi”, G.Ü. Fen Bilimleri Dergisi, 17(2): 43-51.
- Ana Britannica, (1989), Ana Britannica Genel Kültür Ansiklopedisi, Ana Yayıncılık A.Ş., İstanbul.
- Architectural Review, (2000), “Jencks’s Theory of Evolution”, 1241:76-79.
- Arredamento Mimarlık, (2004), “Calatrava’nın Eskizleri.”,174:106-111.
- Ayyıldız, S., Özbayraktar, M.,(2005), “Organik Mimarlık ve Doğaya Öykünme Serüveni”, Tasarım, 148:132-134.
- Bektaş, E. E., Çağlar,U.Ç., (2009),”Bilgisayarlar rakiplerimiz mi?”, Bilim Teknik, Yıldız Takımı, 9:8-11.
- Bentley, J.P.,(1999), Evolutionary Design by Computers, Morgan Kaufmann, San Francisco, CA, ABD.
- Bentley, J.P., Corne, W.D.,(2002), Creative Evolutionary Systems, Morgan Kaufmann, San Francisco, CA, ABD.
- Çağdaş, G., (2002), “Mimarlıkta Bilişim ve Eğitimi”, Mimarlıkta Bilişim eki, Yapı, 252: 3-8
- Darwin, C., (1996), Türlerin Kökeni,(Çev.S. Belli), Onur Yayınları, Ankara.
- Emel, G., Taşkın, Ç., (2002), “Genetik Algoritmalar ve Uygulama Alanları” Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Cilt XXI, 1:129-152.
- Engin, O., Döyen, A., (2004), “Artificial Immune Systems And Applications In Industrial Problems.” G.U. Journal of Science 17(1): 71-84.
- Er, H., Çetin, M.K., Çetin, E.İ., (2005), “Finansta Evrimsel Algoritmik Yaklaşımlar: Genetik Algoritma Uygulamaları.”, Akdeniz İ.İ.B.F. Dergisi 10: 73-94.
- Estevez, A. T., Puigarnau, A., Arnal, P. I., Dollens, D., Mendez, A.P., Planella J&A., (2003), Genetic Architecture / Arquitectura Geneticas, Lumen Books, İspanya.
- Fishwick, A. P., (2007), Handbook of dynamic system modeling, Chapman & Hall/CRC, ABD.
- Frazer, J., (1995), An Evolutinary Architecture, AA, Londra.
- Frazer, J., Liu X., Tang M. X., (2002), “Generative and Evolutionary Techniques for Building Envelope Design, Generative Design, Generative Art 2002, 3.1-3.16.

Garassini S., (2000), “Yaşamdan Bilgisayara-Bilgisayardan Yaşama: Yapay Yaşamın Evrimleri” ,Domus m, 2:192-195.

Hasol, D., (1998), Ansiklopedik Mimarlık Sözlüğü, Yapı Endüstri Merkezi Yayınları, İstanbul.

İnceköse, Ü., (2008a), “Çağdaş Mimarlık Söylemleri ve Doğabilimsel Bilgi: “Yeni” Mimarlık için “Yeni” den Bilimsel Kavramlar”, Mimarlık, 341:32-34.

İnceköse, Ü., (2008b), “Mimarlık ve Biyoloji Merkezli Epistemoloji: Mimarlıkta Araçsallığın Biçimleri”, Arredamento Mimarlık, Kasım, 218:75-80.

Jeska, S., (2008), Transparent Plastics, Birkhäuser Basel, Berlin.

Jodido, P., (2002). “Greg Lynn/Form”, Architecture Now!, Taschen, İtalya, Vol.2:340-345.

Johansen, J. M., (2002), NanoArchitecture a New Species of Architecture, Princeton Architectural Press, New York.

Kalay, Y. E. (2004), Architecture’s New Media: Principles, Theories, and Methods of Computer-Aided Design, MIT Press, Cambridge.

Kilian, A., (2004) “Linking Hanging Chain Models to Fabrication”, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA, 1-17.

Kolarevic, B., (2000), “ Digital Morphogenesis and Computational Architectures” , 4. Sigradi 2000,1-6.

Kolarevic, B., (2003) , Architecture in The Digital Age:Design and Manufacture, Spon Press, London.

Kolarevic, B., (2009), “Integrated Design.”, 15 Mayıs 2009, İstanbul.

Leach, N., (2002), Designing for a Digital World, Wiley Academy, Londra.

Leuppi, J., Shea, K., (2008), “The Hylomorphic Project” ,The Arup Journal, 1/2008:28-30.

Lökçe, S., (2001), “Kisho Kurokawa”, Kisho Kurokawa, Boyut Çağdaş Dünya Mimarları Dizisi, İstanbul 15:7-32.

Lynn, G., (2000), “Embryologic Houses”, Domus, 822:8-14.

Lynn, G., (2002), “Canlanan Biçim” (Çev. N. Togay), Mimarlık ve Sanallık, Boyut, İstanbul, 63-89,

Melvin, J., (2007), izimler Mimarlığı Anlamak, YEM, İstanbul.

Molinari, L., (1999), Santiago Calatrava ,Skira, Milan.

Oksay, R., (2008), “Kafası Karışıklar İçin Evrimi Anlama Kılavuzu.”, Bilm ve Teknoloji, Cumhuriyet Dergi, 22, 1102:12-15.

Oxman,R., (2006) “Theory and design in the first digital age”, Design Studies Vol 27 No. 3:229-265.

Portoghesi, P., (2000), Nature and Architecture, Skira Editore, Milan.

Roth, L. M., (2000), Mimarlığın Öyküsü (Çev. E. Akça), Kabalcı, İstanbul.

Sass, L., Shea, K., Powell, M., (2005), “Design Production”, eCAADe 2005, 1-7.

Selçuk, A. S., Sorguç, G. A., (2007), “Mimarlık Tasarımı Paradigmasında Biomimesis’in Etkisi” Gazi Üniversitesi Müh. Mim. Fak. Dergisi, Cilt 22, 2:451-459.

Selçuk, A. S., (2009), “Doğadan Öğrenen Mimarlar ve En İyiyi Öngörmek Üzerine”, Arredamento Mimarlık, 5:72-75.

Senosiain, J., (2003), Bio Architecture, Architectural Press, MA.

Sharp, D., (2001), “Kisho Kurokawa”, Kisho Kurokawa, Boyut Çağdaş Dünya Mimarları Dizisi, İstanbul.15:33-43.

Shea, K., Gourtovaia, M., Chaplin, C., Libonati, H. (2006), “The Hylomorphic Project”, The GenHome Project, MAK Center, 1-14.

Spiller, N., (2006), Visionary Architecture Blueprints Of The Modern Imagination, Thames and Hudson, Londra.

Szalapaj, P., (2001), CAD Principles for Architectural Design, Analytical Approaches to Computational Representation of Architectural Form, Architectural Press, MA.

Szalapaj, P., (2005), Contemporary Architecture and the Digital Design Process, Architectural Press, MA.

Thompson, D., (2000), On Growth and Form, Cambridge University Press, Cambridge, İngiltere.

Tunalı, İ., (2004), Tasarım Felsefesine Giriş, YEM, İstanbul.

Turan, B. O., (2009), Dijital Tasarım Sürecinin Geleneksel Tasarım Stüdyosuna Etkileri, YTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Vanlı, Ş., (2007), “Daha İyisi Yapılamaz Saplantısı: Tarihte Kültürel Ortaklık ve Taklit Üzerine Düşünceler”, Mimarlık, 333; 33-36.

Whitehead, H., (2003), “Laws of Form”, Architecture in The Digital Age: Design and Manufacture, Spon Press, Londra 82-100.

Weinstock, M., (2006), “Self-Organisation and Material Constructions”, Architectural Design, V:76 N:2, 34-42.

Wolfram, S., (2006), “How Do Simple Programs Behave?”, Architectural Design, Ağustos, 34-37.

Wands, B., (2006), Dijital Çağın Sanatı, (Çev. O. Akınhay), Akbank Kültür Sanat Yayınları, İstanbul.

Zarzar, M.K., (2008), “Challenges and Fallacies in Computer Applications of the Evolutionary Analogy in Design Methodology.”, Design Knowledge Systems, Tu Delft 1-10.

INTERNET KAYNAKLARI:

- [1] <http://www.tdk.gov.tr/> (Temmuz, 2009)
- [2] <http://coolboom.net/en/wp-content/uploads/2007/05/guggenheim.jpg> (Mart, 2009)
- [3] <http://www.franken-architekten.de> (Mart, 2009)
- [4] http://pastexhibitions.guggenheim.org/gehry/ustra_21.html (Mart, 2009)
- [5] (http://www.architectureweek.com/cgi-bin/awimage?dir=2001/0214&article=design_1-2.html&image=11293_image_3.jpg) (Mart, 2009)
- [6] http://www.future-systems.com/architecture/architecture_19.html (Mart, 2009)
- [7] http://images.amazon.com/images/P/0471117269.01._AA240_SCLZZZZZZZ_.jpg (Mart, 2009)
- [8] <http://www.ceng.metu.edu.tr/~ucoluk/research/ec/> (Temmuz, 2009)
- [9] <http://www.rennard.org/alife/english/biomgb.html> (Haziran, 2009)
- [10] http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/6b/Sagrada_familia_oerwoud.jpg
- [11] http://www.bc.edu/bc_org/avp/cas/fnart/fa267/flw/jwax2.jpg (Mayıs, 2009)
- [12] http://www.2mengineering.com/index.php?option=com_content&task=view&id=21&Itemid=36 (Mayıs, 2009)
- [13] http://www.archigram.net/projects_pages/living_pod.html (Mayıs, 2009)
- [14] <http://www.calatrava.com/main.htm>. (Mayıs, 2009)
- [15] <http://www.wrightinwisconsin.org/WrightAndLike/2005/MilwaukeeArtMuseum-01.jpg> (Haziran, 2009)
- [16] <http://www.cs.ucl.ac.uk/staff/p.bentley/wc3paper.html> (Temmuz, 2009)
- [17] <http://robot.cmpe.boun.edu.tr/593/evrim.pdf> (Temmuz, 2009)
- [18] <http://www.karlsims.com/galapagos/galapagos-images.html> (Temmuz, 2009)
- [19] http://rml.lri.fr/examples/cellular_automata/ (Mayıs, 2009)
- [20] <http://www.ellipsis.com/evolutionary/> (Temmuz, 2009)
- [21] <http://www-g.eng.cam.ac.uk/enginuity/issue11/article6.html> (Temmuz, 2009)
- [22] http://www.boyutpedia.com/default~ID~1620~aID~66986~link~dusey_bahce_schindler_evi%E2%80%99ni_korumak.html (Haziran, 2009)
- [23] http://www.time.com/time/innovators/design/gallery_lynn1.html (Temmuz, 2009)
- [24] <http://www.3deluxe.de/> (Temmuz, 2009)
- [25] <http://www.visionscape.de/> (Temmuz, 2009)

[26] <http://www.tubitak.gov.tr/> (Temmuz, 2009)

[27] <http://www.bentley.com/> (Temmuz, 2009)

[28] http://digitalseance.files.wordpress.com/2008/03/water_cube_inside_unveiled.gif
(Temmuz, 2009)

[29] <http://www.ptw.com.au/ptw.php> (Temmuz, 2009)

[30] <http://www.arcspace.com/architects/ptw/> (Temmuz, 2009)

EKLER

Ek 1 Tezde Kullanılan Bazı Terimlerin Karşılıkları

Ek 1 Tezde Kullanılan Bazı Terimlerin Karşılıkları

Anahtar çerçeve canlandırma: Keyframe animation.

Animasyona Dayalı Mimarlık: Animate architecture.

Bazı canlı organizmaların, kimyasal reaksiyonlar sonucu oluşturdukları biyolojik ışık üretme becerisi : Biyolüminesans.

Çevre faktörleri ile birlikte dış görünüşünü tayin eden genetik yapı: Genotip.

Doğal seçim: Natural selection.

Düzenli ve rasyonel olmayan eğriler, yüzeyler: Non- Uniform Rational B-spline.

Eğrisel mimari: Architectural curvilinearity.

Evrimsel Mimarlık: Evolutionary architecture.

Genetik yapısına bağlı olarak, dış etkenlerin de etkisiyle ortaya çıkan görünüş: Fenotip.

Hesaplamalı: Computational.

Hesaplamalı Tasarım: Computational Design.

Hücrel Özdevinir: Cellular Automata.

Irsi olup, genetik olmayan değişiklikleri inceleyen bilim dalı: Epigenetik.

İzomorfik Mimarlık: Isomorphic architecture.

Kinematik-ters kinematik: Forward-inverse.

Metamorfik Mimarlık: Metamorphic architecture.

Molekül emisyonu: Particle emission.

Parametrik Mimarlık: Parametric architecture.

Performansa Dayalı Mimarlık: Performative architecture.

Spor: Bitkilerin ya da bir hücreli hayvanların çok özelleşmiş olan ve hayatın devamını sağlayan üreme yeteneğindeki hücreleri.

Su damlası biçimi: Blob form.

Topolojik Mimarlık: Topological architecture.

Uygunluk değeri: Fitness criteria.

Varlık, nüfus: Popülasyon.

Veri uzayı: Dataspace.

Yapay yaşam: Artificial life.

Yön canlandırma: Path animasyon

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi	28.05.1980	
Doğum yeri	İstanbul	
Lise	1994-1998	Hayrullah Kefoğlu Yabancı Dil Ağırlıklı Lisesi
Lisans	1998-2003	Yıldız Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü
Yüksek Lisans	2006-2009	Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Ana Bilim Dalı Bilgisayar Ortamında Mimarlık Programı

Çalıştığı kurumlar

2003-2005	Bektaş Mimarlık İşliğı, İstanbul.
2005	DRM Associates, Londra.
2006	Eltes İnşaat, İstanbul.
2007-Devam ediyor	Bektaş Mimarlık İşliğı, İstanbul.